

**KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIikka**

Lievetmursu Harry

Älykkäät sähköjärjestelmät

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Sähkövoimatekniikka
Kemi 2010

ALKUSANAT

Haluan kiittää Satu-vaimoa, pieniä tyttöjämme Essiä ja Elinaan sekä kaikkia sukulaisia jaksamisesta ja tukemisesta tämän työn ja koulutuksen aikana. Kiitokset myös Kemi-Tornion ammattikorkeakoululle ja erityisesti työn ohjaajalle ja valvojalle Jaakko Etolle.

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Harry Lievetmursu
Opinnäytetyön nimi	Älykkäät sähköjärjestelmät
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	22.10.2010
sivumäärä	60 + 11 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	DI Jaakko Etto
Yritys	Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	DI Jaakko Etto

Opinnäytetyön tavoitteena oli antaa yleiskuva markkinoilla olevista älykkäistä kodinohjausjärjestelmistä ja näin osaltaan helpottaa Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön uuden oppimisympäristön valintaa. Oppimisympäristön tarkka sisällön määrittäminen sekä hankinta jäivät työn ulkopuolelle.

Työssä tutkittiin järjestelmien ominaisuuksia toimintotasolla sekä niiden suunnittelu- ja toteutusvaiheita. Tutkittujen järjestelmien tiedonsiirto on mahdollista tehdä useilla eri tavoilla. Tässä työssä keskityttiin vain väyläkaapeloinnin kautta tapahtuvaan tiedonsiirtoon. Markkinoilla on useita järjestelmiä, joista tässä työssä tutkittiin vain muutamia.

Kustannusvertailu perinteisen ja älykkään sähköjärjestelmän välillä keskittyi perussähköistyksessä väyläkomponentteihin ja kaapelointiin eikä näin sisällä suunnittelu- ja asennuskustannuksia.

Kodinohjausjärjestelmän ominaisuuksiin kuuluvat mm. erilaiset tilaohjaukset valaistukselle, kuormituksen ja energiakulutuksen hallinta, lämmityksenohjaus sekä erilaiset turvallisuuteen liittyvät sovellukset. Etäohjaukset ovat tyypillisiä suurimmalle osalle ohjausjärjestelmiä.

Toiminnot eri järjestelmien välillä ovat hyvin samankaltaisia, mutta eroja löytyy järjestelmien topologiasta, I/O-moduulien sijoittelusta tilassa sekä ohjelmointialustoista.

Suunnittelun osalta väylätoteutukset vaativat sähköurakoitsijalta todellista paneutumista loppukäyttäjän toiveisiin. Mikäli mahdollista, järjestelmäsuunnittelussa tulee pyrkiä lopputulokseen, joka on kuitenkin kohtuudella laajennettavissa. Jokseenkin varmaa on se, ettei rakennusautomaatio omakotirakentamisessa tule vähenemään, vaan päinvastoin urakoitsijoiden tulisi pitää oma osaaminen kulloisenkin järjestelmän kanssa ajan tasalla.

Asiasanat: järjestelmät, tiedonsiirto, sähköistys, automaatio.

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Electrical Engineering
Name	Harry Lievetmursu
Title	Intelligent home systems
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	22 October 2010
Pages	60 + 11 appendix
Instructor	Jaakko Etto, MSc (Tech.)
Company	Kemi-Tornio University of Applied Sciences
Contact Person/Supervisor from Company	Jaakko Etto

One of the objectives making this Thesis is to give overview of intelligent home system already on market and so to aid Kemi-Tornio University of Applied Sciences when choosing new learning environment. Thesis work does not include specific listing or purchasing of needed equipment for learning environment.

The thesis work studied functional level features, planning and implementation phases. Because communication and data transfer inside the studied systems is possible to be done in different ways, this work was focused only on communication done through the bus-wire. There are several bus-system manufactures on building automation market; this work includes just few of them.

The cost comparison between traditional and intelligent system is limited to component and cabling costs and it does not include planning and installation.

One of the features included in intelligent home systems is different scenarios for lighting, load and energy management, controlling of heating systems and different security application. Remote control is typical for most of the intelligent home systems.

Main features on functional level are very similar between different systems but there are some differences between wiring topology, placement of the I/O-modules inside the building and programming platforms.

From the contractors, designing home systems with bus-wire requires much more dedication to the end user's hopes and expectations. If possible, system level design should aim at a result, which is possible to expand later with reasonable effort. In the future, it is most probably so that building automation will not decrease among the homebuilders. This means that constructors should keep their knowledge up-to-date with whatever bus-system used at the time.

Keywords: systems, communications, electrification, automation.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	VI
1. JOHDANTO	1
2. ÄLYKKÄÄT SÄHKÖJÄRJESTELMÄT	2
2.1. Ratkaisujen esittely	2
2.1.1. KNX-järjestelmä	2
2.1.2. Strömfors IHC	6
2.1.3. Smart-house	7
2.2. Keskusrakenteet	9
2.3. Vaikutukset keskuksien toteutukseen	14
3. ÄLYKKÄÄN SÄHKÖASENNUKSEN SUUNNITTELU	15
3.1. Suunnitteluperiaatteet	15
3.1.1. Suunnittelun lähtökohdat	15
3.1.2. Asennuksen rakenteen suunnittelu	16
3.1.3. Projektisuunnittelu	16
3.1.4. Anturien valinta ja sijoitus	16
3.1.5. Toimilaitteiden valinta ja sijoitus	17
4. OHJELMOINNIT	20
4.1. KNX-järjestelmä	20
4.2. IHC Strömfors	21
4.3. Smart-house	22
5. KOMPONENTIT	23
5.1. KNX-järjestelmä	23
5.2. IHC Strömfors	28
5.3. Smart-house	33
6. KAAPELOINNIT	37
6.1. KNX-järjestelmä	37
6.2. IHC Strömfors	39
6.3. Smart-house	40
7. MUUNNELTAVUUS & MUUT JÄRJESTELMÄT	41
7.1. Yhteydet ulkomaailmaan	41
7.1.1. KNX-järjestelmä	41
7.1.2. IHC Strömfors	43
7.1.3. Smart-house	44
8. KNX-TOTEUTUS	46
9. OPPIMISYMPÄRISTÖ	48
9.1. Oppimisympäristön tila ja tavoitteet	48
9.2. Oppimisympäristön kokoonpano	50
9.3. Oppimistehtävät	51
10. KUSTANNUS- JA HYÖTYVERTAILU	52
11. TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ	56
12. YHTEENVETO	57

13.	LÄHDELUETTELO	58
14.	LIITELUETTELO	60

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

IHC	Intelligent Home Systems
EIB	European Installation Bus
EHS	European Home Systems protocol
SELV	Separated or Safety extra-Low Voltage
PELV	Protected extra-Low Voltage
SLY	Sähkölaitosyhdistys
GSM	Global System for Mobile Communications
ETS	Engineering Tool Software
OPC	OLE for Process Control
OLE	Object Linking and Embedding
UPnP	Universal Plug and Play
DALI	Digital Addressable Lighting Interface
BACnet	Communication protocol for Building, Automation and Control Networks
DMX	Digital Multiplex
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
DIN	Deutsche Institut für Normung
LAN	Local Area Network
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance
LON	Local operation Network

1. JOHDANTO

Älykkäät sähköjärjestelmät ovat olleet markkinoilla jo jonkin aikaa, mutta yleistymässä tavallisten kuluttajien piirissä todella vasta nyt. Milloin sitten kodin sähköistystä voidaan sanoa älykkääksi? Perinteisessä sähköasennuksessa kuorma kytketään suoraan päälle releen tai kontaktorin kautta. Älykkäissä järjestelmissä kuorma kytketään päälle epäsuorasti. Tämä muuttaa kaapelointia sekä mahdollistaa tilan käyttötarkoituksen muokkaamisen myöhemmin ilman lisäkaapelointeja. Lisäksi kodin eri järjestelmät ovat integroituna samaan ohjaukseen, joten asennetut laitteet toimivat kokonaisuutena.

Tässä työssä vertaillaan järjestelmien ominaisuuksia omakotitalon sähköistyksen puitteissa. Vertailuun valitaan kolme avointa väyläohjattua järjestelmää, joista esimerkkitoteutus tehdään KNX-järjestelmällä. Vertailut järjestelmät ovat KNX, Strömfors IHC, joka nykyään on Schneider Electric sekä Carlo Gavazzin Smart-house. Yhtenä tavoitteista on hyödyntää tämän työn tuloksia valittaessa ja toteutettaessa uutta oppimisympäristöä Kemi-Tornion ammattikorkeakoululle.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoululla on kaksi päätehtävää: järjestää työelämäläheistä korkeakouluopetusta sekä tehdä opetusta kehittävää ja alueen hyvinvointia lisäävää tutkimus- ja kehitystyötä.

Työssä pyritään antamaan kattava yleiskatsaus eri järjestelmien ominaisuuksista sekä muokattavuudesta käyttäjälle sopivaksi kokonaisuudeksi. Vertailu kohdistuu myös suunnitteluperiaatteisiin, kaapelointiin sekä jossain määrin järjestelmän ohjelmointiin. Kustannusvertailu tehdään valitun esimerkkitoteutuksen ja perinteisen asennustavan välillä. Arvio keskittyy lähinnä komponentti- sekä kaapelointikustannuksiin. Kustannusarvio ei sisällä ylläpitokustannuksia koko elinkaaren ajalta, koska uusien järjestelmien osalta tällaista tietoa ei ole vielä saatavilla.

Esimerkkitoteutuskohteena on 2007 valmistunut omakotitalo, jonka sähköistys toteutettiin perinteisellä tavalla. Työ ei sisällä toteutettavan oppimisympäristön dokumentointia, kustannusarviointia, toteutusta tai asennusvalvontaa.

Pientalojen energiakulutuksesta tuleva asumiskustannus on kasvanut energiahinnan jatkuvasta noususta johtuen ja näin myös ohjannut kuluttajia etsimään entistä tehokkaampia keinoja säästää energiaa. Laitevalmistajien mukaan tuomalla älyä kodin ohjauksiin voidaan säästöä hakea kokonaisuutena, koska useita kodissa olevia laitteita voidaan ohjata yhdellä napin painalluksella. On myös arvioita, joiden mukaan järjestelmillä olisi vaikutusta kiinteistön jälleenmyyntiarvoon.

2. ÄLYKKÄÄT SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

2.1. Ratkaisujen esittely

2.1.1. KNX-järjestelmä

KNX (Konnex) on väyläpohjainen järjestelmä, jossa sähkötoimiset laitteet kommunikoivat itsenäisesti ilman keskustietokonetta. Toimilaitteet yhdistetään toisiinsa parikaapelilla, josta ne saavat myös samalla käyttöjännitteen. /10/

1990-luvun alussa kehitettiin EIB-, EHS- ja Batibus-väylätekniikat, jotka ovat perustana nykyiselle KNX-väylätekniikalle. EIB-laitteet noudattavat EN50090- ja ISO/IEC-standardin vaatimuksia ja soveltuvat kierretylle parikaapelille, sähköverkkoon tai radiotielle. Kaikki keskeiset laitevalmistajat kuuluvat jo Konnex-yhdistykseen, joka puolestaan takaa laitesertifiointin kautta laitteiden toimimisen valmistajasta riippumatta. Tällä hetkellä laitevalmistajia on noin 140, joilta on näin saatavissa 5000 eri EIB-tuotetta. Lista KNX-yhteensopivista laitevalmistajista löytyy osoitteesta <http://www.knx.org/knx-members/list/>. Kuvassa 1 näkyy osa KNX-laitevalmistajista. Tähän työhön valittiin ABB Busch-Jaeger:in valmistamat KNX-laitteet.

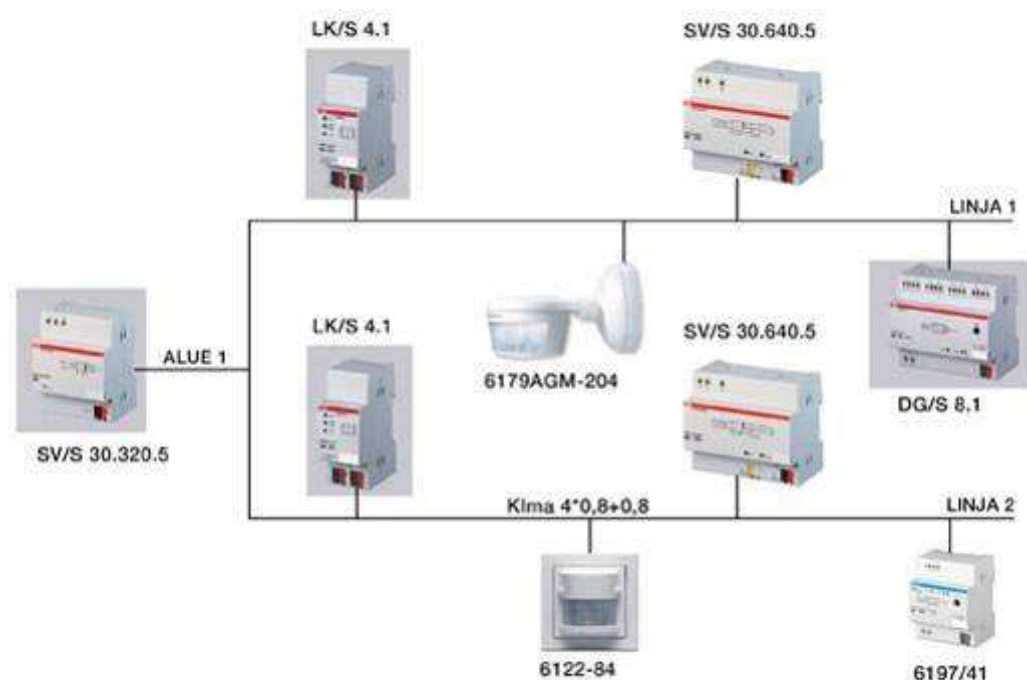


Kuva 1. KNX-laitevalmistajat /8/

Yhtenä KNX:n perusideoista on järjestelmän muokattavuus vastaamaan asumisen mukanaan tuomia muutoksia vuosien varrella ilman huomattavia uudelleen kaapelointeja. Lisäksi järjestelmästä saatava tieto eri energiakulutuksista, kuten veden, sähkön tai öljyn kulutuksesta lisää kuluttajan mahdollisuuksia säästää energiaa optimoimalla järjestelmää.

Järjestelmä pystyy antamaan myös reaaliaikaista tietoa kodin eri laitteistojen kunnosta keräämällä tietoa kuormituksesta sekä mahdollisista käyttöhäiriöistä. Erilaiset turvasovellukset antavat lisää käyttömukavuutta ja lisäävät asumisturvallisuutta. Väylään lähetetty tieto on kaikkien kytkettyjen laitteiden käytettävissä. Tämä osaltaan edistää järjestelmän optimointivalmiuksia.

Kuva 2 esittää KNX-järjestelmän linjakaavion. Järjestelmä on jaettu ns. alueisiin, joiden käyttöjännite 24 VDC syötetään virtalähteen kautta. Linjoja yhdellä alueella voi olla 15 kpl. Jokaiseen linjaa voidaan kytkeä 64 laitetta. Tarvittaessa linjat puolestaan yhdistetään toisiinsa ns. linjayhdistimillä. Näin ehkäistään tarpeeton kommunikaatio laitteiden välillä, joille se ei ole tarpeellista.



Kuva 2. KNX-linjakaavio /1/

Kytöntäkäskyt, signaalit ja muut tiedot välittyvät yksittäisten väylälaitteiden välillä sanomien kautta. Siirtonopeutta ja impulssien tuottamista ja vastaanottamista koskeva siirtoteknologia on suunniteltu niin, että väylälinja ei vaadi impedanssisovitusta ja mikä tahansa topologia on mahdollinen. Tiedot siirtyvät väyläkaapelissa symmetrisesti.

Väylälaite laskee vaihtojännitteen eron kaapeleiden molempien johtimien välillä. Häiriösaiteily vaikuttaa molempiin samannapaisiin johtimiin eikä sen vuoksi vaikuta signaalin jännitteen olennaiseen eroon. /9/

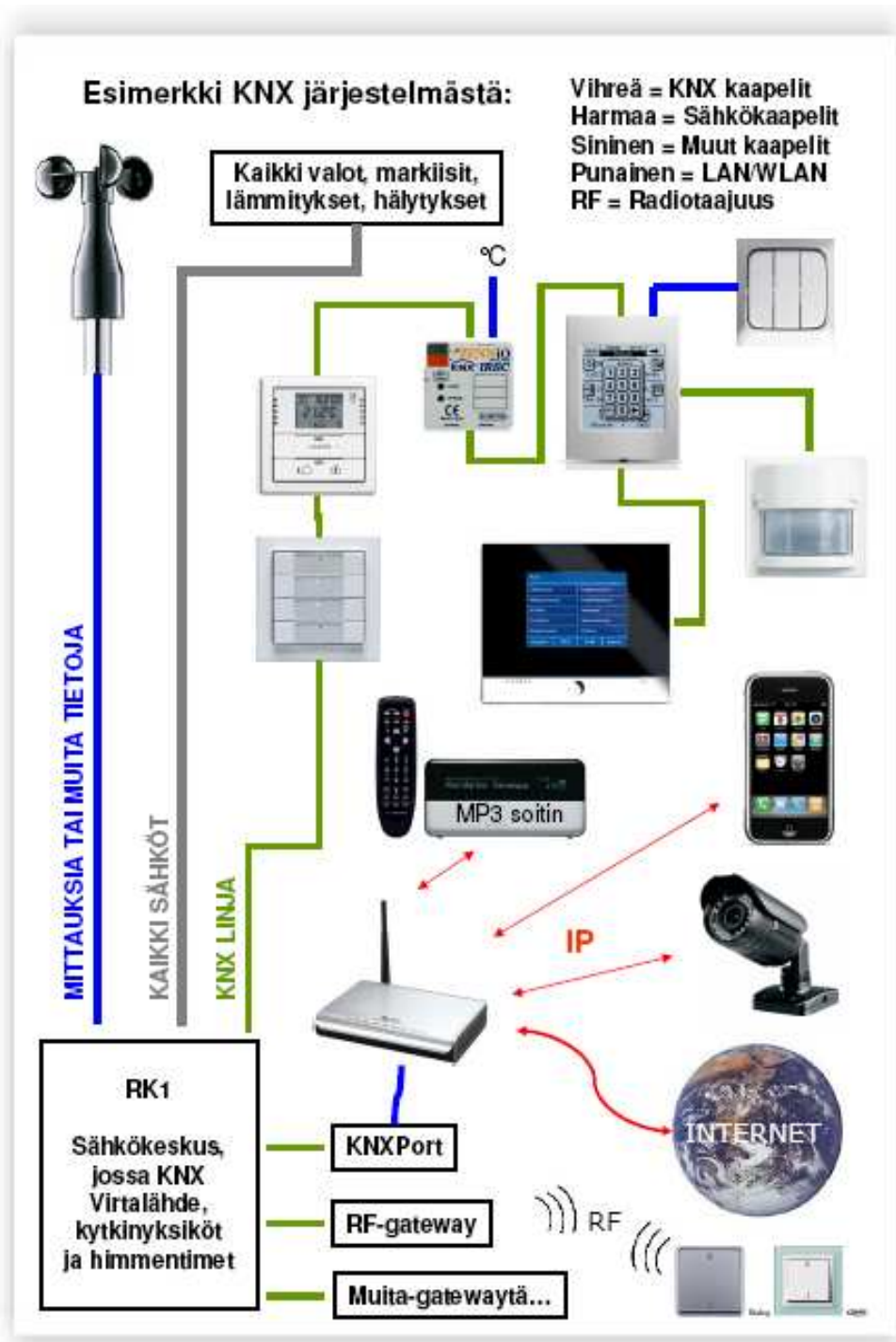
Tiedonsiirtonopeus on 9600 bittiä/s ja sanoman lähettämiseen ja vahvistamiseen kuluva keskimääräinen siirtoaika on n. 25 ms /9/.

Väylälaitteiden välinen tietojen vaihto on tapahtumaohjattu. Yksittäiset tiedot siirtyvät väylälinjassa sarjoittain eli peräkkäin. Linjassa on sen vuoksi väylälaitteesta vain yksi tieto kerrallaan. Luotettavuussyistä käytetään hajautettua väyläyhteysmenetelmää CSMA/CA, joka on siirtotien varausjärjestelmä, jolla useat lähettävät laitteet jakavat samaa siirtotietä. Tämä perustuu törmäyksien havaitsemiseen. Törmäykset havaitaan etukäteen lähettämällä siirtotien varaava signaali ennen varsinaista dataa. Törmäyksiä voi tapahtua siinä tapauksessa, jos linjassa olevat väylälaitteet pääsevät väylään samanaikaisesti. Väylän varausmenetelmä takaa sen, ettei mitään tietoja pääse häviämään ja että väylää voidaan käyttää parhaalla mahdollisella tavalla. /9/

KNX-järjestelmän kantavana ideana on yhdistää rakennuksen kaikki sähköiset toiminnot yhtenäiseksi ja mahdollisimman energiatehokkaasti toimivaksi verkoksi. KNX-järjestelmällä voidaan ohjata mm. valaistusta, lämmitystä, jäähdytystä, ilmastointia sekä esimerkiksi markiiseja (kuva 3). /1/

KNX on väyläteknikka, jolla taloautomaation eri osia ohjataan yhdellä ainoalla järjestelmällä, jossa laitteet ja eri järjestelmät keskustelevat keskenään /1/.

KNX-taloautomaatio sopii hyvin erilaisiin ja erikokoisiin kohteisiin, kuten omakotitaloihin, toimistoihin, liikerakennuksiin, hotelleihin, kouluihin jne. Muunneltavuus on tärkeää rakennuksen käytön aikana ja KNX-järjestelmän laajentaminen on helppoa. /1/



Kuva 3. Esimerkki KNX-järjestelmästä /8/

2.1.2. Strömfors IHC

IHC Strömfors (Schneider Electric) on toimintaperiaatteelta erilainen verrattuna KNX-järjestelmään. IHC-moduuleja ohjataan ohjelmallisesti keskusyksiköllä, jossa on käytettävissä 128 lähtöä ja 128 tuloa. Topologia kaapeloinnin osalta on tähtimäinen. Komponenttivalikoima on laaja ja kattaa hyvinkin pienrakennusten ja toimistojen tarpeet. IHC-järjestelmä ei ole yhteensopiva useiden laitevalmistajien kesken, kuten KNX, joten komponentit saatavuus on huomattavasti rajallisempi. Järjestelmä on myöhemmin laajennettavissa tarpeen mukaan lisäämällä uusia keskusyksiköitä tai alakeskuksia. Tämä järjestelmä on ollut käytössä Suomessa jo yli 10 vuotta.

Talon huoneisiin sijoitetut IHC-järjestelmään kuuluvat sähkölaitteet, kuten painikkeet, liiketunnistimet, kaukosäätimet jne. ovat kytkettynä keskuksessa sijaitsevaan IHC-tuloyksikköihin. Kun käyttäjä painaa painiketta, lähtee painikkeelta signaali IHC-tuloyksikön kautta IHC-keskusyksikköön, järjestelmän ”aivoihin”. Keskusyksikköön on ohjelmoitu, mitä napinpainallus saa aikaan, mitkä valot tai pistorasiat menevät päälle tai pois, mitkä ajastimet käynnistyvät jne. /7/

IHC-keskusyksikkö lähettää ohjelman perusteella signaalin lähtöyksikölle, johon on kytketty varsinainen sähkölaite, valaisin, lämmitin, valonsäädin tms. IHC-sähköohjausjärjestelmän muodostavat talon sisällä ja ulkona olevat sähkölaitteet sekä keskuksella olevat tulo-, lähtö- ja keskusyksiköt (kuva 4). /7/

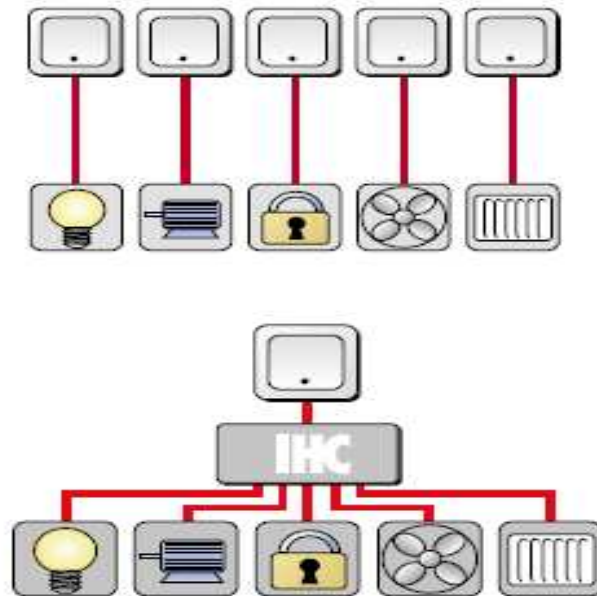


Kuva 4. IHC-järjestelmä /7/

IHC-ohjausjärjestelmän avulla, on mahdollista toteuttaa erilaisia ohjaustilanteita ja näin tuoda älyä kodin sähköistykseen, sekä vastata rakentajien lisääntyviin automaatiovaatimuksiin.

