

Talotekniikan oppimisympäristöjen kehittäminen

Keijo Hattunen

Opinnäytetyö
Heinäkuu 2015

Automaatioteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Hattunen, Keijo	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 31.07.2015
	Sivumäärä 84+15	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: X
Työn nimi Talotekniikan oppimisympäristöjen kehittäminen		
Koulutusohjelma Automaatioteknologia (YAMK)		
Työn ohjaaja(t) Rantapuska Seppo, Flyktman Teppo		
Toimeksiantaja(t) Jyväskylän aikuisopisto		
Tiivistelmä <p>Rakennusautomaatio on nykyään voimakkaasti yleistymässä paitsi isoissa julkisissa kiinteistöissä myös asuin- ja lomarakennuksissa. Talotekniikan aloille suuntautuvat opiskelijat tarvitsevat koko ajan enemmän tietoa erilaisten automaatio- ja turvajärjestelmien toiminnasta, käytöstä ja jopa niiden hallinnasta. Tästä syystä automaatiokoulutuksen teorialuontojen tueksi on rakennettava erilaisia rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmien oppimisympäristöjä, joissa opiskelijat pääsevät harjoittelemaan edellä mainittuja toimintoja.</p> <p>Opinnäytetyössä keskitytään toisen asteen ammatillisen aikuiskoulutuksen talotekniikan oppimisympäristöjen kehittämiseen. Lähtökohtana oli selvittää ja kartoittaa automaatiokoulutuksen tarvetta talotekniikan eri koulutusaloilla. Selvitystyön tuloksena saatujen tietojen perusteella lähdettiin kehittämään automaatiokoulutukseen soveltuvia oppimisympäristöjä. Tavoitteena oli saada rakennettua erilaisia nykyaikaiseen rakennusautomaatioon kuuluvia oppimisympäristöjä.</p> <p>Kartoituksessa tutkituista kiinteistö- ja taloautomaatiolaitteistoista valittiin kolme eri kokonaisuutta, joiden ympärille oppimisympäristöt suunniteltiin. Valituista automaatiolaitteistoista kaksi edusti kotiautomaatiota ja yksi kiinteistöautomaatiota. Oppimisympäristöt rakennettiin sähkötekniikan opiskelijoiden toimesta osana heidän kiinteistöautomaation koulutustaan. Valmistuneiden oppimisympäristöjen ensimmäiset käyttökokemukset ovat olleet rohkaisevia ja niistä saatujen uusien ideoiden pohjalta voidaan oppimisympäristöjen kehittämistä jatkaa eteenpäin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Ammatillinen aikuiskoulutus, talotekniikka, rakennusautomaatio, kotiautomaatio, turvajärjestelmät, oppimisympäristöt		
Muut tiedot		



Author(s) Hattunen, Keijo	Type of publication Master's thesis	Date 31.07.2015
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 84+15	Permission for web publication: x
Title of publication Title Development of learning environments for the building services		
Degree programme Automation technology		
Tutor(s) Rantapuska Seppo and Flyktman Teppo		
Assigned by Jyväskylä Educational Consortium		
Abstract <p>Today the building automation is strongly becoming more common both in public buildings and single-family homes, including vacation rentals. Students who are directed to different sectors of building services need more and more knowledge of functions and use of the modern building automation and security systems. For this reason it is needed in support of the theory lectures to build different learning environments of building automation and security systems, where students can train aforementioned actions.</p> <p>The focus on this thesis is in the development of learning environments for the building services on vocational upper secondary education of adult persons. Starting point was to clear and scan the need of automation training in different areas of building technology. As a result of these studies started the development of learning environments for automation training. The aim of this development was to build different learning environments within the modern building automation.</p> <p>On the survey with Building and home automation systems there were selected three different systems, which were the foundation of planning these learning environments. Two of these systems were home automation system and one was a building automation system. Learning environments were built by the students of electrical engineering part of their building automation training. Operating experiences of these built learning environments were encouraging and with the new ideas derived from them the development of this kind of learning environments will continue in the future.</p>		
Keywords/tags (subjects) Vocational upper secondary education of adult persons, building services, building automation, home automation, security systems, learning environments		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

KUVIOT	3
TAULUKOT	4
LYHENTEET JA TERMIT	4
1 JOHDANTO	9
1.1 Jyväskylän aikuisopisto	10
1.2 Talotekniikan koulutusalat	11
1.2.1 Kiinteistöpalvelujen tutkinnot	11
1.2.2 Talotekniikan perustutkinto	11
1.2.3 Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto.....	12
1.2.4 Turvallisuusalan perustutkinto	12
2 TALOTEKNIIKAN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT	12
2.1 LVI- automaatio	13
2.2 Kotiautomaatio	17
2.3 Turvajärjestelmät.....	19
2.4 Automaatiotekniikan näkymät Suomessa.....	19
3 AUTOMAATIOKOULUTUKSEN TARVEKARTOITUS	24
3.1 Automaatiokoulutuksen tarve talotekniikan koulutusaloilla.....	24
3.1.1 Kiinteistönhoitajat	27
3.1.2 Talotekniikka	28
3.1.3 Sähkötekniikka	28
3.1.4 Turvallisuus	29
3.1.5 Työnantajat	30
4 OPPIMISYMPÄRISTÖJEN LAITTEISTOMÄÄRITTELYT	30
4.1 Oppimisympäristöjen määrittelyt	31
4.2 Oppimisympäristöjen laitteistomäärittelyt	36
4.2.1 LVI-automaatio	37
4.2.1.1 Fidelix	38
4.2.1.2 Ouman.....	40
4.2.2 Kotiautomaatio	42

	2
4.2.2.1 EKE Smarthome.....	43
4.2.2.2 Smart-House Carlo Gavazzi	45
4.2.3 Turvajärjestelmät.....	48
5 OPPIMISYMPÄRISTÖJEN SUUNNITTELU	49
5.1 Kustannusarvio	50
5.2 Suunnittelu	51
5.3 LVI-automaatio	53
5.4 Kotiautomaatio	60
5.4.1 EKE Smarthome	61
5.4.2 Smart-House Carlo Gavazzi.....	64
5.5 Tietoturva	67
6 OPPIMISYMPÄRISTÖJEN RAKENTAMINEN.....	70
6.1 LVI-automaation oppimisympäristö.....	72
6.2 Kotiautomaation oppimisympäristöt	75
7 TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA.....	78
LÄHTEET.....	82
LIITTEET	85
Liite 1	85
Liite 2	86
Liite 3	87
Liite 4	92
Liite 5	97

KUVIOT

KUVIO 1. Talonmiehen muistilappu (Kuniala 2014, 2).....	13
KUVIO 2. Yksikkösäädin (Harju 2006, 13).....	14
KUVIO 3. DDC-järjestelmä (Kohvakka 2010, 1).....	15
KUVIO 4. Talotekniikan automaatioverkot (Harju 2006, 82).....	16
KUVIO 5. Alakeskuksen toimintoja (Harju 2006, 82).....	16
KUVIO 6. Kotiautomaatiojärjestelmät (Hattunen 2014, 6).....	18
KUVIO 7. Kotiautomaatiojärjestelmät (Hattunen 2014, 26).....	18
KUVIO 8. Integroitu talotekniikka (Hattunen 2014).....	18
KUVIO 9. Automaatiojärjestelmän toteutuksen malli (Hattunen 2014).....	22
KUVIO 10. Tulevaisuuden rakennus oppii käyttäjän mieltymyksiä (Harju 2006).....	23
KUVIO 11. Koulutustarvekysely talotekniikan kouluttajille (Hattunen 2014).....	26
KUVIO 12. Koulutustarvekysely talotekniikan opiskelijoille (Hattunen 2014).....	26
KUVIO 13. Koulutustarvekysely talotekniikan työnantajille (Hattunen 2014).....	27
KUVIO 14. Danfoss HKL-3 lämmönvaihdinpaketti (Hattunen 2014).....	33
KUVIO 15. Högfors UNIS 100-2R lämmönvaihdinpaketti (Hattunen 2014).....	33
KUVIO 16. Vallox MUH Ilmava 100-ilmanvaihtokone (Hattunen 2014).....	34
KUVIO 17. Jäsپی öljylämmityskattila (Hattunen 2014).....	34
KUVIO 18. Gold-ilmanvaihtokone (Hattunen 2014).....	35
KUVIO 19. Järjestelmien rakenteet (Rönnkvist 2010, 12).....	43
KUVIO 20. Smart House-keskusyksiköt (Dupline).....	47
KUVIO 21. Periaatekuva Jäsپی öljylämmityksestä (Öljy- ja bioöljylämmitys).....	55
KUVIO 22. Jäsپی ECO 17 Lux yhdistettynä aurinkoenergiavaraajaan (Öljy- ja bioöljylämmitys).....	55
KUVIO 23. Jäsپی ECO 17 Lux yhdistettynä ilma-vesilämpöpumppuun (Öljy- ja bioöljylämmitys).....	56
KUVIO 24. Jäsپی Eco 17 Lux osat (Öljy- ja bioöljylämmitys).....	57
KUVIO 25. OUMAN EH-800 säätimen asennus (Ouman EH-800 älykäs lämmönsäädin omakotitaloihin).....	57
KUVIO 26. OUMAN EH-800 -säädin (Ouman EH-800/EH-800B -lämmönsäädin käyttöohje).....	58

