

Miika Hannonen

Älytalon suunnittelu, toteutus ja hallinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinööriytyö

14.5.2018

Tekijä(t) Otsikko	Miika Hannonen Älytalon suunnittelu, toteutus ja hallinta
Sivumäärä Aika	33 sivua + 4 liitettä 14.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori Timo Tuominen
<p>Insinööriyön aiheena oli luoda perusteltu kokonaisuus kaksi- ja puolikerroksisen omakotitalon laajan automaatiojärjestelmän suunnittelusta, toteutuksesta ja hallinnasta. Suunnittelun kriteereinä olivat ensisijaisesti pitkä elinkaari, turvallisuus, energiatehokkuus ja etähallinta. Työn tavoitteena oli vertailemalla automaatioalan tuotteita antaa parempi ymmärrys ja kuva automaation mahdollisuuksista ja rajoitteista, joiden avulla voitaisiin välttää jo suunnitteluvaiheessa tulevaisuuden ongelmia.</p> <p>Insinööriyössä käsitellään ensimmäisessä teoriaosuudessa perusteet automaatiosta määritelmänä, käydään läpi standardien maailmaa ja energiatehokkuutta. Teorian toinen osuus käsittelee lyhyesti markkinoilla olevia taloautomaatiojärjestelmiä, niiden väylätekniikkaa ja taloautomaatiomarkkinoita.</p> <p>Kohteen esittely koostuu vaatimusmäärittelystä ja siitä edelleen automaatiojärjestelmän toimintamallin teknisestä esittelystä pureutuen ennen kaikkea monimutkaisen, useasta lämmityslähteestä koostuvan järjestelmän hallintaan ja turvattuun toimintaan.</p> <p>Projektin tekniset haasteet on pääosin saatu ratkaistua, ja järjestelmä on perusosiltaan saatu toimintakuntoon. Käyttönoton viimeinen vaihe on vielä suorittamatta lähinnä ohjelmistollisten haasteiden johdosta. Projekti jatkuu edelleen kohti tavoitteiden mukaista toimintaa.</p>	
Avainsanat	älytalo, taloautomaatio, elinkaari, energiatehokkuus

Author(s) Title	Miika Hannonen Design, Implementation and Management of smart home
Number of Pages Date	33 pages + 4 appendices 14 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Technology
Specialisation option	
Instructor(s)	Timo Tuominen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to create a well-grounded set of concepts for designing, implementing and managing an automation system for two and half-storey home. The design criteria were primarily long life cycle, safety, energy efficiency and remote management. The aim was to compare the automation products to give a better understanding and picture of the possibilities and limitations of automation to avoid future problems at the design stage.</p> <p>The first theory part of the thesis handles the basics of automation as a definition, the world of standards and energy efficiency. The second theory part deals briefly with the systems of house automation in the market, automation bus technology and the market of house automation in general.</p> <p>The presentation of the project object consists of the requirement specification and the technical presentation of the house automation system, focusing above all on the complex control and security of a multi-heating source system.</p> <p>The technical challenges of the project have been largely resolved and the basic elements of the system are operational. The final phase of implementation is still to be done mainly due to software challenges. The project will continue to the aim of functional operation.</p>	
Keywords	smart home, house automation, life cycle, energy efficiency

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Automaation määritelmää ja merkitys yhteiskunnassa	2
2.1	Käyttökohteet ja tarpeet	3
2.2	Määräykset ja standardit	4
2.3	Energiatehokkuus ja optimointi	5
2.4	Turvallisuus	6
3	Katsaus taloautomaatiojärjestelmiin	7
3.1	Yleistä järjestelmistä	7
3.1.1	KNX	8
3.1.2	Ouman	8
3.1.3	Loxone	9
3.1.4	Siemens	9
3.1.5	Beckhoff	10
3.1.6	DEFA	10
3.1.7	Cozify	11
3.1.8	X10	12
3.1.9	Zigbee	12
3.1.10	Z-Wave	12
3.2	Väyläteknologiat ja topologiat	12
3.2.1	Väyläjärjestelmien rakenne	12
3.2.2	Kenttäväylät	15
3.2.3	Topologiat	15
3.3	Markkinat	18
4	Automaatiojärjestelmien vertailu	18
4.1	Talo vs. teollisuus	18
4.2	Kehitysnäkymät	19
5	Kohteen esittely	20
5.1	Vaatimukset	20
5.2	Talon toimintamalli automaation piirissä	21
5.3	Elinkaariajattelumalli	21

6	Taloautomaatiojärjestelmän esittely	22
6.1	Taloautomaatiojärjestelmästä yleisesti	22
6.1.1	Lämmitys, jäähdytys ja ilmanvaihto	23
6.1.2	Valaistus ja sähkönsyöttö	26
6.1.3	Turvavalvonta ja hälytykset	27
6.1.4	Tiedonkeruu	28
6.1.5	Käyttöliittymä ja etähallinta	29
6.2	Prosessikaaviot	30
7	Pohdinta	32
	Lähteet	34
	Liitteet	
	Liite 1. TwinCat-konfiguraatio: digitaalitulot DI01 ja DI05	
	Liite 2. TwinCat-konfiguraatio: digitaalilähdöt DO01 ja DO05	
	Liite 3. TwinCat-konfiguraatio: lämpötilamittaukset, analogiatulot AI	
	Liite 4. Käyttöliittymän aloitusikkuna-näkymät	

Lyhenteet

IoT	Internet of Things eli esineiden ja laitteiden internet.
I/O	Input/Output eli Tulo/Lähtö.
LVISA	Lämmitys, vesi, ilmastointi, Sähkö, Automaatio.
Modbus	Sarjaliikenneprotokolla laitteiden väliseen liikenteeseen, josta muodostunut de facto -standardi teollisuudessa.
OCPP	Open Charge Point Protocol eli sähköautojen latausasemien standardi.
PLC	Programmable Logic Controller eli ohjelmoitava logiikka.
PoE	Power over Ethernet eli Ethernet-verkon laitteelle virransyöttö verkkoliikennekaapelia pitkin.
RS-485	Tiedonsiirtostandardi, joka määrittelee väylän fyysisen kerroksen ominaisuudet.
UPS	Uninterruptible Power Supply eli keskeytymättömän virransyötön mahdollistava laite tai järjestelmä.
VPN	Virtual Private Network eli virtuaalinen erillisverkko.

1 Johdanto

Projektin tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa kustannus- ja energiatehokas taloautomaatiojärjestelmä. Kohteena on kolmen kerrostason omakotitalo. Suunnittelun tärkeitä perusajatuksia ovat käytön helppous, etähallinta ja elinkaariajattelu; pientalon elinkaaren ollessa huomattavasti automaatiojärjestelmää pidempi. Tämä tekijä on tärkeä ottaa huomioon suunnittelussa, jotta järjestelmä on joustavasti muunneltavissa ja päivitettävissä.

Pientaloasujille automaatiojärjestelmät eivät ole vielä kovinkaan tuttuja, vaikka järjestelmiä onkin tullut paljon markkinoille ja mainontaa on lisätty. Taloautomaatio on nopeasti kasvava ja kehittyvä automaatioala, joten projektin ensimmäinen vaihe on kartoittaa saatavilla olevia järjestelmiä ja pyrkiä valikoimaan tarpeisiin soveltuvat järjestelmät. Kartoitus osoittautui melko työlääksi vaiheeksi tässä projektissa johtuen laajasta ja osin hajanaisesta tarjonnasta eri laitteistovalmistajien kesken. Kartoitusta laajennettiin myös teollisuusautomaation puolelle, mistä osa laitteistosta lopulta löytyikin.

Kiristyneet määräykset ja standardit ovat omalta osaltaan ajamassa pientaloasujia automaation käyttöön. Automaatiojärjestelmien avulla tehdyillä optimoinneilla voidaan helposti saavuttaa huomattavia kustannussäästöjä pienentyneessä energiankulutuksessa lämmityksessä, jäähdytyksessä, ilmanvaihdossa, valaistuksessa sekä yleisessä sähkönkulutuksessa. Kustannussäästöajatuksessa elinkaarella on suuri merkitys, koska säästöt tulevat olemaan merkittäviä talon elinkaaren ollessa huomattavan pitkä. Lisää automaatiojärjestelmien hankintaan vaikuttava tekijöitä ovat myös mukavuudenhalu, talon eri järjestelmien helppo hallittavuus ja turvallisuus.

Kohteeseen valittavan järjestelmän tulisi olla pitkäikäinen, helposti laajennettavissa sekä muokattavissa tulevaisuuden muutoksia ajatellen. Kaikkien muuttujien ennakointi toki on mahdotonta.

Suunnittelussa ja toteutuksessa turvauduttiin myös alan ammattilaisten apuun ja neuvoihin.

2 Automaation määritelmää ja merkitys yhteiskunnassa

Automaatio on tehokas väline eri teknologioiden yhteen liittämiseen. Yleisellä tasolla automaatiota käsiteltäessä se sisältyy laajakäsitteisenä sekä kiinteänä osana nykyajan yhteiskuntaan. Koska automaatio on sanana monikäsitteinen, on sen laittaminen tarkkarajaisiin käsitteisiin haastavaa. Yksinkertaistettuna automaatio sanana tarkoittaa itsestään tapahtuvaa toimintaa käyttäjän määrittelemällä tavalla. [1, s. 11.] Erilaisien mittausten ja säätöparametrien pohjalta saadaan aikaan tehokas automatisoitu toiminta. Toimintaa rajoitetaan sekä valvotaan erilaisin hälytyksin ja tallennetaan raporteiksi analysointia ja seurantaa varten. Toiminta voi olla koneiden, laitteiden tai suurempien tuotantolaitosten käyttöä ja hallintaa, tietokoneella tai logiikoilla toteutettua toimintaa tai yksinkertaisimmillaan pelkästään mittauksiin perustuvaa säätöä. [2, s. 7.] Näitä eri automaatiotekniikan alueita yhdistelemällä saadaan aikaan moninainen kokonaisuus haluttuine toimintoineen. Tässä työssä käsitellään erityisesti talo- ja kiinteistöautomaatioaluetta, joka on nopeasti kehittynyt tietotekniikan sekä komponenttien valmistustekniikan kehittymisen ansiosta. Nämä tekijät ovat tuoneet ennen monimutkaisina ja kalliina vaihtoehtoina pidetyt automaatiotratkaisut tavallisen kuluttajan saataville.

Taloautomaatiossa painopisteenä pidetään mukavuutta sekä energiansäästön tuomaa ekologisuutta. Mukavuutta voidaan luoda järjestelmän helppokäyttöisyydellä ja järjestelmän itseohjautuvuudella. Järjestelmä oikein toimiessaan ei aiheuta ylimääräistä vaikeaa käyttäjälle eikä sen toimintaa pysty havaitsemaan, vaan se toimii taustalla itsenäisesti. Energiansäästöajatuksessa automaation tehtävä on luoda taloon tai kiinteistöön hyvä sisäilmasto mahdollisimman pienellä energiankulutuksella. Automaatiojärjestelmän säätäminen ja optimointi ovat aina kompromissien tekemistä sekä tasapainottelua. [2.] Käyttöjärjestelmän suunnittelussa täytyy aina pitää mielessä kokonaisuus. Ihmisen ja koneen välinen työnjako täytyy määrittellä järkevälle tasolle, jotta järjestelmästä saadaan riittävän helppokäyttöinen unohtamatta hyötysuhdetta. [2.] Järjestelmän on pystyttävä antamaan mahdollisimman tarkka informaatio koko järjestelmän tilasta alijärjestelmineen, jotta järjestelmän ohjaaja pystyy suorittamaan järjestelmän valvontaa ja esimerkiksi tilamuutoksia käyttöliittymän kautta tehokkaasti. Tämän tyyppinen tilamuutos voisi olla esimerkiksi järjestelmässä poissa kotoa -tila, joka muuttaisi järjestelmän toimintaa muun muassa lämmityksen, ilmanvaihdon sekä murtovalvonnan osalta.

2.1 Käyttökohteet ja tarpeet

Sovelluskohteita automaatiolle on lukemattomia, ja lähes kaikki talojärjestelmän toiminnot voidaan sulauttaa osaksi automaatiojärjestelmää. Järjestelmän hankinnassa tärkeimpänä tekijänä on ammattitaitoinen suunnittelija. Suunnittelijan ja tilaajan yhteisymmärrys on ensiarvoisen tärkeää, jotta järjestelmä saadaan toimimaan halutulla tavalla. Suunnittelijan pyrkimyksenä on toteuttaa tilaajan toiveita ja tarpeita mahdollisimman järkevästi. Järjestelmä tekee juuri niitä asioita, joita sen on käsketty tekevän ja jotka ovat teknisten rajojen puitteissa mahdollisia.

Kohteeseen on ensiksi suoritettava vaatimusmäärittely, jotta saadaan selville tarpeet ja mahdolliset rajoitteet. Erityisen kannattavaa automaation käyttö on rakennuskohteissa, joissa on useita asuinkerroksia, mahdollisesti useampia lämmitysmuotoja ja vaateita monipuoliselle tilanneohjaukselle. Automaation avulla saadaan erilaiset toiminnot toimimaan tehokkaasti yhdessä ja myös itsenäisesti ilman manuaalisia säätötoimenpiteitä. Kiristyneet rakennusmääräykset ja energian säästöpaineeet myös ajavat omalta osaltaan kuluttajia kehittyneempien järjestelmien käyttöön. Tämä on positiivinen asia, koska onhan kyseessä sijoitus tulevaisuuteen pitkällä tähtäimellä.

Yleisiä kohteita automaatiolle ovat LVI, valaistus, erilaiset tilamittaukset, virransyötöt, käyttöveden hallinta, palovaroittimet, kameravalvonta sekä järjestelmän etähallinta ja tiedonkeruu. Hyvä taloautomaatio pitää huolta sekä kiinteistöstä että asukkaista.

Automaatiojärjestelmää suunniteltaessa on hyvä pitää mielessä järjestelmän itsenäinen toiminta vikatilanteiden sattuessa. Esimerkiksi logiikan vikaantuminen ei saa aiheuttaa vaaratilanteita vaan järjestelmän on toimittava vika- ja häiriötilanteissa turvallisella tavalla. Etähallintajärjestelmällä ongelmatilanteisiin reagoiminen on nopeaa ja tiedonkeruun avulla tallentuneiden järjestelmätietojen perusteella vikadiagnoosin tekeminen on erittäin tehokasta.

2.2 Määräykset ja standardit

Taloautomaatiolla on tärkeä tehtävä Euroopan unionin rakennusten energiatehokkuusdirektiivin saavuttamisessa. Itse taloautomaatiojärjestelmään liittyviä viranomaismääräyksiä on suhteellisen vähän. Järjestelmiin liittyviä ohjeita ja suosituksia taas löytyy erittäin kattavasti. Taloautomaatiojärjestelmä liittyy vahvasti LVIS-järjestelmän toimintaan, joten sen kautta tulevat voimaan välillisesti LVIS-järjestelmiä koskevat määräykset. Standardeissa määritellään talo- ja kiinteistöautomaatiojärjestelmän komponenttien ja toimintojen rakennetta sekä laatua. Teollisuusautomaation puolelta löytyy huomattavasti kattavammin standardointeja, mikä johtuu alan pidemmästä kehityskaaresta. Sähköinen automaatio kuuluu osana sähkötekniseen standardointiin. Kansainvälisesti näistä standardeista vastaa IEC (International Electrotechnical Commission). Standardeja ei ole pakollista noudattaa, mutta tällöin on pystyttävä osoittamaan joka tapauksessa, että järjestelmä täyttää turvallisuusvaatimukset. Määräyksiä ja ohjeita on koottu

- Maankäyttö- ja rakennusasetuksiin 895/19999
- Suomen rakentamismääräyskokoelmaan
- SFS-standardeihin ja -käsikirjoihin
- LVI-kortistoon (Rakennustieto ja LVI-keskusliitto ry)
- ST-kortistoon (Sähkötieto ry)
- KH-kortistoon (Rakennustietosäätiö) [3.]