IHC:ssä pyritään sovittamaan yhteen talon eri toiminnot yhtenäiseksi toimintakokonaisuudeksi. Tällä saadaan joustavuutta eri käyttötilanteisiin ja annetaan mahdollisuus muokata järjestelmää.

Ao. kuva 5 osoittaa selkeän eron sähköistyksen muunneltavuuden suhteen, kun vertaillaan yläpuolella olevaa periteistä ja kuvan alaosassa tehtyä IHC-asennusta.



Kuva 5. IHC:n toimintaperiaate /7/

IHC-järjestelmä on avoin ulospäin eli se voi ohjata, on/off-toimintoja relekärkien avulla ja vastaavasti se ottaa vastaan on/off-ohjauksia. Ohjelmointia varten järjestelmässä on runsaasti yksinkertaisia perustoimintoja, joita yhdistelemällä voi tehdä hyvinkin monimutkaisia ohjausrakenteita. Ohjelmointi ei kuitenkaan vaadi minkään ohjelmointikielen osaamista eikä ohjelmalisenssien hankintaa. /15/

2.1.3. Smart-house

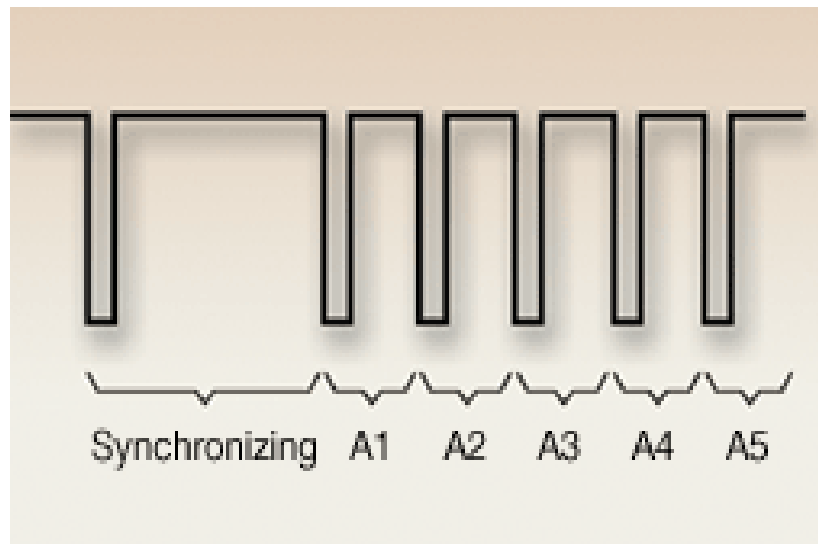
Smart-house-järjestelmä on osa Carlo Gavazzin automaatiokomponentteja valmistavan yrityksen tarjonnasta. Järjestelmässä on lähdetty aikaisemmista poiketen omaan Dupline®-väyläratkaisuun. Dupline® on alun perin kehitetty teollisuuden kenttäväyläksi esim. vesihuolto, rautatiet, kaivosteollisuus ja lentokentät, mutta on myöhemmin otettu käyttöön myös taloautomaatiossa.

Smart-house on ns. hajautettujärjestelmä. Topologia on täysin avoin, eikä kaapelin osalta ole mitään erityisvaatimuksia. Järjestelmään liitettävät laitteet kytketään toisiinsa parikaapelilla, jonka ei välttämättä tarvitse olla kierrettyä parikaapelia. Lähetysteho analogisten ja digitaalisten viestien lähettämiseen riittää jopa 10 km:n matkalle ilman

vahvistimia. Järjestelmätasolla erilaisten ennalta ohjelmoitujen tilojen ohjaukset ovat kuitenkin tässäkin pääteemana. Nämä ovat muokattavissa tarpeiden mukaisesti muuttamatta kaapelointia. Dupline® toimii myös valokuidun, radio-modeemin tai puhelinverkon kautta.

Dupline®-signalointi perustuu kontrollerin lähettämään kanttiaaltoon, jossa aluksi on 8 ms:n synkronointiaika, jota seuraa 128 pulssia 1 ms:n välein (kuva 6). Tätä 136 ms:n pulssia toistetaan jatkuvasti. Pulssi määrittää ajankohdan, jolloin kukin väylään liitetty laite voi tiettyä numerointia vastaan lähettää ja vastaanottaa informaatiota. Tämä tarkoittaa sitä, että kukin laite toimii väylässä omalla vuorollaan.

Järjestelmän vasteaika on aika alle 272 ms riippumatta laitteiden, tai signaalien määrästä samassa kaapelilinjassa. Matala 1 kHz:n lähetystaajuus mahdollistaa pitkät siirtolinjat ilman suurempia häiriöitä.

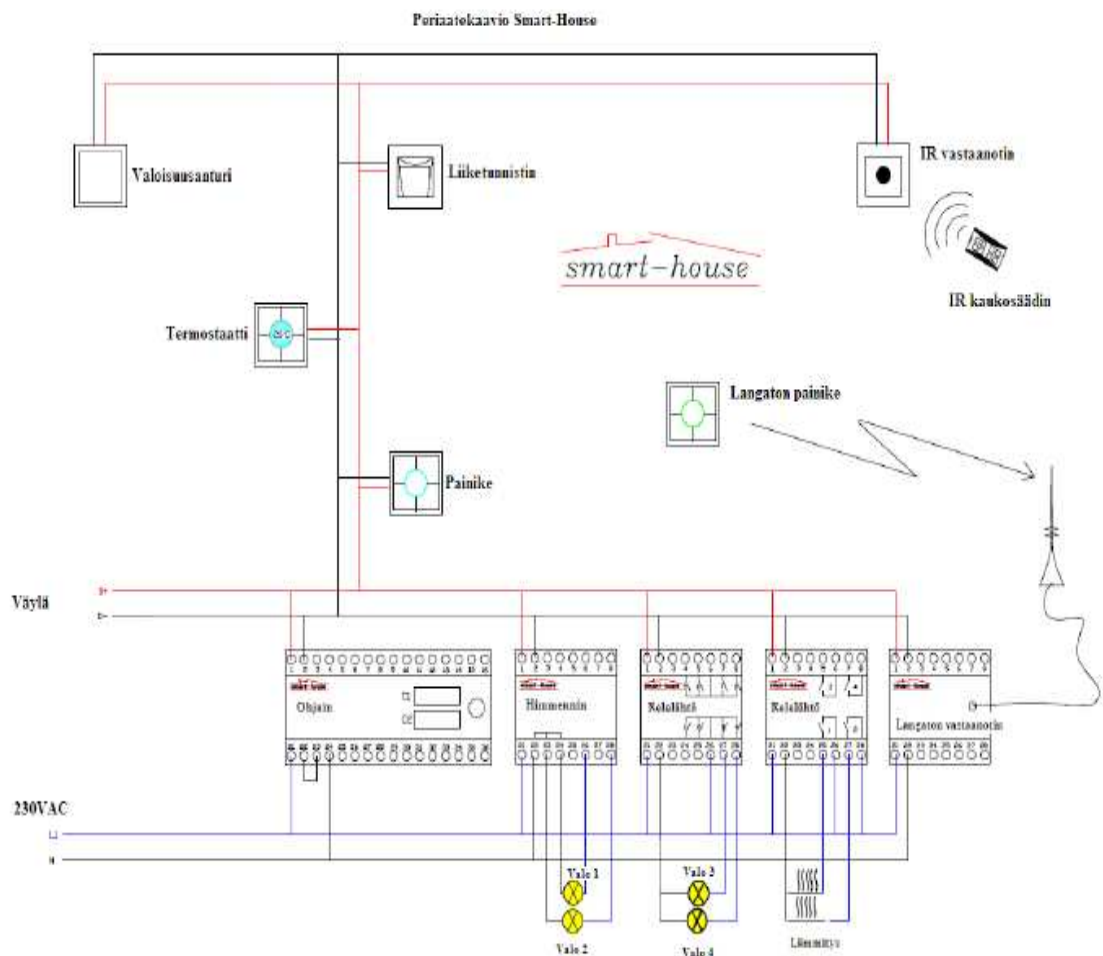


Kuva 6. Dupline®-signalointiperiaate /4/

Järjestelmä mahdollistaa valaistuksen, lämmityksen, ilmastoinnin, kaihtimien ja markiisien kokonaisuohjauksen nykyaikaisin mukavuusominaisuuksin. Smart-house on hajautettu järjestelmä, joka ohjaa ja valvoo valaistusta, rullakaihtimia, lämmitystä, ilmastointia ja turvallisuutta (kuva 7). /17/

Järjestelmän rakenne antaa mahdollisuuden energiakulutuksen hallintaan sekä erilaisten mukavuustoimintojen ja hälytinjaestelmien ohjaamiseen. Käyttöä, huoltoa ja kunnossapitoa helpottavat tilanäytöt.

Smart-house-tuoteperhe sisältää monipuolisen valikoiman rakennusautomaatioon suunniteltuja komponentteja, kuten älykkäitä valokytkimiä, liiketunnistimia, valon voimakkuuden antureita, himmentimiä, releitä ja termostaatteja. Kaikki huoneessa olevat komponentit kytketään samalla kahdella johtimella Smart-house-ohjaimen. Tämä mahdollistaa älykkäiden toimintojen toteuttamisen yhdistämällä eri väyläkomponenteista tulevan signaalin. /17/



Kuva 7. Periaatekaavio Smart-house /17/

Järjestelmässä I/O:ta sisältävien komponenttien toiminnallisuus muokataan laitteen sisällä olevalle ASIC-piirille.

2.2. Keskusrakenteet

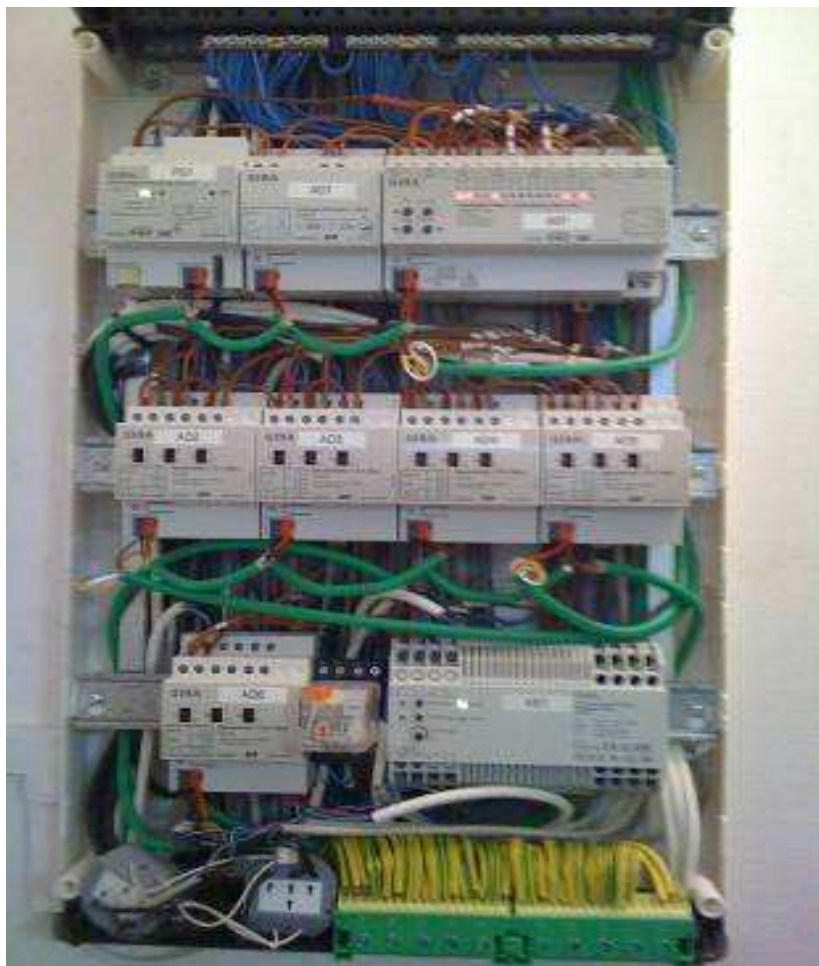
KNX ABB Busch-Jaeger

Valmiiksi kalustettuja KNX-keskuksia ei pientalokäyttöön valmistajalta löydy, vaan kaikki ovat ns. räätälöityjä ratkaisuja. Tuotevalikoiman kasvaessa valmiista ratkaisuista on luovuttu, jotta yksilölliset asiakasvaatimukset saadaan täytettyä. Tässä tilanne voisi muuttua, jos yhteistyötä tehtäisiin esimerkiksi talotehtaan kanssa, joissa yleensä tilaratkaisut perustuvat tiettyyn muottiin. Tämä asettaa sähköistyksellekin tietyt rajoitukset. Kuvassa 8 on eräs KNX-keskus toteutus, joka kuvaa hyvin tilankäyttöä DIN-kiskoon asennettavien komponenttien ja väyläkaapeloinnin osalta KNX-kotelossa.

ABB:n keskusrakenteista löytyy kuivatiloihin sekä uppo- että pinta-asennuksiin soveltuvia keskuskoteloita, joihin KNX-virtalähteitä, ohjausmoduuleja, logiikka- ja kellokytkimiä, vastaanottimia ja verho-ohjaimia voidaan kiinnittää 35 mm:n DIN-asennuskiskoon. Kalustamattomia koteloita löytyy neljää eri kokoa.

Väylälaitteet ja teholähteet asennetaan yhdessä jakokeskuksiin. On varmistettava, että kaikki virtapiirit, jotka eivät ole pienjännitepiirejä SELV tai PELV, on erotettava KNX-järjestelmästä. Yksittäisissä tapauksissa voi olla tarpeellista asentaa lisäsuojauksia tai väliseiniä. Datakiskosuojaukset ovat tarpeellisia niihin datakiskon osiin, joita laitteet eivät peitä, sillä näin taataan suojaerotus ja suojataan datakiskoa lialta. /9/

Jakokeskuksen koko on määritettävä niin, että muille väylälaitteille ja sisäänrakennetuille laitteille jää riittävästi tilaa. Tilan määrä riippuu myös käytetystä topologian tyypistä ja valittujen väylälaitteiden mallista. Selkeyden vuoksi on edullista järjestää väylälaitteet ja tavanomaiset laitteet erillisiin kenttiin. /9/



Kuva 8. Esimerkki KNX-keskuksesta






Strömfors IHC

Strömfors on lähtenyt markkinoille valmiilla IHC-keskusrakenteilla (Strömfors Elit) helpottaen jonkin verran pientalorakentajan arkea. Keskus voidaan myös suunnitella tapauskohtaisesti, mutta omakotitalon sähköistykseen useimmassa tapauksessa riittää vakiokeskuksen kalustus. Keskuskomponentit kiinnitetään tässäkin tapauksessa 35 mm:n DIN-asennuskiskoon (kuva10). Keskustoimitukseen sisältyvät standardin mukaiset asennusdokumentit sekä esivalmistellut pääkaaviokuvat.

Strömfors IHC Elit-keskuksia on saatavana neljää eri kokoa, joissa toimintojen taso määräytyy liitettävien tulojen ja lähtöjen kytkentä määrästä. Ulkomoitoiltaan keskuksat ovat kaikki samankokoisia 880 mm x 1350 mm.

IHC-keskuksista on saatavilla pienempi versio, mikä on valmistettu mm. oppilaitoksia, auditorioita, ravintoloita ja myymälöitä varten. MINI IHC 16/0- sekä MINI IHC 24/0-keskuksen valintaohje on esitetty kuvassa 9.

IHC -ohjauskeskusten valintataulukko

IHC -ohjauskeskukset	ELIT-IHC32/2	ELIT-IHC40/2	ELIT-IHC48/2	ELIT-IHC56/2	MINI-IHC16/0	MINI-IHC24/0
SSTL	35 761 04	35 761 08	35 761 12	35 761 19	35 761 42	35 761 44
 6/4-painikkeita enint.***	2	2	2	2	1*	1*
 4/2-painikkeita enint.	4	8	12	12	1*	1*
 1/1-painikkeita enint.	8	8	8	8	2*	2*
 24 V liikutunnistimia (sisä) enint.	8	8	8	8	2*	2*
 230 V liikutunnistimia (ulko) enint.	4	4	4	4	0	0
Valaistuslähdöt säädettävät ** päälle/pois	2 24	2 32	2 40	2 48	0 8	0 16
Laiteohjauslähdöt	8	8	8	8	8	8
Johdonsuojia	42	42	42	42	15	15
Sovellus	Rivitaloasunnot, monikontrolleri-järjestelmät	Pienet omakotitalot, monikontrolleri-järjestelmät	Keskikokoiset omakotitalot, monikontrolleri-järjestelmät	Suuret omakotitalot	Oppilaitokset, ravintolat, myymälät, teollisuushallit, auditoriot jne.	Oppilaitokset, ravintolat, myymälät, teollisuushallit, auditoriot jne.

Kuva 9. Keskuksen valintataulukko /15/

IHC-virtalähteelle pitää olla oma johdonsuoja tai jos siitä syötetään myös muita laitteita, on keskuksen asennettava kytkimet eri kuormille. Käyttöönottovaiheessa on nimittäin syytä saada IHC-järjestelmä myös yksinään jännitteiseksi. /15/

Lisävarusteena voi IHC Elit -keskukseen hankkia TURVA-, SLY-, GSM- tai valonsäädin-kytkentäpaketin. KytKentäpaketit ovat kuvattuna taulukossa 1. Näistä SLY- ja GSM-kytkentäpakettia ei ole saatavana MINI IHC -keskukseen.

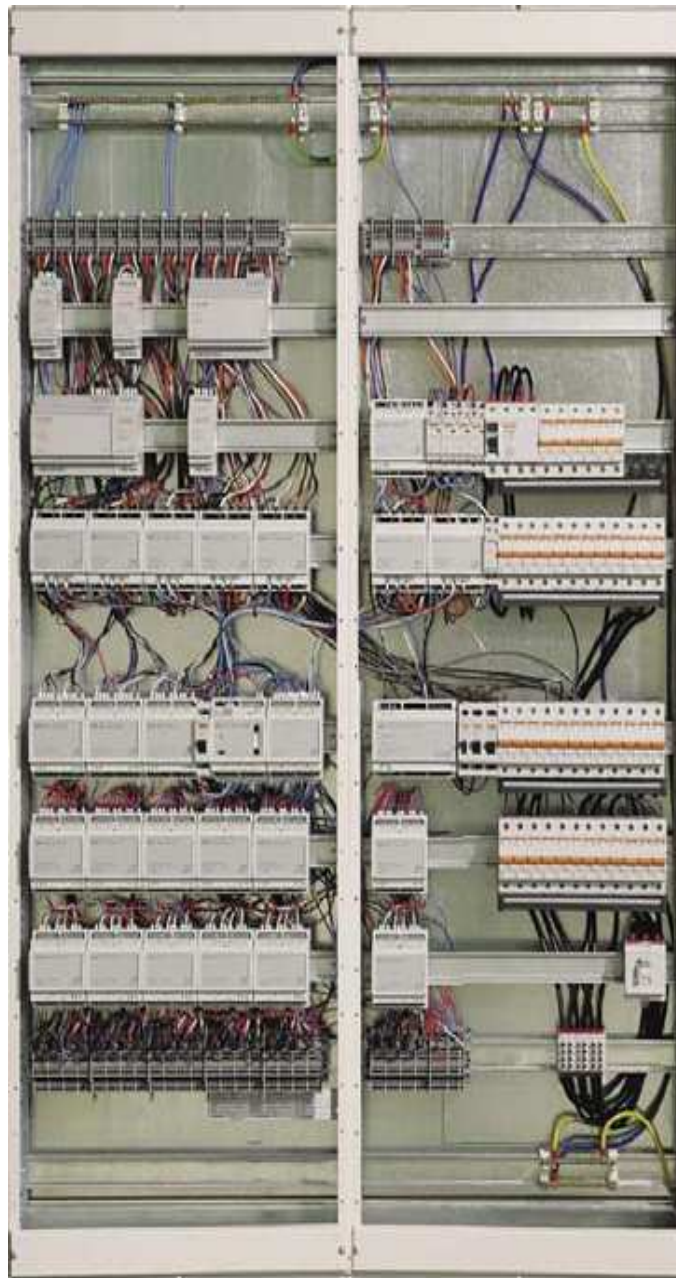
TURVA-kytkentäpaketti sisältää valmiit liitännät turvajärjestelmän anturikaapeleille sekä akkuvarmennuksen.

SLY-kytkentäpaketti sisältää sähkölämmitykseen tarvittavat välireleet, vikavirtasuojat, liittimet yms.

GSM-kytkentäpaketti on valmis tekstiviestiohjaustoiminto hälytyksille ja etäohjauksille. Valonsäädinpaketit sisältävät universaalivalinsäätimet sekä niitä ohjaavan lähtöyksikön valmiiksi asennettuna. 4x300 VA kytKentäpaketissa säätimien muistipaikat eivät ole käytössä, joten ne eivät sovellu tilanneohjauksiin. Kuhunkin keskukseen voi tilata yhden tai kaksi valonsäädinpakettia. /15/

Taulukko 1. KytKentäpaketit /15/

S-nro	Kuvaus	Kommentti
37 761 90	Turva	
37 761 92	SLY	ei saatavana MINI-keskuksiin
37 761 93	GSM	ei saatavana MINI-keskuksiin
37 761 81	Valonsäätimet 2x300VA	
37 761 82	Valonsäätimet 2x600VA	
37 761 83	Valonsäätimet 2x1000VA	
37 761 84	Valonsäätimet 300x600VA	
37 761 85	Valonsäätimet 300x1000VA	
37 761 86	Valonsäätimet 600x1000VA	
37 761 87	Valonsäätimet 4x300VA	ei tilanne ohjauksiin
37 761 80	Valonsäädin 1-10 V	



Kuva 10. Esimerkki IHC Elit -keskuksesta /5/

Smart-house

Smart-house-järjestelmästä ei löydy valmiita keskusmalleja. Väyläkomponenteista voidaan keskukseen sijoittaa esimerkiksi relelähdet, himmentimet ja GSM-yksikkö. Toisena vaihtoehtona on hajauttaa haluttu osa komponenteista jako- tai koerasioihin, jolloin vaikutukset keskusrakenteeseen ovat minimaaliset. Mikäli komponentit päätetään sijoitetaan keskukseen, on niille varattava tarvittava tila. Tämä noudattelee samaa linjaa, kuten kahdessa aikaisemmin mainitussa järjestelmässä.

2.3. Vaikutukset keskuksien toteutukseen

Yleisenä huomiona voisi mainita keskuksen ulkomittojen kasvamisen. Keskukselle liitettävät väyläkomponentit vaativat oman lisätilansa keskukselta. IHC:n ja KNX:n osalta keskukselle sijoitettavia väyläkomponentteja on enemmän kuin Smart-house-järjestelmässä. Tämä johtuu siitä, että Smart-house-järjestelmässä valaistuksen kytkentäreleet, himmentimet voidaan sijoittaa lähelle ohjattavia toimilaitteita. Tosin DIN-kiskoon sijoitettavat I/O-moduulit ottavat oman tilansa keskukselta tässäkin järjestelmässä, mikäli ne päätetään sijoittaa ryhmäkeskukseen. Toinen vaihtoehto on hajauttaa nämäkin viemällä DIN-kiskoon asennettavat moduulit alakeskuksiin lähemmäksi varsinaisia toimilaitteita ja kytkimiä.