KUVIO 27. Tasaista lämpöä ympäri vuoden (Ouman EH-800 älykäs lämmönsäädin omakotitaloihin).....	58
KUVIO 28. Hybridilämmitys (Ouman EH-800 älykäs lämmönsäädin).....	59
KUVIO 29. Piirikaaviomalli CTU-100. (Palvelut.).....	61
KUVIO 30. Kysymyksiä ja vastauksia kotiautomaatiojärjestelmien tekniikoiden eroista. (Tietopankki.).....	64
KUVIO 31. Keskusmoduulien suurnopeusväylä. (Smart House 2 asennusohjeet.).....	65
KUVIO 32. Dupline-kenttäväylä. (Smart House 2 asennusohjeet.).....	66
KUVIO 33. Ouman EH-800 -säädin asennettuna.....	74
KUVIO 34. EKE Smarthouse -oppimisympäristö.....	77
KUVIO 35. Smart-House Carlo Gavazzi -oppimisympäristö.....	78

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Alustava kustannusarvio.....	51
--	----

LYHENTEET JA TERMIT

Adaptiivinen	Järjestelmä, joka pystyy reagoivilla osillaan vastaamaan ympäristön muutoksiin reagoivilla (ns. itseoppiva järjestelmä)
Analoginen	Analogisessa tiedonsiirrossa signaali vastaa arvoiltaan suoraan sitä dataa, joka siirretään
BACnet	BACnet on tietoliikenneprotokolla, joka on kehitetty vastaamaan erityisesti talotekniikan tarpeisiin
DALI	Digital Addressable Lighting Interface, on digitaalinen valaistuksen ohjausväylä esimerkiksi elektronisille liitännälaitteille ja himmentimille

DDC	Direct Digital Control, digitaalinen ohjaustekniikka
Digitaalinen	Datan syöttämisessä, käsittelyssä, siirrossa, tallennuksessa ja esittämisessä käytettävä menetelmä, jossa data esitetään täsmällisinä arvoina, joita on rajallinen määrä (0 tai 1)
Dupline	Väyläratkaisu, jossa kahdella johtimella (parikaapelilla) voidaan siirtää samanaikaisesti sekä digitaalisia että analogisia signaaleja
EIB	European Installation Bus, eurooppalainen rakennusautomaatioon kehitetty väyläjärjestelmä
EnOcean	Saksalaisen EnOcean-yhtiön kehittämä langattomaan tiedonsiirtoon perustuva anturitekniikka
Etäkäyttö	Etäkäyttö tarkoittaa automaatiojärjestelmän käyttöä kaukaa, esim. lähiverkon tai internetin kautta
Hajautettu	Tietoliikennejärjestelmä, jonka voidaan katsoa koostuvan itsenäisistä, keskenään kommunikoivista osista
Henkilökohtaistaminen	Näyttötutkintojärjestelmässä tutkinnon suorittajan ja opiskelijan ohjaus-, neuvonta-, opetus- ja tukitoimien asiakaslähtöistä suunnittelua ja toteuttamista
Integraattori	Toimintojen tai osaamisen yhdentäjä, yhdistäjä
Integrointi	Erilaisten järjestelmien tai toimintojen sisällyttäminen yhteen kokonaisuuteen

Intranet	Intranet on lähiverkko, joka on eristetty tietyn ryhmän käyttöön, esim. organisaation sisäinen lähiverkko
IP –osoite	Numerosarja, jota käytetään IP-verkkoihin kytkettyjen verkkosovittimien yksilöimiseen
Kenttäväylä	Automaatiossa käytetty teollisuuden tekniikka, jolla saadaan laitteistojen eri osat yhdistettyä toisiinsa yksinkertaisemmin kuin kaapeloimalla jokainen erikseen
Keskitetty järjestelmä	Automaatiojärjestelmä, jossa kaikki kaapeloinnit ja toiminnot on keskitetty yhteen keskusyksikköön
Kiinteistöautomaatio	Järjestelmä, joka ohjaa, säätää ja valvoo kiinteistön tärkeimpiä toimintoja
KNX	Konnex, yhteiseurooppalainen rakennusautomaatiostandardi
Konfigurointi	Asetusten säätö, asettaminen tai virittäminen
Kotiautomaatio	Pienten rakennusten (omakotitalojen) lämmönsäätö, ilmastointi, sähkölaitteiden ohjaus ja hälytysten hallinta
Käyttöliittymä	Käyttöliittymä on se laitteen, ohjelmiston tai minkä tahansa muun tuotteen osa, jonka kautta käyttäjä käyttää tuotetta
LAN	Local Area Network, rajoitetulla maantieteellisellä alueella toimiva tietoliikenneverkko, lähiverkko
Langaton kenttälaite	Laite joka toimii paristolla tai akulla ja liikennöi radiotaajuuksien kautta ilman kaapelointia

LON	Local Operating Network, tiedonsiirtoväylä, jolla voidaan liittää toisiinsa automaatiojärjestelmien antureita ja toimilaitteita
LVI- automaatio	Lämmityksen, veden käytön ja ilmastoinnin ohjaamista ja säätämistä automaatiojärjestelmien avulla
Modbus	Modiconin vuonna 1979 julkaisema sarjaliikenneprotokolla, joka mahdollistaa samaan fyysiseen verkkoon (väylään) kytkettyjen laitteiden kommunikoinnin keskenään
Modulaarinen	Erilaisista moduuleista koostuva laitteisto, johon voidaan lisätä tai poistaa siihen kuuluvia toiminnallisia osia, moduuleja
OPC	Open Connectivity via Open standards, avoimen tiedonsiirron standardi, jota käytetään teollisuuden automaatio-sovelluksissa, lähinnä PC-valvomojen ja ohjelmoitavien loogiikoiden välillä
Profibus	Kenttäväyläprotokolla, jota käytetään lähinnä teollisuuden automaatiojärjestelmissä
Rakennusautomaatio	Rakennusten lämmitys-, valaistus-, valvonta-, hälytys- ja ilmanvaihtojärjestelmien ohjaaminen automaattisesti
Reititin	Lähiverkkoja yhdistävä laite, jonka tehtävänä on välittää tietoa tietoverkon eri osien välillä, router
Suuntaissiirto	Suuntaissiirrolla voidaan virittää rakennukselle ulkolämpötilaa vastaava menoveden lämpötilataso, jos säätökäyrän kaltevuus on muuten sopiva

TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, usean tiedonsiirtoprotokollan yhdistelmä, jota käytetään internetissä liikennöintiin
WEB-serveri	Tietoliikenteen yhteydessä tietokoneessa (tai automaatiojärjestelmässä) suoritettavaa palvelinohjelmistoa sekä tällaista ohjelmistoa suorittava tietokone
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkkotekniikka, jolla erilaiset verkkolaitteet voidaan yhdistää toisiinsa ilman kaapeleita
Väyläpohjainen	Kenttäväylällä toteutettu automaatiojärjestelmä, jossa kaikkia laitteet on kytketty samaan väylään kaapelein tai langattomasti. Väylätekniikassa kaikki laitteet kommunikoivat keskenään ilman keskitettyä tietokonetta.
Yksikkösäädin	Laite, joka suorittaa säädön itsenäisesti ts. erillään muusta prosessista

1 JOHDANTO

Raportissa keskitytään oppimisympäristöjen kehittämistyön (opinnäytetyö) esisuunnitteluun, suunnitteluun ja toteutukseen. Esisuunnittelun tavoitteena oli antaa perusteet talotekniikan automaatiokoulutuksen oppimisympäristöjen suunnittelulle ja rakentamiselle sekä aiheeseen liittyvän koulutusmateriaalin laadinnalle. Varsinaisella opinnäytetyöllä on kaksi tavoitetta. Ensimmäinen tavoite on erilaisten talotekniikkaan liittyvien automaattisten ohjausjärjestelmien oppimisympäristöjen kehittäminen Jyväskylän aikuisopistolle. Toinen tavoite on kehittää koulutusta ohjausjärjestelmien ominaisuuksien, hyödyntämisen ja järjestelmien jokapäiväisen käytön kannalta.

Talotekniikan automaation oppimisympäristöjen ja muun koulutusmateriaalin kehittäminen palvelee erityisesti talotekniikan koulutusaloja, mutta myös tarvittaessa muita tekniikan ja liikenteen koulutusaloja. Työelämän odotukset yhdessä Opetushallituksen määrittelemien osaamisvaatimusten (tutkintojen perusteet) kanssa vaikuttavat valmistavan koulutuksen laajuuteen ja sisältöön. Kehittämistyötä on tarkoituksenaan jatkaa eri alojen kouluttajien ja työelämän edustajien kanssa. Esisuunnittelussa kartoitetaan talotekniikan eri alojen automaatiokoulutuksen tarve, laajuus, sisältö ja laitteistomäärittelyt.