Vaativin osuus tässä nopeasti kasvavassa automaatioalassa on ohjeistuksien ja standardien pysyminen mukana kovassa kehitysvauhdissa. Toimijoita syntyy kovalla vauhdilla markkinoille, joten saa olla tarkkana järjestelmää valittaessa, että kyseinen järjestelmä tukisi standardeja mahdollisimman kattavasti ja eritoten täyttäisi tarvittavat turvallisuusmääräykset.

2.3 Energiatehokkuus ja optimointi

Energiatehokkuusvaatimukset ovat jatkuvasti kiristyneet, mikä on aikaansaanut rakennusten rakenteellisten ominaisuuksien kehittymisen ohella painetta LVISA-suunnittelulle. Energiankäytön rajoitteet pakottavat osaltaan tarkempiin säätöihin ja prosessien mukauttamiseen eri tilanteisiin. [3] Yli 40 prosenttia kaikesta tuotetusta energiasta Euroopassa kuluu rakennuksiin. Asuintalojen energiankulutus aiheuttaa 40 prosenttia Euroopan hiilidioksidipäästöistä. [4] Energiankulutuksen kannalta Suomen ilmastossa tärkeä talojärjestelmän energiaa kuluttava tekijä on lämmitys. Lämmitysmuodon valinta on tehtävä huolellisesti ja mahdollisimman pitkänäköisesti.

Samantyyppisen talojärjestelmän lämmitysmuoto voi vaihdella riippuen sen sijainnista. Kaukolämpöalueella ei välttämättä edes itse voi täysin valita lämmitysmuotoa, kun taas haja-asutusalueella kyseeseen voivat tulla jopa usean eri lämmitysmuodon yhdistelmät. Nykyaikaisilla automaatiojärjestelmillä pystytään tehokkaasti optimoimaan lämmityksen eri lähteet toimimaan yhdessä. Tärkeänä tekijänä lämmityksen yhteydessä on tietysti myös jäähdytys. Järjestelmän on pystyttävä reagoimaan erilaisiin tilanteisiin nopeasti ja tehokkaasti, jotta säästytään turhalta energiankulutukselta. Tässä kohtaa automaation vahvuus tulee juuri esiin, kun järjestelmä osataan suunnitella ja luoda energiatehokkuutta tukevalla tavalla. Tällaisia ratkaisuja ovat esimerkiksi ilmanvaihdon ohjaus ja säätö CO²-mittausten perusteella, sälekaihtimien ohjaus sekä lämmön- että valonsäädön kannalta, yöjäähdytys, lämmön- sekä jäähdytyksentalteenotto.

Automaatiojärjestelmän avulla myös rakennuksen valvonta toimii tehokkaasti. Määriteltujen rajojen ylittyessä hälytykset aktivoituvat ja saadaan aikaiseksi nopea vasteaika virhe- ja häiriötilanteisiin. Häiriötilanteissa rakennuksen automaation aikaansaamat optimointitoimenpiteet eivät välttämättä toimi suunnitellulla tavalla, joten nopea vasteaika on tärkeää energianhukan kannalta.

Automaation tiedonkeruu tuottaa tärkeää informaatiota, jonka avulla voidaan esimerkiksi vertailla eri vuosien kokonaisenergiankulutuksia ja myös tehokkaasti analysoida järjestelmän toimintaa eri tilanteissa ja kehittää tämän pohjalta parempia säätöparametreja. [3.]

Energiatehokkuudelle on ympäristöministeriön luoma luokitusjärjestelmä, jonka avulla pystytään ohjaamaan ja kehittämään rakennusten energiatehokkuutta. Luokitusjärjes-

telmän avulla rakennukselle annetaan energiatodistus, joka sisältää energiatehokkuusluvun (E-luku). [3.]

E-luku eli rakennuksen tai sen osan kokonaisenergiankulutus (kWh / (m² vuosi)) määritetään laskemalla yhteen laskennallisen vuotuisen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luvun laskennassa käytetään maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetussa valtioneuvoston asetuksessa rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista (9/2013) määrättyjä energiamuotojen kertoimia:

- sähkö 1,7
- kaukolämpö 0,7
- kaukojäähdytys 0,4
- fossiiliset polttoaineet 1,0
- rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet 0,5 [5]

2.4 Turvallisuus

Turvallisuudessa päätehtävänä on suojata kiinteistöä ja käyttäjää. Automaatiojärjestelmän turvallisuusasiat voidaan jakaa karkeasti kahteen eri kategoriaan: yleiseen turvallisuuteen ja tietoturvallisuuteen. [3]

Riskianalyysin teko on tärkeää järjestelmäsuunnittelussa, jotta pystytään määrittämään toiminnan ja käytön turvallisuustavoitteet. Analyysissa kartoitetaan uhkatekijöitä ja luokitellaan ne siedettävyyden ja hyväksyntätasojen mukaan. Näiden perusteella luodaan turvallisuustavoite, joka on pohjana suunnittelutyössä suojausmenetelmien mitoittamisessa. Yleisiä turvallisuustavoitteita voivat olla esimerkiksi palo- ja henkilöturvallisuus, rakenteellinen turvallisuus, käyttötekniinen turvallisuus sekä järjestelmän häiriönsieto. Erilaisten anturien ja mittausten avulla voidaan havaita esimerkiksi jo pienetkin häikäisi hiilidioksidipitoisuuksien nousut, ja hälytykset aktivoituvat asetettujen rajojen ylityksessä. Vapaa-ajan tai muutoin pitkiä aikoja tyhjiällä olevissa rakennuksissa erilaiset rakenteelliseen turvallisuuteen asiat korostuvat. Vesisulkujen hallinta ja erilaiset vuotohälytykset voivat pelastaa suurilta taloudellisilta ja aineellisilta menetyksiltä. Murroilta tai ilkeillä tulee pystyä suojautumaan, ja myös luonnonvoimien aiheuttamat vauriot

sekä niiden seuraukset ovat tärkeitä huomioon otettavia riskejä. Tällaisia ovat esimerkiksi myrskyn aiheuttamat puiden kaatumiset. Myrskyjen aiheuttamat sähkökatkot voivat pahimmillaan olla kovinkin pitkiä. Tällöin on varmistettava rakennuksen turvallisuus esimerkiksi estämällä putkistojen jäätyminen. Turvallisuustavoitteita voi olla kohteesta riippuen paljon muitakin, ja on erittäin tärkeää määrittää nämä järjestelmää suunniteltaessa. Pienen todennäköisyyden riskejä voidaan sietää ja hyväksyä, mutta vakavimmat uhkatekijät, esimerkiksi henkilö- tai paloturvallisuutta koskevat, eivät ole hyväksyttävissä ja ne tulee torjua. Esimerkiksi paloilmoitusjärjestelmille on olemassa viranomaismääräykset, joten on tärkeää tutustua tarkoin ST-kortiston tasoluokitusohjeisiin. [3.]

Tietoturvallisuusasiat ovat tärkeä tekijä automaatiojärjestelmässä, koska tietoliikenneominaisuudet ovat kehittyneet nopeasti ja ne mahdollistavat järjestelmien monikäyttöiset ja tehokkaat käyttäjätason palvelut. Nämä tekijät tuovat mukanaan mahdollisia riskejä, jotka on otettava tarkoin huomioon määräyksien ja standardien laatimisessa sekä järjestelmien kehittämisessä. Taloautomaatiojärjestelmän käyttöoikeuksille tulee myös luoda eri hallintatasoja, jotta pystytään estämään järjestelmän väärinkäyttö, mutta myös mahdollistamaan tehokas ja turvallinen etäkäyttö. Käyttöoikeushallintaa käsitellään ST-käsikirjan 22 luvuissa 5.3 ja 23.2. Tiedonsiirtoratkaisuja on markkinoilla hyvin paljon erilaisia, ja on tärkeää suhtautua vakavasti tietoturvakysymyksiin. Laaja toimintaympäristö luo aikaan tarpeen järjestelmän eri osien väliselle integraatiolle, ja tässä on tärkeä ottaa huomioon erilaiset rajapinnat ja niiden ylityksien tuomat riskit. Rajapinta on kahden erillisen järjestelmän yhteyksien kokoelma. Ensisijaisen tärkeää, varsinkin rajapintojen ylityksessä, on pitää huolta välitettävän tiedon eheydestä. Viestimuodoilla on tärkeä tehtävä toiminnallisessa turvallisuudessa. Korkeaa turvallisuustasoa vaativissa sovelluksissa voidaan käyttää aidonnettuja viestejä, joilla pystytään varmistamaan viestien eheys tai muutoin virheellisesti luodut viestit. [3.]

3 Katsaus taloautomaatiojärjestelmiin

3.1 Yleistä järjestelmistä

Taloautomaatiojärjestelmät voidaan jakaa täydellisiin tai kevyempiin järjestelmiin. Ensin mainitut käsittävät täydellisen kokonaisuuden kaikkine automaation osa-alueineen ja jälkimmäiset ovat erityisesti tiettyyn osaan, esimerkiksi lämmityksen ohjaukseen tarkoi-

tettuja spesifisempiä järjestelmiä. Kevyemmät ja helposti jälkiasennettavat automaatio-
ratkaisut ovat kasvattamassa nopeasti suosiotaan. Teollisuusautomaatiojärjestelmien
puolelta löytyy kattavasti toimittajia ja valmistajia alan huomattavasti pidemmästä histo-
riasta johtuen. Teollisuusratkaisut ovat pääosin todella monikäyttöisiä, mutta usein in-
tegroituminen ja muutokset vaativat koodausosaamista, jotta järjestelmä saadaan te-
hokkaasti tuotua taloautomaatiokäyttöön.

Tästä edelleen järjestelmät voidaan jakaa suljetun ja avoimen väyläprotokollan omaa-
viin ratkaisuihin. Suljettujen järjestelmien vahvuudeksi luetaan usein käyttövarmuus,
helpompi asennus sekä selkeys. Avoimien järjestelmien puolella vahvuuksina taas ovat
hyvä laajennettavuus ja varmuus siitä, että yhden valmistajan häviäminen markkinoilta
ei vielä vaikuta järjestelmän komponenttien saatavuuteen ja tämän myötä jatkuvuuteen
järjestelmän käytössä. Seuraavissa luvuissa käydään läpi tällä hetkellä muutamia
markkinoilla olevia kiinteistöissä käytettyjä automaatiojärjestelmiä, standardeja ja pro-
tokollia.

3.1.1 KNX

KNX on maailmanlaajuisesti käytettävä vuosituhannen vaihteen jälkeen syntynyt avoin
kansainväliseen kiinteistöautomaatiostandardiin perustuva automaatiojärjestelmä. KNX
perustuu hajautettuun älyyn, joka on sijoitettu 29 voltin jännitteellä toimivaan kenttä-
väylään. KNX-väylän arkkitehtuurissa eli topologiassa ainoastaan rengasrakenne on
kielletty. Väylään kytketään kaikki anturit sekä toimilaitteet. Toiminnan määrittelyn kan-
nalta tärkeä tieto suunniteltaessa järjestelmää on, että kenttäväylän dataliikenne ja
verkkosähkön syöttö kulkevat eri kaapeleita pitkin. [6.]

KNX-järjestelmien yli 300 laitevalmistajan tuotteet varmistavat hyvän tuotetuen kaikille
automaation osa-alueille. KNX-standardin suurimpana vahvuutena on laaja tuotevali-
koima. [6.]

3.1.2 Ouman

Ouman on kotimainen taloautomaatiomarkkinoilla jo vahvan aseman luonut laajatoimis-
ten automaatiojärjestelmien toimittaja. Yrityksen suosittu Ouman Plus C -
kotiautomaatio (kuva 1) on kohtuullisen laajasti räätälöitävä järjestelmä, mutta laajen-

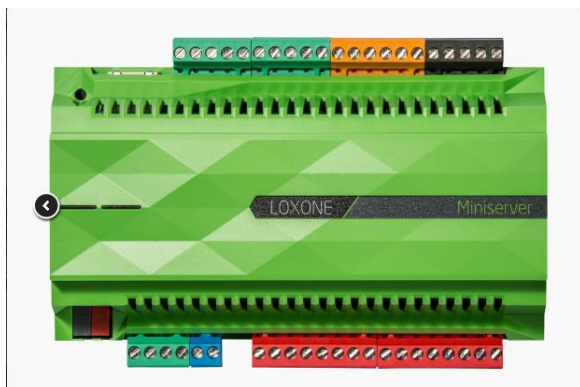
nettavuutta rajoittaa suljetun protokollan järjestelmän luonne. Internetissä toimivalla Plus Tool -suunnitteluohjelmalla talokohtainen järjestelmäsuunnittelu on nopeaa. [6.]



Kuva 1. Ouman Plus –käyttöpaneeli [7]

3.1.3 Loxone

Loxone on itävaltalainen kevyemmän puolen taloautomaatiojärjestelmä. Loxone Miniserver (kuva 2) toimii hyvä lisänä esimerkiksi KNX-järjestelmässä. Miniserver tarjoaa hyvät graafiset käyttöliittymät, älylaiteapplikaatiot (iOS ja Android) ja kattavat raportointiominaisuudet. Loxone Miniserver on laajennettavissa yli 30 laajennusosalla. Valikoimasta löytyvät muun muassa DALI-, Fröling-, DMX-, Air Base- ja Internorm-laajennusosat. [8.]



Kuva 2. Loxone Miniserver [8]

3.1.4 Siemens

Siemens on kaikkien tuntema saksalainen suuren luokan automaatioimija. Se on erikoistunut suurempiin talo- ja kiinteistöautomaatiokokonaisuuksiin, mutta laajan tuotevalikoiman ansiosta valikoimasta löytyy myös tuotteet pienempiin taloautomaatiojär-

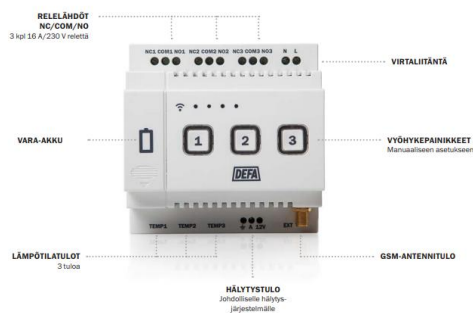
jestelmiin. Siemens voi vaatia suunnittelijalta suurempaa paneutumista ja laajempaa tuotetuntemusta, jotta järjestelmästä saadaan tehokas kokonaisuus.

3.1.5 Beckhoff

Beckhoff on saksalainen teollisuuspuolella maineensa hankkinut automaatiotoimija. Beckhoffin PC-pohjaiseen ohjaustekniikkaan perustuvat järjestelmät ovat avoimia ja laajasti muokattavia, sisältäen täyden kirjon komponentteja järjestelmän suunnitteluun ja ohjaukseen. Usean vuosikymmenen kokemus erilaisissa teollisuuden sovelluksissa on antanut vankan pohjan laadukkaille tuotteille, joiden saatavuus on taattu pitkälle tulevaisuuteen.