Keskuksen kalustamisessa huomattavaa on se, että lämpöä tuottavat kalusteet asennetaan keskuksen yläosaan, kuten releyksiköt, valosäätimet ja virtalähteet. Heikkovirtakomponentit asennetaan keskuksen alaosaan.

Keskuksella olevat johtimien merkinnät tulevat väyliä käytön mukana myös parantumaan tai ainakin niihin on syytä kiinnittää enemmän huomiota. Alussa onkin hyvä jakaa sähköistettävät tilat alueisiin, joilla on oma numerointi. Tämä helpottaa kytkentää sekä ohjelmointia ja on osaltaan tukemassa systeemitason suunnittelua sekä myöhemmin mahdollisesti tarvittavia muutoksia tai huoltotöitä.

3. ÄLYKKÄÄN SÄHKÖASENNUKSEN SUUNNITTELU

3.1. Suunnitteluperiaatteet

Jokaisen järjestelmän ensimmäinen vaihe on kartoittaa asiakkaan tarpeet huonekohtaisesti siirtyen suurempiin alueisiin. Eri tilojen ja laitteiden riippuvuudet toisistaan tulee selvittää ennen laitteiden hankintaa, tai ohjuksen suunnittelua. Tulee myös harkita onko jokin toiminto sellainen, ettei sen ohjaamiseen kannata vertailussa olevia järjestelmiä käyttää komponenttien hinnan tai asennusympäristövaatimusten vuoksi asentaa. Älykkäiden ohjausten käyttö edellyttää kaikkien kodin laitteiden tuntemusta, joten suunnittelu vaatii paljon perinteiseltä sähkösuunnittelijaltakin.

Huonekohtaisessa suunnittelussa kannattaa kiinnittää huomiota taloudellisuuteen, turvallisuuteen, mukavuustekijöihin sekä alueen valvontaan ja hallintaan. Erilaiset skenaariot ja tilanneohjaukset ovat mahdollisia kaikilla vertailussa olevilla järjestelmillä, kuten poissa kotoa, hälytystilanteet ja erilaiset valaistustilanteet. Yllämainitut valinnat ohjaavat komponenttivalintoja oikeaan suuntaan ja antavat yleiskuvan tulevista toiminnoista ja riippuvuuksista eri laitteiden välillä. Tässä tavallaan määritetään kodin automaatiotasoa.

3.1.1. Suunnittelun lähtökohdat

KNX-järjestelmä

Pientalosuunnittelussa kaikki lähtee asiakkaan tässä tapauksessa loppukäyttäjän toivomuksista ja tarpeista. Aluksi on hyvä laatia ns. huonekortit, joista jokaisen huoneen tai alueen toiminnot ja ohjaukset selviävät. Riippuvuudet eri huoneiden sekä alueiden välillä tulee myös miettiä tässä vaiheessa.

Suuremmissa kohteissa, esimerkiksi konttorit, koulut tai virastot, kokonaissuunnitteluun osallistuvat vastaava arkkitehti ja muiden alojen suunnittelijat. Seuraavassa on kerrottu suunnittelun kulku sekä huomioitavat seikat.

Prosessia suunnittelevan asiantuntija nopeuttaa kaikkia seuraavia muutosprojekteja:

- projektisuunnittelu
- käyttöönotto
- testaus ja dokumentointi.

KNX-järjestelmä tarjoaa monia mahdollisuuksia täyttää yksilölliset vaatimukset suunnittelun aikana. Järjestelmän ja laitteiden tuntemus on perusta parhaan mahdollisen toteutuksen aikaan saamiseen. /9/

Uusintakäsittelyjen, neuvottelujen ja rakennuttajan tai asiakkaiden hyväksynnän jälkeen, järjestelmäsuunnittelu muutetaan KNX-järjestelmän projektisuunnitteluksi toteutussuunnitteluvaiheen aikana. /9/

KNX-toteutuksen suunnittelu suoritetaan kansallisten määräysten mukaisesti. Sähköjärjestelmään liitettävien telelaitteiden asennuksessa on kansalliset tekniset vaatimukset otettava huomioon. Valmiustilavirtaa, turvalaistusta, varavalaistusta jne. suunniteltaessa asiaankuuluvia määräyksiä ja normeja sekä ohjeita on noudatettava. /6/

3.1.2. Asennuksen rakenteen suunnittelu

Kun asiakasvaatimukset on todettu, määritetään, mitä KNX-järjestelmällä halutaan ohjata ja miten. Missä ohjauksen tulisi tapahtua? Lisäksi selvitetään, kannattaako KNX-järjestelmää asentaa tietyille alueille vai ei. Tehty esijohdotus mahdollistaa myöhemmän ongelmattoman uudelleenjohtuksen. /9/

Asennuksen rakennetta voidaan nyt suunnitella mieluiten piirustusta käyttäen, kun saatavilla olevat tiedot ja rakennetilat ovat tiedossa /9/.

Lähtötietoja asennuksen rakenteen suunnittelulle:

- parhaiten soveltuvan siirtotien valinta sekä mahdollinen kytkentä muihin verkkoihin (internetLAN)
- asennuksen jako linjoihin ja alueisiin sekä kytkinten ja yhdyskäytävien, käyttö
- KNX-laitteiden tyyppi, toiminnallisuuden ja mallin valinta
- sopivien turvalaitteiden valinta
- ympäristön määrittäminen
- kaapelointijärjestelmän kaaviokuva.

3.1.3. Projektisuunnittelu

KNX-järjestelmän toiminnallisuuden määrittävät erilliset väylälaitteet ja niiden vuorovaikutus. Jotta KNX-asennus voidaan käyttöönottaa, on tunnettava väylälaitteiden sähköiset ja mekaaniset ominaisuudet ja sovellusohjelma aseteltavine parametreineen. Projektisuunnittelun aikana on ensimmäiseksi arvioitava vaaditut toiminnallisuudet huone huoneelta. Kun kaikkien huoneiden väylälaitteet on aseteltu, tutkitaan huoneiden välillä toimivia toimintoja, kuten hämäräkytkimiä, keskeistä valojen keskussammutustoimintoa, kellokytkimiä jne. ja valitaan vastaavat laitteet. /9/

3.1.4. Anturien valinta ja sijoitus

Mikäli käyttöasteita (antureita) ei ole määritetty suunnitteluvaiheessa, ne pitää määrittää nyt. Sitä varten on otettava huomioon toimintojen tyyppi ja määrä. Toimintotyyppi voi olla esimerkiksi kytkentä, himmennys, verhojen ohjaus, prioriteetti, arvon lähettäminen, valaistustilanteet. Toimintojen määrä riippuu asiakkaan vaatimuksista: mitkä toiminnot pitää suorittaa ja mistä käyttöasteista. /9/

Projektisuunnittelun aikana on huomioitava, että monet väylälaitteet vaativat lisävirtalähteen esim. 230 V vaihtovirta. Myös ympäristöolosuhteet ja ulkoiset vaikutukset (lämpötila, pöly, kosteus) on otettava huomioon. Laitteet valitaan sen mukaan, mitä toimintavaatimuksia niihin asetetaan. /9/

3.1.5. Toimilaitteiden valinta ja sijoitus

On suositeltavaa tarkastella ilmoitettujen toimilaitteiden toimintoja ja valita niiden mukaan vastaavat laitteet. Saatavana on laitteita, jotka kytketään jakokeskukseen, uppoasennettuja ja pinta-asennettuja laitteita sekä alas laskettuun kattoon asennettavia laitteita. /9/

Laitteiden valinnassa ratkaisevia tekijöitä ovat mm:

- laitteet tulee sijoittaa niin, että niihin pääsee helposti käsiksi
- laajennuksille pitää olla riittävästi tilaa.

IHC Strömfors

IHC:lle löytyy valmistajan sivuilta ns. muistilista, jolla vaatimusmäärittely järjestelmän ominaisuuksista voidaan tehdä. Lähtökohtaisesti omakotitalon tarpeisiin tulojen ja lähtöjen määrä rajoitetaan siten, että käyttöön tulee vain yksi kontrolliyksikkö. Mikäli tämä ei riitä, joudutaan jokainen liitettävä kontrolliyksikkö ohjelmoimaan erikseen. Tässä vaiheessa suunnittelu menee kertaluokkaa vaikeammaksi. Vaatimusmäärittelyn avulla nähdään, jos IHC:n valmiit keskusratkaisut riittävät tyydyttämään rakentajan toiveet. Mikäli käytävissä on aikaisemmin omakotitaloon laadittu järjestelmäkaavio, on siitä helpointa lähteä karsimaan tai lisäämään ominaisuuksia omaan taloon.

Yhtenä suosituksena on aloittaa suunnittelu laatimalla järjestelmäkaavio asennettavasta kohteesta. Tässä päätarkoituksena on saada käsitys tarvittavien tulojen ja lähtöjen määrästä, kuinka paljon eri osoitteita järjestelmään syntyy. Tähän ei ole mitään valmista ohjetta, millaiseen formaattiin tämä tulisi tehdä, kunhan suunnittelija saa kartoituksesta kokonaiskuvan.

Valmistaja suosittelee myös merkkivalojen käyttöä esimerkiksi ohjattavien pistorasioiden ja laitteiden osalta. Tämä on sinänsä järkevää, jos ohjaukset sijaitsevat kaukana toisistaan. Toiseksi, jos saman painikkeen takana on useita tilanne ohjauksia, on merkkivalojen avulla helppo tunnistaa oikeat kytkimet. Pistorasioiden osalta ohjauksen piiriin ei kannata laittaa ns. kiinteitä kalusteita, kuten kodin kylmälaiteet. Tietyt elektroniikka-laitteet saattavat vaatia kellotoimintojen vuoksi jatkuvan syötön, joten pistorasioiden osalta ohjaukseen liittäminen suunnittelussa tulee huomioida.

Painikkeiden sijoituksesta esimerkkinä on ulkovalojen ja ulkopistorasioiden ohjausten hallinta. Suosituksena on sijoittaa tällaiset omakotitalossa pääeteiseen tai kuistille, vaikkakin tällaisia tyypillisesti ohjataan kellokytkimien kautta. Painikkeilla voidaan nämä tarvittaessa ohittaa. Painikkeiden määrästä ei ole mitään yleisohjetta, mutta samalle painikkeelle ei suositella useita eri toimintoja ohjelmointivaiheessa. Suunnittelu on onnistunut, mikäli painikkeiden määrä pysyy pienenä. Liiketunnistimien käyttö valo-

ohjauksissa vähentää painikkeiden tarvetta, mutta niiden käyttö ei sovellu kaikkiin kodintiloihin.

Lähtöyksiköitä on erityyppisiä riippuen käytettävästä jännitteestä ja virrasta. Yhden lähdon vahva- ja heikkovirtaohjauksia varten voidaan varata 400 V potentiaalivapailla kosketinkärjillä varustettu lähtöyksikkö. Tällaisia voivat olla esimerkiksi magneettiventtiilit, sähkölukot, ilmanvaihtokoneen kauko-ohjaus sekä keskuspölyimurin käynnistys.

Valo-ohjauksissa jokainen on/off-tyyppinen valoryhmä vaativat oman lähtöosoitteen. Samaan osoitteeseen voidaan myös kytkentä tehdä, mutta silloin pitää tietää, mitkä valot halutaan syttymään yhtä aikaa. Suosituksena on kytkeä kaikki valoryhmät IHC-ohjaukseen paitsi teknisen tilan valaistus vikatilanteiden ja huollon varalle. Perinteistä valaistusta tarvitaan myös rakennusvaiheessa, jolloin IHC-ohjaukset eivät välttämättä ole käytössä.

IHC-järjestelmä sisältää tietynlaisen numeroinnin, joten sitä on syytä käyttää keskuksen merkinnöissä ja laadituissa suunnitteludokumenteissa. Kytkevien yksiköiden numerointi määräytyy kytketyn portin mukaan.

Yksiköiden tai kontrollerin sijoittelu ei vaikuta IHC-Win-ohjelmointiin, joten suunnitteluvaiheessa tätä ei tarvitse huomioida. Kontrolleriyksikköön on mahdollista päästä käsiksi tietokoneen selainohjaimella, mikäli talossa on lähiverkko asennettuna.

Suorasähkölämmitys talossa on huomioitavaa, että IHC on tarkoitettu, on/off-kuormien ohjaukseen. Järjestelmä ei pysty säätämään lämmitystä analogisten anturien mukaan. Mikäli termostaatin omaa lämpötilapudotustoimintoa halutaan käyttää, voidaan se kytkeä IHC:n lähtöön, jonka kello- ja kalenteriominaisuuksia voidaan hyödyntää.

Suurten kuormien vuorottelu suunnitteluvaiheessa on huomioitava siten, että lämmityskuorma kytketään IHC:n lähtöön joko suoraan tai välireleen avulla. Varaavan sähkölämmityksen toteutukseen valmistajan suositus on käyttää SLY:n kytkentäsuosituksia.

Smart-house

Asiakkaan toiveet huomioivan systeemitason suunnittelun jälkeen lähdetään valitsemaan järjestelmän väyläkomponentteja, jotka sijoitetaan tasokuvaan. Ensimmäiseksi valitaan tulot, kuten kytkimet ja sensorit, koska niitä on määrällisesti enemmän ja ne kytketään väyläkaapeliin. Tällä saadaan optimoituja kaapelireitit.

Seuraavaksi tasokuvaan sijoitetaan lähdöt eli erilaiset kuormat, kuten valaistus, verhomootorit sekä pistorasiat. Nämä voidaan kytkeä joko suoraan keskukselle tai kohteeseen muualle sijoitettuun väyläohjattuun I/O-moduuliin.

Tämän jälkeen tasokuvaan sijoitetaan keskusyksikkö haluttuun paikkaan. Keskusyksikön voi kytkeä väyläkaapelointiin mihin kohtaan tahansa.

Toimintotasolla määritetään esimerkiksi huoneen lämmitys, valaistus ja verho-ohjaus yhdeksi ryhmäksi. Muissa järjestelmissä puhuttiin huonekorteista. Samaan ryhmään kuuluville komponenteille annetaan sama dupline-osoite GAP1605-ohjelmointityökalulla.

4. OHJELMOINNIT

Tässä osiossa kuvataan eri järjestelmien käyttämät ohjelmointityökalut sekä ohjelmoinnin pääperiaatteet. Varsinaisen ohjelman luomiseen tämä työ ei ota kantaa. Yleisesti voisi todeta, että ennen ohjelmoinnin aloittamista on urakoitsijan tai kohteen omistajan tiedettävä, miten laitteiden halutaan toimivan ja missä järjestyksessä. Tässä olennaisena osana on hyvin tehty projektisuunnittelu.

4.1. KNX-järjestelmä

ETS3 on internetistä ladattava ohjelmointityökalu KNX taloautomaatiosuunnitteluun. Konnex-yhdistyksen sivuilta on ladattavissa ohjelma, jonka käyttöön tarvitaan lisenssi. Lisenssin voi hakea samasta paikasta. Ohjelmasta on olemassa ilmainen demo-versio, jolla perusharjoittelua voi tehdä. Ohjelmasta on olemassa eri tasoja, joista on lyhyt kuvaus alla.

ETS3 Tester on maksuton oppimishjelma, joka sisältää käytännön esimerkkejä ja opastaa KNX-projektien luomiseen.

ETS3 Professional tukee kaikkia toimintoja mitä KNX:llä voidaan toteuttaa. Vaikka ohjelmointi tehdään omakotitasolla, vaatii se kuitenkin ymmärrystä hallittavista laitteista sekä kokonaisuudesta. Tällä työkalulla voidaan toteuttaa myös isompien vaativien kohteiden linja- ja alueyhdistämiset.

ETS-ohjelmoinnissa luodaan ns. ohjelmamoduuleja projektisuunnittelua, käyttöönottoa tai tuote- ja projektihallintaa varten. Ohjelmisto määrittää kytkentä- ja ohjauskohteen sekä tavan, miten kytkentä tapahtuu. Jokainen väylälaitte saa fyysisen osoitteen, jolla ohjelmointivaiheessa voidaan erottaa, mitkä laitteet halutaan kunkin ryhmän ohjaukseen mukaan. Fyysisen osoitteen antaminen täytyy tehdä ensimmäisenä, jotta laitteen sovellusohjelma saadaan ladattua. Osoitetta tarvitaan myös mahdolliseen uudelleen ohjelmointiin tai vianmääritykseen.

Eri laitteiden sovellusohjelmat ovat haettavissa ETS-tuotetietokannasta, joka on ladattavissa valmistajan sivuilta. Samalla laitteella voi olla useampi sovellusohjelma, joten muutokset vaihtamatta laitetta ovat ohjelmallisesti mahdollisia. ETS3-ohjelman avulla määritetään ryhmäosoitteet ja mitkä laitteet halutaan kommunikoida keskenään.

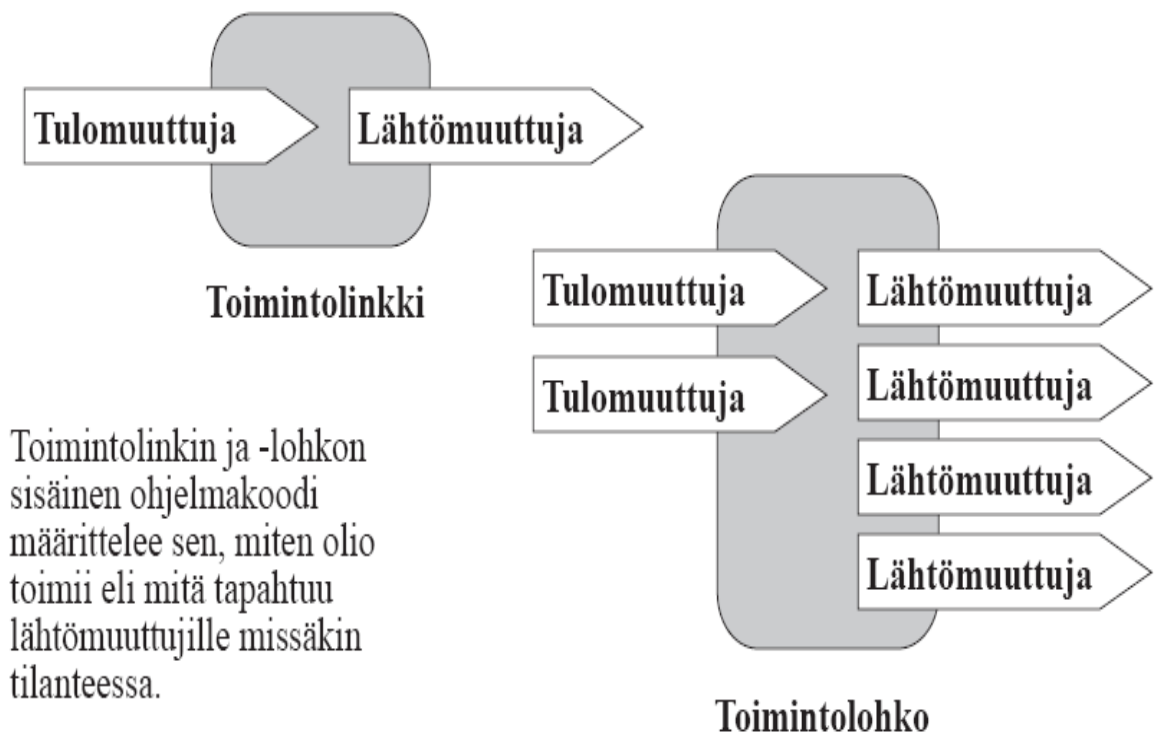
Fyysinen osoite ladataan tietokoneen ja ETS3-ohjelman avulla, väylään kytketyn KNX-dataliitännän kautta. Kaikki väylään kytketyt väylälaitteet voidaan ohjelmoida tämän liitännän kautta. Ladattava KNX-väylälaitte valitaan ETS3:ssa tietokoneella. /9/

KNX-laitteiden toiminnat määritetään sovellusohjelman, loogisten tietojen ja asetusten avulla. Sovellusohjelma sisältää tietoa, miten ja minkä muiden laitteiden kanssa KNX-laite

on vuorovaikutuksessa KNX-asennuksessa. Sovellusohjelma ladataan laitteen muistiin tietokoneen ja ETS3:n avulla väylään kytketyn, KNX-dataliittynän kautta. /9/

4.2. IHC Strömfors

IHC-keskusyksikön ohjelmointiin on käytössä Windows-pohjainen IHC Win -ohjelma. Ohjelma sisältää ns. toimintolohkoja (ohjelmaolioita), jotka liitetään osaksi ohjausta yleisimmille toiminnoille. Nämä toimintolohkot sisältävät valmiita aliohjelmia, joilla voidaan toteuttaa esimerkiksi yksinkertaiset valojen päälle-pois-kytkennät sekä kello- ja kalenteriohjaukset. Toimintolinkki on ohjelma, jolla on yksi tulo ja yksi lähtö (kuva 11). Omien toimintolohkojen luominen on mahdollista samalla ohjelmalla. Ennen käyttöönottoa voidaan off-line-tilassa suorittaa luodun ohjelmanlohkon simulointi.



Kuva 11. IHC:n toimintolinkki ja -lohko /15/

Yksittäisten tulojen ja lähtöjen liittäminen ohjaukseen tapahtuu vetämällä halutut toiminnot osaksi toimintolohkoa, kuten tiedostojen siirto Windowsissa. Tulona voi olla esimerkiksi painikkeita, kaukosäädin, hämäräkytkin tai jonkin sääanturi. Toimintolohkot voidaan puolestaan liittää lähtöihin, kuten valaisimiin, magneettiventtiileihin, hälyttimiin, pistokkeisiin yms. Keskusyksikköön ohjelmoitu tulo kytkee esimerkiksi valokytkintä painaessa halutun lähdön (valaisimen) päälle. Ohjelmoitaessa valitaan mitkä tulot ohjaavat mitään lähtöä. Mikäli käytössä on IHC Elit -keskus, on projektitiedosto ohjauksista hyvin pitkälle valmiiksi luotu.

Kun ohjelma on saatu valmiiksi, siirretään se PC:ltä kontrollerille RS232-liitännän kautta, jonka jälkeen järjestelmä on valmis käyttöön. Kytkevävirheiden kartoittamiseen on mahdollista käyttää joko off-line-, tai on-line-simulointia. Kellon ja kalenterin asetukset säädetään kohdalleen IHC Win -ohjelmassa ennen kontrollerille siirtoa.

Keskusyksikkö sisältää valmistajan tekemän käyttöjärjestelmän, jolle valmistaja aika ajoin tekee päivityksiä. Loppukäyttäjä saa uudet ominaisuudet käyttöön lataamalla uuden käyttöjärjestelmän valmistajan sivuilta.

4.3. Smart-house

Smart-house on lähtenyt liikkeelle siten, ettei järjestelmään liitettävien komponenttien sovellusohjelmaa muuteta, vaan kaikki automaattiset toiminnot ovat esiohjelmoitu. Smart-house-ohjaimen mukana tulevalla Windows-pohjaisella ohjelmistotyökalulla liitetään halutut tulot ja lähdöt keskusyksikön ohjaukseen. Jokaiselle tulolle ja lähdölle annetaan joku numero, 128:sta osoitteesta. Osoitteet ovat jaettuna 16 ryhmään (A-P), joten jokainen I/O-osoite muodostuu numerosta ja kirjaimesta. Omien loogisten toimintojen tekeminen komponenttitasolla on näin mahdotonta, joten tässä puhutaan enemmän väyläkomponenttien konfiguroimisesta järjestelmään kuin ohjelmoimisesta. Yksityiskohtaiset ohjeet löytyvät valmistajan sivuilta.

Ohjelmointi on kolmivaiheinen, jossa ensimmäiseksi syötetään kaikki tarvittavat huoneet ja Smart-house-moduulit. Seuraavaksi syötetään moduulien tulojen ja lähtöjen nimet. Viimeiseksi syötetään kaikki toiminnot huone kerrallaan esimerkiksi:

- valaistus, lämmitys, ilmanvaihto
- hälytykset (murto-, savu- ja vesihälytykset).