Lähtökohtana kehittämistyössä oli saada näkemys siitä, millaisten automaatiojärjestelmien kanssa talotekniikan alan opiskelijat joutuvat yleensä tekemisiin työharjoittelussa ja koulun jälkeen työelämässä. Tarkasteltavana oli myös automaatiokoulutuksen nykytila Jyväskylän aikuisopistolla olemassa olevien oppimisympäristöjen sekä luentomateriaalien osalta. Varsinaisessa tutkimuksessa keskityttiin saamaan tarvittavaa tietoa haastatteluilla ja kyselyillä, jotka suunnataan alan opiskelijoille, kouluttajille ja työnantajille. Lisäksi esisuunnittelussa määriteltiin järjestelmävaihtoehtoja, jotka soveltuvat tuleviin oppimisympäristöihin.

Kehittämistyössä laadittavien suunnitelmien pohjalta sähköalan opiskelijat toteuttavat edellä mainittujen oppimisympäristöjen sähkö- ja automaatioasennukset. Laitteisto- ja komponenttihankinnat on tarkoitus aloittaa heti vuoden 2015 alussa, koska

oppimisympäristöjen rakentaminen todennäköisesti joudutaan rytmittämään pitemmälle ajanjaksolle. Näin saadaan aloitettua niiden oppimisympäristöjen rakentaminen, jotka ovat nopeimmin toteutettavissa.

1.1 Jyväskylän aikuisopisto

Jyväskylän aikuisopisto on osa Jyväskylän koulutuskuntayhtymää. Siellä opiskelee vuosittain n. 10 000 opiskelijaa. Jyväskylän aikuisopisto tarjoaa monialaista aikuis-koulutusta sekä lisä- ja täydennyskoulutusta. Opiskelu on näyttötutkintoperusteista tarjoten mahdollisuuden monen eri alan perus-, ammatti- ja erikoisammattitutkintoihin. Opiskelu voidaan suorittaa joko kokopäiväisesti, työn ohessa tai monimuoto-opiskeluna riippuen henkilön elämäntilanteesta ja aikaisemmasta koulutuksesta ja osaamisesta. (Etusivu 2014.)

Koulutustarjontaa on seuraavilla aloilla: tekniikka ja liikenne, hallinto ja kauppa, palvelualat sekä sosiaali- ja terveysala. Tekniikan ja liikenteen yksikkö järjestää ammatillisia perus-, ammatti- ja erikoisammattitutkintoja tekniikan ja liikenteen alalta sekä aloihin liittyvää monipuolista ammatillista lisä- ja henkilöstökoulutusta. Tekniikan ja liikenteen yksikön koulutusaloja ovat maanrakennus, logistiikka, maansiirto, talotekniikka, turvallisuus, sähkö, kone-, metalli- ja automaatiotekniikka, puuala ja talonrakennusala. Opiskelijoita on vuosittain yli 10 000, joista tutkintoon opiskelee noin 5 100 ja muita opintoja noin 5 500. Vuosittain tutkinnon suorittaa noin 1 700 aikuista kaikkiaan yli sadasta eri vaihtoehdosta. (Etusivu 2014.)

Koulutustoiminnassa on keskeisintä työelämään perustuvat näyttötutkinnot. Aikuisopiskelijalla on käytettävissään erilaisia opiskeluvaihtoehtoja: omaehtoinen koulutus, oppisopimuskoulutus ja työvoimakoulutus. Aikuisopiskelijan opiskelutapoina voi olla lähiopiskelu, itsenäinen tai ohjattu etäopiskelu, verkko-opiskelu tai monimuoto-opiskelu, joka koostuu useasta erilaisesta opiskelutavasta. Koulutusten kesto vaihtelee muutamasta kuukaudesta n. kahteen vuoteen. (Etusivu 2014.)

1.2 Talotekniikan koulutusalat

Talotekniikka on koulutusalan laaja käsittäen paitsi rakennus- ja sähköalan myös kiinteistöpalvelut sekä turvallisuusalan. Yhteistä näille kaikille on se, että niissä kaikissa ollaan jollain tavalla tekemisessä erilaisten taloteknisten järjestelmien kanssa. Tässä yhteydessä taloteknisillä järjestelmillä tarkoitetaan erilaisia LVISA-tekniikkaan (lämpö, vesi, ilmastointi, sähkö, automaatio) liittyviä järjestelmiä. Koulutusalan painopiste automaatiojärjestelmiin liittyvässä opiskelussa kohdistuu taloteknisten järjestelmien rakentamiseen, niiden käyttämiseen ja ylläpitämiseen tai niiden turvallisuudesta huolehtimiseen. (Koulutushaku 2014.)

1.2.1 Kiinteistöpalvelujen tutkinnot

Kiinteistöpalvelujen koulutusohjelmassa voi suorittaa perustutkinnon (kiinteistönhoitaja) sekä ammatti- tai erikoisammattitutkinnon (kiinteistönhoidon osaamisala). Perustutkinto antaa opiskelijalle perustiedot kiinteistönhoitajan käytännön työtehtävistä, joista yhtenä osaamisalueena on kiinteistöautomaation käyttäminen (Kiinteistöpalvelujen perustutkinto 2014.). Ammatti- ja erikoisammattitutkinnoissa vaaditaan myös osaamista työnjohdollisista tehtävistä sekä kiinteistöautomaation säädöstä ja ohjauksesta (Kiinteistöpalvelujen ammattitutkinto 2014).

1.2.2 Talotekniikan perustutkinto

Talotekniikan koulutusohjelmassa voi suorittaa perustutkinnon, osaamisalana putkiasentaja. Perustutkinnon suoritettuaan opiskelija on saanut riittävät perustiedot voidakseen toimia putkiasentajana rakennustyömailla ja saneerauskohteissa. Osaamisalueisiin kuuluu erilaisten lämmitysjärjestelmien asennuksista, mittauksista ja huollosta vastaaminen. Näihin liittyen myös lämmitysjärjestelmien säätö- ja ohjausautomaatiikan tunteminen ja käyttäminen ovat tärkeitä osa-alueita. (Talotekniikan perustutkinto 2014.)

1.2.3 Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto

Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon erikoistumisalana on sähköasentaja, jonka toimenkuva keskittyy kiinteistöjen sähköasennuksiin. Vaikka koulutuksen painopiste on suunnattu erilaisten asuinkiinteistöjen sähköjärjestelmien rakentamiseen, on yhtenä tutkinnon osana kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät. Tutkinnon osan koulutuksessa keskitytään erilaisten talotekniikan automaatiojärjestelmien (rakennusautomaation) tekniikoihin ja niiden toteuttamiseen. Olennaista olisi myös hallita erilaisten järjestelmien toimintoja ja niiden käyttöä asentajan näkökulmasta. (Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto 2014.)

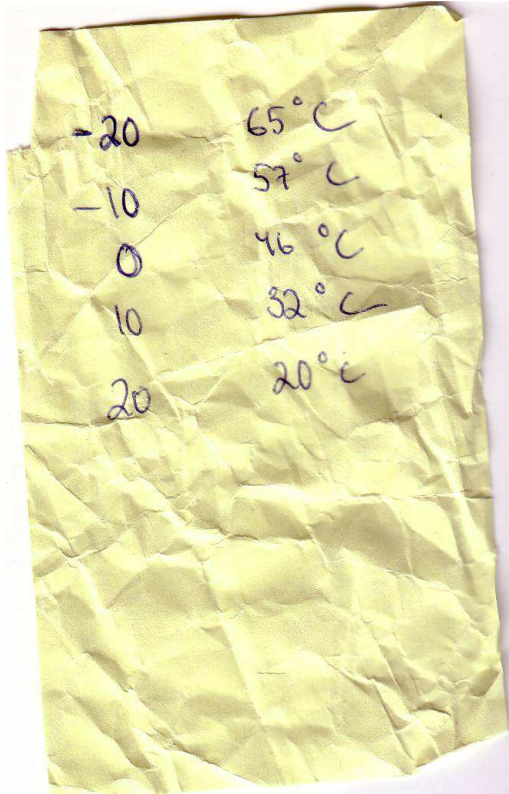
1.2.4 Turvallisuusalan perustutkinto

Turvallisuusalan perustutkinnossa saadaan perustiedot ja -taidot, joilla voidaan siirtyä työelämään toimimaan kiinteistöjen turvallisuuden valvontaan liittyvissä tehtävissä. Kiinteistöissä jatkuvasti yleistyvien erilaisten automaatiojärjestelmien myötä on myös turvallisuutta valvovien henkilöiden osaamisvaatimuksia jouduttu päivittämään. Työntajien toivomuksesta on koulutukseen sisällytetty näiden järjestelmien toimintaan ja käyttöön liittyviä luentoja ja käytännön harjoituksia. Turvallisuusalan työntekijöiden työnkuva onkin osittain siirtymässä kiinteistöhoidon puolelle. Tästä johtuen turvallisuusalan koulutukseen on jatkossa sisällytettävä entistä enemmän talotekniikan sähkö- ja automaatiojärjestelmien koulutusta. (Turvallisuusalan perustutkinto 2014.)