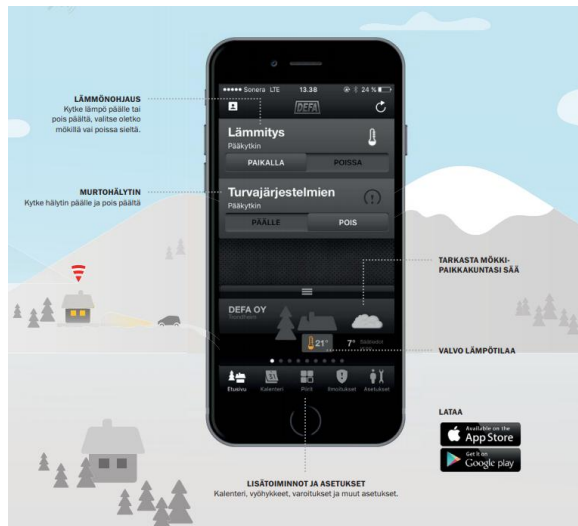
3.1.6 DEFA

DEFA on norjalainen teollisuusyritys, joka Suomessa tunnetaan erityisesti laadukkaista autolämpötuotteistaan. Laajasta lämmitystuotekokemuksesta johtuen, DEFAlla päätettiin vuonna 2003 perustaa DEFA Home -tuotekehitysyksikkö, jonka avulla on pystytty kehittämään tuotteita pientaloihin ja vapaa-ajan asuntoihin. DEFA Base Unit PRO (kuva 3) on suunniteltu erityisesti vapaa-ajan asunnon tarpeisiin. Järjestelmän avulla käyttäjän on mahdollista kytkeä, säätää ja tarkkailla lämpöjä sekä hoitaa valaistusta, murtovalvontaa ja lämminvesivaraajaa. [9.]



Kuva 3. DEFA Base Unit PRO -yksikkö [9]

Järjestelmä on helposti etähallittavissa DEFA-sovelluksella älylaitteen (iOS ja Android) avulla. Järjestelmään on saatavana muun muassa liike- ja savutunnistimia, etäohjattavia pistorasioita sekä magneettikytkimiä murtovalvontaan.



Kuva 4. DEFA-sovellus [9]

3.1.7 Cozify

Cozify on kotimainen langattoman sekä helppokäyttöisen järjestelmän tarjoava yritys. Järjestelmän vahvuutena on helppo integrointi jälkikäteen erilaisiin kohteisiin, koska erillisiä kaapelointeja ei tarvita. Tarvitaan vain Cozify Hub (kuva 5), joka yhdistää useiden eri laitevalmistajien IoT-tuotteet halutuksi kokonaisuudeksi. Järjestelmä ei yllä monipuolisuudessaan kaiken kattavalle tasolle, mutta erilaiseen median ja valaistuksen hallintaan löytyy omat tuotteensa. Hinnaltaan IoT-laitteet ovat huomattavasti kalliimpia kuin perinteisen automaation laitteet. Ohjaukseen käytetään Cozifyn omaa applikaatiota. [10.]



Kuva 5. Cozify Hub [10]

3.1.8 X10

X10 on yksi vanhimmista kotiautomaatioon kehitetyistä tiedonsiirtoprotokollista. Viestit kulkevat sähköverkon välityksellä tai radioteitse. Uusia tämän protokollan asennuksia ei juuri enää tehdä, koska uudemmat protokollat tarjoavat varmemmin ja nopeamman tiedonsiirron. [6.]

3.1.9 Zigbee

Zigbee on standardoitu langaton anturiverkko, joka tarjoaa matalan datamäärän tiedonkulun vähäisellä energiankulutuksella [6].

3.1.10 Z-Wave

Z-Wave on radiotaajuuksilla viestivien automaatiolaitteiden langaton protokolla. Järjestelmä toimii 900 Hz:n taajuusalueella. Noin 250 laitevalmistajalla on tuotteita, jotka tukevat tätä standardia. [6.]

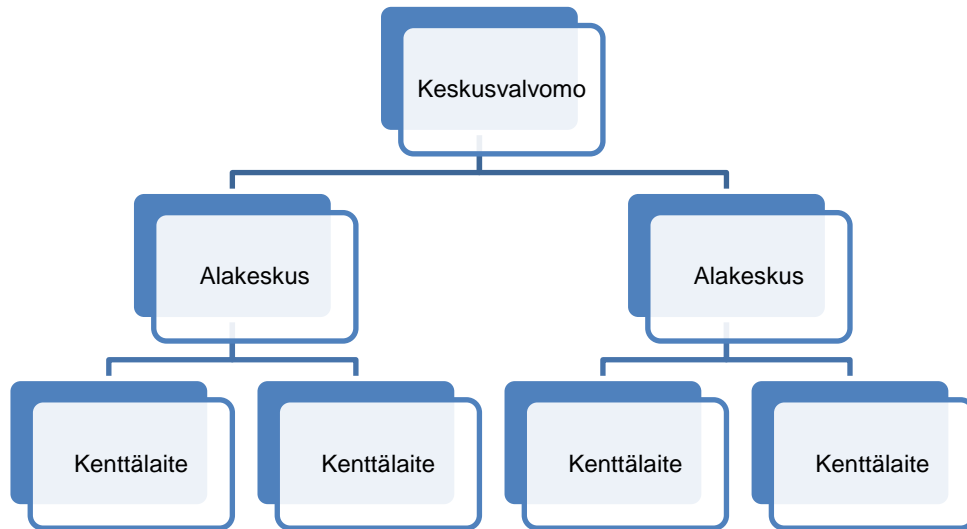
3.2 Väyläteknologiat ja topologiat

3.2.1 Väyläjärjestelmien rakenne

Väylässä kulkeva tiedonsiirto koostuu kolmesta vaiheesta: yhteyden muodostamisesta, tiedonsiirrosta ja yhteyden purusta. Tietotekniikan, ja vielä laajemmassa kuvassa digitaalitekniikan, kehittyminen on mahdollistanut järjestelmien valtaisan kehittymisen lyhyellä aikavälillä. Nopea kehitys on tuonut suuren tarjonnan, joka voi osoittautua jopa negatiiviseksi asiaksi järjestelmää valittaessa, koska valmistajilla on useita eri tiedonsiirtoprotokollia, joista kaikki eivät noudata selkeästi voimassa olevia yleisiä standardeja. Avomien ja suljettujen protokollien välillä on suuri ero, kun halutaan laajennusta tai muuta integrointia väyläjärjestelmään. [11.] Avoin järjestelmä antaa mahdollisuuden käyttää useiden laitevalmistajien tuotteita ja näin varmistaa järjestelmän pitkän elinkaaren.

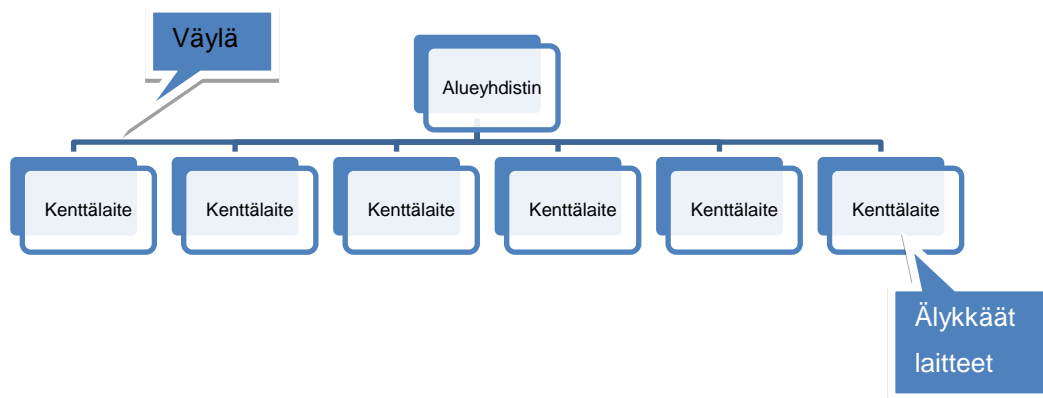
Väyläjärjestelmät voidaan jakaa kahteen eri peruskategoriaan: keskitettyihin ja hajautettuihin järjestelmiin (kuvat 6 ja 7). Kokonaistoimivuuden kannalta on suunnittelu-

vaiheessa tärkeää pitää huolta väylän järkevästä rakenteesta, jotta välttyttäisiin väylän turhalta ruuhkautumiselta ja liian pitkiltä väylän pituuksilta.



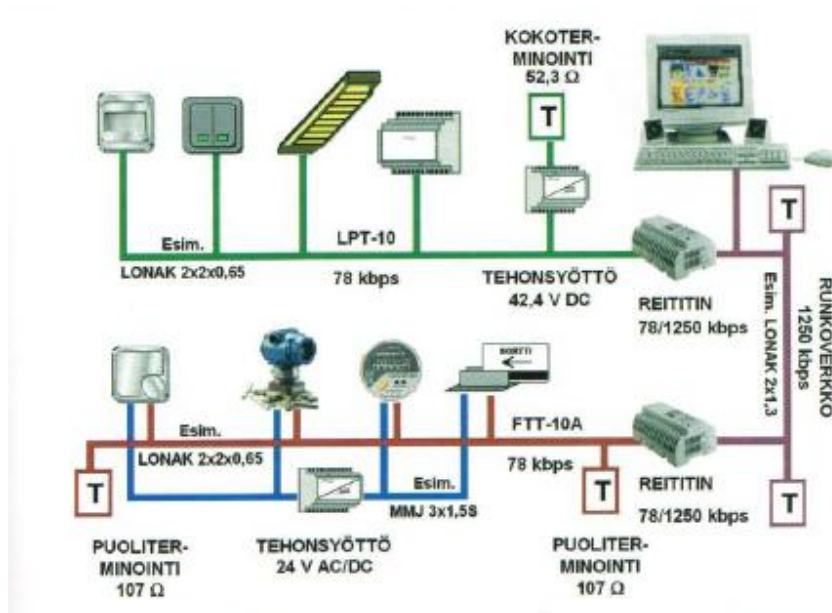
Kuva 6. Perinteinen, keskitetty järjestelmä

Keskitetyssä järjestelmässä (kuva 6) on hierarkkinen rakenne, jossa ylempi taso hoitaa käskyjen käytäntöön panon. Yleisimmin talo- ja kiinteistöautomaatiossa on käytössä hajautettu järjestelmärakenne (kuva 7). Järjestelmä koostuu useista osakokonaisuuksista, joissa nämä yksiköt toimivat oman älyn varassa ilman ylemmän tason hyväksyntää. Hajautetun järjestelmän etuna on hyvä laajennettavuus.



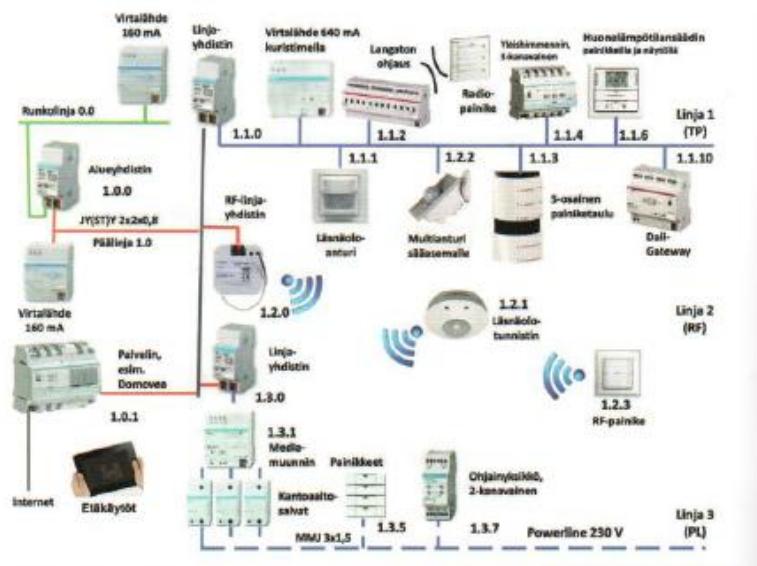
Kuva 7. Hajautettu järjestelmä

Yleisiä hajautetun tekniikan järjestelmiä ovat KNX- ja LonWorks-tekniikat. LonWorks on hiljalleen kuolemassa pois uusista automaattioratkaisuista, mutta järjestelmiä löytyy edelleen käytöstä. [11.]



Kuva 8. Esimerkki LonWorks-verkosta [11, s.17]

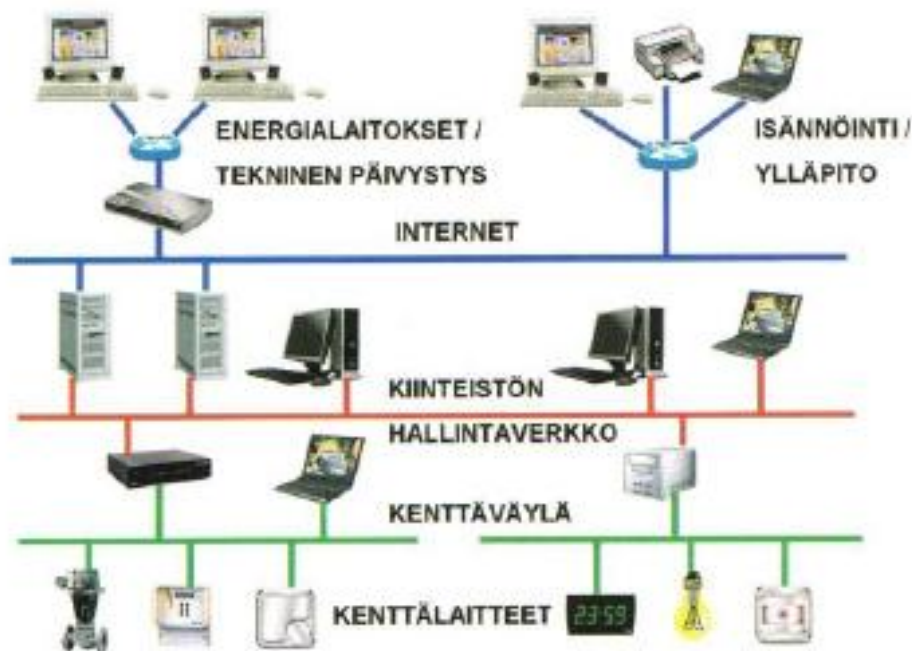
Kuvista 8 ja 9 löytyy kaavioesityksenä edellä mainittujen väylien rakenteet. Kaavioista pystyy havaitsemaan rakenne-eroavaisuuksia järjestelmien välillä.