Kaikki ohjausyhdistelmät ovat esiohjelmoitu, joten niitä osalta tehdään vain moduulien nimeäminen. Tällaisia ovat esimerkiksi:

- valokytkimet
- liiketunnistimet
- valaisimet
- himmentimet.

5. KOMPONENTIT

Tässä osiossa mainitaan pääosin kodin perussähköistykseen tarvittavat komponentit eri väyläjärjestelmien osalta, kuten virtalähteet, kytkimet, säätimet ja ohjauspaneelit. Riippuen kodin varuste- ja vaatimustasosta komponenttien tyyppi ja määrä vaihtelee huomattavasti. Kytkimien ja säätimien valintaan vaikuttavat usein myös sisustukselliset seikat. Hyvällä suunnittelulla voidaan myös vaikuttaa komponenttien määrään.

5.1. KNX-järjestelmä

KNX-järjestelmään komponenttivalmistajia on useita, esimerkkinä ABB:n vaihtoehtoja. Järjestelmän hallintaan ABB:ltä löytyy useita ohjauspaneeleita, jotka ovat pinta- tai uppoasennettavissa haluttuun paikkaan kiinteistössä. Ohjauspaneelin kautta voidaan hallita kaikkia järjestelmään kytkettyjä laitteita.

Kuvan 12 SMARTtouch-ohjauspaneelin kautta voidaan ohjata 80–210 erilaista ohjausta, 10 aikaohjelmaa sekä loogiset toiminnot, 32 tilanneohjausta sekä 20 erillistä ryhmää. Ohjaukset ovat jaettuna neljään hierarkiatasoon, jotka kaikki voidaan suojata salasanalla paneelin käyttöönottoaiheessa.

Käyttöä helpottaa se, että käyttönäkymään voidaan itse määrittää painikkeiden nimet ja symbolit, jotka esimerkiksi kuvassa 12 ovat eri tiloja tai suoraan valo- tai verho-ohjauksia. Suomen kieltä ei tosin käyttövalikosta järjestelmän hallintaan löydy.



Kuva 12. SMARTtouch-ohjauspaneeli /1/

Kuvan 13 COMFORTtouch on liitettävissä laajakaistaan, tämä mahdollistaa esimerkiksi sähköpostien lukemisen paneelin kautta. Lisäksi paneeliohjaukseen saadaan kodin multimedialaitteet. Muutoin toimintaperiaate on samankaltainen, kuten SMARTtouch-ohjauspaneelissa: 210 erillistä ohjausta, 10 aikaohjelmaa sekä loogiset toiminnot, 32 tilanneohjausta sekä 20 erillistä ryhmää.



Kuva 13. COMFORTtouch-ohjauspaneeli /10/

Asennuskalusteet

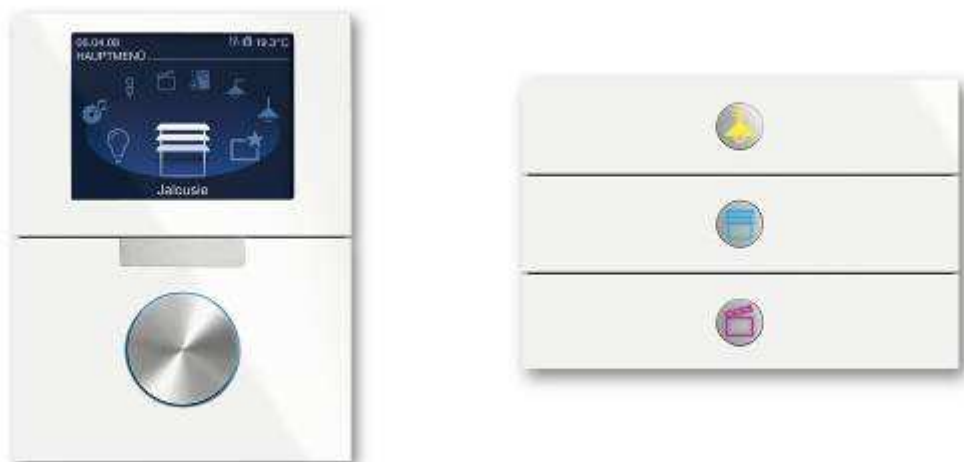
Asennuskalusteista ABB:n KNX-taloautomaation vaihtoehdot ovat Busch-priOn, Busch-triton® sekä Impressivo. Riippuen asennuskalusteesta sarjasta löytyvät 1-5-osaiset painonapit tilanneohjauksiin, tarvittavat aluslevyt sekä väyläpohjaosat asennuksiin.

Busch-triton®-kalusteista osaan painikkeista on saatavilla LCD-näytöllä varustettua mallia, josta voidaan nähdä esim. säädetty valaistustilanne (kuva 14). Riippuen painikkeiden määrästä eri valaistusryhmiä voidaan kytkeä samaan kalusteeseen. Tämä puolestaan mahdollistaa useiden eri tilanneohjausten valinnan.



Kuva 14. LCD-näytöllä varustettu 3-osainen painike /1/

Busch-priOn-asennuskalusteista esimerkkinä TFT-väri­näytöllä varustettua säädintä, jolla on mahdollisuus ohjata 120 eri ryhmää. Säätimellä on myös mahdollisuus toteuttaa loogisia toimintoja. Ajastustoiminto mahdollistaa lämpötilan pudotuksen tai nostamisen haluttuna aikana. Näytön kautta on mahdollista ohjata ohjelmoituja tilanteita, verhomootteoreita, multimediaa sekä nähdä mahdolliset hälytysviestit. Samasta kalustesarjasta toisena esimerkkinä, 3-osainen painonappi Busch-priOn, asennetaan väyläliitäntäyksikköön, jolla halutun toiminnon viestit voidaan lähettää väylään (kuva 15).



Kuva 15. Vasemmalla TFT-näytöllä varustettu säädin, oikealla 3-osainen painonappi /1/

Kuvan 16 Impressivo-sarjan painikkeet ovat ulkonäöllisesti lähimpänä perinteisiä painikkeita. Sarjasta löytyy esim. IR-ohjattava malli, jolla voidaan ohjata viittä eri osoitetta päälle/pois tai 1-osainen painike, joka lähettää viestin väylään.



Kuva 16. Esimerkki Impressivo-sarjan painikkeista /1/

Kytkeyksikkö

Kuvan 17 esimerkissä olevaan kytkinyksikköön voidaan liittää 12 erillistä kosketinlähtöä. Kytkeyksiköt liitetään keskuksen DIN-kiskoon, tyypillisesti koskettimet ohjaavat valoryhmiä talon eri tiloissa. Valittavissa on kosketinkuormitukset 6, 10 tai 16 A riippuen mallista. Kytkeyksikköön voidaan myös liittää pistorasioita, joihin on liitetty esimerkiksi pesukone tai kuivausrumpu sekä muita kodin laitteita, kuten ilmanvaihtokone tai uuni.



Kuva 17. Kytkinyksikkö SA/S12.16.5 /1/

Lämmityksen ja jäädytyksen ohjauskomponentit riippuvat kohteen lämmitysmuodosta. Mikäli kyseessä on lattialämmityskaapeli tai sähköllä lämpenevät patterit, ohjausyksikkönä käy suoraan esimerkiksi DIN-kiskoon liitettävä 4-kanavainen ES/S4.1.1 tuloyksikkö (kuva 18). Mikäli kyseessä on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, ohjausyksikköön on lisäksi

liitettävä termoelektrinen moottoriventtiili lämmityksenohjaukseen. Ohjausyksikköjen määrä on riippuvainen siitä, miten monta erillistä lämmitettävää tilaa kiinteistössä on.



Kuva 18. Esimerkki kytkinyksiköstä ES/S4.1.1 sekä huonetermostaatista /1/

Valosäätimet

Valonsäätimistä on valittavissa joko kojerasiaan sijoitettava valonsäädin tai DIN-kiskoon asennettava useampikanavainen säädin. ABB:n 6197/11–102 on kaksikanavainen yleissäädin hehku- sekä halogeenilampuille. Halogeenilamppujen muuntajatyypinä voi olla joko elektroninen tai rautasydänmuuntaja. Yhteen ryhmään voidaan kytkeä maksimissaan 9 kpl 6583-himmennintä (500 W). 6583-himmennimen valaistustason minimi on aseteltavissa, lisäksi laitteessa on muistitoiminto sekä pehmeäkäynnistys (kuva 19).



Kuva 19. 6197/11–102 valonsäädin sekä 6583-himmennin /1/

5.2. IHC Strömfors

IHC:n hallintaan ei kiinteistöön ole erillistä ohjauspaneelia. Ohjelmoitavat toiminnot aktivoidaan joko painikkeista, PC:n käyttöliittymän kautta tai sitten GSM-ohjauksena. Halutut toiminnot ovat valmiiksi ohjelmoituna IHC WIN -keskusyksikössä (kuva 20). Keskusyksikkö vastaanottaa signaaleja painikkeilta, antureilta sekä kelloilta ja kalenterilta. Muutokset toimintoihin joudutaan tekemään IHC WIN -ohjelmointityökalun avulla. Keskusyksikössä on 128 fyysistä tuloa ja lähtöä. Järjestelmää voidaan tarvittaessa laajentaa suuremmissa kohteissa luomalla ns. alakeskuksia useammalla keskusyksiköllä. Keskusyksikön R485-väylään voidaan liittää robottipuhelin ja/tai lähiverkkoyksikkö. Suuri osa IHC:n komponenteista sijoittuu keskukseseen.



Kuva 20. IHC control -yksikkö /11/

Asennuskalusteet

Asennuskalusteista valittavissa ovat mm. Senso ja Renova IHC-sarjat tarpeiden mukaan. Molemmista sarjoista saatavilla yhden tai useamman painikkeen kytkimiä väyläohjaukseen (kuva 21).



Kuva 21. Esimerkki Senso- ja Renova-sarjan painikkeista /11/

IHC-keskuskomponentit

24 V IHC-pienjännitetuloyksiköt vastaanottavat signaalit painikkeilta, antureilta sekä liiketunnistimilta. Kuvassa 22 olevassa pienjännitetuloyksikössä tuloja on kaikkiaan 16 kpl. Valmistajan ohjeiden mukaan kytketty tulo voi sijaita max. 300 m:n päässä tuloyksiköstä, jos käytetty johdinpinta-ala on $0,7 \text{ mm}^2$ ja 100 m:n etäisyydellä, kun johdinpinta-alalla on $0,5 \text{ mm}^2$. Tuloyksikköön voidaan kytkeä esimerkiksi hämäräkytkimet, magneettiset kosketuskytkimet, savu-, kaas- ja vesivuotosensorit.

230 V -tuloyksiköihin kytetään verkon 230 V tulot. Tulo kytkeytyy päälle, kun jännite nousee $>130 \text{ V}$ ja pysyy päällä niin kauan, kun jännite on $>50 \text{ V}$. Tuloja yhteen yksikköön voidaan liittää 8 kpl. Valmistajan ohjeiden mukaan kytketty tulo voi sijaita max. 300 m:n päässä tuloyksiköstä, jos käytetty johdinpinta-ala on $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ ja 100 m:n etäisyydellä, kun johdinpinta-alalla on $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$.



Kuva 22. IHC-tuloyksiköt 24/3 ja 230 V /11/

Lähtöyksiköt

IHC 1-10 V -lähtöyksikkö on tarkoitettu ohjaamaan loisteputkien liitäntälaitteita. Lähtöyksikkö voidaan kytkeä IHC-järjestelmään tai sitä voidaan käyttää erillisohjaimena yhdessä 24 V tuloyksikön kanssa. Lähtöyksikköä voidaan ohjata 1- tai 2-painikeohjauksia sisältäen kaksi muistipaikkaa esiohjelmoidulle valaistustasolle. Yksikössä on tulo IHC-vakiovaloanturille /11/.

Lähtöyksiköitä voidaan kytkeä sarjaan kuusi kappaletta.

IHC 24 V -lähtöyksikössä on kahdeksan 12-48 V PNP-transistorilähtöä, jolla keskusyksikön kautta voidaan ohjata painikemerkkivaloja, kontaktoreita sekä valonsäätimiä. Lähtöjen virtakesto on enintään 500 mA. Kaikki lähdöt ovat oikosulkusuojattuja. Lähdöistä voidaan valita joko IHC:n kanssa samaan 24 V tai erilliseen 12-48 V jännitteeseen mitkä lähdöt tahansa. Maksimi kaapelointipituus 100 m. Lähdön osoite määräytyy siitä, mihin data-ulostuloon lähtöyksikkö kytketään keskusyksiköllä. Keskusyksikön dataportti 1:een kytketty lähtöyksikkö saa osoitteeksi 1.01-08 jne.

IHC 230V -lähtöyksikössä on kahdeksan relettä kytkettynä kahteen neljän releen piiriin. Yhden relepiirin virtakesto 10/16 A. Ohjattavia lähtöjä ovat esim. lämmitys, ilmastointi ja pistorasiat. Lähtöyksikön relepiiriin voidaan kytkeä kaksi eri vaihetta tai vaihtoehtoisesti toiseen 230 V AC ja toiseen 24 V DC. Lähtöyksikön osoitteen nimeäminen tapahtuu vastaavasti, kuten pienjännitelähdöllä.

IHC 400V -lähtöyksikössä on kahdeksan erillistä 10/16 A relettä, max. kuorma lähtöyksikölle 80 A, releiden jänniteväli 400 V. Ohjattavat lähdöt ovat samankaltaisia, kuten 230 V lähtöyksikössä. Kolmivaihekuormissa vaiheiden päälle / pois kytkeminen ei välttämättä tapahdu täysin samanaikaisesti. Lähdön osoitteen muodostaminen tapahtuu, kuten edellä ja maksimi datalinjan kaapelointietäisyys on 100 m. 400 V lähtöyksiköstä löytyy toinenkin malli, jossa kytketä tapahtumalle on neljä erilaista vaihtoehtoa riippuen mihin ohjattava laite on kytketty lähtöyksikössä.

Keskussäätimet

UNI-säätimet soveltuvat erillisiksi keskussäätimiksi tai osaksi IHC-ohjausjärjestelmää. Säätimillä voidaan ohjata 230 V hehku- ja halogeenilamppuja, elektronisia muuntajia tai rautasydänmuuntajia. Kuormatyyppin tunnistus on automaattinen. Säätimissä on elektroninen oikosulku- ja yllilämpösuoja. IHC-järjestelmässä UNI-säädin kytketään 24 V lähtöyksikköön, josta se käyttää sovelluksesta riippuen 2... 4 lähtöä. UNI-säädintä voidaan käyttää myös erillisenä keskussäätimenä, jolloin sitä ohjataan 24 V tai 230 V pulsseilla (kuva 23). /11/

UNI-säädin voidaan asettaa joko 1- tai 2-painikeohjaukseen. 1-painikeohjauksessa painikkeen lyhyellä painalluksella säädin ohjataan päälle ja pois, ja pitkällä painalluksella säädetään kirkkautta. 2-painikeohjauksessa ensimmäinen painike sytyttää (lyhyt painallus) ja säätää ylös (pitkä painallus), toinen sammuttaa ja säätää alas. Ohjaustapa vaihdetaan tuomalla vähintään 10 sekunnin pulssi samanaikaisesti ohjausliittimiin 8 ja 9. Säätimessä on kaksi muistipaikkaa, joista lyhyellä painalluksella haetaan muistiin tallennettu valotaso, pitkällä painalluksella tallennetaan valotaso muistiin. Muistipaikkoihin tallennetut valotasot säilyvät sähkökatkosten aikana /11/.



Kuva 23. IHC UNI 300 -keskussäädin /11/

IHC-teholähteet

Teholähteitä on kahta eri teholuokkaa, 72 W sekä 15 W. IHC-teholähdettä 72 W versiota käytetään 24 VDC IHC-laitteiden virran syöttöön (kuva 24). Teholähde on varustettu elektronisella oikosukusuojalla. 15 W teholähde on tarkoitettu alakeskusten virransyöttöön hajautetussa järjestelmässä.



Kuva 24. IHC-teholähde 72W /11/

Anturit ja hälytystuotteet

Keskuskomponenttien lisäksi, järjestelmään voidaan liittää valoantureita, liiketunnistimia, hämäräkytkimiä sekä akkuvarmennettuja hälytystuotteita.

IHC-termostaatit

Suunnitteluohjeen mukaan, IHC sopii parhaiten on/off-tilanteiden ohjaamiseen ja siten ei pysty säätämään lämmitystä analogisten anturien avulla. Lämpötilapudotukset esimerkiksi poissa kotoa tilanteessa voidaan kuitenkin ohjata IHC:n kautta. Keskukseen sijoitettavia termostaatit ovat joko huone- tai lattia-anturilla varustettuja. Huonetilaan sijoitettavat termostaatit ovat ns. kaksitoimitermostaatteja, kuten kuvassa 25. Max lämmityskuorma kaikilla termostaattityypeillä on 16 A.



Kuva 25. Renova-huonetermostaatti /11/

5.3. Smart-house

Smart-house-järjestelmän ohjaukseen on saatavilla uppo- tai pinta-asennettava kosketusnäyttö. Näytön kautta voidaan ohjata valaistusta, säätää lämpötilaa, ohjata esimerkiksi kaihtimia tai markiiseja. Toisena vaihtoehtona on ladata Windows-pohjainen kosketusnäyttöohjelma omalle PC:lle, jonka kautta toimintoja voidaan hallita.

Järjestelmään on saatavilla kattava valikoima erilaisia sensoreita, kytkimiä, releitä, himmentimiä, lähettämiä, tulo- ja lähtöyksiköitä.

Ohjainyksikkö

Ohjelmoitavia Smart-house-ohjausyksiköitä on saatavilla 230 VAC sekä 24 VDC käyttöjännitteellä, liitäntäportit RS485/RS232. Yksikössä on 128 tulo- ja lähtöliitäntää, jota voidaan tarvittaessa laajentaa kolmella ulkoisella moduulilla, jolloin I/O:n määrä nousee 1024:ään.

Ohjainyksikköön voidaan liittää esimerkiksi lämmityksenohjaus, hälyttimet sekä verho-ohjaimet. Lisäksi erilaiset viikko- ja kello-ohjaukset sekä loogiset toiminnot ovat konfiguroitavissa ohjaimelle.

Riippuen valitusta mallista GSM-moduuli on joko sisäänrakennettu, kuten kuvassa 26 tai toiminnon saaminen vaatii erillisen laajennusosan.

Väylälaajennuksiin on valittavissa oikosulkusuojuksella varustettu ohjausyksikkö, jossa virtakesto on <450 mA. Ohjainyksiköt ovat DIN-kiskoon asennettavia.

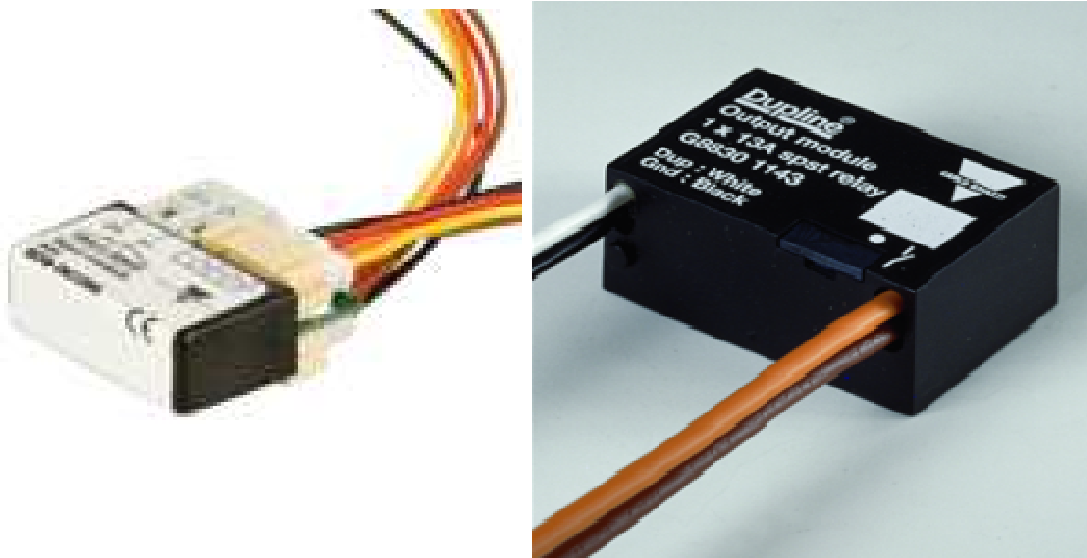


Kuva 26. GSM-moduulilla varustettu ohjainyksikkö /4/

Tuloyksiköt

Mikäli I/O:ta halutaan osittain hajauttaa rakennuksen eri tiloihin, on valittavissa yhden tai useamman tulon malleja. Näiden kautta erilaiset kuormat, kuten valaistus, pistorasiat tai verhomootorit voidaan ohjata päälle ja pois

Kuvassa 27 on esimerkkinä valaistuksen ohjaukseen tarvittava tuloyksikkö, joka voidaan sijoittaa valokatkaisijan rasiaan taakse. Riippuen valitusta mallista yhteen tuloyksikköön voidaan liittää 1-8 tuloa. Toisena esimerkkinä yksittäisen kuorman päälle kytkemiseen tarvittava rele, joiden virtakesto on 13 A. Rele voidaan sijoittaa esimerkiksi jakorasiaan tai lähelle kuormaa, asennusympäristöstä riippuen.



Kuva 27. Tuloyksiköt 8-input sekä single input /4/

Asennuskalusteet

Smart-house-järjestelmälle ei varsinaisesti löydy omaa kalustesarjaa. Valokytkimessä on lähetin-vastaanotin-toiminto, joista toisessa mallissa lähetin on langaton. Kummassakin kytkinmallissa on neljä erikseen ohjelmoitavaa painiketta (kuva 28), jotka saavat käyttöjännitteen väyläkaapelin kautta. Langattomassa mallissa lähetin on paristolla toimiva ja kantamaa avoimessa tilassa luvataan 100 m:iin saakka.



Kuva 28. Smart-house-valokatkaisijat /4/

Valaistuksen ohjaus

Valaistuksen säätämiseen ja ohjaukseen on saatavilla DIN-kiskoon asennettavat himmenninyksiköt sekä eri tiloihin sijoitettavat valoisuusanturit, joissa sisäänrakennettuna valovoimakkuusanturi. Kuvan 29 himmentimistä voidaan valita valmiiksi ohjelmoituja valaistustilanteita, joissa valaistusaste vaihtelee 20 – 100 %. Jatkuvaa valaistuksen säätöön on valittava valoisuusanturin kanssa yhteensopiva himmenin. Himmentimien teho-alueet vaihtelevat 1 x 500 W – 2 x 575 W välillä. Valojen päälle/pois-kytkemistä voi ohjata myös liiketunnistimen tai IR-ohjaimen avulla, joka vaatii oman vastaanottimen.



Kuva 29. Smart-house-himmentimet /4/

Lämmityksenohjaus

Huonetermostatti vaihtoehtoja Smart-house komponenttiluettelosta löytyy useita. Termostaatti saa käyttöjännitteen väyläkaapelin kautta. Termostaatin voi ohjelmoida joko lämmityksen tai jäähdytyksen käyttöön. Vesikiertoisien lämmitysjärjestelmän venttiiliohjauksiin on saatavilla 230 V ”single state” -rele. Tämä toimii yhdessä BFW-TEMDIS- tai BOW-TEMDIS-huonetermostaatin kanssa. Molemmat ovat kuvassa 30.



Kuva 30. Solid state-rele sekä BFW-TEMDIS-termostaatti /4/

6. KAAPELOINNIT

Järjestelmästä riippumatta asennukset voidaan toteuttaa putkitettuna tai ilman. Kaikissa järjestelmissä väylä- ja syöttökaapelointi voivat kulkea samoja reittejä pitkin. Kaapelityyppi ja kaapelointitopologia väylälaitteiden välillä vaihtelee järjestelmästä riippuen. Vapain topologia näyttäisi olevan Smart-house-järjestelmässä, jossa ei ole rajoitteita.