2 TALOTEKNIIKAN AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

Automaatio käsitteenä tarkoittaa yleensä itsestään tapahtuvaa, itsestään toimivaa asiaa tai kokonaisuutta. Automaatiota on perinteisesti käytetty talotekniikassa lämmönsäätöön ja ilmastoinnin ohjaukseen (ns. LVI-automaatio). Aikoinaan kiinteistön talonmiehellä oli mukanaan paperinpala, johon oli vuosien kokemuksen perusteella kirjattu tärkeitä tietoja lämmönsäädöstä. Paperilta löytyi kyseisen kiinteistön patteriverkoston menoveden lämpötila erilaisilla ulkoilman lämpötiloilla (Ks. kuvio 1.).

Vääntämällä lämmitysjärjestelmän käsikäyttöistä ”sunttia” eli kolmitieventtiiliä, talonmies sääti menoveden lämpötilan sopivaksi patteriverkoston. Säädöstä aiheutuva mahdollinen yllämpö tuuletettiin ikkunoita avaamalla ulos. Tällaisia käsisäätöisiä järjestelmiä oli käytössä vielä 1970-luvun alussa. (Harju 2006, 11.)

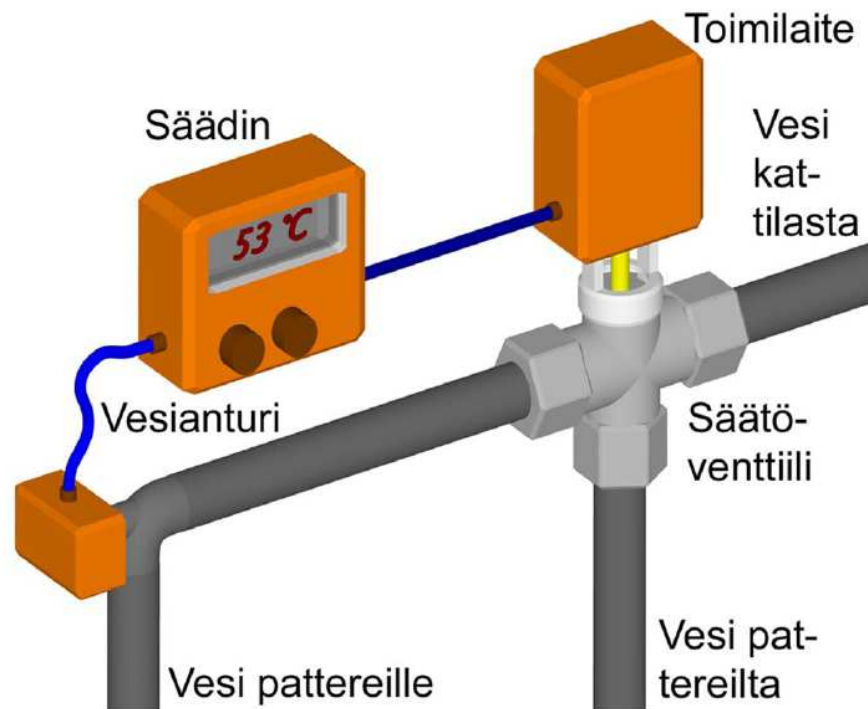


-20	65 °C
-10	57 °C
0	46 °C
10	32 °C
20	20 °C

KUVIO 1. Talonmiehen muistilappu (Kuniala 2014, 2).

2.1 LVI- automaatio

Automaatiikan yleistyessä vesikeskuslämmitteisiin kiinteistöihin saatiin ulkolämpötilakompensoitu automaatiikka, joka sääti menoveden lämpötilaa ulkoilman lämpötilan mukaisesti. Automaatiikan tehtäviä hoitivat niin sanotut yksikkösäätimet, jotka pystyivät hoitamaan yhden säätöpiirin ohjausta ja säätöä (Ks. kuvio 2.). Tämän jälkeen talonmiesten määrää pystyttiin vähentämään ja kiinteistöjen automaatiikasta vedettiin hälytysjohdot esim. kaupunkien ja kuntien korjaamoille. Käytettävät säätimet olivat toiminnaltaan analogisia. (Harju 2006, 11.)



KUVIO 2. Yksikkösäädin (Harju 2006, 13).

Talotekniikan automaatio oli tähän aikaan LVI-automaatiota, jota myös alan julkaisuissa usein kutsutaan kiinteistöautomaatioksi. Vielä nykyäänkin törmätään erilaisiin nimityksiin, mitä automaatiojärjestelmistä käytetään:

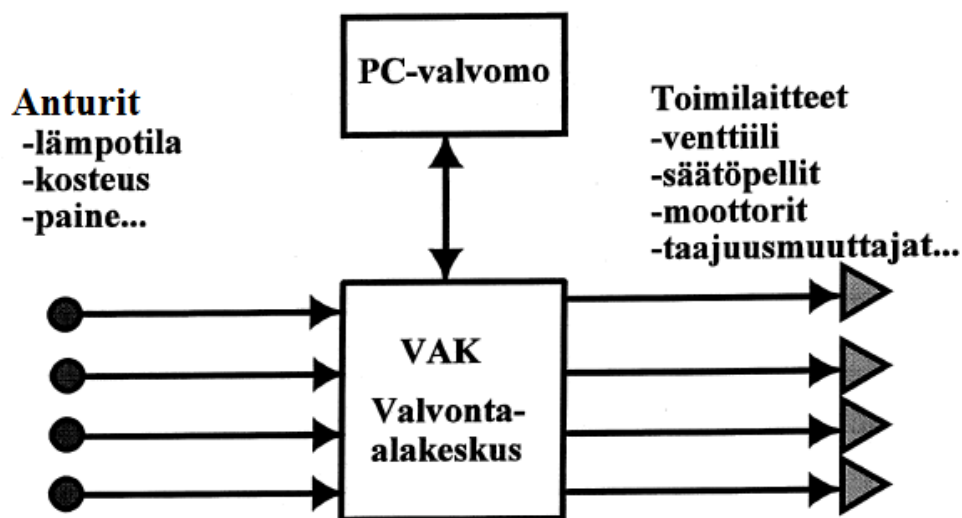
- Talotekniikan automaatio
- Rakennusautomaatio
- Kiinteistöautomaatio
- LVI-automaatio
- Kotiautomaatio
- Taloautomaatio

Edellä mainittujen nimikkeiden avulla käsitellään kuitenkin samoja kiinteistön hallintaan liittyviä toimintoja eli lämmityksen-, veden ja ilmastoinnin ohjausta ja säätöä. LVI-automaatiota on perinteisesti totuttu käyttämään suuremmissa kiinteistöissä, kuten kerrostalot, koulut, toimistorakennukset, kauppakeskukset, teollisuuslaitokset yms.

Automaation hyödyntäminen talotekniikassa rajoittui alussa nimensä mukaisesti (LVI-automaatio) pelkästään lämmityksen ja ilmastoinnin ohjaamiseen. Ulkolämpöti-

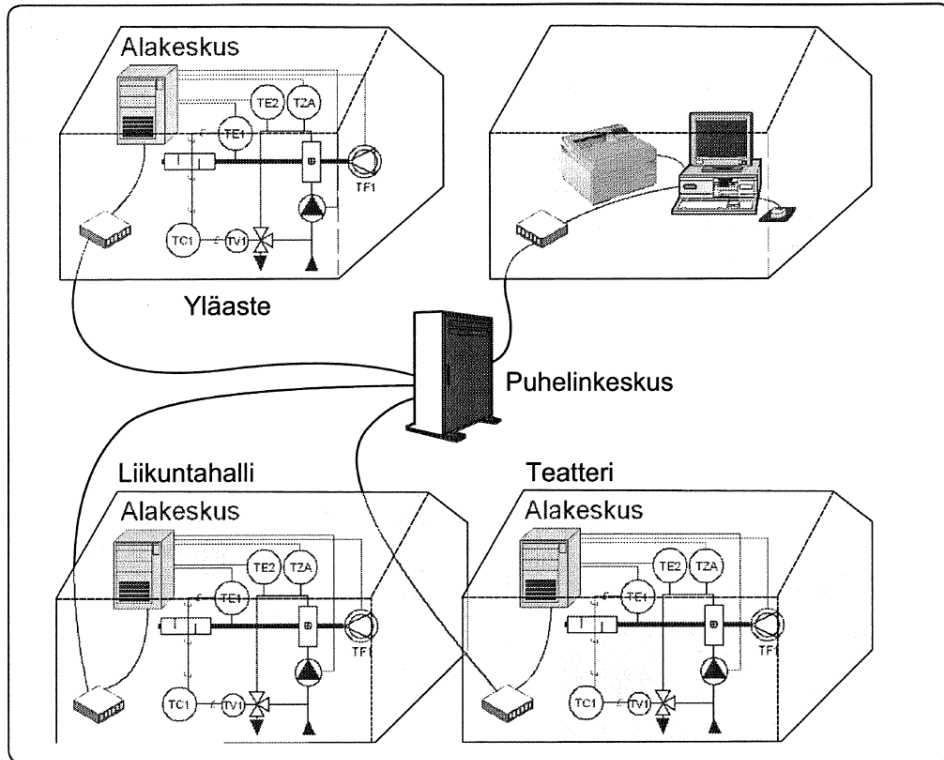
lakompensoituun säätöautomaatiikkaan otettiin mukaan myös tuuli- ja aurinkoantureita. Näillä huomioidaan pattereille menevän veden lämpötilassa tuulen rakennusta jäähdyttävä ja auringon lämmittävä vaikutus. Samoin yö- ja viikonloppulämpötilojen sekä ilmastoinnin tehon pudotukset otetaan huomioon tilanteen niin salliessa. Tekniikan kehittyessä saatiin ohjaukset ja säädöt keskitettyä ns. valvonta-alakeskuksiin (VAK), joita sijoitettiin automatiikan kannalta keskeisiin paikkoihin: ilmastoinnin konehuoneisiin, lämmönjakohuoneisiin ja sähköpääkeskushuoneisiin. (Harju 2006, 11-13.)