Kuva 9. Esimerkki KNX-verkosta [11, s.18]

3.2.2 Kenttäväylät

Kenttäväylällä tarkoitetaan digitaalista tiedonsiirtoratkaisua, jolla on mahdollista yhdistää älykkäät väyläkomponentit muun automaation kanssa (kuva 10). Kenttäväylä liittyy edelleen automaatiiväylään, joka liittää yhteen eri prosessien osa-alueet, kuten esimerkiksi LVI- ja kulunvalvontajärjestelmät. Kenttäväylällä on kaksisuuntaisuutensa ansiosta hyvä luotettavuus, joten varsinkin prosessiautomaation puolella kenttäväylät ovat tulleet tutuiksi jo 1990-luvulla. Kenttäväyläteknologian avulla järjestelmän seuranta on tehokasta, mikä taas on diagnostiikan ja tästä edelleen prosessin kehittämisen kannalta erittäin tärkeää. Kenttäväyläratkaisut ovat hajautettuja, eli toiminnon suorittaminen on siirretty kenttälaitteen suoritettavaksi. Tämän tuoman edun ja yksinkertaisuuden avulla kenttäväyläratkaisuilla on mahdollista saada tuntuvia kustannussäästöjä. [11.]



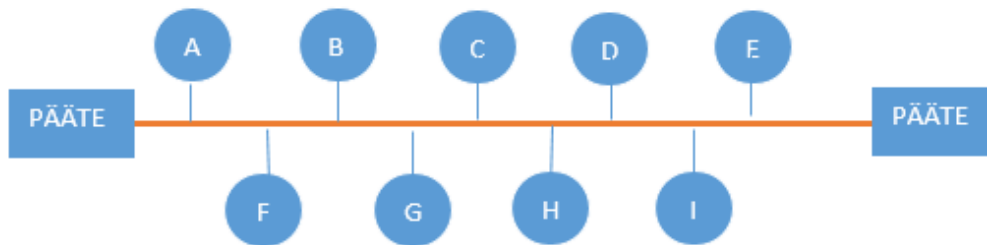
Kuva 10. Esimerkki kenttäväyläjärjestelmästä [11, s.33]

3.2.3 Topologiat

Topologialla tarkoitetaan tietoverkon perusrakennetta eli tapaa, jolla verkon laitteet on kiinnitetty toisiinsa. Väylien rakentamiseen käytetään yleisesti kierrettyä parikaapelia, koaksiaalikaapeli tai optista kuitua. Topologiat on jaettava vielä kahteen eri kategoriiaan: fyysiseen ja loogiseen topologiaan. Fyysisen topologian perusteella ei vielä pysty määrittämään, kuinka viestit kulkevat väylässä vaan tämän rakenteen kertoo looginen

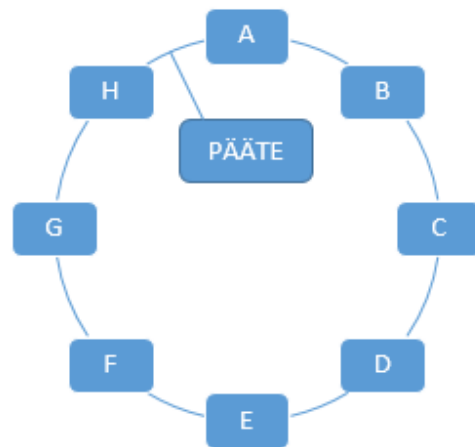
topologia. Topologiat jakautuvat tästä edelleen väylä-, rengas- ja tähtitopologioiksi. On olemassa myös lisäksi näistä poikkeavia hybriditopologioita ja kaikkia rakenteita yhdistäviä vapaan muodon topologioita. [11.]

Väylätopologiassa (kuva 11) kaikki laitteet on yhdistetty samaan kaapeliin. Kaapelin päitä ei ole kiinnitetty toisiinsa, vaan väyläkaapeli päättyy päätteisiin. Pääte sisältää terminoinnin, jonka tehtävänä on vähentää väylän häiriöitä. Väylän rakenteesta johtuen vain yksi laitepari voi viestiä kerrallaan. Tämä on tärkeä seikka ottaa huomioon varsinkin, jos väylä sisältää paljon laitteita. Väylä on yksinkertaisuudesta johtuen luotettava ja siihen helppo liittää tarvittaessa uusia laitteita. [11.]



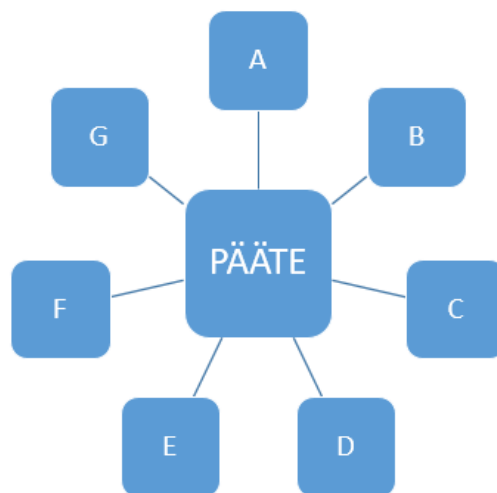
Kuva 11. Väylätopologia-rakenne

Rengastopologiassa (kuva 12) väylän jokaisessa solmussa on oma verkkolaite. Viesti kulkee renkaan lävitse laitteelta laitteelle, kunnes koko väylä on kuljettu ympäri. Tämän väylätyypin etuina ovat nämä, väylätopologiasta poiketen, aktiiviset liitinpisteet, jotka toimivat signaalivahvistimina. Tämä mahdollistaa laajemman verkon käyttöalueen, mutta rengasrakenne altistaa häiriöille ja jopa väylän toiminnan rikkoutumiselle laiterikkojen tai -häiriöiden sattuessa. Rengastopologia on tyypillinen lähiverkkorakenne, joskin Ethernetin myötä siirtynyt monista sovellutuksista sivuun. [11.]



Kuva 12. Rengastopologia-rakenne

Tähtitopologiassa (kuva 13) laitteet on kytketty omalla kaapelillaan suoraan kytkentäkeskukseen. Tämä topologia mahdollistaa helposti laitteiden lisäämisen tai muut muutostyöt, mutta kytkentäpisteen rikkoutuminen halvaannuttaa koko verkon toiminnan. [11.] Topologia on yleisesti käytössä Ethernet-verkkoratkaisuissa.



Kuva 13. Tähtitopologia-rakenne

3.3 Markkinat

Kuluttajamarkkinoita taloautomaatiossa hallitsee tällä hetkellä standardipuolella KNX. KNX on vahvan brändin luonut standardi, joka tarjoaa valmistajille vahvan alustan tuotekehitykselle. Kilpailu on kovaa, koska laitevalmistajia on yli 300, ja kaikki haluavat oman siivunsa markkinoista. Avoimen protokollan järjestelmä antaa varmasti käyttäjille enemmän luottoa tulevaisuuteen, koska tällöin järjestelmän toiminta tulevaisuudessa ei ole pelkästään yhden valmistajan varassa. Pienempiä toimijoita on joutunut jättäytymään kuluttajamarkkinoilta, esimerkkinä Eke-Kotiautomaatio (entinen EBTS). Kysymys voi olla myös pienemmillä toimijoilla toiminnan keskittämisestä omiin vahvempiin toimialueisiinsa.

Teollisuusautomaatiossa toimivilla valmistajilla on valtavat resurssit ja laadukkaat tuotteet takanaan. Tuloa taloautomaatiomarkkinoille voi hidastaa suurempien intressien kohdentaminen vielä heille tuottavampaan teollisuusautomaatioon. Pientalojen automaatioratkaisut ja käyttäjien halut ovat myös vielä niin moninaisia, koska kuluttajalla ei ole vielä kunnollista tietopohjaa automaation käytöstä tai sen mahdollisuuksista. Taloautomaatiopuoli vaatii teollisuustoimijoilta vielä yhteistyötoimijoiden kouluttamista, yhteistyötoimijaverkoston laajentamista sekä tuotteiden spesifiointia enemmän kuluttajakäyttöön.

4 Automaatiojärjestelmien vertailu

4.1 Talo vs. teollisuus

Nykypäivään läheisesti liittyvässä ekologisuus-ajattelumallissa tulee väistämättä mieleen tuotteen suunnitellun elinkaaren pituus. Teollisuuspuolella komponenteilta halutaan ensisijaisesti varmaa toimintaa ja pitkää elinkaarta, koska seisokit ovat erittäin kalliita monissa teollisuusalan prosesseissa. Pääosin laitteet käyttävät langallista liitäntää häiriötilanteiden minimoiseksi. Väyläliikenneratkaistuissa myös käytetään riittävän nopeuden omaavia varmoiksi testattuja ratkaisuja. Näin ollen voisi sanoa, että teknisiltä ominaisuuksiltaan tuotteet eivät välttämättä edusta alan viimeisintä teknologiaa, mutta laitteet on rakennettu teollisuuden tarpeita ja kustannusoptimointia silmällä pitäen. Elinkaarta pidentää myös osaltaan se tekninen asia, että korvaavien varaosien saanti, nii-

den yhteensopivuus sekä tuotetuki ovat huomattavan vahvalla pohjalla verrattuna pienempiin suljettuihin taloautomaatiojärjestelmävalmistajiin. Teollisuuskomponentit ovat myös tarkoin testattuja, luokiteltuja sekä hinnaltaan todella kilpailukykyisiä johtuen osaltaan suuremmista valmistusmääristä. Suuret resurssit ja suurten asiakkaiden luoma paine on luonut testausmenetelmät, joiden täytyy olla tarkoin määriteltyjä, jotta vältetään materiaali- ja valmistusongelmilta. Teollisuusautomaatiojärjestelmän rakentamista voisi jossain määrin verrata talon tekoon niin sanotusti pitkästä puusta. Yhdistettävyyden muihin väyliin ja järjestelmiin onnistuu, mutta vaatii usein koodausosaamista ja laajaa tuotetason tuntemusta.

Taloautomaatiomarkkinoilta löytyy suuresti tarkoin räätälöityjä ratkaisuja eri tasoihin automaatiotarpeisiin. Näiden järjestelmien muokkaaminen ja laajentaminen voi olla jopa mahdotonta. Tuotetuki vanhoihin komponentteihin voi olla vaikeasti saatavissa eikä esimerkiksi korvaavia komponentteja vanhempiin järjestelmiin ole välttämättä enää saatavana. Tämä voi aiheuttaa suuria yllättäviä kustannuksia käyttäjälle laiterikon sattuessa. Pientaloautomaatio toki tarjoaa pienemmillekin valmistajille laajan markkina-alueen, koska käyttäjien tarpeet vaihtelevat suuresti. Tarve voidaan luoda jopa käyttäjien mielikuvista, joiden pohjalle on rakennettu teknisiä ratkaisuja. Tämä voi pahimmassa tapauksessa luoda tuotteita, joiden testaus on puutteellista. Testaus voi olla jopa siirretty suuressa määrin valmistajalta käyttäjätasolle. Erilaiset langattomat ratkaisut, esimerkiksi IoT-laitteet, ovat suosittuja taloautomaatiopuolella suuresti johtuen niiden helposta ja nopeasta jälkiasennuksesta. Samassa tilassa toimivat useat langattomat verkot ja laitteet voivat kuitenkin aiheuttaa häiriöitä, eivätkä laitteiden vikasieto-ominaisuudet ole välttämättä teollisuuskomponenttien tasolla. Näin ollen perusteet langattomuudelle täytyisi syntyä selkeästi aina käytännön tasolta. Kuluttajamarkkinoilla kustannusoptimointi ei ole niin suuressa arvossa vaan mielikuviin on luotu vahvasti tekninen ajatus. Laitteella on jokin tekninen ominaisuus, jolla se erottuu muista tuotteista, vaikka teknisellä ominaisuudella ei olisikaan välttämättä perusteita.

4.2 Kehitysnäkymät

Isot teollisuustoimijat, esimerkiksi Siemens ja Beckhoff, ovat varmasti tulossa mukaan pientalojenkin automaatiopuolelle. Ne tekevät kiinteistöautomaatioalalla jo vahvaa pohjaa tulevaisuutta varten. Tämä pohja luo laadukkaat järjestelmät ja kouluttaa henkilöstöä tulevaisuutta varten. Suuret resurssit luovat turvallisen kehityspohjan, eikä teolli-

suustoimijoilla ole varmastikaan vielä suurta kiirettä tulla vielä murroksessa olevaan alaan mukaan. Voisi jopa ajatella, että pienemmät toimijat tekevät suurempien teollisuustoimijoiden puolesta ikään kuin kuluttajatutkimusta, joilla määritellään käyttäjien todelliset tarpeet. Kun murroksen aika on ohitettu ja automaatiosta tulee selkeästi joka kodin vakiovaruste, on suurilla toimijoilla resursseja lähteä isolla panostuksella alalle mukaan.

5 Kohteen esittely

5.1 Vaatimukset

Suunnittelun kohteena oleva haja-asutusalueen omakotitalo tulee olemaan pitkiäkin talvella tyhjiään, joten turvallinen etäohjaus ja -valvonta oli yksi ensimmäisistä toiminnallisista vaatimuksista. Kaukohallintaa käytettäessä etäyhteyden avulla täytyy sen olla turvattu ja hakkerointi järjestelmään täytyy tehdä mahdollisimman vaikeaksi. Lämmityksen ohjauksen suunnittelun tiedettiin olevan haastavaa, koska kohde sisältää useamman lämmitysmuodon yhdistelmän. Maalämpö, puukattila, varaava takka ja jäädytyksestä vastaavat puhallinkonvektorit täytyy saada toimimaan järkevästi yhteistyössä. Ilmanvaihtojärjestelmän toiminta on myös tietenkin sidoksissa lämmitykseen sekä jäädytykseen. Nämä tekijät yhdessä hyvin suunnitellun automaatiojärjestelmän kanssa luovat kohteeseen hyvän ja terveellisen sisäilmaston. Talojärjestelmän toiminta ja sen osat käydään tarkemmin läpi luvussa 6. Hyvään sisäilmastoon tarvitaan tietysti myös valaistus, jotta siitä voidaan nauttia. Automaation avulla valaistus saadaan helposti optimoitua käyttötarpeen mukaan. Kohteen toiminnalliseen turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia olivat erityisesti monimutkaisen automaatiojärjestelmän valvottavat osat, joita olivat ensisijaisesti lämmitysjärjestelmän lämpötilatiedot, puukattilan toiminta, käyttövesi- ja maalämpökaivojen pinnankorkeudet sekä lämpötilat, pienpuhdistamon toiminnan seuranta sekä sisäilmatiedot. Muita turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia olivat murto- ja kameravalvonta. Järjestelmää tulee pystyä ohjaamaan helppokäyttöisen käyttöliittymän kautta jokaisesta kerroksesta kiinteän näytön avulla. Tiedonkeruu tästä kokonaisuudesta oli tietysti myös vaatimuksissa. Nämä kerätyt tiedot mahdollistavat järjestelmän toiminnan seuraamisen ja kehittämisen tehokkaalla tavalla. Jotta kehittäminen on mahdollista, tulee järjestelmän muokattavuus olla korkealla tasolla. Tällä tavoin pystytään myös varmistamaan se, että järjestelmän toiminnan määrää käyttäjä.