6.1. KNX-järjestelmä

KNX-järjestelmän asennuksissa käytetään kierrettyä parikaapelia YCYM 2x2x0.8 mm². Asennus tehdään joko tähti-, puu- tai linjarakenteena standardin DIN 18015 mukaisesti. Kaapeloinneista puu- ja linjarakenne on kuvassa 31. Silmukkarakenne ei ole sallittu ja asennuksissa tulee huomioida väyläjohtimen polariteetti CE+ (punainen) ja CE- (musta). Kuten muissakin järjestelmissä, kaapelointi voi noudattaa samoja kaapelointireittejä tai putkituksia kuin muut asennukseen tulevat kaapelit.

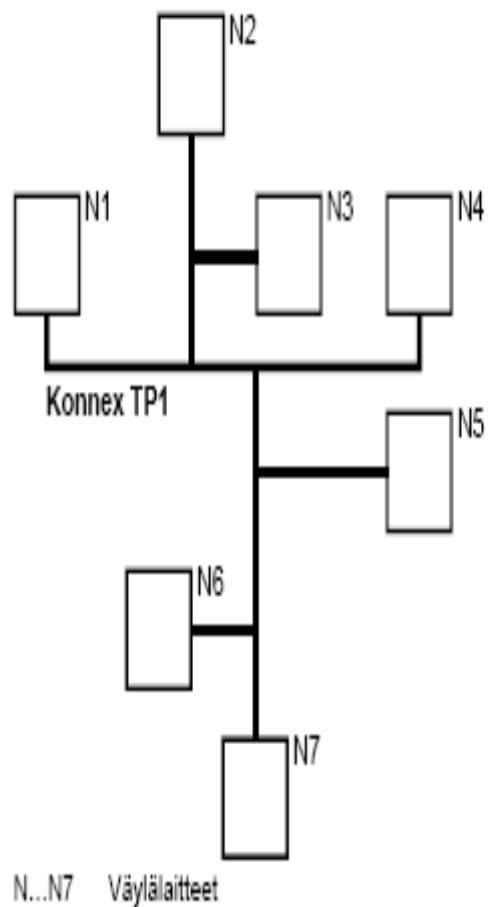
Muita asennukseen liittyviä neuvoja:

- Jos vaaditaan halogeeni vapaita kaapeleita, voidaan käyttää J-H(StH 2x2x0,8).
- Mikäli linjoja on useita, haarautuneessa asennuksessa ei eri linjoja saa yhdistää toisiinsa.
- Kahden rakennuksen linkittämisessä voidaan käyttää maakaapelina telekaapelia A2Y(L)2Y tai A-2YF(L)Y.
- Väylä- ja syöttökaapeli voivat olla samassa asennuskotelossa kunhan ne ovat erotettu toisistaan.
- Eristetyt muovipäällysteiset sähkökaapelit voidaan asentaa ilman fyysistä väliä.
- Yksittäisen eristetyn syöttökaapelin ja väylä kaapelin välinen minimi etäisyys on 4 mm.
- Väylä- ja syöttökaapelien läpiviennit tehdään samoille alueille.
- Induktiosilmukoiden välttämiseksi, asennetaan virta- ja väyläjohdot mahdollisimman lähelle toisiaan.
- Väyläkaapelin vaatimukset ylijännitteiden varalta tulee täyttää seuraavat vaatimukset. Nimellipurkauskyky vähintään 5 kA (8/20 μs). Suojaustaso 350 V.
- Huoneiden väyläkaapelit viedään joko suoraan keskukselle tai riippuen käytettävästä topologiasta, ketjutetaan huoneesta toiseen.
- Asennuksessa käytettyjä sähkökaapeleita ei saa käyttää väyläkaapelina /9/.

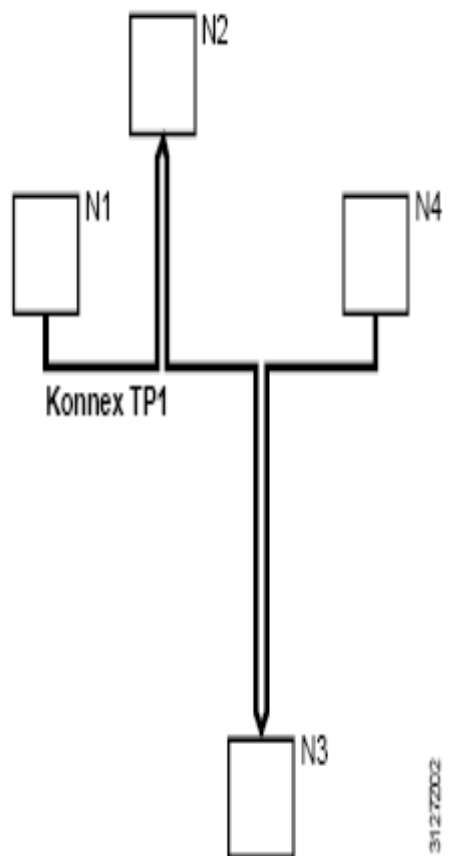
Yhden linjan osalta KNX-väyläkaapelin maksimi etäisyys virransyöttömoduulin ja väylälaitteen välillä on noin 350 m, kun taas kahden virtalähteen välinen maksimietäisyys on noin 200 m. Maksimietäisyys väylälaitteiden välillä noin 700 m. Mikäli linjaa halutaan jatkaa linjasegmentiksi vahvistimen avulla, on maksimietäisyys linjan väyläkaapelille 1000 m.

Syöttökaapeliensa osalta kaapeloinnissa pitäisi osata varautua mahdollisiin muutostilanteisiin, jottei tämä osaltaan rajoittaisi väyläjärjestelmän laajentamista. Syöttökaapeliensa pituudet tulisi pitää mahdollisimman lyhyinä. Tässä hajautettu järjestelmä auttaa, mikäli jakokeskuksia on mahdollista sijoittaa useampia.

Puurakenne (jossa haaralinjoja)



Linjarakenne (jossa lenkkejä)



3/12/2002

Kuva 31. KNX-topologia /12/

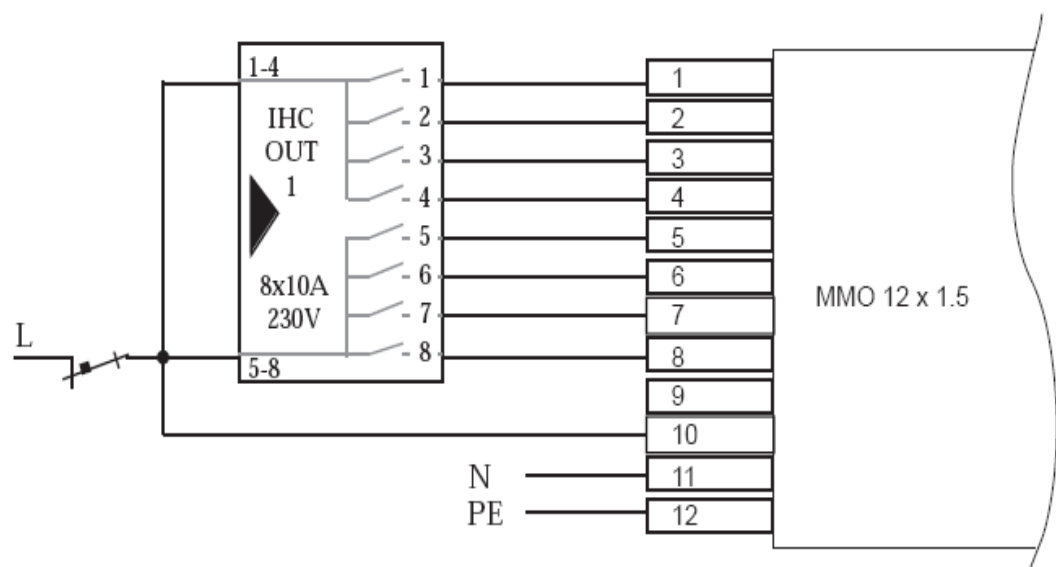
6.2. IHC Strömfors

Valittu kalustesarja vaikuttaa IHC:n väylälaitteiden kaapelointiin, topologia on kuitenkin tähtimäinen. Peruspainikkeiden sekä tunnistimien kaapelina IHC-järjestelmässä käytetään neljäparista 2x4 UTP-tietoliikennekaapelia. Riippuen valitusta kalustesarjasta osa painikkeista voidaan kaapeloida yhdellä neljäparisella kaapelilla, kun taas osa vaatii kaksi neljäparista kaapelia. Suositeltuja kaapelityyppejä tulojen kaapelointiin ovat IHC LINK-6 NOPOVIC tai IHC LINK-10 NOPOVIC.

Muitakin kaapelityyppejä voidaan käyttää, kunhan poikkipinta-ala on minimissä 0.5 mm^2 . Maksimietäisyys väylälaitteen ja tulo- tai lähtöyksikön välillä on 100 m.

Valmistajan mukaan painikkeita ei saa ketjuttaa toisiinsa. Joissakin tapauksissa voidaan kaapelointikustannuksissa säästää keräämällä jonkin alueen kaapelit alakeskukseen, vaikka esimerkiksi autotallin.

Ryhmäjohtona valopisteille voi käyttää putkettomassa asennuksessa esimerkiksi MMO 7x1.5- tai jossain tapauksissa, MMO 12x1.5 -kaapelia. Koska yhdeltä lähtöyksiköltä lähtee aina kahdeksan ohjattavaa pistettä, voi keskukselta ensimmäiselle jakorasialle vetää esimerkiksi 10-johtimisen tai kaksi 6-johtimista kaapelia. Kuvassa 32 on periaatekaavio, jossa kaikki 8 lähtöä ovat kytkettynä samaan lähtöyksikköön.



Kuva 32. IHC-kaapelointi /15/

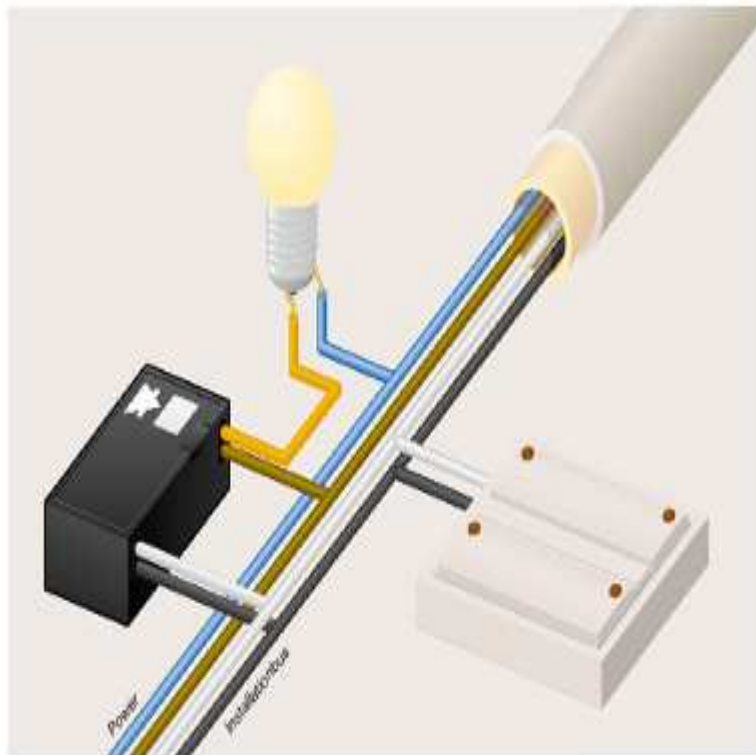
6.3. Smart-house

Smart-house-väyläkomponenttien, kuten painikkeiden, tunnistimien ja sensorien kaapeloimiseen, käy periaatteessa mikä hyvänsä kierretty parikaapeli (kuva 33). Poikkipinta-alana suositellaan $0.75-1.5 \text{ mm}^2$. Topologia on kaapeloinnissa täysin vapaa ja se usein viedään samoja reittejä perinteisen johdotuksen kanssa.



Kuva 33. Kierretty parikaapeli /4/

230 V järjestelmässä olevien valaistuksen, pistorasioiden ja muiden kuormien syöttö kaapeloidaan perinteisellä tavalla, mutta esimerkiksi valopisteiden syötössä kytkentäreleet voidaan sijoittaa hajautetusti. Yhtenä mahdollisuutena on viedä väylätieto ja syöttö samassa kaapelissa, kuten kuvassa 34. Kytkentäreleen asentaminen lähelle kytkintä tai anturia vähentää takaisin keskukselle vedettävien kaapeleiden määrää.



Kuva 34. Smart-house-kaapelointi /3/

7. MUUNNELTAVUUS & MUUT JÄRJESTELMÄT

Kaikissa järjestelmissä ohjelmalliset muutokset ovat mahdollisia. Kuluttaja voi muuttaa vaikkapa valaistuksenohjausta, hälytysjärjestelmiä tai eri tilanteita varten luotuja skenaarioita tarpeen ja elämäntilanteen mukaan. Muutokset olemassa oleviin asennuksiin poikkeavat hieman järjestelmien välillä. Periaatteessa kuka vain voi tehdä ohjelmalliset muutokset, kunhan vain hankkii tarvittavan koulutuksen kullekin järjestelmälle.

Carlo Gavazzin Smart-house-järjestelmän komponentit tulevat esiohjelmoituna, joten kaikki muutokset täytyy tehdä toimilaitteelle sille varatulla ohjelmointilaitteella. Tosin osaa loogisista toiminnoista sekä kello- ja kalenteriohjatusta toiminnoista voidaan ohjelmallisesti muuttaa olemassa olevaan asennukseen, näin erilaisten tilanteiden luominen on mahdollista.

IHC:n osalta valmiit keskusratkaisut tekevät laajennusvaiheessa itse ohjauksen luomisesta vaikeampaa, mikäli kaikki I/O-paikat controllerissa ovat jo käytössä. Ohjelmalliset muutokset olemassa olevaan asennukseen onnistuvat kyllä. Toimilaitteiden ja anturien lisäys vakiokeskukset I/O-paikkojen mukaan on mahdollista. Lisätoimintoja saadaan ns. kytkentäpaketeilla, joista mainitaan kohdassa 2.2

KNX-järjestelmän muutokset voidaan tehdä samaan tapaan ohjelmallisesti. Periaatteessa muutokset omaan järjestelmään voisi tilata ”etänä”, jos antaa esimerkiksi urakoitsijalle salasanan järjestelmän ohjaukseen. Komponenttitasolla laajennukseen KNX:llä on selvästi eniten vaihtoehtoja suuren valmistajamäärän vuoksi.

7.1. Yhteydet ulkomaailmaan

Seuraavassa on tarkisteltu eri järjestelmien liityntämahdollisuuksia muihin järjestelmiin sekä mahdollisuudesta etäkäyttöön.

7.1.1. KNX-järjestelmä

Suuremmissa kohteissa Busch-Jaeger:in käyttämä KNX voidaan kytkeä useisiin eri rakennusautomaatio- sekä valo-ohjausjärjestelmiin, kuten BACnet, DALI ja DMX. Yhdistäminen KNX-järjestelmään poikkeaa hieman liitettävästä järjestelmästä.

KNX-asennus voidaan linkittää ”epäsuorasti” internetiin käyttöliittymän kautta. Omakotitalossa ei välttämättä tarvitse olla kiinteää IP-osoitetta tai jatkuvaa internet-yhteyttä. Tässä vaihtoehdossa kirjaututaan palvelua välittävän tarjoajan verkkosivuille, palvelu vaatii salasanan, jotta päästään käsiksi KNX-asennukseen.

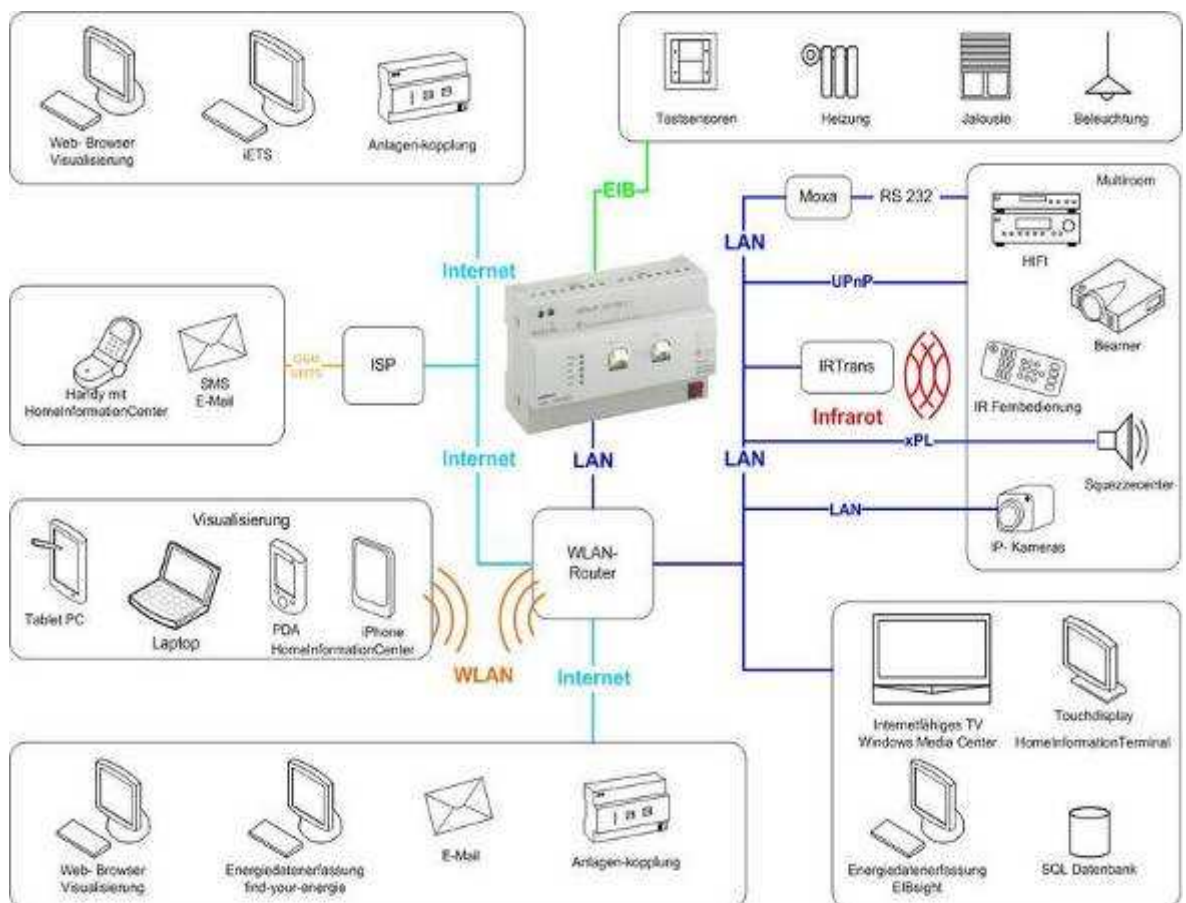
Verkkoselaimen kautta voidaan järjestelmästä hakea haluttuja tietoja sekä suorittaa seuraavia kytkentöjä:

- lähettää ääniviestejä, sähköposteja ja tekstiviestejä
- lähettää automaattisia signaaleja
- laukaista kytkentätoimintoja KNX-asennuksessa
- lukea ja näyttää tiloja ja ohjelmoida KNX-asennuksen laitteita uudelleen.

KNX OPC-selain mahdollistaa eri ohjelmistosovellusten kommunikoinnin keskenään. OPC-protokolla on kansainvälinen teollisuusstandardi, joka mahdollistaa eri valmistajien ohjelma- ja komponenttimoduulien integroimisen yhteen tietokonejärjestelmään. OPC-standardin rajapinta on riippumaton käyttöjärjestelmästä ja perustuu internet-standardiin. /9/

UPnP-standardi ja KNX/UPnP-yhdysväylä mahdollistavat kodin erilaisten laitteiden kytkemisen KNX-järjestelmään, kuten television, stereot tai tulostimen. Näin voidaan kodin laitteiden tietoja vaihtaa keskenään.

Esimerkkinä bab-tec:n valmistama eibPort-reititin, joka muuntaa KNX/EIB-väylän tiedonsiirron TC/IP-verkkoon (LAN, internet). Laite lukee kaikkia KNX-laitteita. Järjestelmähallinta voidaan tehdä nettiselaimen tai ohjauspaneelin kautta. Kuva 35 visualisoi hyvin eri liitäntäpinnat ja laitteet.



Kuva 35. KNX-liitännät /2/

7.1.2. IHC Strömfors

IHC:n etäkäyttö on mahdollista GSM-modeemin/robottipuhelimen avulla tai kytkemällä järjestelmä lähiverkkoon. GSM-modeemi on tässä järjestelmässä lisävaruste. Erilaiset hälytykset on mahdollista saada tekstiviestinä puhelimeen tai sähköpostina tietokoneelle. Järjestelmä hälyttää konfiguroinnista ja antureista riippuen murto- ja palohälytykset, mahdolliset vesivuodot sekä jäätymissuoja hälytykset. Puhelimen kautta lähetetyt käskyt ohjaavat on/off-tyyppisiä kuormia, kuten lämmitystä, kiuasta, ulkovalaistusta tai yksittäisiä pistorasioita.

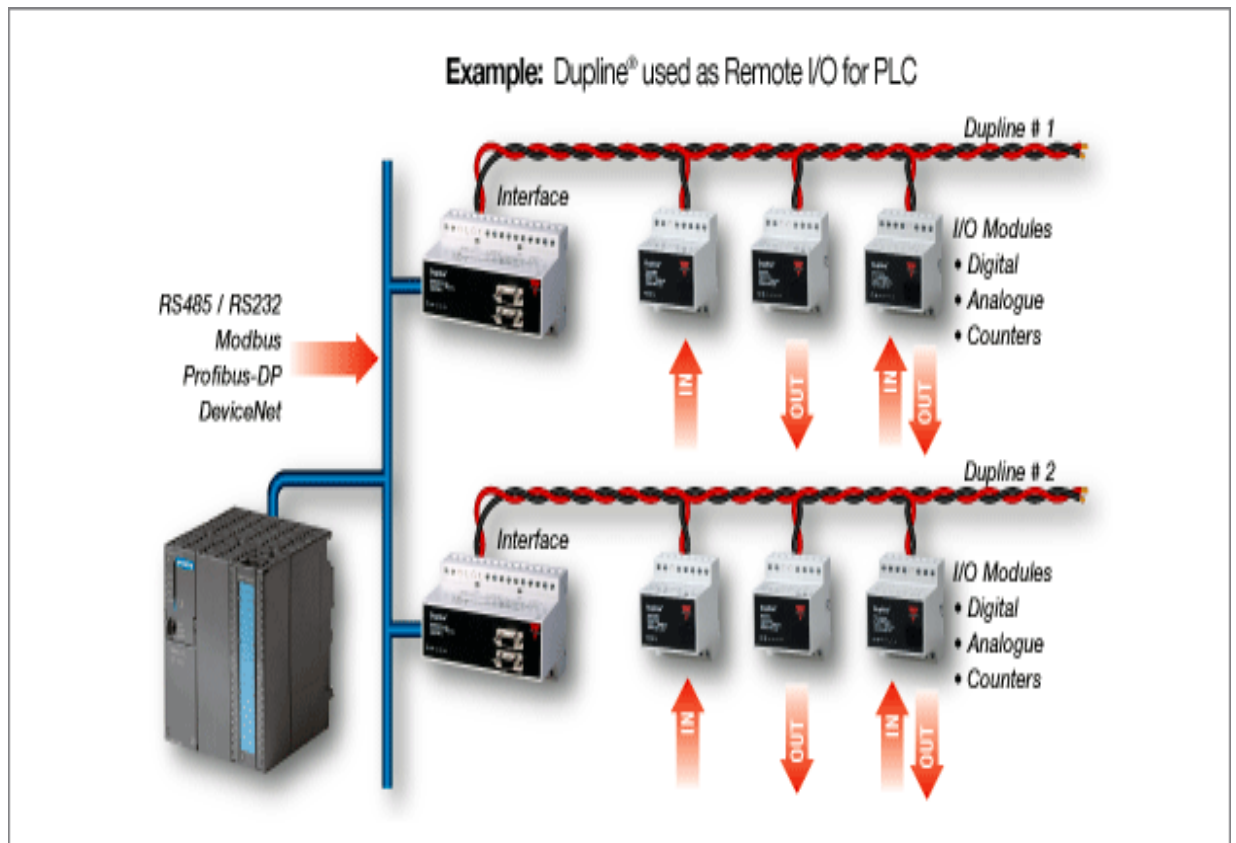
Modeemi kytketään IHC-kontrollerin RS485-väylään. Modeemi ei voi olla kuitenkaan kytkettynä yhtä aikaa RS232 PC-liitännän kanssa. Modeemiohjaus on salasanan takana, joten riski väärinkäyttöksiin on pieni.