Alakeskukset koostuivat yhdelle piirilevylle sijoitetuista säätimistä, joihin voitiin kytkeä kentältä erilaisia mittauksia. Mittausten perusteella voitiin ohjata ja säätää toimilaitteiden avulla ilmastointia ja lämmitystä (Ks. kuvio 3.). Tässä vaiheessa tekniikka oli jo alkanut muuttua digitaaliseksi ja nimikkeeksi vakiintui ammattilaispiireissä DDC-järjestelmät (Direct Digital Control).



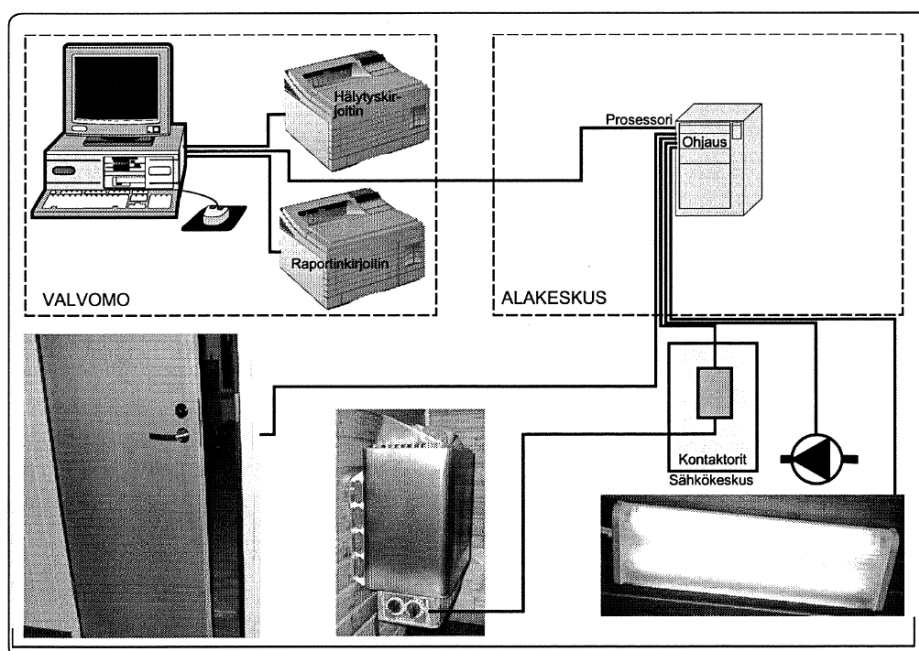
KUVIO 3. DDC-järjestelmä (Kohvakka 2010, 1).

Alakeskukset pystyttiin linkittämään toisiinsa erilaisilla tietoverkkoratkaisuilla, jolloin niitä ja niihin liitettyjä toimintoja pystyttiin kootusti hallitsemaan keskusvalvomosta käsin (Ks. kuvio 4.).



KUVIO 4. Talotekniikan automaatioverkot (Harju 2006, 82).

Toimintoihin otettiin vähitellen mukaan mm. valaistuksen ja muiden sähköjärjestelmien sekä oviympäristöjen ohjaus ja hallinta (Ks. kuvio 5.). Energian seurannan myötä automaatiota on myös alettu hyödyntämään energian käytön optimointiin veden, sähkön ja lämmitysenergian käytön osalta. (Harju 2006, 14-16.)



KUVIO 5. Alakeskuksen toimintoja (Harju 2006, 82).

Automaatiotekniikan kehittyminen on johtanut siihen, että automaatiojärjestelmät ovat muuttuneet internetin ja nopeiden tietoliikennetekniikoiden- ja yhteyksien myötä etähallittaviksi. Kiinteistöissä olevat, jatkuvasti miehityt valvomot ovat nykyään historiaa. Kehittyneemmissä automaatiojärjestelmissä valvomo kulkee kiinteistönhoitajan mukana kannettavan tietokoneen, tabletin tai älypuhelimien kautta.

Suurempia kiinteistöjä saatetaan liittää tietoverkkojen kautta jonkin valvontaa tarjoavan yrityksen (ISS, L&T, Securitas) keskusvalvomoon. Tällöin keskusvalvomot toimivat lähinnä kiinteistöstä tulevien erilaisten hälytysten vastaanottajina. Valvomoista otetaan edelleen yhteys henkilöön tai yritykseen, joka hoitaa kunkin hälytyksen edellyttämät toimenpiteet.

2.2 Kotiautomaatio

Erilaiset automaatiojärjestelmät ovat alkaneet yleistyä myös pienikiinteistöissä. Omakotitaloissa ja loma-asunnoissa alettiin 1980 –1990-luvuilla ottamaan käyttöön erilaisia murtovalvonta-, palovaroitin- ja valaistuksen ohjausjärjestelmiä. Nämä järjestelmät olivat erillisiä, itsenäisesti toimivia kokonaisuuksia, joilla oli omat keskuskeskukset ja käyttöliittymät. Niiden toiminta oli yleensä rajoittunut vain siihen nimenomaiseen osa-alueeseen, johon ne oli suunniteltu.

2000-luvun taitteessa alkoi markkinoille tulla automaatiojärjestelmiä, joita nykyään kutsutaan myös kotiautomaatioksi tai taloautomaatioksi. Näihin järjestelmiin pystyttiin paitsi toteuttamaan perinteistä LVI-automaatiota, myös integroimaan toimintoja, jotka aiemmin oli toteutettu omina, erillisinä järjestelminään (Ks. kuvio 6.):

- murtovalvonta
- paloturvallisuus
- kosteusvalvonta
- kulunvalvonta
- oviympäristöjen ohjaus
- kameravalvonta
- sähköjärjestelmien ohjaus
- älykkäät tilanneohjaukset

- energian kulutuksen seuranta ja optimoinnit



KUVIO 6. Kotiautomaatiojärjestelmät (Hattunen 2014, 6).

Automaatiojärjestelmien ohjelmoiminen käyttäjän tarpeiden mukaisesti ja joustavuus toimintoihin liittyvissä ohjelmallisissa muutoksissa ovat lisänneet näiden järjestelmien suosiota. Erilaisten graafisten ja visuaalisten käyttöliittymien avulla kotinsa toimintoja voi hallita käyttöpöytäkeinojen, tietokoneiden, tablettien tai älypuhelimien avulla paikan päällä tai toiselta puolelta maapalloa (Ks. kuvio 7.).



KUVIO 7. Kotiautomaatiojärjestelmät (Hattunen 2014, 26).

2.3 Turvajärjestelmät

Talotekniikan automaation yhtenä osa-alueena etenkin suuremmissa kiinteistöissä ovat erilaiset turvajärjestelmät. Tällaisia järjestelmiä ovat:

- murtovalvontajärjestelmät
- kameravalvontajärjestelmät
- turvavalaistusjärjestelmät
- palovaroitinjärjestelmät
- automaattinen paloilmoitin
- savunpoistojärjestelmät
- tulipalon sammutusjärjestelmät

Kuten aiemmin todettiin, niin osa näiden järjestelmien toiminnoista voidaan nykyään integroida modernin rakennusautomaation (LVI-automaatio tai kotiautomaatio) yhteyteen. Automaattinen paloilmoitin on näistä järjestelmistä ainoa, joka on toteutettava omana järjestelmänään. Tämä johtuu siitä, että automaattinen paloilmoitin vaaditaan pelastusviranomaisten ja pelastuslain perusteella tiettyihin kiinteistöihin ja sen hälytys on siirrettävä hälytyskeskukseen (112).

Yleensä myös turvavalaistus-, savunpoisto- ja sammutusjärjestelmät toteutetaan omina järjestelminään, koska niiden tarvetta ja käyttöä määrittelevät viime kädessä paloviranomaiset. Samoin murtovalvonta- ja kameravalvontajärjestelmät isommissa kiinteistöissä, joiden rahallinen arvo on suuri, ovat monesti erillisiä järjestelmiä. Näissä tapauksissa hälytykset ja valvonnat on ohjattu joko kiinteistön omaan valvomoon, kiinteistöhoitoyrityksen valvomoon tai vartiointiliikkeen keskusvalvomoon.