5.2 Talon toimintamalli automaation piirissä

Lähtökohtaisesti talon toimintamallia suunniteltaessa on ensimmäisenä ajatuksena käytön helppous. Automaation tulee näin ollen toimia käytettävyyttä tukevana apurina. Talotekniikan peruskomponentit halutaan pitää perinteisinä, eikä esimerkiksi haluta viimeisintä tekniikkaa edustavia hipaisuvalokatkaisijoita. Talotekniikan monimutkaisuus tuo teknisiä haasteita ylläpidolle ja huollolle, joten on tärkeää dokumentoida tarkoin kaikki järjestelmän toiminnot. Talojärjestelmän toimintoja täytyy pystyä ymmärtämään muutkin kuin suunnitteluhenkilöt. Tämä lähtee perusasioista: muun muassa I/O-pisteiden, komponenttien ja toimintojen selkeät nimeämiset. Tämä on tärkeä tekijä tulevaisuuden kannalta. Talotekniikan huoltoa helpottava tekijä on talon huoltokirjan luominen. Automaatiojärjestelmään syötettyjen tietojen perusteella järjestelmä pystyy ilmoittamaan huoltotoimenpiteistä, esimerkiksi ilmanvaihtokoneen suodattimien vaihdosta tai pienpuhdistamon toimintaan liittyvistä asioista. Nämä ovat tärkeitä energiatehokkuuteen sekä tietysti sisäilman puhtauteen ja sen myötä talon terveyteen vaikuttavia asioita. Perushuoltojen ohella taloa sekä ihmisiä suojaa tietysti kaiken aikaa paloilmaisimet, CO²-anturit, CO-anturit ja vuotoilmaisimet. Näin ei pysty aiheutumaan vaaraa talotekniikan tai ulkoisen syyn johdosta ihmiselle tai talolle.

5.3 Elinkaariajattelumalli

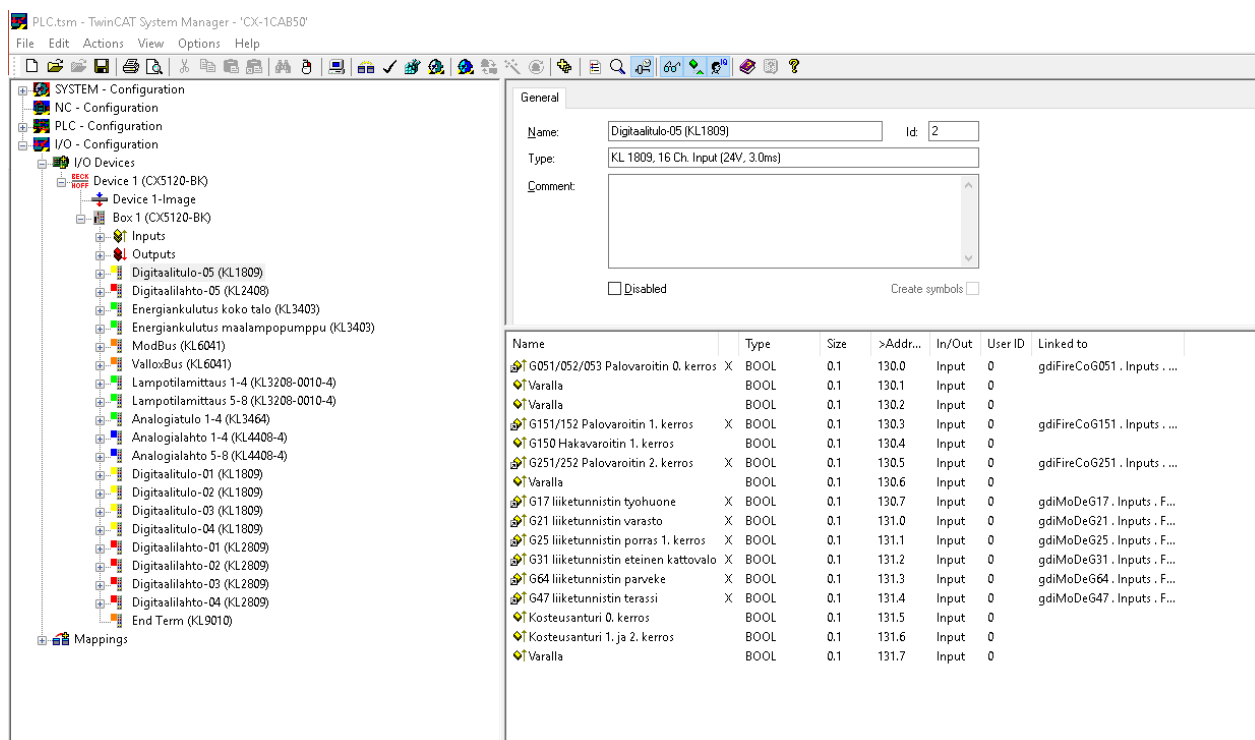
Jo aiemmin tässä työssä mainittu elinkaariajattelumalli on vahvasti läsnä suunnittelun lähtökohtana. Talon automaatiojärjestelmän komponentit tulee olla korvattavissa myöhemmillä vastaavilla, jotta säästytään suuremmilta järjestelmämuutoksilta. Tämä vaatii suunnittelulta pitkäkatseisuutta ja hyvää teknistä tietotaitoa. Pitkän aikavälin muutossuunnitelma vaatii tilanvaraukset sähkökaappeihin ja talon automaation runkoverkkoa suunniteltaessa pyritään valitsemaan sellaiset väylätopologiat, jotka mahdollistavat muutokset ja päivitykset. Yksi tämän tyyppinen ratkaisu on käyttää väliliittimiä ohjauslogiikan ja talon runkoväylän välillä. Tämä tekninen ratkaisu mahdollistaa, että pelkästään automaation ohjausjärjestelmä on korvattavissa uudella. Tällä tavoin talon runkoverkko säästyy suuritöisiltä ja -kustannuksisilta muutoksilta.

6 Taloautomaatiojärjestelmän esittely

6.1 Taloautomaatiojärjestelmästä yleisesti

Taloautomaatiojärjestelmän kohde on puurakenteinen kaksi- ja puolikerroksinen omakotitalo. Järjestelmiä on kartoitettu harkiten, jotta mahdollisilta ongelmilta vältyttäisiin jatkossa. Järjestelmän tulisi olla koko talon kattava päivitysmahdollisuuksineen. Järjestelmän komponenttien ja käytettävien ohjelmistojen kartoitus osoittautui vaativaksi prosessiksi. Ohjelmistosuunnittelulta vaadittiin myös paljon, koska järjestelmän rakenne on kohtuullisen monimutkainen, ja osittain hankalasti hallittava järjestelmä on pystyttävä pitämään energiatehokkaana ja helppokäyttöisenä. Valmista ratkaisua, joka olisi pystynyt vastaamaan kohteen tarpeisiin, ei löytynyt, joten automaatiojärjestelmän luominen päätettiin suorittaa samaan tyyliin kuin rakennuksen rakentaminen, eli niin sanotusti pitkistä puusta. Teollisuusautomaation puolelta löytyi hyvin paljon tietotaitoa, jota käytettiin hyväksi suunnittelua tehdessä. Taloautomaatiopuoli on myös hyvin paljon hajanaisempi ja useista järjestelmistä löytyi teknisiä puutteita, jonka johdosta useat komponenttivalinnat kohdistuivat teollisuustuotteiden puolelle.

Taloautomaatiojärjestelmän ohjaukseen valikoitui teollisuuspuolelta tunnettu PC-pohjainen ohjelmoitava logiikka Beckhoff CX5120, joka mahdollisti kaikkien tarvittavien laitteiden ohjauksen ja erinomaisen laajennettavuuden. Beckhoffin ohjelmointi suoritetaan PC-pohjaisella TwinCat-ohjelmistolla. Alla olevassa kuvassa 14 on kuvakaappaus ohjelmistosta. Esimerkkikuvassa on nähtävissä Beckhoff-automaatiojärjestelmän yhden KL1809-I/O-kortin digitaalitulojen nimet, osoitteet ja tilatiedot. Liitteistä 1–3 löytyy muiden I/O-korttien konfiguraatitiedot.



Kuva 14. TwinCat-ohjelmisto

Talon runkoverkoksi valikoitui RS-485-standardin väylä. RS-485 on alkujaan teollisuuden datansiirtoon kehitetty standardi. Väylässä päästään jopa 30 Mbit/s nopeuteen, vaikka standardin mukainen enimmäisnopeus on lyhyillä matkoilla 10 Mbit/s. Nopeus on riittävä kohteeseen ja etuina RS-485-standardissa ovat jopa 1 200 metrin kaapelointipituus ja matalat signaalitasot, jotka vähentävät häiriökohinaa ympäristössä. [11, s. 50.]

Alla olevissa luvuissa 6.1.1–6.1.5 käydään läpi yksityiskohtaisesti järjestelmän rakenne ja komponentit.

6.1.1 Lämmitys, jäähdytys ja ilmanvaihto

Lämmitys on talon ”sydän”, ja tässä projektissa päädyttiin energiatehokkaaseen vesikiertoiseen lattialämmitykseen. Lattialämmitys on talon kaikissa tiloissa ja se on jaettu noin 20 piiriin, joita ohjataan joko ulkolämpötilaa seuraten käyräkorjatusti tai huonesäätimillä. Huonesäätiminä käytetään ProDual HLS 44 -säätimiä, jotka on yhdistetty Modbusilla RS-485-automaatiiväylään. Suuri osa huonesäätimistä suojaa myös lattiamate-

riaaleja rajoittamalla lattian maksimilämpötilaa. Märkätiloissa on kuitenkin "jatkuva" lämmitys ulkolämpötilan mukaan. Tällä varmistetaan riittävä kosteudenpoisto ja pidetään rakenteet kuivina.

Lämmityskierron menovesi lämpenee 1 500 litran kaksikerrosvaraajassa, jota lämmitetään poissa ollessa Oilon GeoPro SH 11 -maalämpöpumpulla tai paikalla ollessa Laddomat-ohjatulla puulämmityskattilalla. Lämmönlähteet lämmittävät kaksikerrosvaraajan lämmityspiiriin käytettävän varaajan alaosan (matalampi lämpötila) lisäksi myös lämmintä käyttövedtä varten olevan yläosan (korkeampi lämpötila). Lämpimän käyttöveden ja lämmityspiirin lähtevän veden ohjaukset ovat Beckhoffin hallinnassa. Puukattilan turvallisuuteen liittyvä seikka on mekaanisen venttiilin käyttö ylipainekeytkimen avulla tapauksessa, jossa sähkökatkon tai laiterikon takia kiertovesipumppu pysähtyy ja aiheuttaa lämpötilan nopean nousun puukattilan vesikiertossa. Ylipainekeytkin avaa mekaanisen venttiilin, mikä saa aikaan kylmän veden virtaamisen järjestelmään ja näin järjestelmän lämpötila saadaan turvallisesti alas.

Lattialämmityspiirin kiertovesipumppu Grundfos MAGNA3 on kytketty Modbusilla automaatioväylään, ja sitä ohjataan tarveohjatusti tehoa optimoiden.

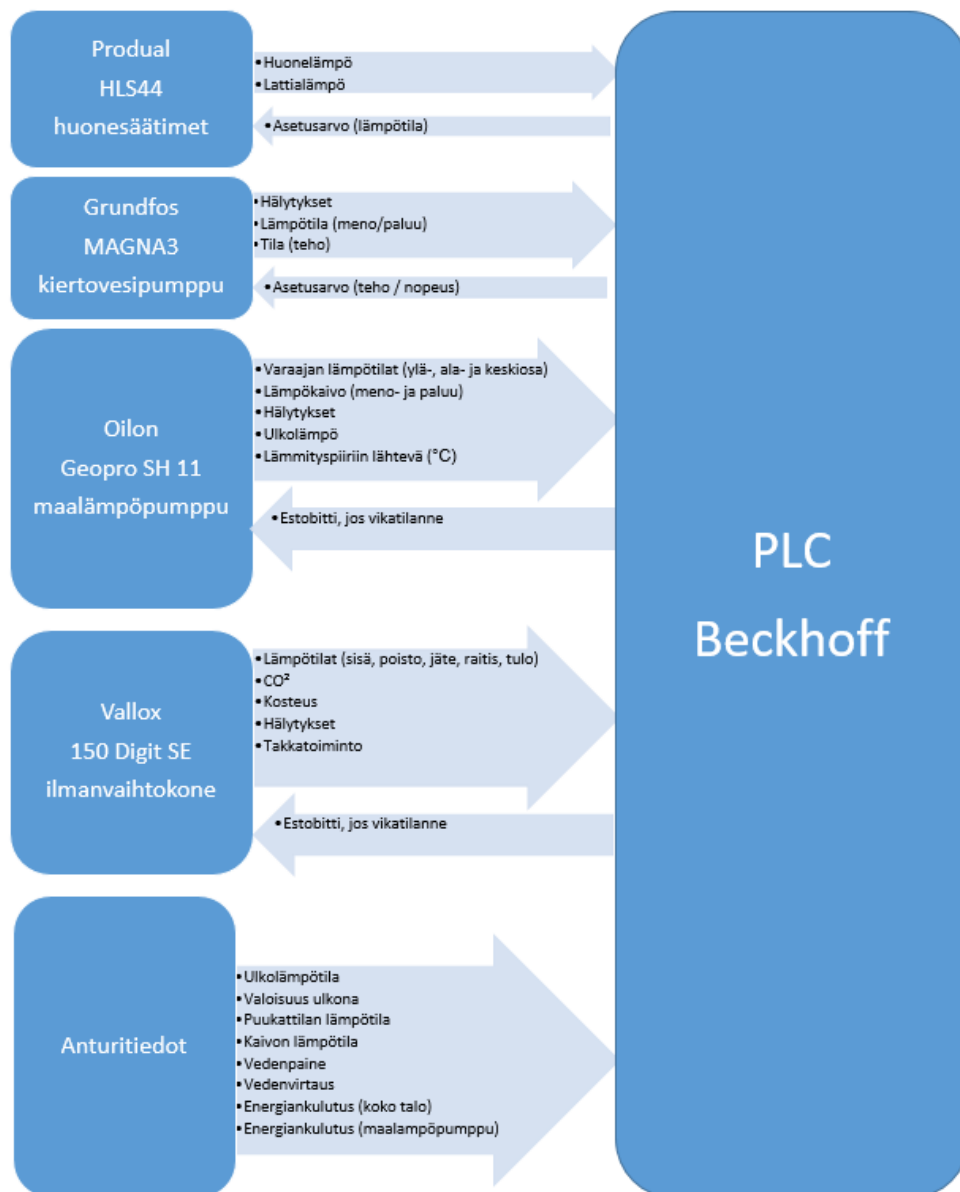
Maalämpökaivon lämpöenergiaa ja -tilaa käytetään hyväksi ilmanvaihdon kautta talon lämmittämiseen ja jäähdyttämiseen. Talviaikaan lämpökaivon energialla esilämmitetään taloon tuleva raitis ilma ja vastaavasti kesäaikaan maalämpökaivosta saatavalla kylmällä jäähdytetään tulevaa raitista ilmaa. Esilämmitys ei välttämättä riitä ilmanvaihdon lämmöntalteenotonkaan kanssa tuottamaan kovilla pakkasilla mukavan lämmintä tuloilmaa, joten tarvittaessa käytetään vielä lämminvesivaraajaan kytkettyä jälkilämmityskennoa.

Kuumalla kesäilmalla kaksi- ja puolikerroksisen talon ylin kerros saattaa lämmön kerrostumisen takia olla liian lämmin mukavaan oleskeluun, joten ylimmän kerroksen keskellä olevaan oleskelutilan seinään on asennettu jäähdytyskonvektori. Termostaattiohjatussa konvektorissa kiertää maalämpökaivon viileä liuosneste varmistaen mukavan oleskelulämpötilan.