Lähiverkkoon kytkettynä, IHC:n etäohjaus onnistuu mistä tahansa internetiin liitetystä tietokoneesta. Toiminto vaatii lähiverkkoyksikön ja kiinteän IP-osoitteen. Verkon kautta on myös saatavilla tietoa asetettujen säätöjen tilasta.

Lähiverkkoyksikön mukana toimitetaan ohjelmisto, jolla käyttöliittymä selainta varten laaditaan. Talosta tarvitaan ensin joku sopiva pohjakuva tai useita pohjakuvia. Nämä talletetaan esim. jpg-muodossa tiedostoksi ja haetaan käyttöliittymän pohjaksi. Pohjakuvan päälle aloitetaan sitten rakentamaan varsinaista käyttöliittymää. Tätä varten työkaluohjelmassa on runsaasti erilaisia symboleita, joita voi hiirellä ”raahata” haluttuihin paikkoihin. Sen jälkeen haetaan kontrollerista projektitiedosto ja linkitetään sen muuttujia em. symboleihin. Lopuksi työ talletetaan lähiverkkoyksikköön. /7/

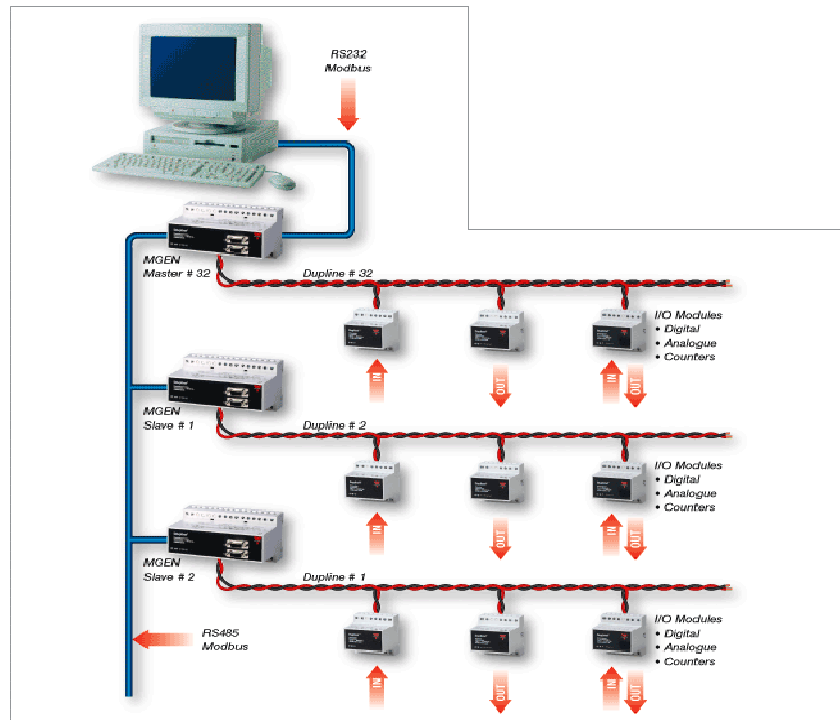
7.1.3. Smart-house

Smart-house-järjestelmän etäkäyttö (kuva 36) onnistuu esimerkiksi, jos kontrollimoduulit ovat liitettynä Profibus-DP- tai Devicenet-kenttäväyliin, jotka ovat tosin enemmän teollisuuden käytössä. Liitäntä laitteiden välillä joko RS485 tai RS232.



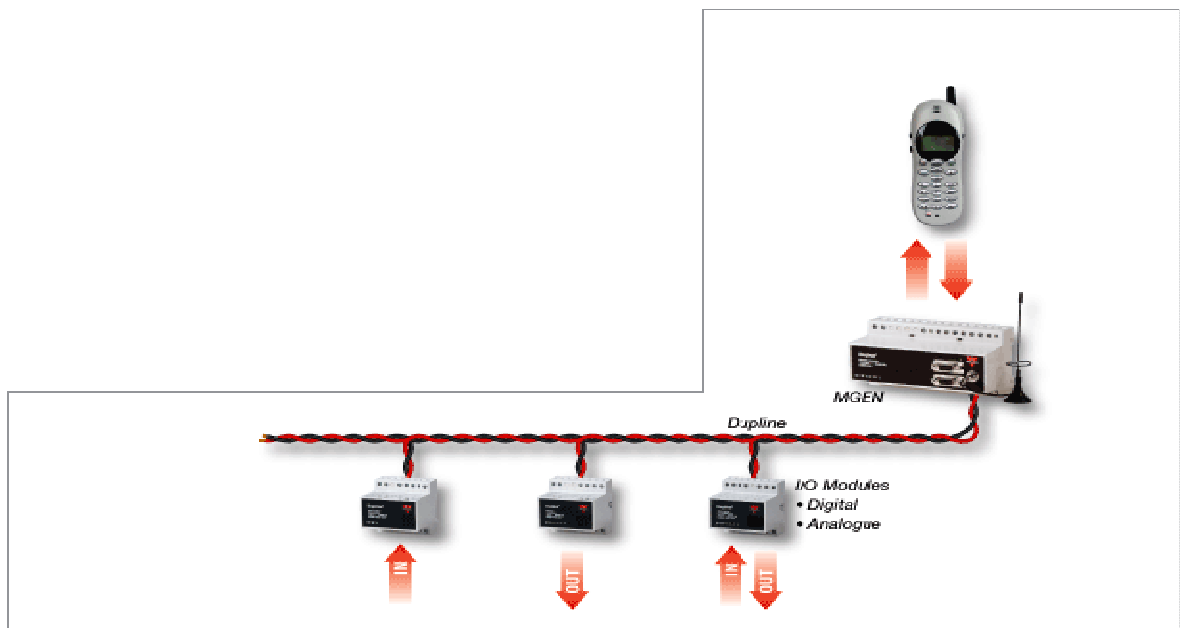
Kuva 36. Kenttäväylä-etäkäyttö /4/

Kuvan 37 esimerkissä laajemmista rakennuskohteista kontrollimoduuleita voidaan liittää yhteen järjestelmään 32 kpl, joista yksi toimii ns. Master-moduulina (Master Generator) jakaen signaalit muille kontrollimoduuleille. Master-moduulin etäkäyttö tapahtuu joko RS485- tai Ethernet-liitännät kautta. Ethernet vaatii konverterin käytön.



Kuva 37. Master Generator /4/

Smart-house-järjestelmän signaali siirto onnistuu myös valokuidun, puhelinverkon tai GSM-modeemin kautta. Pientalon ja kesämökin etäkäyttöön voidaan liittää GSM-modeemilla varustettu Master Generator -moduuli (kuva 38). Laitteen kautta voidaan tekstiviestillä hallita on/off-tyyppisiä toimintoja ja saada tilatietoja, esimerkiksi hälytykset takaisin omaan matkapuhelimeen.



Kuva 38. GSM-ohjaus /4/

8. KNX-TOTEUTUS

Vaihtoehtoisena toteutuksena esimerkki kohteeseen valittiin kolmesta tutkitusta väyläjärjestelmästä KNX. Suunnitteluohjeen mukaisesti lähdettiin huonekohtaisesti miettimään, mitä toimintoja nykyisen lisäksi KNX:llä voitaisiin tehdä eri toimintoalueilla. Toteutuksen ryhmäkeskus, taso- ja pääkaviokuvat ovat liitteenä tässä työssä (Liitteet 1-11).

KNX:n ohjaukseen liitetään seuraavat toiminnot:

- sisä- ja ulkovalaistus
- osa pistorasiaohjauksista
- lämmityksenohjaus (kaikki tilat paitsi eteinen ja autotalli)
- ilmanvaihto vain ”poissa kotoa” -toimintoon.
- etäohjausmahdollisuus TCP/IP
- varsinaisia hälytysjärjestelmiä ei asenneta vain kosteusvahti
- magneettiventtiili pääsululle
- energianmittaus.

Sisävalaistus:

Himentimet sijoitetaan olohuoneen, keittiön ja yläkerran aulatilán valoille. Kaikissa huoneissa kuitenkin kytkimet valojen päälle / pois kytkemiseen. Valaistuksia ohjataan myös tilanneohjauksilla, joita voidaan myöhemmin ohjelmallisesti muuttaa. Kaikille valoille on tarvittaessa säädettävissä omat sammutus- ja sytytysviiveet. Eteisen ”poissa kotoa” -kytkin sammuttaa kaikki talon valot ja kotona kytkin sytyttää vain eteisen valot. WC-tiloihin asennetaan liiketunnistimet valojen päälle / pois kytkemiseen.

Ulkovalaistus:

Ulkovalo-ohjaus voidaan tehdä painikkeella, hämäräkytkimellä, liiketunnistimella, aikaohjelmalla sekä kosketusnäytöllä. Ulkovalot sammuvat pienellä viiveellä kotoa poistuttaessa. Hämärään aikaan liiketunnistin aktivoi tullessa kulkuvalot pääovelle, jos hämäräkytkin on lukittu poissa tilaan.

Pistorasiat:

Pistorasioiden KNX-ohjaukseen liitetään keittiön työtason pistorasiat ja keittolevy, kodinhoitohuoneen työtason pistorasiat, pesukone sekä kuivausrumpu. Autotallin autolämmitykseen tarkoitettut pistorasiat liitetään kosketusnäytön kautta aikaohjelmaan.

Lämmitykset:

Lämpötilojen säätämiset tehdään paikallisesti tai kosketusnäytöstä. Pitkään ”poissa kotoa” -tila pudottaa lämmitystä kaksi astetta normaalista. Kaikki lämmitykset ja lämpötilat ovat tilastoitavissa ja visualisoitavissa. KNX:n piiriin liitetään kaikkien muiden tilojen lämmitys paitsi eteinen ja autotallin lämmitys.

Ilmavaihto:

Valitussa ilmanvaihtokoneessa on jo olemassa hiilidioksidi- ja kosteusanturit, joten niitä ei KNX-ohjaukseen liitetä. Ohjaus eteisestä kotona/pois-kytkimestä eri nopeuksille.

Etäohjaukset:

Internetin avulla voidaan ohjata kaikkia toimintoja talossa aina valoista lämpötilojen säätöön asti. Hälytykset ohjautuvat sähköpostissa käyttäjälle.

Hälytykset:

Järjestelmän huomattessa vesivuodon KNX-järjestelmä sulkee talon päävesiputken magneettiventtiilin rajaten vahingon pienelle alalle. Jälleen hälytys lähetetään eteenpäin järjestelmän omilla laitteilla. Järjestelmä hälyttää liian alhaisista tai korkeista lämpötiloista.

Mittaukset:

Järjestelmä mittaa sähkönkulutusta, joka on luettavissa kosketusnäytöltä. Kulutusta voidaan seurata reaaliajassa. Jokaiselta omalta ohjattavalta ryhmältä on mahdollista myös mitata virrankulutusta.

Toimintokokonaisuudet / skenaariot:

Eteisen ”poissa kotoa” -painiketta painettaessa, kaikki sisävalot sammuvat. Koko talo menee poissa-tilaan, kaikki valot sammuvat, lämmityksen pudotus 2 astetta kaikissa tiloissa, tietyt pistorasiat sammuvat, päävesiputken venttiili sulkeutuu ja ilman-vaihto menee pienemmälle teholle. Ulkovalot sammuvat viiveellä.

Talo palaa ”kotona”-tilaan yhdestä painikkeesta. Valot syttyvät eteisessä ja lämpötilannosto aloitetaan. Ilmanvaihto palaa käyttönopeuteen, vesiventtiilit aukeavat ja pistorasioiden sähköt kytkeytyvät päälle.

Yö-ohjaus. Valojen päälle/pois-ohjaus yhdestä painikkeesta. Lämpötilaa pudotetaan parilla asteella alakerrassa.

9. OPPIMISYMPÄRISTÖ

Perustuen tässä työssä tutkittuihin järjestelmiin ja niiden ominaisuuksiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu valitsee yhden tai useamman järjestelmän ja siihen kuuluvat laitteet uuteen oppimisympäristöön. Alla olevat tilamääritykset, laitekoonpanot ja oppimisympäristön tavoitteet ovat osa koulun kehityshankkeesta, joka julkaistaan 2010.

Mielestäni oppimisympäristön tulisi minimissään sisältää ohjaus- ja väyläkomponentit, joita tarvitaan omakotitalon perussähköistykseen. Ohjausten piirissä tulisi olla lämmitys, ilmanvaihto ja valaistus. Järjestelmään tulisi myös liittää palovaroittimet ja mahdollisesti esim. kosteusvahti, jotta etäkäyttöön liittyviä hälytystilanteita voidaan simuloida. Tässä harjoitukseen saataisiin liityntä muihin järjestelmiin TCP/IP-reitittimen kautta, johon voidaan myöhemmin liittää muitakin järjestelmiä, kuten ääntä ja kuvaa. Oppimisympäristössä tulisi myös olla reaaliaikainen energiamittaus, jolla voitaisiin havainnollistaa ja harjoitella energiaa säästäviä ohjauksia systeemitasolla, jolloin nähtäisiin, miten erilaiset skenaariot käyttäytyvät energiankulutuksen osalta. Väylälaitteet ja sen piirissä olevat kuormat, sensorit, tunnistimet, kotelot, keskuskeskukset ja kytkimet voitaisiin asentaa kiinteästi seinään, kuten kuvassa 40.

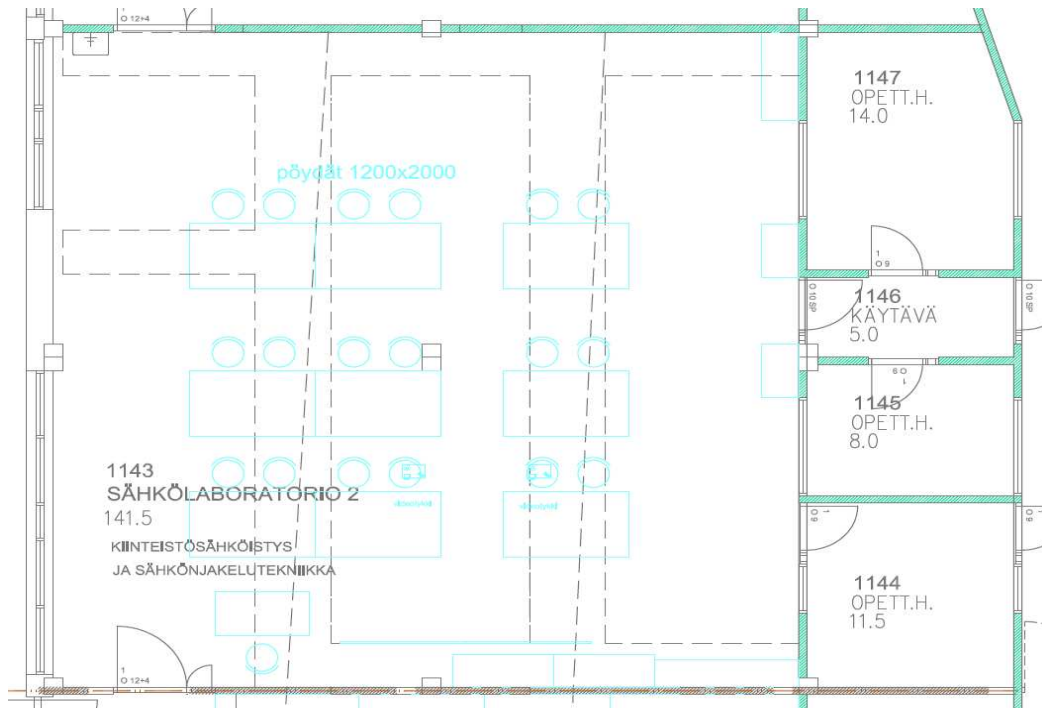
KNX on standardoinnin ja laajentuvan laitevalmistajakannan myötä yleistymässä nopeasti. Järjestelmään liittyvää materiaalia on opetuskäyttöön saatavilla kohtalaisen paljon ja ohjelmointiin tarvittavat ETS-ohjelmistot ovat opetuskäyttöön ilmaisia.

Tällä hetkellä Pohjois-Suomen osalta KNX-osaajia on todella vähän, joten tuleviin tarpeisiin oppilaitoksen olisi varauduttava ottamalla väylä- ja muilla siirtotekniikoilla toteutettuja sähköistyksiä laboratorioharjoitteisiin.

9.1. Oppimisympäristön tila ja tavoitteet

Kiinteistöjen tietoteknisten järjestelmien opetus järjestetään kiinteistön saneerauksen jälkeen uudessa sähkövoimatekniikan laboratorio 2:ssa, tilan layout kuvassa 39. Kyseisessä laboratoriotilassa toteutetaan teoriaopetusta ja erilaisia ammattiaineiden laboratoriotöitä, käytännön sähköasennuksia ja harjoitustehtäviä. Laboratoriotöiden ja harjoitustehtävien aihepiirejä ovat:

- kiinteistöjen sähköasennukset
- sähköasennusten käyttöönotto
- kiinteistöjen tietotekniset järjestelmät
- valaistustekniikka
- tehoelektroniikka
- kiinteistöautomaatio
- käytännön sähköasennukset. /6/



Kuva 39. Sähkövoimatekniikan laboratorio 2. /6/

Molemmissa sähkövoimatekniikan laboratorioissa on pätevän sähkövoima-alan opettajan läsnäolo laboratoriotöiden aikana ehdoton edellytys laboratoriotöiden suorittamiselle. Sähkösäilytys ja -suojaus laboratoriotiloissa toteutetaan siten, että valvotun laboratoriotöiden suorittamisen lisäksi tiloissa voidaan toteuttaa teoriaopetusta, jolloin laboratoriolaitteistot ja niiden sähkösyötöt ovat jännitteettömät. /6/



Kuva 40. Sähkövoimatekniikan laboratorio 2 /6/

9.2. Oppimisympäristön kokoonpano

Keskukset

Kiinteistöjen sähkökeskukset ovat tekniseltä toteutukseltaan teollisuuden sähkökeskuksista poikkeavia. Suuremmista kiinteistökeskuksista oppilaitoksen oma kiinteistöverkko (teollisuuskeskusten ohella) tarjoaa erinomaisen esittely- ja tutustumismahdollisuuden, joten laboratoriossa voidaan keskittyä pienempien sähkökeskusten (pientalot) opiskeluun. Kiinteistönsähköpuolella on huomioitava eri energianmittaustapojen lisäksi älykkäät sähköasennukset. Tämä tarkoittaa erilaisten kiinteistöväylien, kuten EIB/KNX, erilaisten älykkäiden keskusratkaisujen, kuten IHC ja yleiskaapeloinnin (IT-keskukset) huomiointia opetuksessa käytettävien kaupallisten keskusten valikoimassa. Kiinteistöjen sähkökeskukset ovat vanhoja, joten niitä on hankittava useita, sähkömittareilla ja ilman sekä väyläohjaukseen, IHC:hen ja kotiautomaatioon soveltuvia. /6/

Järjestelmät

Nykyisellään opetuslaitteina on käytettävissä yleiskaapelointijärjestelmä, antennijärjestelmä, rikosilmoitinjärjestelmä ja kiinteistön ohjausjärjestelmä. Opetusvälineistö tulee laa-

jentaa selkeästi niin laitteiden, komponenttien, väylien kuin mittauslaitteistojen osalta. Järjestelmiä ja niiden komponentteja tulee hankkia toiminnan tutkimiseen ja niiden asennus- ja käyttöönotto tehtävien opiskelua varten. Tietoteknisten järjestelmien osalta hankittavaksi tulee mm. kiinteistöautomaatiojärjestelmä, kulunvalvontajärjestelmä, äänentoisto-, rikosilmoitin-, antenni-, yleiskaapelointi-, palovaroitinjärjestelmiä ja niiden komponentteja, kaapeleita ja tarvittavia mittaus- ja työvälineitä. Samoin tarvitaan pienempiä kokonaisuuksia, kuten sähkölukkoja, ovipuhelinjärjestelmiä, tms. harkinnan mukaisesti. /6/

Kiinteistö- ja kotiautomaatio edellyttää myös kiinteistöissä käytettyjen langallisten ja langattomien väylien hankintaa (KNX/EIB, LON) ja tarvittavien väyläkaapeleiden, paneelien, anturien, kytkimien, valaisimien, toimilaitteiden, keskusyksiköiden ja ohjelmistojen hankintaa. /6/

9.3. Oppimistehtävät

Opetusvälineiden hankinnassa ja määrittelyssä on huomioitava, että niitä käytetään sekä järjestelmien toiminnan ohjelmointiin ja testaukseen työpisteissä että järjestelmien suunnittelu-, asennus- ja käyttöönotto tehtäviin käytännön sähköasennustyöalueella. Tyypillisiä kiinteistöjen tietoteknisten järjestelmien laboratoriotyöaiheita ovat:

- kiinteistöjen sähköasennukset
- yleiskaapeloinnin toimintakunnon mittaus
- yleiskaapeloinnin suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus
- rikosilmoitinjärjestelmän ohjelmointi ja toiminnan testaus
- rikosilmoitinjärjestelmän suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus
- video/kameravalvontajärjestelmä suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus
- antennijärjestelmän suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus
- äänentoistojärjestelmän suunnittelu kohteeseen, asennus, käyttöönottomittaukset ja toiminnan testaus
- paloilmoin- ja palovaroitinjärjestelmien komponentit ja järjestelmien toiminta
- kiinteistöautomaatiojärjestelmän ominaisuudet ja toiminta sekä valvomot
- LVI-laitteistojen ohjaus- ja hälytysmenetelmät
- valaistuksen ohjaus ja säätö (langaton, langallinen) (KNX, DALI), KNX/EIB- ja LON-väyläohjaus
- älykkäät sähkökeskukset ja kotiautomaatio
- eri järjestelmien integrointi kiinteistöautomaatiojärjestelmään
- kulunvalvontajärjestelmät, ovienlukitusjärjestelmät ja järjestelmäintegraatiot
- jne. /6/

10. KUSTANNUS- JA HYÖTYVERTAILU

Vertailussa kustannukset väyläkomponenttien osalta ovat ns. SLO:n listahintoja ja saattavat huomattavasti erota tarjoushinnoista. Perinteisen toteutuksen osalta komponenttihinnat ovat toteutuneita kustannuksia omakotitalon sähköistyksestä. Kustannusvertailu ei sisällä tarkempia suunnittelu- ja asennuskustannuksia. Arviona voisi sanoa, että kaapelointikustannukset eivät välttämättä juuri materiaalien kannalta muutu, mutta itse työ voi olla nopeampaa, koska väyläkaapelointi kytkimille, sensoreille, tunnistimelle on helpompaa kuin perinteinen kaapelointi. Koska suunnitteluun joudutaan panostamaan enemmän, on sen hintakin oletettavasti kalliimpi.

Perinteisen asennuksen komponenttikustannukset jakautuivat esimerkkikohteessa taulukko 2:n mukaisesti.