2.4 Automaatiotekniikan näkymät Suomessa

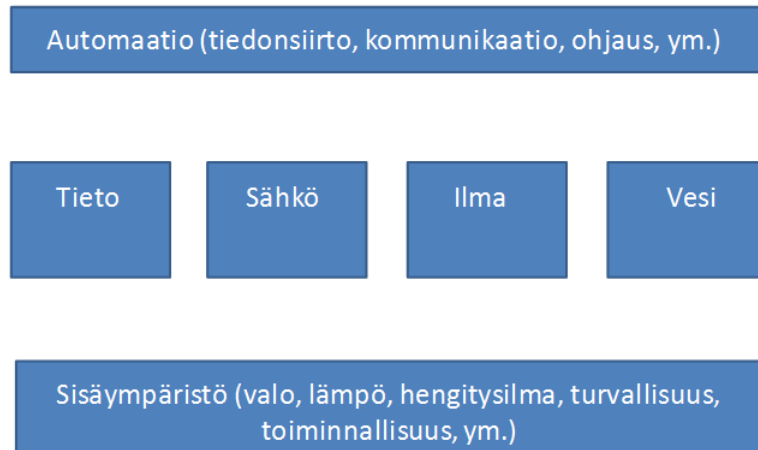
Marraskuussa 2014 Tampereella järjestettiin KNX Partner- seminaaripäivä, jonka aiheena oli automaation ja älykkäiden ratkaisujen tuleminen rakennuksiin. Luennoitsijat käsittelivät vahvasti tulevaisuutta ja sen tuomia haasteita ja mahdollisuuksia kiinteistöautomaatioon liittyen. Tällä hetkellä markkinat älykkäiden talotekniikan ratkaisujen osalta näyttävät olevan noin 7 % uudisrakennuksista ja 1 % kaikesta ra-

kentamisestä. Esimerkiksi KNX- taloautomaation markkinat Suomessa ovat noin 1 000 projektia vuodessa, ja niiden rahallinen arvo noin 10–12 miljoonaa euroa. Kasvupotentiaali alalla on siis valtava, ja tämä on tilanne pelkästään KNX-taloautomaatiojärjestelmien kohdalla. (STUL ry 2014.)

Mikä saa yhteiskuntaa älykkäiden talojen ja älykkäitä taloja ja kaupunkeja? Tulevaisuudessa on esimerkiksi sähköautojen yleistyessä löydettävä ratkaisu latauksen ajoitukseen. Sähköverkko ja sähkön tuotanto eivät nykyisellään kykene vastaamaan sellaiseen kuormitukseen, joka syntyy esimerkiksi silloin, kun sähköautoja laitetaan tavanomaiseen töiden päättymisen aikaan lataukseen. Siksi ei enää riitä, että yksittäinen kiinteistö on "älykäs", vaan koko kylän tai kaupungin täytyy kommunikoida älykkäässä väylässä. (STUL ry 2014.)

Liiketoimintamahdollisuus kiinteistöautomaatiosta tulee tulevaisuudessa olemaan perinteisen "urakoinnin" ja osaprojektien sijaan eri osakokonaisuuksien integroinnissa. Miten siis saadaan tieto (know-how), sähköjärjestelmät, lämmitys, ilmastointi ja käyttövesi yhdistettyä mahdollisimman energiatehokkaasti sisäympäristöksi automaation (tiedonsiirto, kommunikointi, ohjaus) avulla?

Sisäympäristö tulee käsitteenä enemmän eteen *tekniikan* sijaan ja se kattaa valaistuksen, lämmityksen, ilmastoinnin, turvallisuuden ja toiminnallisuuden (Ks. kuvio 8.), eli koko kiinteistön saumattoman ja automaattisen toiminnan. Mitä vähemmän käyttäjän tarvitsee asiaan puuttua ja säätää, sitä paremmaksi saadaan eläminen ja olominen. Automaation onkin tarkoitus toimia huomaamattomasti taustalla, mutta kuitenkin tehokkaasti ja halutulla tavalla. (STUL ry 2014.)



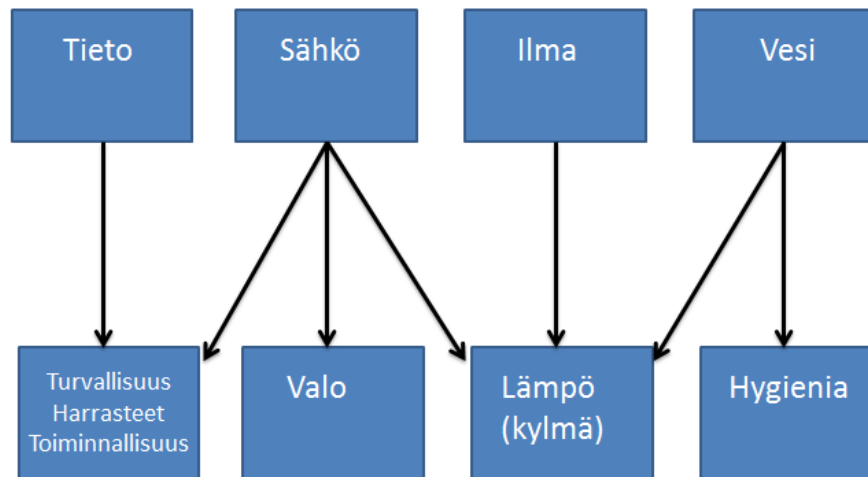
KUVIO 8. Integroitu talotekniikka (Hattunen 2014).

Edellä mainittua ajatusmallia määrittelemään on laadittu seuraavat ”ajurit”:

- energiatehokkuusvaatimukset
- teknologian kehitys
 - o avoimet väylät
 - o älykkäät komponentit ja laitteet
- poikkitieteellinen koulutus

Sähkö- ja teleurakoitsijaliiton näkemyksen mukaan kiinteistöjen talotekniikkaan liittyvää sähköasentajan sekä insinöörin koulutusta tulisikin viedä enemmän ”poikkitieteelliseen” suuntaan. Tämän käsityksen mukaan sähköasentajalla tulisi olla tietoa myös lämmitysjärjestelmistä, ilmanvaihdosta, tietoliikenteestä jne. (STUL ry 2014.) Esimerkiksi Saksassa suuri osa kiinteistöautomaation liiketoiminnasta on jo ns. integraattorina toimimista.

Integraattori on mukana jo kiinteistön suunnitteluvaiheen alusta alkaen (insinöörit, sähkö- ja automaatiourakointiliikkeet). Integraattorien pitää nähdä mahdollisimman monipuolisesti kokonaisuuksien yhdistämismahdollisuudet ja toiminta. Tavallaan ohjelmoinnin ja konfiguroinnin osaamisesta mennään kohti tilannetta, jossa integraattori määrittelee, kuinka automaatiojärjestelmä toteutetaan (Ks. kuvio 9.). (STUL ry 2014.)



KUVIO 9. Automaatiojärjestelmän toteutuksen malli (Hattunen 2014).

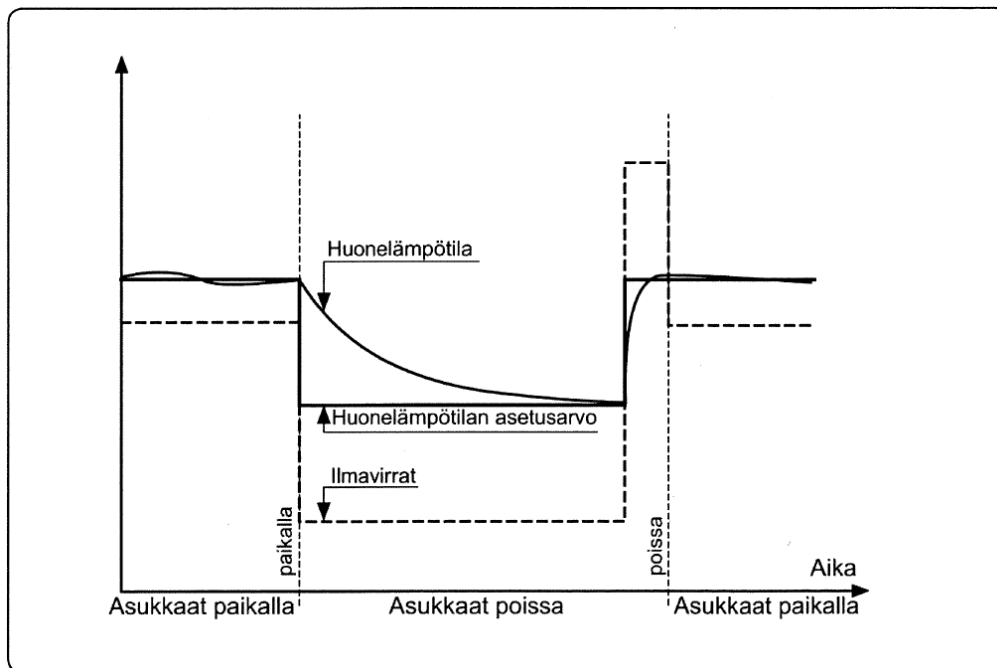
Suunnittelijoille ja urakoitsijoille täytyy kertoa miten sisäympäristön pitää toimia ja kuinka ohjelmointi tulisi tehdä, jotta toiminnalliset tavoitteet saavutetaan. Sekä asentajan että insinöörin on tulevaisuudessa opittava myymään tekniikan ja teknisten ratkaisujen sijaan tietämystä. Tämä johtaa siihen, että myös asentajilla on oltava riittävän laaja tietämys automaatiosta kokonaisuutena, ei pelkästään niiden asentamiseen liittyvistä seikoista (STUL ry 2014.)