Ilmanvaihdon toiminnasta ja ohjauksesta huolehtii Vallox Digit SE 150 VKL - ilmanvaihtokoneen oma ohjauslogiikka. Järjestelmään liitetyt kosteusanturit kosteissa tiloissa ja hiilidioksidianturit oleskelutiloissa varmistavat optimaalisen ilmanvaihdon

parhaalla mahdollisella hyötysuhteella. Ilmanvaihtokoneen ohjauslogiikka on yhdistetty omalla RS-485-väylällään Beckhoff-järjestelmään mahdollistaen anturitietojen seurannan ja hälytystiedot.

Kuvassa 15 on yksinkertaistettuna esitetty järjestelmässä kulkevat viestit Beckhoff-ohjauslogiikan ja toimilaitteiden sekä anturien välillä.



Kuva 15. Väylässä kulkevat viestit (LVI)

6.1.2 Valaistus ja sähkönsyöttö

Kohteen kiinteistöautomaatiossa on paljon komponentteja, jotka vikaantuessaan saattaisivat aiheuttaa talon käytössä ongelmia ja pahimmillaan myös estää käytön kokonaan, joten on tärkeää suojata laitteet ulkopuolisilta uhkilta. Sähkönsyöttö kyseiseen haja-asutuskohteeseen tapahtuu ilmajohdoilla, joten ukkosen aiheuttamaa ylijännitetilannetta varten täytyy suojautua mahdollisimman hyvin. Kohteessa sijaitsevassa ryhmäkeskuksessa on koko taloa suojaava keskitason suoja (suojausluokka C) ja automaatiokaapin syötössä on lisäksi ryhmäkohtainen hieno suoja (suojausluokka D). Ylijännitesuojien luokitukset ovat normin DIN EN 61643-11:2002 mukaisia.

Talossa on sekä 24 VDC että 230 VAC -valaisimia käyttötilannetarpeen mukaisesti ja kaikkia valaisimia ohjataan Beckhoff PLC:n ohjaamina Phoenix Contact -välireleillä (PLC-RSC- 24UC/21). Kaikki mahdolliset valaisimet ovat energiatehokkaita LED-valaisimia. Osa valaisimista toimii hätätilanteissa ja sähkökatkon aikana turvavaloina ja niiden käyttöjännite on 24 VDC UPS-käytön mahdollistamiseksi. Turvavalot valaisevat kaikki porras- ja käytävätilat, mikä mahdollistaa turvallisen liikkumisen talossa. Normaalisessa käytössä kaikki porras-, käytävä- sekä läpikuljettavien tilojen valaisimet toimivat liiketunnistimilla ja syttyvät sekä sammuvat siten automaattisesti. Kyseisten tilojen valaisimet saadaan halutessa päälle myös valokytkimistä, jolloin automatiikka ohitetaan. Ohjaus siirtyy takaisin automatiikalle sammuttamalla valo valokytkimestä.

Himmennettävien valojen säätö tehdään ohjaamalla 0–10 VDC:n ohjausjännitteellä säädettäviä LED-ajureita. Ohjausjännitteet saadaan PLC:n analogiaulostulokortilta. Valokytkimen lyhyt painallus sytyttää/sammuttaa valon ja pitkä painallus säätää kirkkautta.

Nykypäivänä sähkönsyöttöön liittyvä asia on myös mahdollisuus sähköautojen lataukseen. Suunnittelussa on otettu huomioon OCPP-standardin mukaisen latausaseman liittäminen RS-485-väylään ja siitä edelleen Beckhoffille. Tämä mahdollistaa ”älykkään maksimilatauksen”. Automaatiojärjestelmä laskee energiankulutuksen perusteella sulakkeet huomioiden jäljelle jäävän maksimivirran, jonka järjestelmä pystyy antamaan edelleen latauspisteelle. Sähköauton latausstandardissa on määritetty latausvirran olevan välillä 6–32 ampeeria. Kun sähköauto on kytkettynä lataukseen ja virtaa on saatavana yli 6 A, alkaa lataus. Kun virransaanti on alle 6 A, latausasema pysyy odotus-

tilassa (wait-state), kunnes virta ylittää jälleen 6 A:n rajan ja lataus saa jälleen jatkaa. Sähköauton latauksessa maksimilatausvirran määrittää autoon integroitu laturi.

6.1.3 Turvalvonta ja hälytykset

Murtovalvonta on pääosin toteutettu käyttämällä samoja liiketunnistimia kuin valojenkin ohjaukseen. Jotta murtovalvonta olisi toimintakykyinen myös sähkökatkon aikana, täytyy kaikkien tarpeellisten komponenttien jännitesyöttö varmistaa UPS:n avulla. PLC:n UPS on mitoitettu pitämään järjestelmä toiminnassa pitkienkin sähkökatkosten aikana.

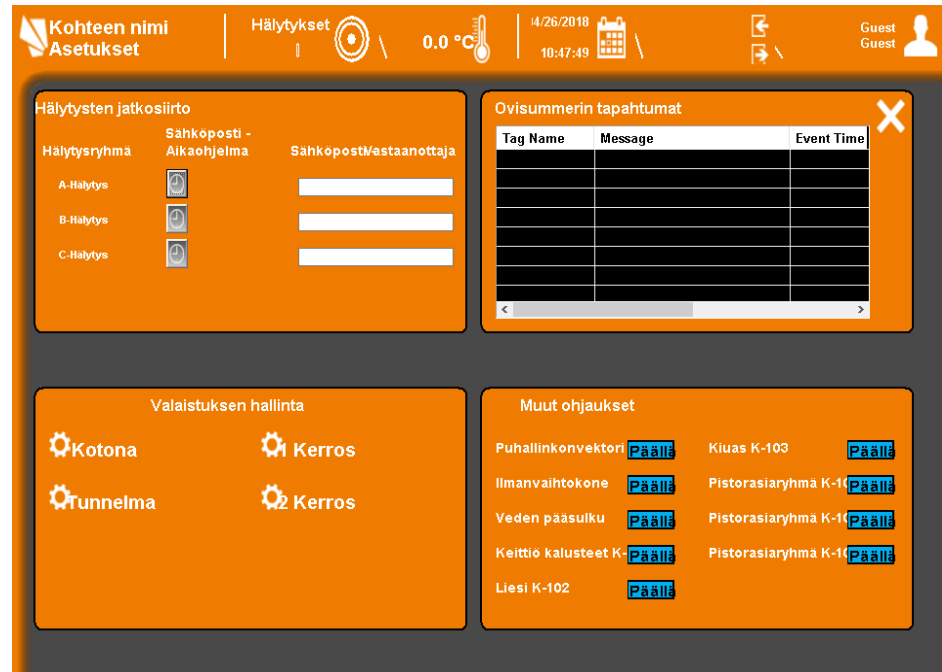
Lisäturvaa tuo myös kuudella kameralla varustettu IP-kameravalvonta, jolla on oma UPS sähkökatkojen varalta. Kameroiden jännitesyöttö hoituu verkkokaapelien kautta POE-tekniikan avulla. Kameroiden tallentama kuvamateriaali tallentuu verkkotallentimen kahdelle peilaavalle kiintolevyille (raid 1) ja sekä live-kuvaa että tallenteita voidaan katsoa taloautomaation näytöiltä. Etäkäyttö on luonnollisesti mahdollista suojatun yhteyden lävitse.

Jokaisen kerroksen palo- ja häkävaroittimet ovat jaettuna omiin piireihin, ja hälytyksen tullessa taloautomaation näytöstä voidaan nopeasti havaita, mikä varoitin on aiheuttanut hälytyksen. Varoittimet on valittu eri tiloihin niiden erityistarpeiden mukaisesti. Pölyiset tilat vaativat erityyppisen varoittimen kuten myös tilat, joissa on tulisija.

Kaikissa lämmitys- ja käyttövesijakotukkien asennuskaapeissa on vesivuotoanturit suojaamassa rakennusta vesivuodoilta. Kriittisissä tiloissa kulkevat viemäriputket on koteoitu ja mahdollinen vuoto johdetaan tilaan, jossa on joko lattiakaivo tai kosteusanturi.

Jos talossa ollaan paikalla ja tulee mikä tahansa hälytys, kaikissa taloautomaation näytöissä näkyy viesti hälytyksen syystä ja kaikkien kerrosten kaiuttimista kerrotaan selkokielinen ääniviesti hälytyksestä. Kaikille eri hälytyksille on oma viestinsä. Viesti toistuu niin kauan, kunnes se on kuitattu näytöltä. Kaiutinjärjestelmässä käytetty D-luokan vahvistin toimii samalla UPS-varmennetulla jännitesyötöllä kuin Beckhoff PLC:kin. Kaiutinjärjestelmää käytetään myös esimerkiksi ovikellon äänen toistamiseen ja sen kautta voidaan toistaa vaikkapa Spotifyn tai vastaavan palvelun mediaa.

Jos talossa ei olla paikalla hälytyksen tullessa, lähettää järjestelmä sähköpostia kaikkiin esiasetettuihin sähköpostiosoitteisiin (kuva 16). Ainakaan tällä hetkellä jatkohälytys ei mene ulkopuoliselle turva-alan toimijalle.



Kuva 16. Hälytykset käyttöliittymässä

6.1.4 Tiedonkeruu

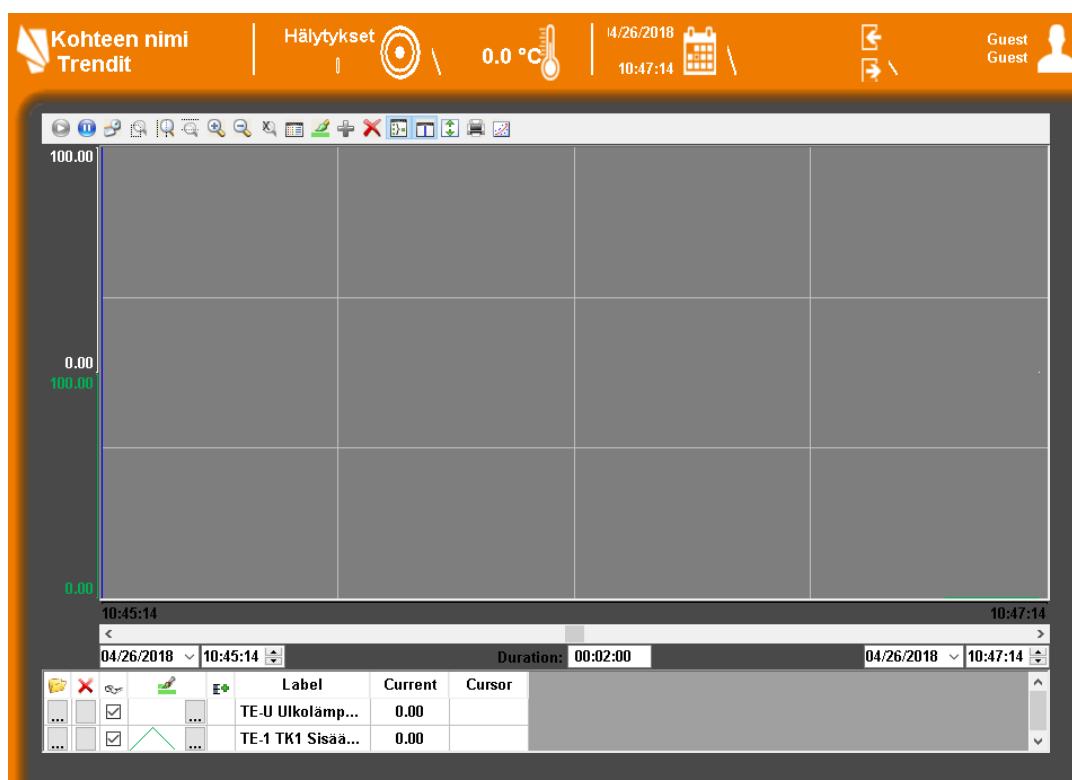
Tämän talon LVI-järjestelmä on melkoisen monimutkainen, ja se sisältää useita osittain päällekkäisiä osajärjestelmiä, jotka vaikuttavat talon toimivuuteen, käytettävyyteen ja energiatehokkuuteen. Jotta tehdyistä investoinneista saataisiin mahdollisimman suuri hyöty, on erittäin tärkeää käyttää tiedonkeruuta datan keräämiseen ja tallentamiseen. Kaikkia mitta-arvoja ei yksinkertaisesti ole mahdollista seurata käyttäjän toimesta.

PLC:n mittauskortteihin liitettyjen antureiden lisäksi saadaan kaikkien LVI-laitteiden mitta-arvot luettua tiedonsiirtoväylien kautta ja tallennettua PLC:n muistiin myöhempää datan analysointia varten. Mittausdata tallentuu SD-kortille, ja se voidaan helposti siirtää esim. Excelissä tapahtuvaa käsittelyä varten. Mittadatan avulla varmistetaan, että kaikki laitteet saadaan toimimaan parhaalla mahdollisella hyötysuhteella ja samanaikaisesti maksimoidaan asumismukavuus ja käytettävyys. Yksi tärkeä ja varmistettava

asia on se, ettei lämmitys ja jäähdytys ole samassa tilassa samaan aikaan päällä. Kuitenkin jo aiemmin työssä todettua: kun taloautomaatio toimii oikein, sen olemassaoloa ei edes huomaa.

Energianmittauksien avulla voidaan laskea syntyneitä käyttökustannussäästöjä ja sitä kautta järjestelmän kuoletusaikoja. Oletuksena on, että lisääntyneen mukavuuden lisäksi elinkaarimallissa saadaan automaatioon sijoitetulle pääomalla myös tuottoa. Tämä varmistuu luonnollisesti vasta vuosien kuluttua, kun toteutuneet kustannukset ovat tiedossa.

Käyttöliittymä sisältää myös itsessään mahdollisuuden luoda trendejä kaikista mitattavista suureista. Esimerkiksi ulkolämpötilan ja lämmityspiiriin lähtevän veden suhdetta on helppo tarkastella trendien avulla (kuva 17).