Taulukko 2. Perinteisen asennuksen kustannukset /16/

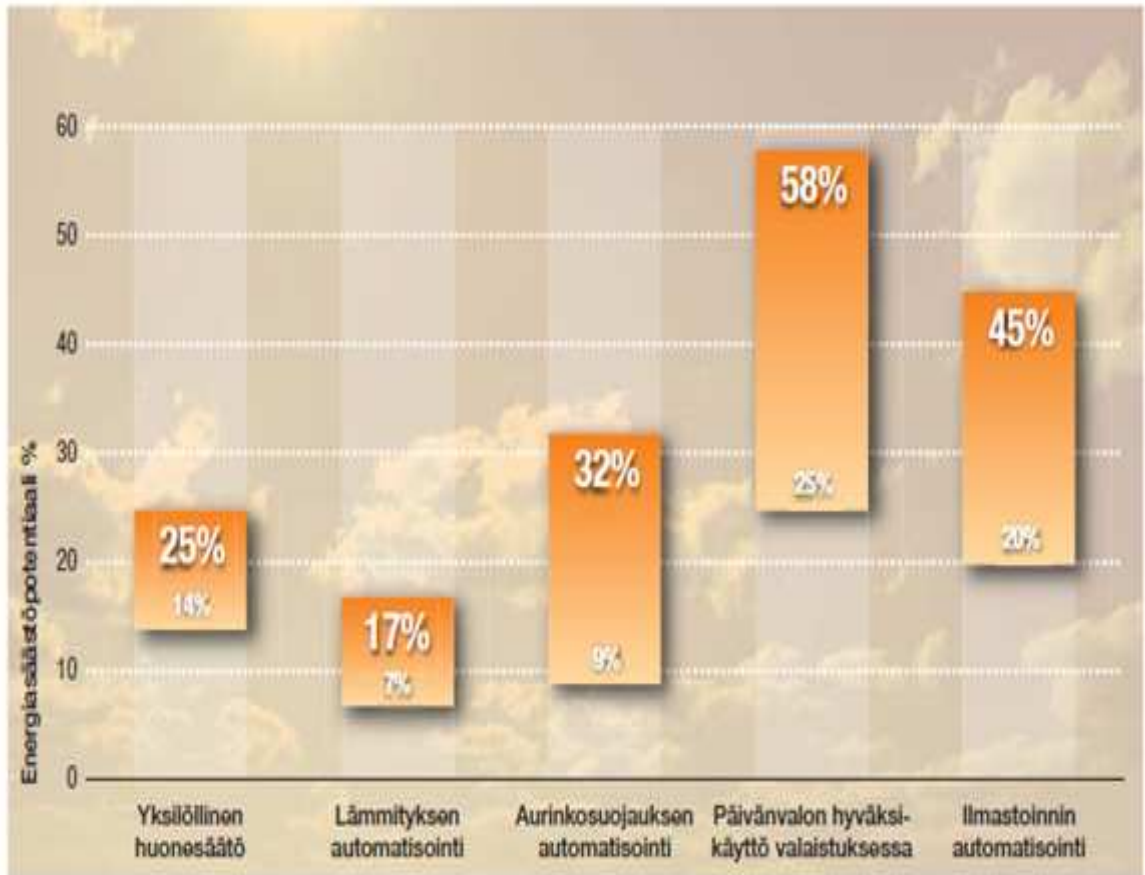
Nimike	Sisältö	Hinta € alv 23 %
Valaistus	ulko- ja sisävalaisimet	2051
Lämmitys	lattialämmityskaapelit, termostaatit, patterit	3025
Kalusteet	pistorasiat, kytkimet	1850
Johdotus	sisäjohdotus, maakaapeli	1645
Keskus	johdonsuojat, vikavirtakatkaisijat, mittari yms.	640
	yhteensä	9211

KNX-komponentit ovat kohtalaisen kallis investointi rakennusvaiheessa. Kuten taulukko 3 osoittaa, on kosketusnäytön, keskuskomponenttien ja väyläkaapelin kustannusarvio suurempi kuin kaikki perinteisen asennustavan komponentit yhteensä, noin 14 500 €. Jos tähän lisätään samat valaisimet, kalusteet (jotka eivät ole suoraan yhteensopivia), lattialämmityskaapelit sekä oletetaan, että normaalin sähkökaapeloinnin kustannus olisi 70 % perinteiseen verrattuna, hinta nousee 20 000 €oon. Lisättäessä hälytysjärjestelmiä ja muita laajennuksia toiminnallisuuteen hinta komponenttien osalta on helposti 23 - 25 000 €.

Taulukko 3. KNX-keskuskomponentit /13/

Nimike	Lajimerkki	Sähkönumero	hinta € alv 23%	kpl	yhteensä
Kosketusnäyttö	6136/100 BC-102 OHJAUSPANELI	28 150 63	3013, 4	1	3013,4
Kytkeyksikkö 2x10A	SA/S 2.10.1	28 151 67	446,5	1	446,5
Säädin-/ohjainyksikkö, 2- kan	6197/11-102	35 753 69	388,0	2	775,9
Säädinyksikkö,230VAC,2x 300VA	UD/S 2.300.2	28 151 90	754,0	2	1507,9
Kytkeyksikkö 12x10A	SA/S 12.10.1 2.6.2	28 151 64	983,3	3	2950,0
Lämmityksenohjausyksikkö 4-kan	ES/S 4.1.1	28 151 27	473,4	3	1420,1
Kytkeyksikkö 4x16A	SA/S 4.16.1	28 151 71	680,8	1	680,8
USB -porttiliitin Din	USB/S 1.1	28 151 96	462,4	1	462,4
Virtalähde kuristimella 6 mod.	SV/S 30.640.5, 640mA	28 151 86	707,6	1	707,6
Ryhmäkeskus	RY5E44S	33 103 25	938,2	1	938,2
2-kanavainen viikkokello	SW/S 2.5	28 151 84	401,4	1	401,4
KNX / EIB-kaapeli 200m	2 x 2 x 0,8 mm LSHF	-	106,0	1	106,0
Analogiasisääntulo 4 kanavaa	AE/S 4.2	28 151 07	544,1	1	544,1
Lan-gateway TCP/IP	IPS/S 2.1	28 151 33	468,5	1	468,5
				yhteensä	14422,7

Väyläohjauksen kokonaissäätöistä on erittäin vaikea löytää tutkittua tietoa. Kuvassa 41 on esitetty eräs näkemys energiansäästömahdollisuuksista KNX-väyläohjauksella toteutetusta omakoti- ja toimistorakennuksissa.



Lähde: Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V. (ZVE)

Kuva 41. Energiansäästömahdollisuudet /1/

Hyötyvertailussa selkeän voiton vie KNX-järjestelmä. Järjestelmän muokattavuus erillisiin tilanneohjauksiin muuttamatta kaapelointia lisää asumisviihtyvyyttä. Mahdollisesti myöhemmin tehtävät laajennukset onnistuvat joustavammin väylälaitteilla. Tätä voidaan pitää investointina tulevaisuuden tarpeille.

Mahdollisuus reaaliaikaiseen kulutusseurantaan (kuva 42) sekä mahdolliset huolto- ja vikaantumisolmoitusten saaminen automaattisesti järjestelmästä säästävät rahaa pitkällä aikavälillä ainakin isommissa kohteissa. Läsäolo- ja valoisuusantureilla sekä aikaohjelmilla voidaan välttää turhaa valaistusta ja tyhjien tilojen lämmittämistä.

Toisaalta tekniikan lisääntyessä lisääntyvät myös mahdolliset vikatilanteet, joihin on varauduttava talotekniikan puolellakin.



Kuva 42. Kulutuksenseuranta kosketusnäytössä /1/

11. TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ

Tulevaisuuden osalta automaatio ja sen mukana tuleva äly tulee lisääntymään omakotirakentamisessa. Automatisoinnin taso on vielä kokonaisuutena kohtuullisen vaatimatonta, eikä järjestelmien kaikkia ominaisuuksia osata tehokkaasti käyttää. Tässä painottuu suunnittelukokonaisuuksien puute ja osaltaan vielä hintakin, joiden vuoksi automaatio jää usein yksittäisen laitteen ohjaukseksi. Tällä hetkellä rakentaja valitsee kodin eri laitteet ja järjestelmät laitteiden ominaisuuksien perusteella eikä yhteensopivuuksien mukaan. Tässä eri laitevalmistajien etuna olisi olla ohjausten osalta yhteensopivia ja siihen suuntaa ainakin Konnex:in osalta ollaan menossa.

Osana kehitystä voisi olla tällä hetkellä erillään olevien palvelujen tehokkaampi yhdistäminen. Usein asennetut hälytinjärjestelmät eivät tuo sellaisenaan vartiointiliikkeen palveluja kuluttajalle, vaan tässä on järjestelmän asennuksen jälkeen sovittava erikseen alan palvelun tarjoajien kanssa. Toisena esimerkkinä palvelujen lisäämisestä voisivat olla erimuotoiset isännöintipalvelut, jotka ovat jo toiminnassa toimisto- ja julkisrakentamisessa.

Laite- ja järjestelmähallintaan vaaditaan päivitysten myötä jatkuvaa kouluttautumista sekä uutuusien seurantaa, joten se miten tämä informaatio saadaan kuluttajien käyttöön, voi olla esteenä kotiautomaation kehitykseen. Toisaalta se antaa mahdollisuuden järjestelmävalmistajalle sitoa asiakas erilaisiin huolto- tai ylläpitosopimuksiin, joissa osana voisi olla uutuusien ja lisälaitteiden esittelyä sekä koulutusta.

Kodin sisällä on jo nyt suuri määrä eri käyttöliittymiä, joiden tulisi olla helpommin yhdistettävissä toisiinsa. Kuluttajan tulisi helposti pystyä lisäämään laitteita jo rakennettuun järjestelmään. Tulevaisuudessa ohjauksia ja palveluita voisi esimerkiksi halutessaan yhdistää vaikka omaisten kanssa, jolloin esimerkiksi jonkun ollessa poissa pidemmän aikaa, järjestelmän valvonnan ja säädön voisi antaa toisen tehtäväksi.

Koska osa järjestelmistä on standardoitu, uskon järjestelmätason elinkaaren olevan kohtalaisen pitkä 15–20 vuotta, mutta yksittäisten laitteiden kestävydestä ei puolueetonta tutkimustietoa ole saatavilla. Yhä useammat laitevalmistajat pyrkivät tulevaisuudessa tekemään tuotteistaan joko suoraan väyläyhteensopivia tai niihin on erikseen saatavilla väyläsovittimia tai ohjelmistoja.

12. YHTEENVETO

Työn varsinaiset haasteet tulivat siitä, ettei vastaavia käytännön toteutuksia ole tullut aikaisemmin vastaan. Aineistoa löytyy määrättömästi, joten hyvän ja huonon järjestelmän erottaminen toisistaan on erittäin vaikeaa. Järjestelmiä vertailevia tutkimuksia tai artikkeleita ei juuri löydy ja käyttäjäkokemuksia puidaan lähinnä eri internetin juttupalstoilla.

Vaikkakin vertailussa oli kolme erilaista ratkaisua, on peruseriaate ohjauksien suhteen hyvin samanlainen. Kaikissa toiminnot pyritään niputtamaan ns. skenaarioiksi, jotta itse ohjelman tekeminen olisi helpompaa ja näin saavutettaisiin parempi automaatiotaso. Toimintojen aktivoinneissa ei vasteajoissa käyttäjälle juuri eroja ole.

Komponenttivalmistajien osalta tarjonta eri järjestelmien kesken on huomattava. Mielestäni tämä on suurin yksittäinen etuekijä KNX-järjestelmälle verrattuna Smart-house- ja jo hieman vanhentuneeseen IHC-järjestelmään. Laajempi komponenttitarjonta antaa turvaa omakotitalorakentajalle pidemmällä aikavälillä.

Kaapelointien osalta vain IHC:n topologia on rajoittunut tähtimäiseen väyläkaapelointiin. Muissa järjestelmissä topologia on vapaampi. KNX vaatii isommissa järjestelmissä linjavahvistimia sekä linjayhdistimiä, joita taas Smart-house-Dupline® ei puolestaan tarvitse.

Suunnitteluohjeistus on kaikissa järjestelmissä hyvin kuvattuna ja halutessa kaikki toimittajat järjestävät koulutusta omien järjestelmien hallintaan. Tulevat päivitykset vaativat sähköalan ammattilaisilta jatkuvaa koulutusta sekä todellista paneutumista järjestelmätason toiminnallisuuteen. Asiakkaan asumistottumukset ja toiveet tulisi ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa entistä paremmin. Nyt ei riitä, että valot syttyvät ja sammuvat halutusta paikasta, vaan samaan yhteyteen tulee osata huomioida useita eri toimintoja riippuen asiakkaan elämäntilanteesta ja mieltymyksistä. Muunneltavuus ohjelmallisesti onnistuu kaikissa tutkituissa järjestelmissä, mutta kuinka helppoa se käytännössä on, vaihtelee loppukädessä ohjausjärjestelmän käyttäjän valmiuksista.

Hinta on edelleen rajoittava tekijä pientalojen automatisoimisessa. Pidemmän aikavälin näyttöjä, huomioiden koko elinkaaren kustannukset, ei vielä ole, vaikka väyliä on ollut käytössä jo yli 10 vuotta. Mainospuheet keskittyvät kyllä energiansäästämiseen, mutta varsinaisen laskelmat usein kuitenkin puuttuvat. Ehkä tässä yhtenä syynä on se, ettei automaatiotaso omakotitaloissa ole vielä niin pitkälle vietyä, että saavutettaisiin todellisia kokonaisuuksia.

Itse käytännön asennushaasteisiin ei tässä päästy tutustumaan, mutta opettava kokemus tämä oli kaikkienensa. Toivottavasti joskus sellainenkin tulee vastaan.

13. LÄHDELUETTELO

- /1/ ABB, asennustuotteet, [WWW-dokumentti], 27.10.2010
<http://www.abb.com/product/fi/9AAC111724.aspx>
- /2/ bab-tec, tuotteet, [WWW-dokumentti], 23.9.2010
<http://www.bab-tec.de/index.php?id=466&L=1>
- /3/ Building automation, Dupline general presentation, ppt, [WWW-dokumentti], 25.3.2003 <http://www.dupline.com/scheletro.asp?language=UK&Page=26>
- /4/ Carlo Gavazzi, Dupline, [WWW-dokumentti], 23.9.2010
<http://www.dupline.com>
- /5/ Elit, IHC-esite 1006scrP, pdf, [WWW-dokumentti], 1.10.2006
<http://www.schneider-electric.fi/>
- /6/ Etto, Jaakko, Sähkötekniikan insinöörikoulutuksen oppimisympäristöjen kehittäminen, kehitystehtävä, KTAMK, (julkaistaan 2010)
- /7/ ICH-esite, pdf, [WWW-dokumentti], 7.3.2008
<http://download.schneider-electric.nu/snb/start.aspx?so=4&nid=10283&nt=1>
- /8/ KNX ja enOcean tietoa ja tuotteita, pdf, [WWW-dokumentti], 23.9.2010
<http://www.alytalot.fi/esitteita>
- /9/ KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin, 5 korjattu painos, ZVEH, Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke, 2006
- /10/ KNX_taloautomaatio_FI.pdf, [WWW-dokumentti], 11.5.2010
http://abb.smartpage.fi/fi/KNX_taloautomaatio/#undefined
- /11/ Schneider Electric, sähköasennuskalusteet, [WWW-dokumentti], 23.9.2010
<http://ecatalogue.schneiderelectric.fi/GroupList.aspx?navid=22106&navoption=1>
- /12/ Siemens Building Technologies, Konnex_vayla_1, pdf, [WWW-dokumentti] 14.8.2003, http://www.eco-paronen.fi/uploads/files/Konnex_vayla_1.pdf
- /13/ SLO hinnasto, [WWW-dokumentti], 23.9.2010
<http://www.slo.fi/www/fi/Tuotteet/Hinnastot/Sivut/default.aspx>
- /14/ Strömforsin tuoteluettelo. pdf, [WWW-dokumentti], 22.2.2010
<http://www.schneider-electric.fi>
- /15/ Suunnittelijan ja asentajan opas, edition 4,[www-dokumentti], 01.03.2006
<http://fi.snb.leon.se/Downloads/PDF/IHC%20opas%204.0.pdf>

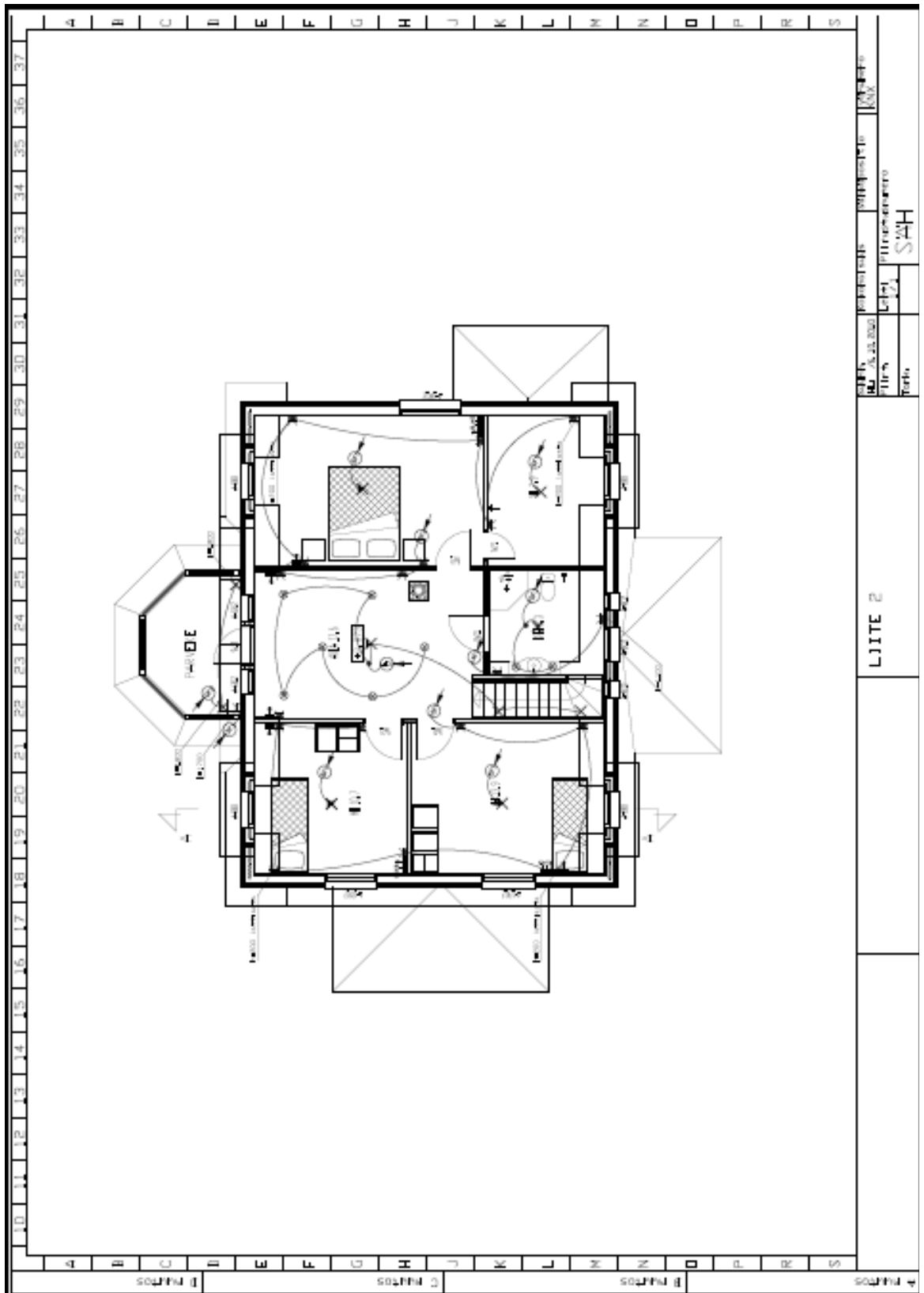
/16/ Sähköurakoitsijan sähköistystarjous, Lievetmursu Harry, 25.5.2006

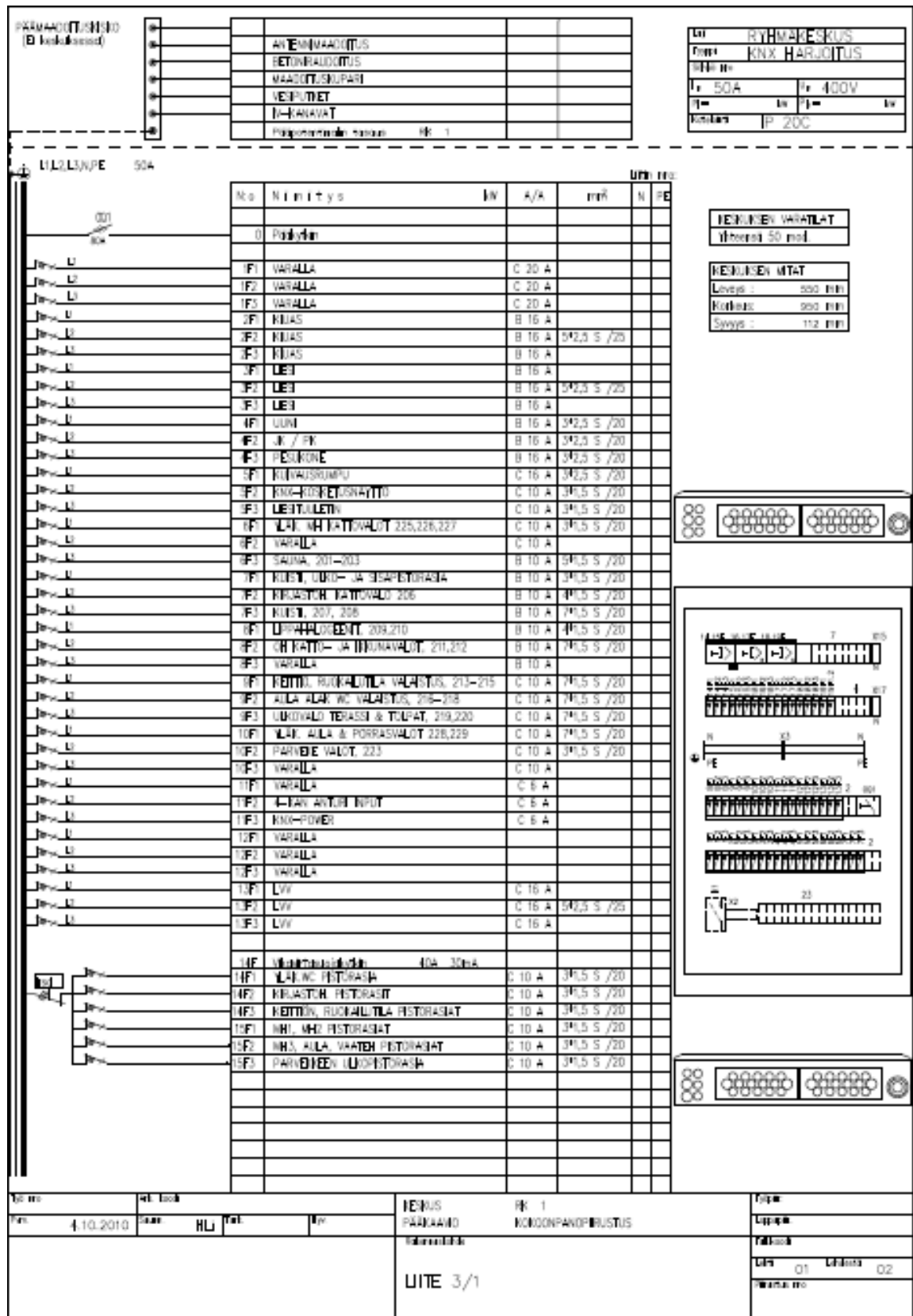
/17/ Tekninen esite, pdf [WWW-dokumentti], 23.9.2010