Laajemmassa mittakaavassa talotekniikan automaation kehittymisen suuntautumisessa onkin painopiste järjestelmien ominaisuuksien, käyttämisen ja älykkyyden parantamisessa. Oli sitten kyseessä mikä tahansa automaation taso (kiinteistöautomaatio, rakennusautomaatio, taloautomaatio, kotiautomaatio) visiona on saada sähkötekniikka, kodinkoneet, viihde-elektroniikka ja säätöautomaatiikka toimimaan keskenään.

Olellista on se, että automaatiikka on tietyllä tapaa adaptiivinen, ”itseoppiva”. Automaatiikka seuraa asukkaiden vuorokausi- ja viikkorytmiä ja tekee sen pohjalta säädön- ja toimintojen ohjausrungon, jota voidaan muokata joko paikan päällä tai etäyhteyden kautta. Lisäksi talo on verkottunut ulospäin, jolloin saadaan tietoa vaikka tulevasta säästä. (Harju 2006, 14–16.)

Tässä yhteydessä mainitaan monesti käsite älytalo, älykäs talo joka mukautuu jatkuvasti käyttäjän muuttuvaan toimintaan. Erilaisilla antureilla saadaan tietoa huoneiden lämpötilasta, kosteudesta, valaistuksen tasosta ja asukkaiden läsnä/poissaolosta. Eri tilojen lämpötilaa, ilmastoinnin tehoa, valaistusvoimakkuutta, sähkölaitteiden päällä oloa ohjataan ja säädetään antureiden antamien tietojen perusteella.

Tällöin saavutetaan tietysti paras mahdollinen asumis- ja oleskelumukavuus, jonka keskiössä on ihminen (Ks. kuvio 10.). Toinen konkreettinen hyöty on energiansäästö, mikä saavutetaan edellä mainituilla energiankäytön optimoinneilla. Energiansäästö ja siihen tähtäävät rakennustekniset ratkaisut sekä automaation kattavampi hyödyntäminen onkin nostettu esille monessa eri yhteydessä (Harju 2006, 14–16.)



KUVIO 10. Tulevaisuuden rakennus oppii käyttäjän mieltymyksiä (Harju 2006).

Kaikki edellä mainitut visiot eivät ole enää pelkästään tulevaisuutta, suurin osa niistä on jo nyt olemassa. Talotekniikan automaatiojärjestelmien yleistyminen ja niiden toimintojen monipuolistuminen johtavat vääjäämättä siihen, että myös talotekniikan alojen työntekijät joutuvat niiden kanssa koko ajan enemmän tekemisiin. Tällöin pitää työntekijöillä olla riittävästi tietämystä niistä automaatiojärjestelmistä, joiden kanssa yleisimmin joudutaan tekemisiin.

Tämä asettaa haasteita koulutukselle, jotta koulusta valmistuvien opiskelijoiden osaaminen täyttää tutkintojen perusteiden vaatimukset. Samalla olisi myös vastattava talotekniikan eri alojen työnantajien osaamisvaatimukseen. Automaatiotekniikan kehittymisen ja yleistymisen myötä työnantajat ovat alkaneet vaatia työmarkkinoille valmistuvilta henkilöiltä yhä enemmän laaja-alaista osaamista.

3 AUTOMAATIOKOULUTUKSEN TARVEKARTOITUS

Kokonaisuutena voidaan nähdä, että yksittäisistä "kapeista" aloista (talotekniikka, lvi, turvallisuus, sähkö- ja talonrakennus) tulisi mennä rohkeasti kohti poikkitieteellistä koulutusta, joka palvelisi talotekniikkaa kokonaisuutena. Osalle tämä varmaan on jo mahdollisesti selvää, mutta se miten me aikuis- ja ammattiopistossa hyödynnämme tulevaisuuden mahdollisuudet sähköalan koulutuksessa, on vähintäänkin mielenkiintoinen haaste.

Vaikka suurten kiinteistöjen "perinteinen" LVI-automaatio on edelleenkin vahvimassa roolissa, on sen rinnalle tulossa erilaisia koti- ja taloautomaatoratkaisuja. Niissä tarjottavat mukavuusratkaisut tulevat varmasti heijastumaan myös LVI-automaation puolelle. Järjestelmien toiminnan keskiössä tulevatkin olemaan talotekniikan alojen ammattilaiset, jotka päivittäin rakentavat, ylläpitävät, käyttävät tai hyödyntävät erilaisia automaatiojärjestelmiä. Automaatiokoulutuksen tarve onkin kartoitettava edellä mainittuja näkökohtia hyödyntäen, tiedostaen sen mitkä ovat talotekniikan automaation tulevaisuuden haasteet.

3.1 Automaatiokoulutuksen tarve talotekniikan koulutusaloilla

Automaatiokoulutuksen määrä ja laajuus kullakin koulutusaloilla on tarkkaan määriteltä Opetushallituksen julkaisemissa tukintojen perusteissa. Näitä voidaan pitää automaatiokoulutuksen tarvekartoituksen perustana. Tämän päälle haetaan tutkimusten kautta tarkennuksia ja täsmennyksiä vastaamaan työelämän asettamia vaatimuksia ja odotuksia.

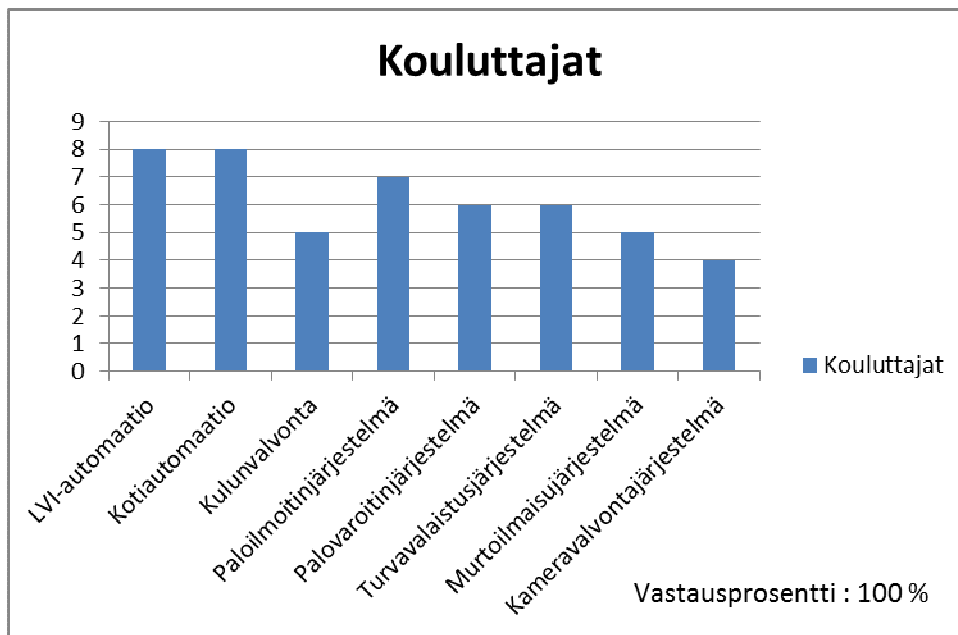
Tutkintojen perusteissa ei välttämättä ole huomioitu työmarkkinoilta tulevia alueellisia osaamisvaatimuksia, jotka on erikseen selvitettävä. Tavoitteena olisi saada tutkimusten kautta riittävän laaja tietopohja. Sen perusteella voidaan lähteä kartoittamaan ja määrittelemään automaatiokoulutuksen käyttöön kehitettävien oppimisympäristöjen laitteistoja.

Tutkimusmenetelminä oli alkuperäisen suunnitelman mukaisesti tarkoitus käyttää haastatteluja, kyselyjä (Ks. liite 5) ja automaatioalan julkaisujen artikkeleita. Automaatiokoulutuksen tarvetta lähdettiin kartoittamaan haastattelemalla ensin Jyväskylän aikuisopiston talotekniikan alojen kouluttajia. Haastattelut tehtiin pitkälti ”kahvipöytäkeskustelujen” lomassa, henkilökohtaisilla vierailuilla eri alojen toimisto- ja työtiloissa sekä kyselyillä (Ks. kuvio 11.).