Kuva 17. Trendi-ikkuna käyttöliittymässä

6.1.5 Käyttöliittymä ja etähallinta

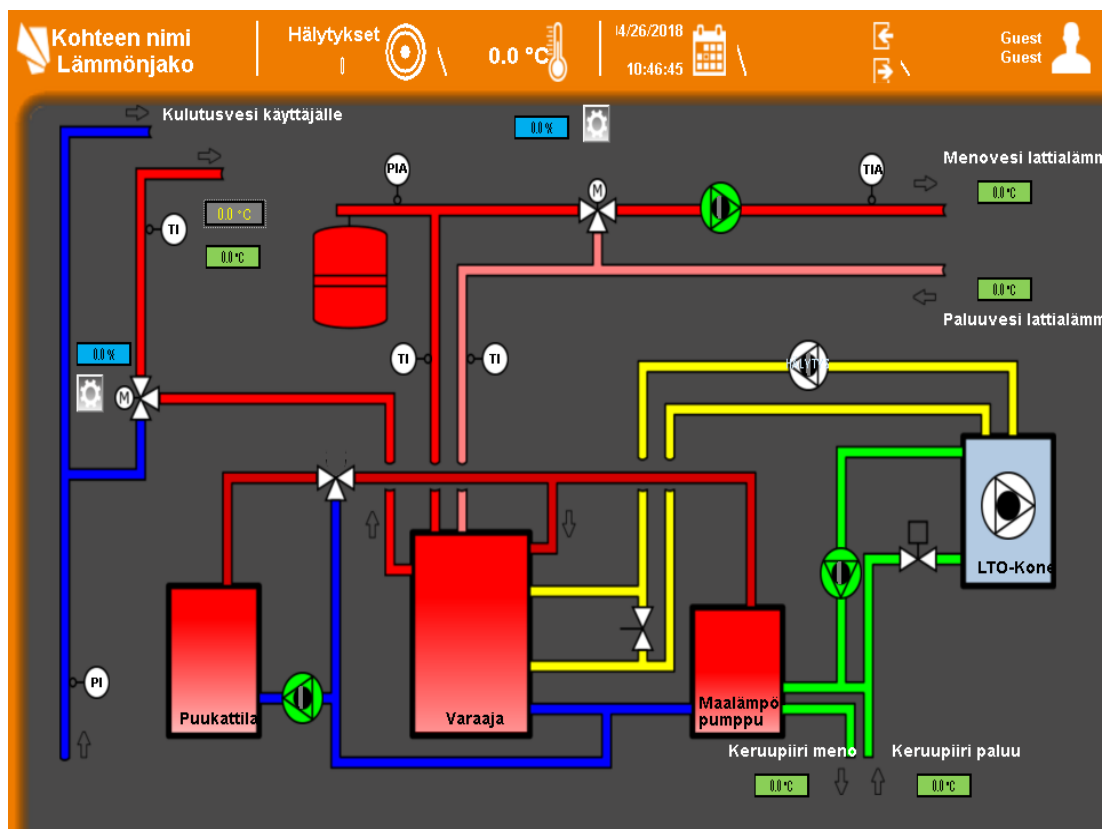
Järjestelmää ohjataan kohteeseen rätälöidystä käyttöliittymästä joko kiinteästä kosketusnäytöstä, joita on talon jokaisessa kerroksessa omansa, tai sitten turvatulla etäyh-

teydellä TOSIBOX®-laitteen avulla. Kyseessä on kotimainen VPN-yhteystekniikkaan perustuva etäyhteyslaite.

Liitteessä 4 on esitetty näkymät käyttöliittymän pääikkunasta. Käyttöliittymä on täysin räätälöitävissä ja varmastikin muokkautuu vielä, kun järjestelmä saadaan kokonaisuudessaan käyttöön otettua.

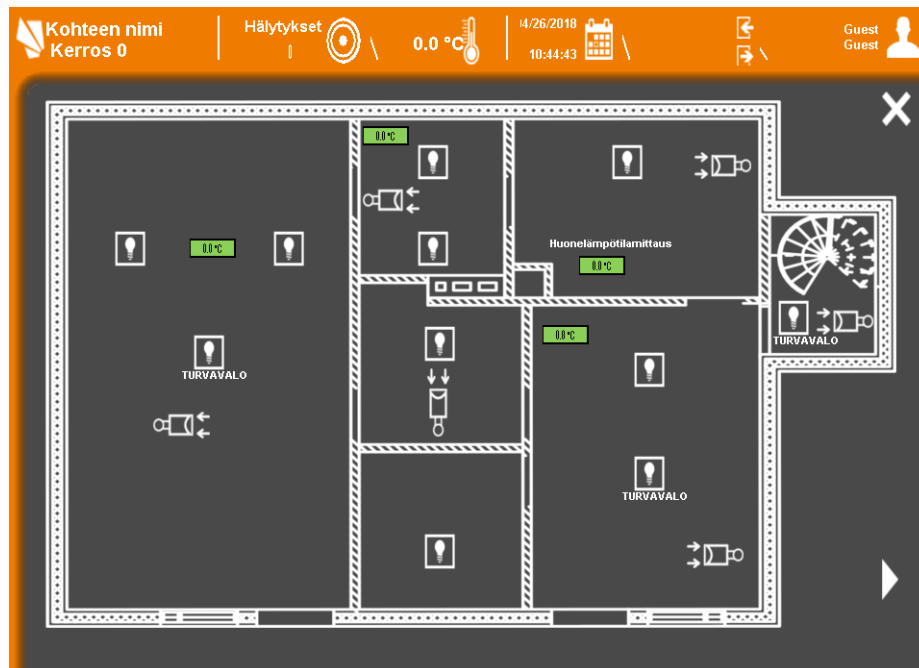
6.2 Prosessikaaviot

Tähän on koottu kohteen automaation eri järjestelmien prosessikaavioita, jotka löytyvät järjestelmään integroituna käyttöliittymän sisältä. Ne antavat erittäin selkolukuisen kuvan järjestelmän toiminnasta käyttäjälle reaaliaikaisten mittaus- ja tilatietojen avulla. Kuvassa 18 on nähtävissä prosessikaavio lämmönjakojärjestelmästä.



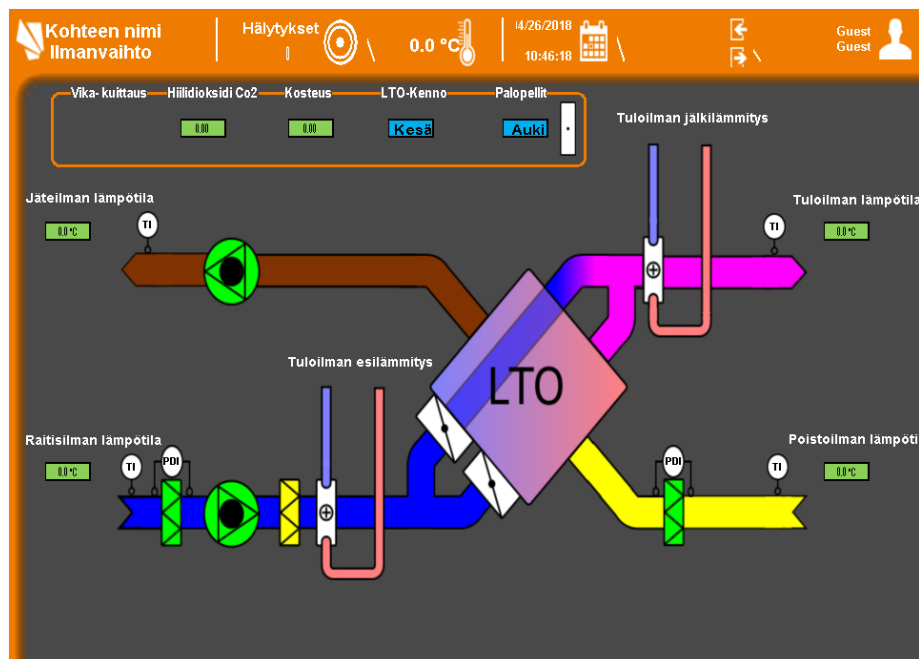
Kuva 18. Lämmönjakojärjestelmä

Kuvassa 19 on nähtävissä kerroskohtaiset tilatiedot (kerros 0). Mitattaviin tilatietoihin kuuluu muun muassa lämpötila- ja valaistustiedot.



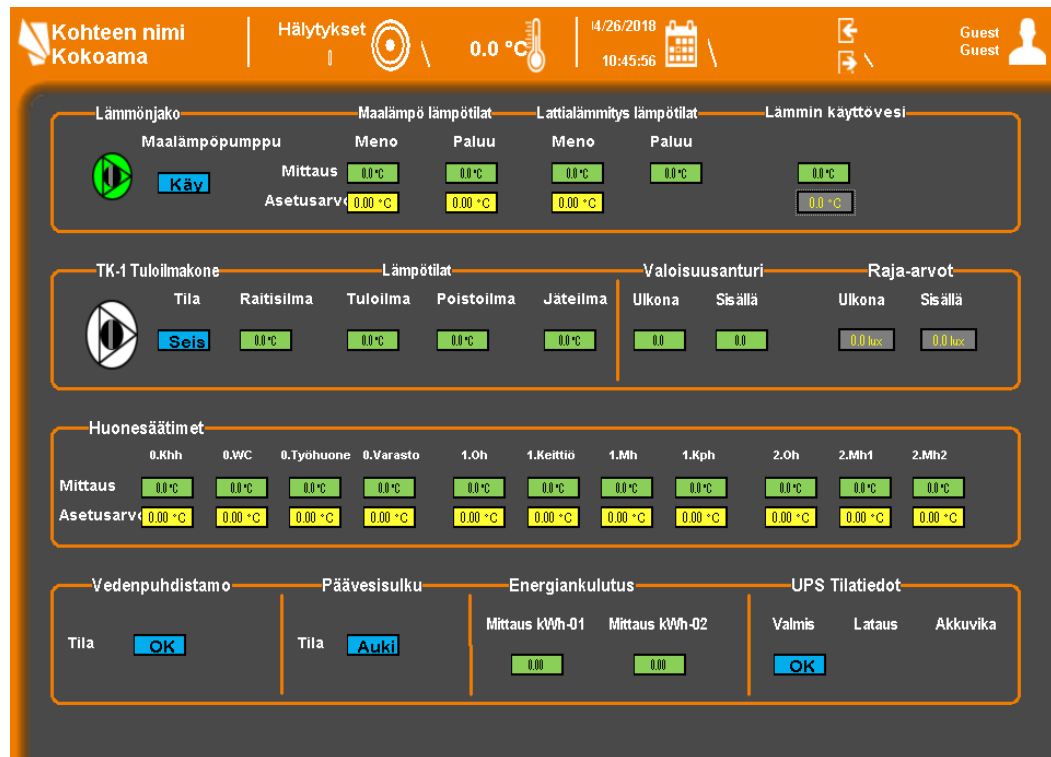
Kuva 19. Kerrosten tilatiedot (kerrokset 0-2)

Seuraavassa kuvassa 20 on ilmanvaihtojärjestelmän prosessitiedot. Järjestelmä sisältää raitis-, tulo-, poisto- ja jäteilman lämpötilatiedot. Prosessikaaviosta nähtävissä häiriötiedot hiilidioksidi- ja kosteusmittauksista sekä palopeltien ja lämmöntalteenottokennon tilatiedot.



Kuva 20. Ilmanvaihtojärjestelmä

Käyttöliittymään on myös luotu näkymä (kuva 21), joka sisältää kootusti tilatiedot kai- kista käyttäjän haluamista kohteista. Suuri datamäärä antaa tarkan kuvan järjestelmän kokonaistoiminnasta, mikä tekee toiminnan tarkastamisesta helppoa ja nopeaa.



Kuva 21. Järjestelmän tilatiedot

7 Pohdinta

Projektissa oli alusta asti selkeät toiminnalliset vaatimukset, jotka osaltaan selkeyttivät projektin kulkua, mutta myös osaltaan aiheuttivat haasteita. Kriteerit laitteiston toiminnalle ja turvaominaisuuksille olivat huomattavasti tiukemmat kuin rakennusalalla on yleisesti totuttu. Automaatioala on nopean kehityksen myötä kokenut melkoisen mullistuksen, ja jatkuva kehitys tuo tarjontaa kuluttajalle runsaasti. Varsinkin kuluttajamarkkinoita jopa yritetään kyllästä teknisillä ratkaisulla, joille ei kuitenkaan löydä selkeitä käytännön perusteita. Suunnitteluosuus näin pitkässä projektissa on alan jatkuvan kehityksen takia erittäin haastava. Laitteistovalinnat osaltaan määrivät tietyt vaaditut tekniset ominaisuudet, minkä jälkeen ohjelmistosuunnittelu pääsi toden teolla käyntiin. Ulkopuolista ohjelmistosuunnittelijaa käytettäessä on tilaajan tärkeää lyödä lukkoon tiettyjä perusasioita, jotta projektin kulku ei turhaan hidastuisi. Tällä tavoin päästään

käyttämään tehokkaasti ammattilaisten tietotaitoa. Ohjelmistosuunnitteluprosessissa kohdattujen haasteiden jälkeen selkiytyi myös se tosiasia, että on ensisijaisen tärkeää ymmärtää laitteiston ja ohjelmiston välisestä yhteistyöstä mahdollisimman tarkasti.

Projekti on edelleen käynnissä, mutta laitteisto on perusosiltaan käyttöön otettu. Ohjelmistosuunnittelun vastoinkäymisestä huolimatta projekti etenee. Tästä kiitos kuuluu tarkalle dokumentoinnille sekä laadukkaalle projektinhallinnalle. Projekti eroaa muutoinkin tarkkaan aikamääreeseen sidotusta projektista, koska tässä oli loppupisteeksi merkitty määrääväksi tekijäksi toiminnallisesti hyvä kokonaisuus, eikä projektin päättymisaikaa ole tarkoin määritelty.

Työn kirjoittamisessa haastavinta oli luoda työstä yhtenäinen kokonaisuus. Tämä oli suurimmilta osin seurausta pitkäksi venyneestä kirjoitusprosessista.

Lähteet

- 1 Suomäki Jorma. 2013 .Talotekniikan Automaatio – Käyttäjän opas. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.
- 2 Kippo, Asko. 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Helsinki: Edita.
- 3 Rakennusautomaatiojärjestelmät, Tietotekniset järjestelmät ST-17. 2012. Tampere: Tammerpaino Oy
- 4 Energia- ja ekologiakäsikirja. 2011. Verkkodokumentti. <https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5eepYeUKR/5oIDSvywG/energia_kirjaesite.pdf> Luettu 30.5.2017.
- 5 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 176/2013. 2013. Verkkodokumentti. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130176>> Luettu 30.3.2018.
- 6 Isosaari, Kyösti. 2013. Tekniikan Maailma, Erikoisnumero 18E. Helsinki: Ota-vamedia
- 7 Ouman-kotsivut. Verkkodokumentti. <http://ouman.fi/documentbank/OUMAN-PLUS__manual__fi.pdf> Luettu 20.4.2018.
- 8 Loxone-kotisivut. Verkkodokumentti. <<https://shop.loxone.com/enen/miniserver.html>> Luettu 20.4.2018.
- 9 Sähkönumerot.fi –kotisivut. Verkkodokumentti. <<https://www.sahkonumerot.fi/2819800/doc/catalogue/>> Luettu 20.4.2018.
- 10 Cozify-kotisivut. Verkkodokumentti. <<https://www.cozify.fi>> Luettu 20.4.2018.
- 11 Rakennusautomaatiojärjestelmät, Tietotekniset järjestelmät ST-21. 2017. Espoo: Painokurki Oy

TwinCat-konfiguraatio: digitaalitulot DI01 ja DI05

PLC.tsm - TwinCAT System Manager - 'CX-1CAB50'

File Edit Actions View Options Help

SYSTEM - Configuration
 NC - Configuration
 PLC - Configuration
 I/O - Configuration
 I/O Devices
 Device 1 (CX5120-BK)
 Device 1-Image
 Box 1 (CX5120-BK)
 Inputs
 Outputs
 Digitaalitulo-05 (KL1809)
 Digitaalilahto-05 (KL2408)
 Energiankulutus koko talo (KL3403)
 Energiankulutus maalamppopumppu (KL3403)
 ModBus (KL6041)
 ValloxBus (KL6041)
 Lampotilamittaus 1-4 (KL3208-0010-4)
 Lampotilamittaus 5-8 (KL3208-0010-4)
 Analogiatulo 1-4 (KL3464)
 Analogialahto 1-4 (KL4408-4)
 Analogialahto 5-8 (KL4408-4)
 Digitaalitulo-01 (KL1809)
 Digitaalitulo-02 (KL1809)
 Digitaalitulo-03 (KL1809)
 Digitaalitulo-04 (KL1809)
 Digitaalilahto-01 (KL2809)
 Digitaalilahto-02 (KL2809)
 Digitaalilahto-03 (KL2809)
 Digitaalilahto-04 (KL2809)
 End Term (KL9010)
 Mappings