<http://www.smarthouse.fi/smarthouse/download/download.html>

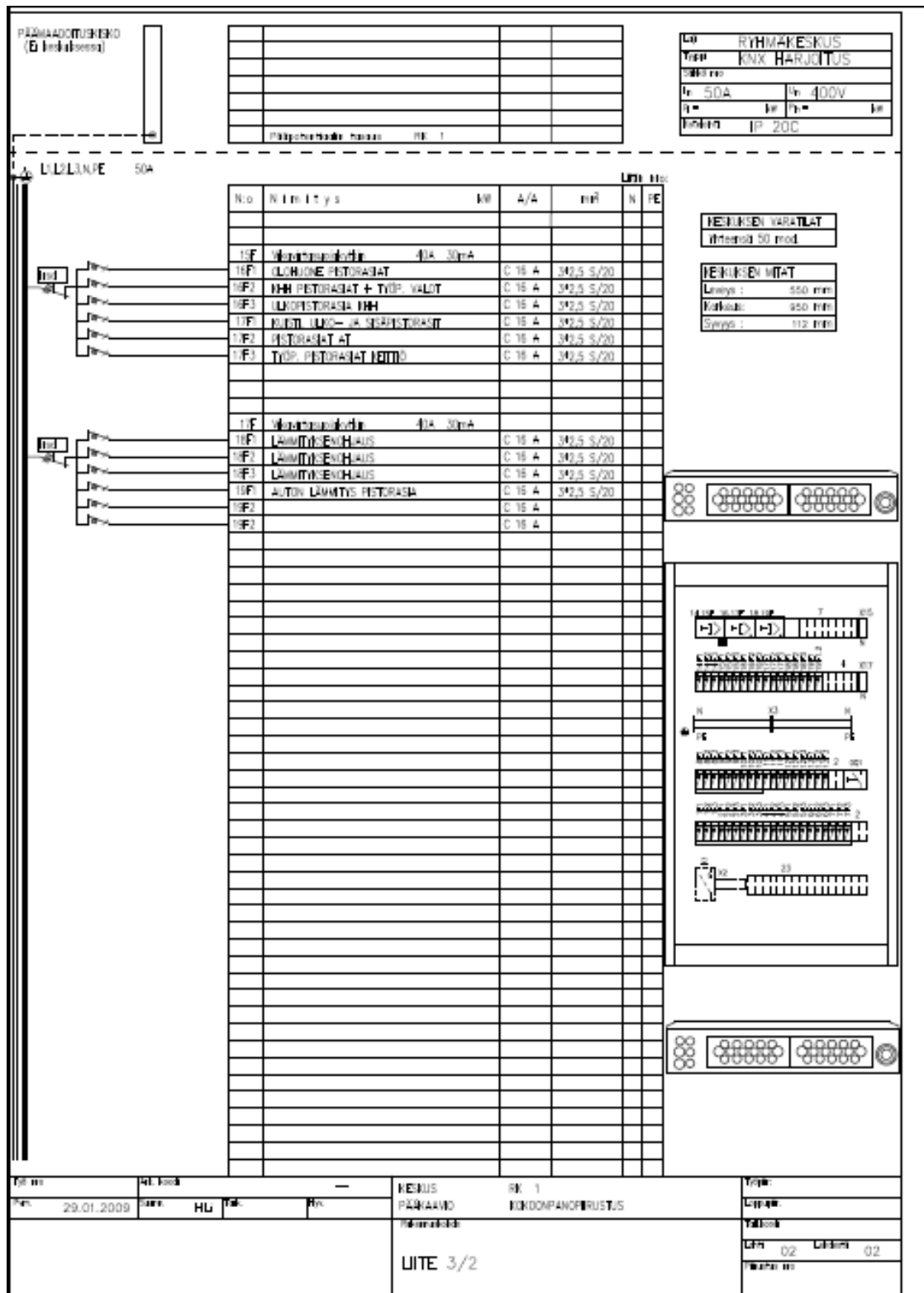
14. LIITELUETTELO

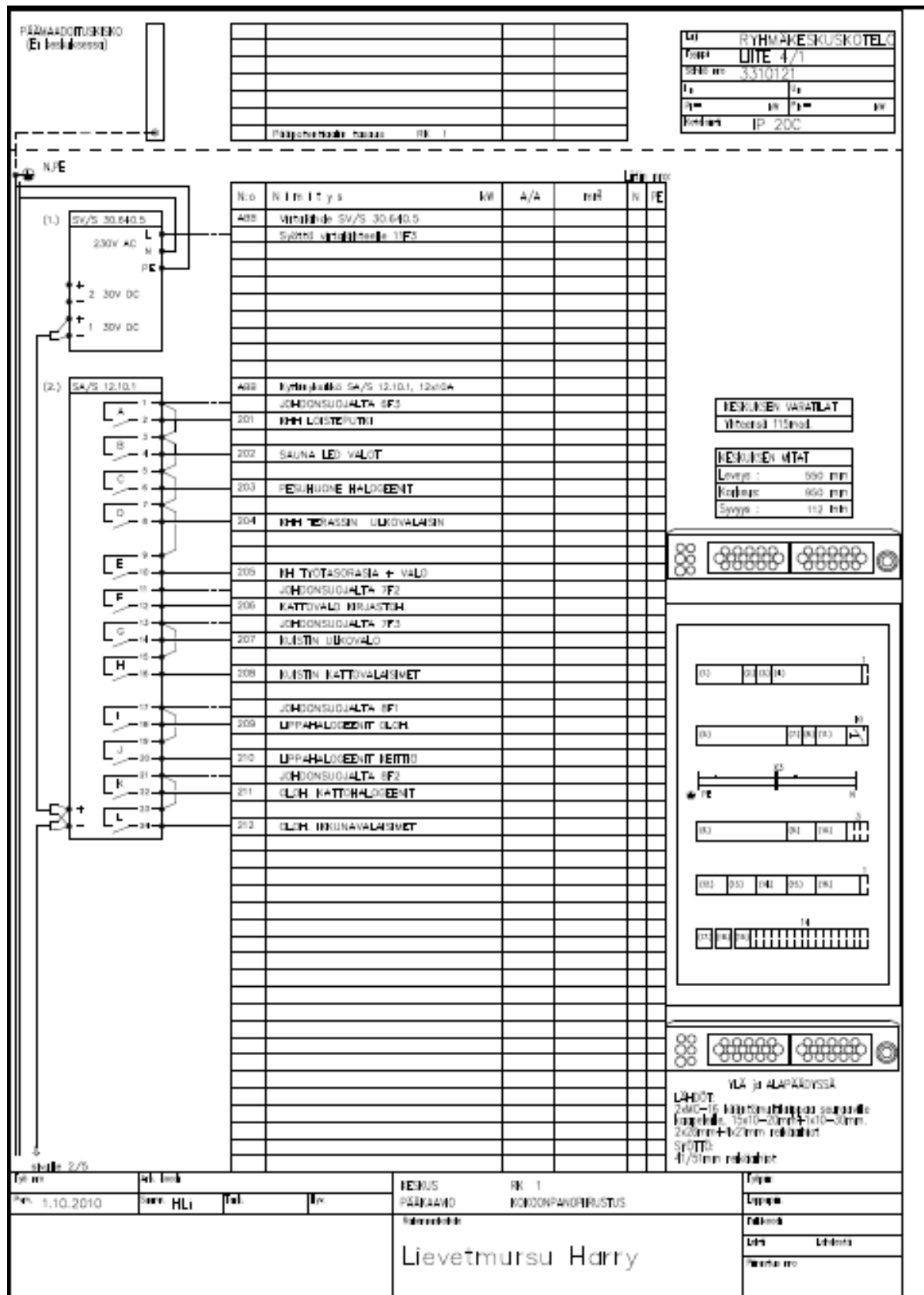
LIITE 1	Tasopiirustus alakerta
LIITE 2	Tasopiirustus yläkerta
LIITE 3	Ryhmäkeskus KNX-HARJOITUS
LIITE 4	Ryhmäkeskus KNX-HARJOITUS
LIITE 5	KNX-KOTELO
LIITE 6	KNX-KOTELO
LIITE 7	KNX-KOTELO
LIITE 8	KNX-KOTELO
LIITE 9	KNX-KOTELO
LIITE 10	KNX-väyläkaapelointi alakerta
LIITE 11	KNX-väyläkaapelointi yläkerta

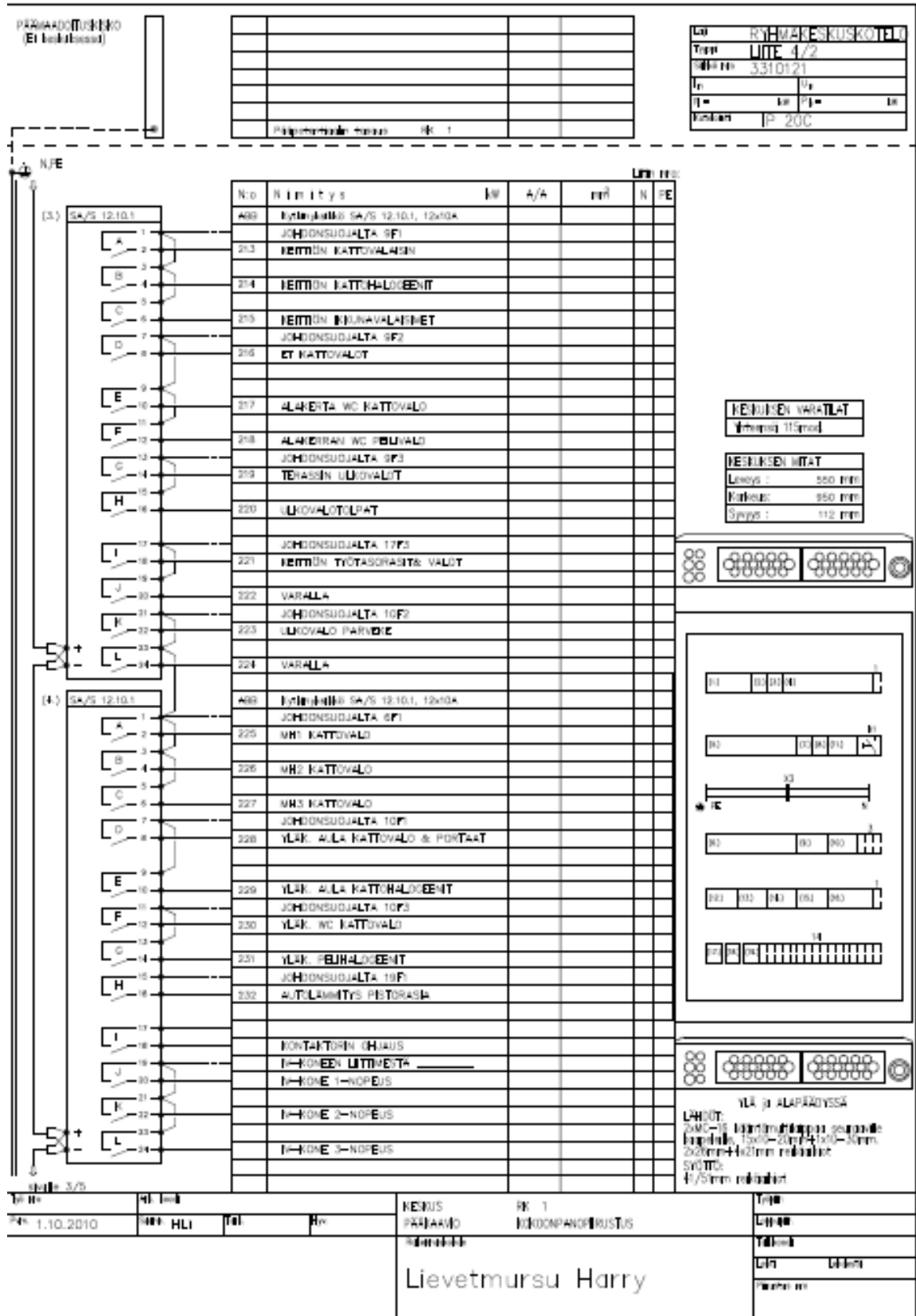


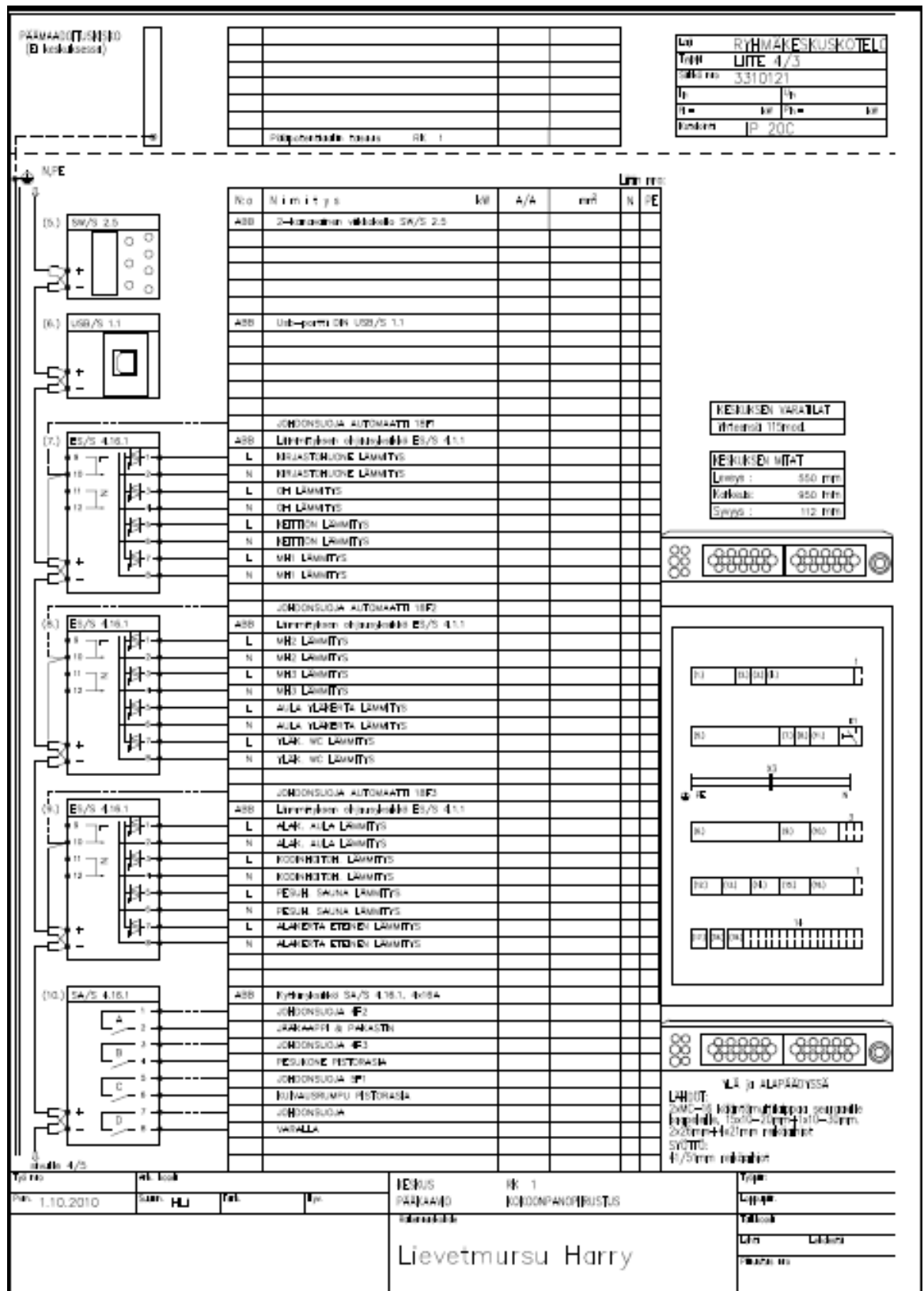


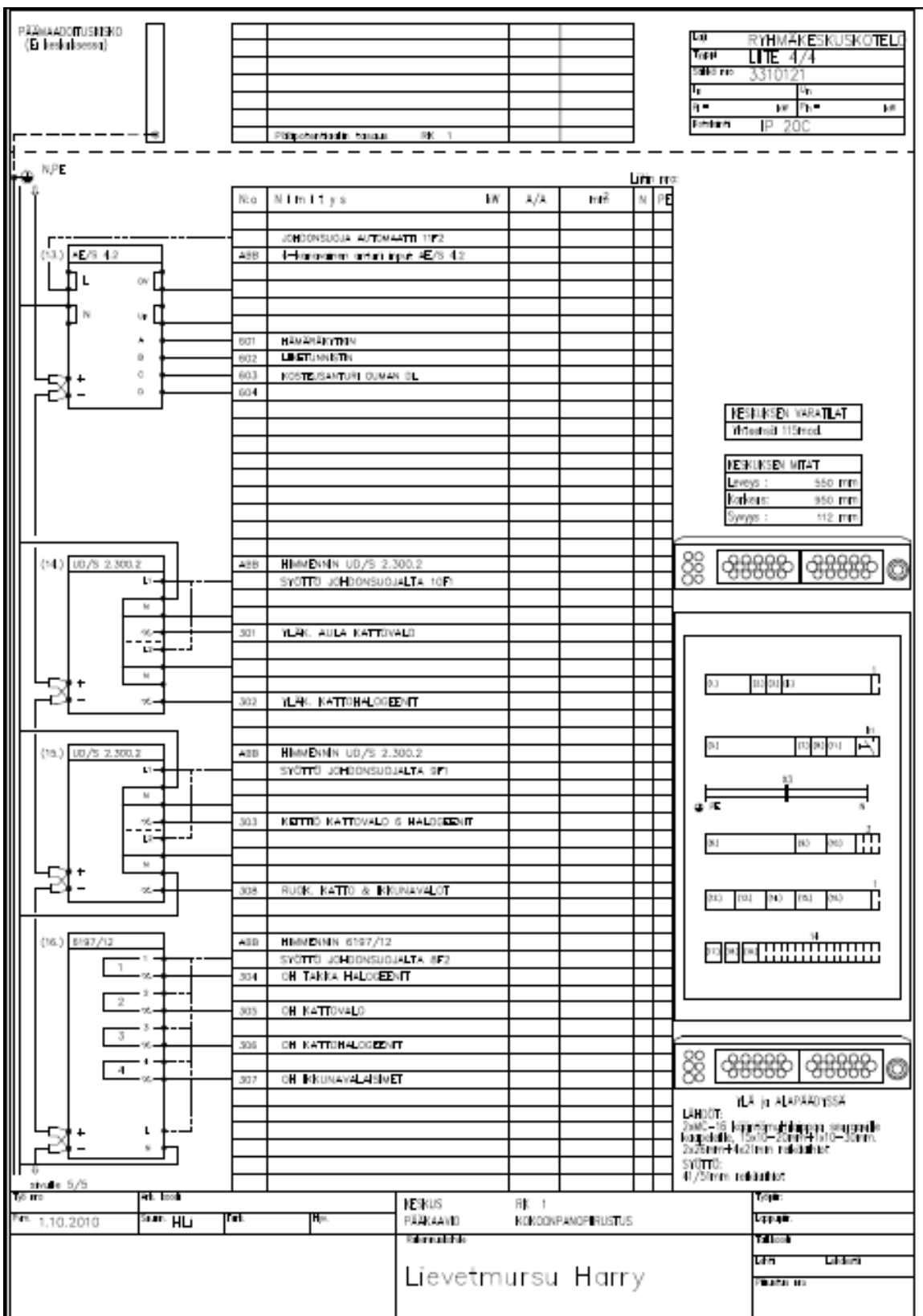
Li no	Li lock	HEINÄ PÄÄMAAOTTUSKESKUS	Rk 1	RYHMÄKESKUS
Form	4.10.2010	HLI		MONOPANOPUUSTUS
LIITE 3/1				Li no 01 Li lock 02











PÄÄVAADITUSHENO
(B-tekniikka)

No	Nimitys	W	A/A	mm ²	N	FE
489	SÄÄTINHUAIN 6197/11-102					
489	HÄVIÖIN 6583					
309	OH KATTORALUEEN					
489	HÄVIÖIN 6583					
370	OH TAKKARALUEEN					

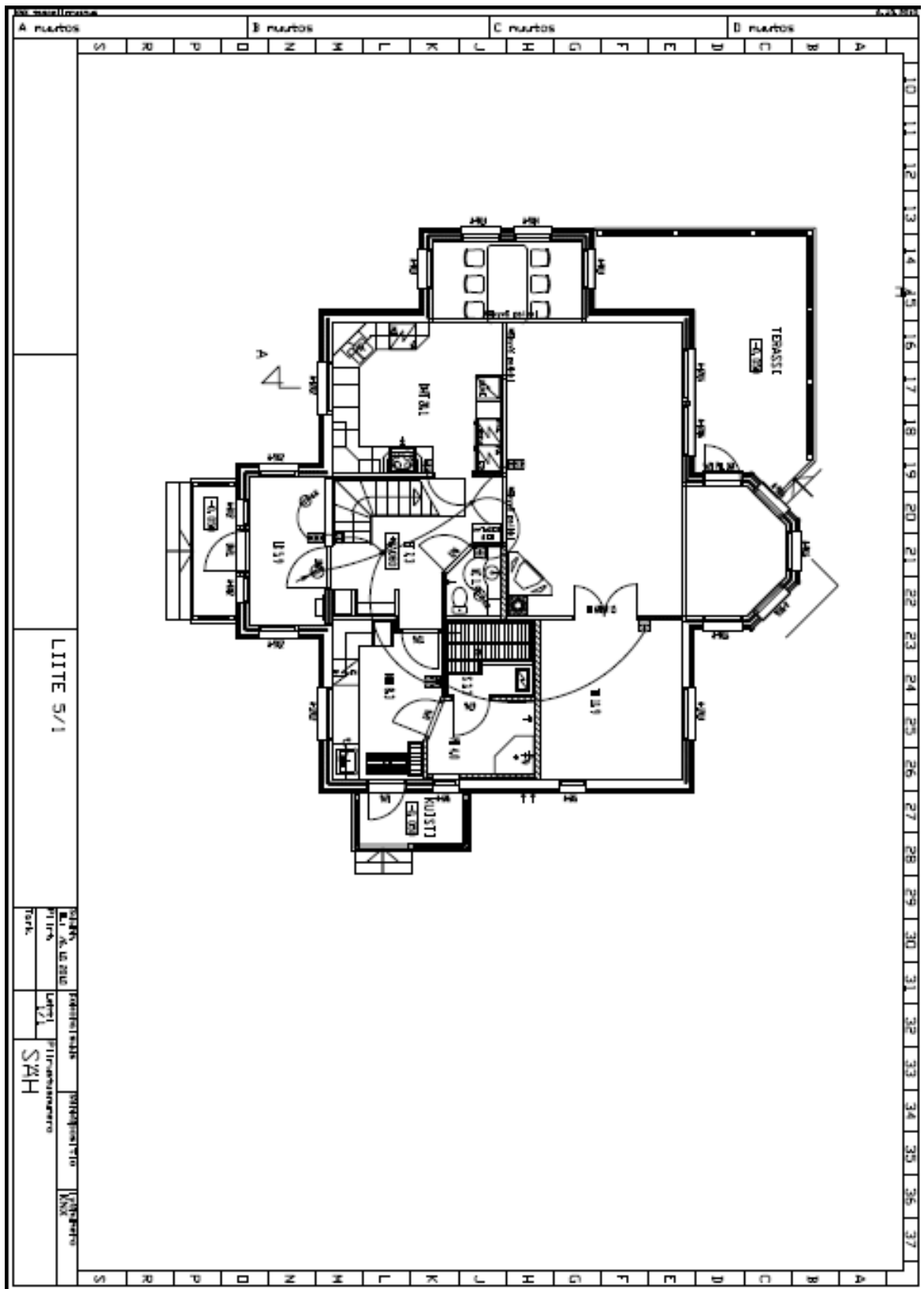
Lu	RYHMÄKESKUSTELU
Typpi	LIITE 4/5
Ohje no	3310121
T ₁	0
T ₂	0
T ₃	0
T ₄	0
Keskus	P 20C

HEIKISEN VARIATLAT
Yhteensä 155mod

HEIKISEN MTRIT
Leveys : 300 mm
Korkeus : 950 mm
Syvyys : 112 mm

YLÄ ja ALAPÄÄDYSSÄ
LÄHDÖT:
2xMC-16 lähtövirtaläppä suoraan alla
kaupalla, 15x10-20mm/1x100-30mm.
2x02mm+1x27mm relekaapit
SYÖTÖ:
11/27mm relekaapit

Työ no	Asi. koodi	HENKUS	PK 1	Tyyppi
1.10.2010	HL	PÄÄVAADITUSHENO	KOKKOONPANNOSTUS	
Lievetmursu Harry				Yhteydet
				Yhteydet
				Lisä
				Yhteensä



LIITE 5/1

PIIKKINEN	PROJEKTOINTI	PROJEKTOINTI	KUVAUS
M. A. M. 2016	Ulla	SHH	
Piikkinen			
Ulla			
SHH			