General

Name: Digitaalitulo-05 (KL1809) Id: 2
 Type: KL 1809, 16 Ch. Input (24V, 3.0ms)
 Comment:

Disabled Create symbols

Name	Type	Size	>Addr...	In/Out	User ID	Linked to
G051/052/053 Palovaroinn 0. kerros	X BOOL	0.1	130.0	Input	0	gdiFireCoG051 . Inputs ...
Varalla	BOOL	0.1	130.1	Input	0	
Varalla	BOOL	0.1	130.2	Input	0	
G151/152 Palovaroinn 1. kerros	X BOOL	0.1	130.3	Input	0	gdiFireCoG151 . Inputs ...
G150 Hakavaroinn 1. kerros	BOOL	0.1	130.4	Input	0	
G251/252 Palovaroinn 2. kerros	X BOOL	0.1	130.5	Input	0	gdiFireCoG251 . Inputs ...
Varalla	BOOL	0.1	130.6	Input	0	
G17 liiketunnistin tyohuone	X BOOL	0.1	130.7	Input	0	gdiMoDeG17 . Inputs . F...
G21 liiketunnistin varasto	X BOOL	0.1	131.0	Input	0	gdiMoDeG21 . Inputs . F...
G25 liiketunnistin porras 1. kerros	X BOOL	0.1	131.1	Input	0	gdiMoDeG25 . Inputs . F...
G31 liiketunnistin eteinen kattovalo	X BOOL	0.1	131.2	Input	0	gdiMoDeG31 . Inputs . F...
G64 liiketunnistin parveke	X BOOL	0.1	131.3	Input	0	gdiMoDeG64 . Inputs . F...
G47 liiketunnistin terassi	X BOOL	0.1	131.4	Input	0	gdiMoDeG47 . Inputs . F...
Kosteusanturi 0. kerros	BOOL	0.1	131.5	Input	0	
Kosteusanturi 1. ja 2. kerros	BOOL	0.1	131.6	Input	0	
Varalla	BOOL	0.1	131.7	Input	0	

PLC.tsm - TwinCAT System Manager - 'CX-1CAB50'

File Edit Actions View Options Help

SYSTEM - Configuration
 NC - Configuration
 PLC - Configuration
 I/O - Configuration
 I/O Devices
 Device 1 (CX5120-BK)
 Device 1-Image
 Box 1 (CX5120-BK)
 Inputs
 Outputs
 Digitaalitulo-05 (KL1809)
 Digitaalilahto-05 (KL2408)
 Energiankulutus koko talo (KL3403)
 Energiankulutus maalamppopumppu (KL3403)
 ModBus (KL6041)
 ValloxBus (KL6041)
 Lampotilamittaus 1-4 (KL3208-0010-4)
 Lampotilamittaus 5-8 (KL3208-0010-4)
 Channel 1
 Channel 2
 Channel 3
 Channel 4
 Analogiatulo 1-4 (KL3464)
 Analogialahto 1-4 (KL4408-4)
 Analogialahto 5-8 (KL4408-4)
 Digitaalitulo-01 (KL1809)
 Digitaalitulo-02 (KL1809)
 Digitaalitulo-03 (KL1809)
 Digitaalitulo-04 (KL1809)
 Digitaalilahto-01 (KL2809)
 Digitaalilahto-02 (KL2809)
 Digitaalilahto-03 (KL2809)
 Digitaalilahto-04 (KL2809)
 End Term (KL9010)
 Mappings

General

Name: Digitaalitulo-01 (KL1809) Id: 13
 Type: KL 1809, 16 Ch. Input (24V, 3.0ms)
 Comment:

Disabled Create symbols

Name	Type	Size	>Addr...	In/Out	User ID	Linked to
S18.1/2/3 painike tyohuone jarvenpuoli	X BOOL	0.1	132.0	Input	0	gdiSwitch18 . Inputs . Fa...
S19.1/2/3 painike tyohuone rntsanpuoli	X BOOL	0.1	132.1	Input	0	gdiSwitch19 . Inputs . Fa...
S11.1/2 painike kodinhoitohuone	X BOOL	0.1	132.2	Input	0	gdiSwitch11 . Inputs . Fa...
S12.1/2 painike WC 0.kerros kattovalo	X BOOL	0.1	132.3	Input	0	gdiSwitch12 . Inputs . Fa...
S13.1 painike WC 0.kerros peilikaappi	X BOOL	0.1	132.4	Input	0	gdiSwitch13 . Inputs . Fa...
S15.1/2 painike lammitysyhuone	X BOOL	0.1	132.5	Input	0	gdiSwitch15 . Inputs . Fa...
S16.1 painike puuvarasto	X BOOL	0.1	132.6	Input	0	gdiSwitch16 . Inputs . Fa...
S14.1/2 painike varasto	X BOOL	0.1	132.7	Input	0	gdiSwitch14 . Inputs . Fa...
S24.1/2 painike porrastila 0.kerros	X BOOL	0.1	133.0	Input	0	gdiSwitch24 . Inputs . Fa...
S25.1/2/3 painike porrastila 1.kerros	X BOOL	0.1	133.1	Input	0	gdiSwitch25 . Inputs . Fa...
S26.1 painike ulko-ovi	X BOOL	0.1	133.2	Input	0	gdiSwitch26 . Inputs . Fa...
G33.2 liiketunnistin portaat 1-2 kerros	BOOL	0.1	133.3	Input	0	
S27.1 painike makuuhuone 1.kerros kattovalo	X BOOL	0.1	133.4	Input	0	gdiSwitch27 . Inputs . Fa...
S28.1 painike makuuhuone 1.kerros verhovalo	X BOOL	0.1	133.5	Input	0	gdiSwitch28 . Inputs . Fa...
S34.1 painike keittio kattovalo	X BOOL	0.1	133.6	Input	0	gdiSwitch34 . Inputs . Fa...
S35.1 painike keittio led-nauha	X BOOL	0.1	133.7	Input	0	gdiSwitch35 . Inputs . Fa...

TwinCat-konfiguraatio: digitaalilähdöt DO01 ja DO05

PLC.tsm - TwinCAT System Manager - 'CX-1CAB50'

File Edit Actions View Options Help

SYSTEM - Configuration

- NC - Configuration
- PLC - Configuration
- I/O - Configuration
- I/O Devices
 - Device 1 (CX5120-BK)
 - Device 1-Image
 - Box 1 (CX5120-BK)
 - Inputs
 - Outputs
 - Digitaalitulo-05 (KL1809)
 - Digitaalilahto-05 (KL2408)
 - Energiankulutus koko talo (KL3403)
 - Energiankulutus maalämpöpumppu (KL3403)
 - ModBus (KL6041)
 - ValloxBus (KL6041)
 - Lampotilamittaus 1-4 (KL3208-0010-4)
 - Lampotilamittaus 5-8 (KL3208-0010-4)
 - Channel 1
 - Channel 2
 - Channel 3
 - Channel 4
 - Analogiatulo 1-4 (KL3464)
 - Analogialahto 1-4 (KL4408-4)
 - Analogialahto 5-8 (KL4408-4)
 - Digitaalitulo-01 (KL1809)
 - Digitaalitulo-02 (KL1809)
 - Digitaalitulo-03 (KL1809)
 - Digitaalitulo-04 (KL1809)
 - Digitaalilahto-01 (KL2809)
 - Digitaalilahto-02 (KL2809)
 - Digitaalilahto-03 (KL2809)
 - Digitaalilahto-04 (KL2809)
 - End Term (KL9010)
 - Mappings

General

Name: Digitaalilahto-01 (KL2809) Id: 17

Type: KL 2809, 16 Ch. Output (24V, 0.5A)

Comment:

Disabled Create symbols

Name	Type	Size	>Addr...	In/Out	User ID	Linked to
Pistorasia X109 terassi lämmittimelle (K01)	BOOL	0.1	131.0	Output	0	
Valo 18 työhuone järvenpuoli (K02)	X BOOL	0.1	131.1	Output	0	gdoLight18 . Outputs . F...
Valo 19 työhuone metsänpuoli (K03)	X BOOL	0.1	131.2	Output	0	gdoLight19 . Outputs . F...
Valo 11 kodinhoituhuone (K04)	X BOOL	0.1	131.3	Output	0	gdoLight11 . Outputs . F...
Valo 12 WC 0.kerros kattovalo (K05)	X BOOL	0.1	131.4	Output	0	gdoLight12 . Outputs . F...
Valo 13 WC 0.kerros peiliikaappi (K06)	X BOOL	0.1	131.5	Output	0	gdoLight13 . Outputs . F...
Valo 14 varasto (K07)	X BOOL	0.1	131.6	Output	0	gdoLight14 . Outputs . F...
Valo 15 lammityshuone (K08)	X BOOL	0.1	131.7	Output	0	gdoLight15 . Outputs . F...
Valo 16 puuvarasto (K09)	X BOOL	0.1	132.0	Output	0	gdoLight16 . Outputs . F...
Varalla (K10)	BOOL	0.1	132.1	Output	0	
Varalla (K11)	BOOL	0.1	132.2	Output	0	
Valo 26 ulko-ovi (K12)	X BOOL	0.1	132.3	Output	0	gdoLight26 . Outputs . F...
Valo 62 makuuhuone 2.kerros järvenpuoli verhovalo (K13)	X BOOL	0.1	132.4	Output	0	gdoLight62 . Outputs . F...
Valo 63 pikkuhuone (K14)	X BOOL	0.1	132.5	Output	0	gdoLight63 . Outputs . F...
Varalla (K15)	BOOL	0.1	132.6	Output	0	
Valo 49 pukuhuone kattovalo (K16)	X BOOL	0.1	132.7	Output	0	gdoLight49 . Outputs . F...

PLC.tsm - TwinCAT System Manager - 'CX-1CAB50'

File Edit Actions View Options Help

SYSTEM - Configuration

- NC - Configuration
- PLC - Configuration
- I/O - Configuration
- I/O Devices
 - Device 1 (CX5120-BK)
 - Device 1-Image
 - Box 1 (CX5120-BK)
 - Inputs
 - Outputs
 - Digitaalitulo-05 (KL1809)
 - Digitaalilahto-05 (KL2408)
 - Energiankulutus koko talo (KL3403)
 - Energiankulutus maalämpöpumppu (KL3403)
 - ModBus (KL6041)
 - ValloxBus (KL6041)
 - Lampotilamittaus 1-4 (KL3208-0010-4)
 - Lampotilamittaus 5-8 (KL3208-0010-4)
 - Analogiatulo 1-4 (KL3464)
 - Analogialahto 1-4 (KL4408-4)
 - Analogialahto 5-8 (KL4408-4)
 - Digitaalitulo-01 (KL1809)
 - Digitaalitulo-02 (KL1809)
 - Digitaalitulo-03 (KL1809)
 - Digitaalitulo-04 (KL1809)
 - Digitaalilahto-01 (KL2809)
 - Digitaalilahto-02 (KL2809)
 - Digitaalilahto-03 (KL2809)
 - Digitaalilahto-04 (KL2809)
 - End Term (KL9010)
 - Mappings

General Variables

Name: Digitaalilahto-05 (KL2408) Id: 3

Type: KL 2408, 8 Ch. Output (24V, 0.5A, 3 A max)

Comment:

Disabled Create symbols

Name	Type	Size	>Addr...	In/Out	User ID	Linked to
Valo 17 työhuone (K59)	X BOOL	0.1	130.0	Output	0	gdoLight17 . Outputs . F...
Valo 21 varasto (K60)	X BOOL	0.1	130.1	Output	0	gdoLight21 . Outputs . F...
Valo 24 porrastila 0-kerros (K61)	X BOOL	0.1	130.2	Output	0	gdoLight24 . Outputs . F...
Valo 25 porrastila 1-kerros (K62)	X BOOL	0.1	130.3	Output	0	gdoLight25 . Outputs . F...
Valo 31 eteinen kattovalo (K63)	X BOOL	0.1	130.4	Output	0	gdoLight31 . Outputs . F...
Valo 33 portaat 1-2 kerros (K64)	X BOOL	0.1	130.5	Output	0	gdoLight33 . Outputs . F...
Varalla (K65)	BOOL	0.1	130.6	Output	0	
Varalla (K66)	BOOL	0.1	130.7	Output	0	

TwinCAT-konfiguraatio: lämpötilamittaukset, analogiatulot AI

PLC.tsm - TwinCAT System Manager - 'CX-1CAB50'

File Edit Actions View Options Help

SYSTEM - Configuration
 NC - Configuration
 PLC - Configuration
 I/O - Configuration
 I/O Devices
 Device 1 (CX5120-BK)
 Device 1-Image
 Box 1 (CX5120-BK)
 Inputs
 Outputs
 Digitaalitulo-05 (KL1809)
 Digitaalilahto-05 (KL2408)
 Energiankulutus koko talo (KL3403)
 ModBus (KL6041)
 ValloxBus (KL6041)
 Lampotilamittaus 1-4 (KL3208-0010-4)
 Lampotilamittaus 5-8 (KL3208-0010-4)
 Channel 1
 Channel 2
 Channel 3
 Channel 4
 Analogiatulo 1-4 (KL3464)
 Analogialahto 1-4 (KL4408-4)
 Analogialahto 5-8 (KL4408-4)
 Digitaalitulo-01 (KL1809)
 Digitaalitulo-02 (KL1809)
 Digitaalitulo-03 (KL1809)
 Digitaalitulo-04 (KL1809)
 Digitaalilahto-01 (KL2809)
 Digitaalilahto-02 (KL2809)
 Digitaalilahto-03 (KL2809)
 Digitaalilahto-04 (KL2809)
 End Term (KL9010)
 Mappings

General Channel 1 Channel 2 Channel 3 Channel 4

Name: Lampotilamittaus 1-4 (KL3208-0010-4) Id: 8

Type: KL 3208-0010, 4 of 8 Ch. ana. Input PT1000, Ni1000 (RTD)

Comment:

Disabled Create symbols

Name	Type	Size	>Addr...	In/Out	User ID	Linked to
State	USINT	1.0	70.0	Input	0	
Ulkovaloisuusanturi	X INT	2.0	71.0	Input	0	gaiXE00 . Inputs . Fast . V...
State	USINT	1.0	73.0	Input	0	
Ulkolampoanturi	X INT	2.0	74.0	Input	0	gaiTE00 . Inputs . Fast . V...
State	USINT	1.0	76.0	Input	0	
Lammityspiirimeno	X INT	2.0	77.0	Input	0	gaiTE2A . Inputs . Fast
State	USINT	1.0	79.0	Input	0	
Kayttovesimeno	X INT	2.0	80.0	Input	0	gaiTE1A . Inputs . Fast
Ctrl	USINT	1.0	70.0	Output	0	
Data Out	INT	2.0	71.0	Output	0	
Ctrl	USINT	1.0	73.0	Output	0	
Data Out	INT	2.0	74.0	Output	0	
Ctrl	USINT	1.0	76.0	Output	0	
Data Out	INT	2.0	77.0	Output	0	
Ctrl	USINT	1.0	79.0	Output	0	
Data Out	INT	2.0	80.0	Output	0	

Käyttöliittymän aloitusikkuna-näkymät