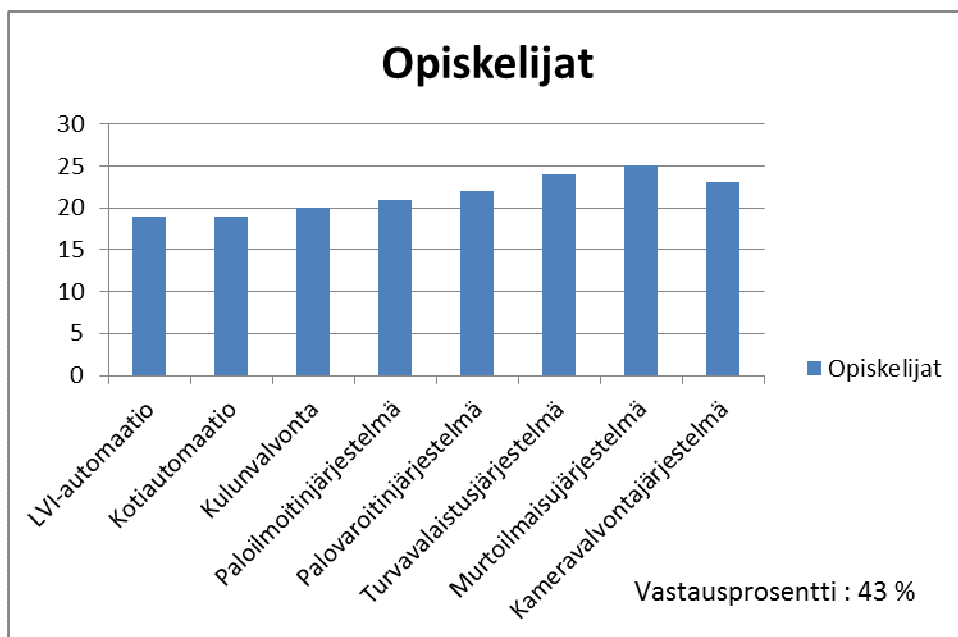
Haastattelujen ja kyselyjen pohjalta muodostui suhteellisen kattava kokonaiskuva kunkin alan tämänhetkisestä automaatiokoulutuksen määrästä ja tasosta. Samalla tuli selkeitä toivomuksia siitä mihin automaatiokoulutusta olisi kohdennettava, jotta opiskelijoilla olisi riittävät perustiedot työssä oppimiseen ja ennen kaikkea työelämään siirryttäessä.

Toisessa vaiheessa suoritettiin kyselyjä talotekniikan eri alojen opiskelijoilta (Ks. kuvio 12.) ja heidän työssä oppimispaikkojensa yrityksiltä (Ks. kuvio 13.). Näiden tutkimustulosten, eli palautettujen kyselyjen määrän oletettiin jäävän suhteellisen pieneksi ja näin siinä kävikin. Opiskelijoilta oli kyselyjen takaisin saaminen hieman helpompaa, koska kyselyt pystyttiin tekemään oppituntien yhteydessä. Tosin kyselyt tehtiin lähiopetuksessa oleville opiskelijoille, osa oli työssä oppimassa ja heidän kohdalta kysely jäi suorittamatta.

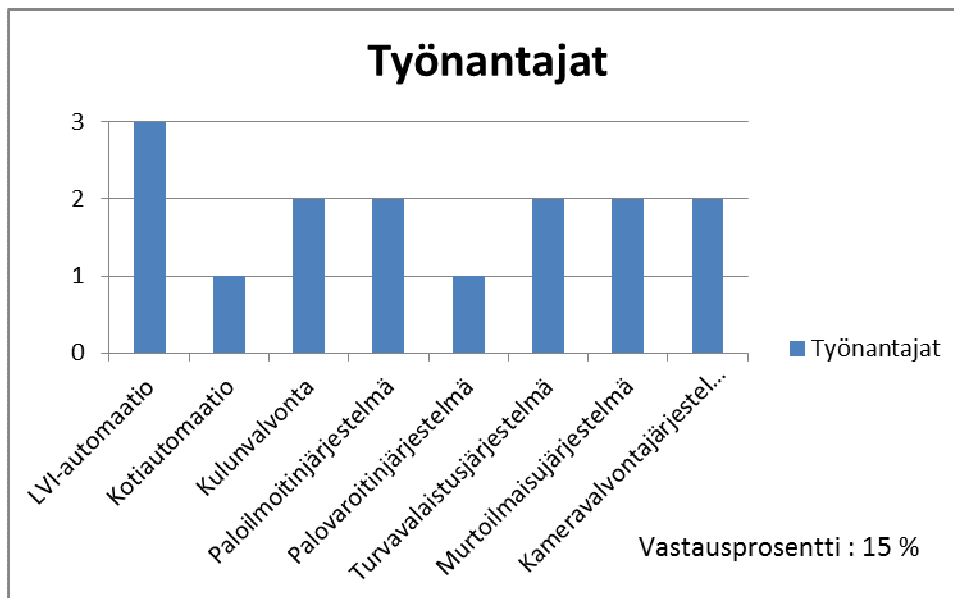
Työnantajien vastaushalukkuus sen sijaan oli kohtalaisen heikko, johtuen tietysti heidän jatkuvasta kiireestään urakoinnin ja tuloksen teon yhteydessä. Onneksi opiskelijoilla oli muodostunut suhteellisen hyvä kuva heidän työssä oppimispaikoillaan esiintyvistä automaatiojärjestelmistä. Tämän avulla pystyttiin paikkaamaan niitä tiedonkeruun aukkoja, joita yrityksille suoritetuissa kyselyissä tuli.



KUVIO 11. Koulutustarvekysely talotekniikan kouluttajille (Hattunen 2014).



KUVIO 12. Koulutustarvekysely talotekniikan opiskelijoille (Hattunen 2014).



KUVIO 13. Koulutustarvekysely talotekniikan työnantajille (Hattunen 2014).

Merkittävänä tekijänä ovat myös automaatioalan asiantuntijat, laitevalmistajat ja maahantuojat. Heidän visiot alan nykytilanteesta ja ennen kaikkea tulevaisuudesta on otettava huomioon koulutustarvetta kartoitettaessa. Näiden visioiden pohjalta määritellään tulevien rakennuskohteiden automaatioprojektien toimintoja, laitevalintoja ja toteutustapoja. Kuten tässä on aiemmin tullut esille, automaatio ja erityisesti niiden älykkäät ratkaisut ovat vahvasti tulossa uusiin kohteisiin, osa niistä on jo käytössä.

Halusimme tai emme, automaatio tulee mukaan jokapäiväiseen elämään kaikilla talotekniikan osa-alueilla. Mitä aiemmin tämä kehitys pystytään ottamaan huomioon alan ammatillisessa koulutuksessa, sitä helpommin ja kivuttomammin muutos pystytään ottamaan vastaan. Ajan tasalla olevan automaatiokoulutuksen saaneet talotekniikka-alan ammattilaiset omalta osaltaan tuovat työkohteissa asiakkailleen esille uutta tekniikkaa, ominaisuuksia ja sen hyödyntämistä. Myös tämä on otettava huomioon yhtenä kriteerinä automaatiokoulutuksen tarvekartoituksessa.

3.1.1 Kiinteistöhoitajat

Kiinteistöpalvelujen perustutkinnossa, kiinteistönhoidon koulutusohjelmassa (kiinteistöhoitaja), on yhtenä valinnaisena tutkinnon osana kiinteistöautomaation käyt-

täminen. Kyseisen tutkinnon osan ammattitaitovaatimuksina on, että tutkinnon suorittaja osaa:

- selvittää, miten käyttötoimenpiteet tehdään eri yksikkösäätimissä ja keskitetyissä valvontajärjestelmissä
- muuttaa lämmityksen säätökäyrän kaltevuutta ja ns. suuntaissiirtämällä sitä oikeaan suuntaan
- asettaa ja muuttaa lämpimän käyttöveden ja ilmanvaihdon tuloilman lämpötilojen asetusarvoja
- asettaa kiinteistön käyttämiseen liittyviä aikaohjelmia
- arvioida asetusarvoihin tehtyjen muutosten vaikutusta sisäilman laatuun ja energian kulutukseen
- arvioida säätöjärjestelmistä saatujen mittaustulosten oikeellisuutta. (Kiinteistöpalvelujen perustutkinto 2010.)

3.1.2 Talotekniikka

Talotekniikan perustutkinnon perusteissa ei erikseen mainita talotekniikan automaatiojärjestelmien käyttöön tai toimintaan liittyviä osaamisvaatimuksia. Kuitenkin suuntautumisesta (putki-, lämmityslaite-, ilmanvaihto-, kylmäasentaja) riippumatta opiskelijat joutuvat todennäköisesti työssä oppimispaikoillaan ja tulevaisuudessa työtehtävissään tekemisiin vähintäänkin LVI-automaation kanssa. Pienemmissä kohteissa (pientalot) työskenneltäessä on myös hyvin suuri mahdollisuus joutua tekemisiin nykyaikaisten taloautomaatiojärjestelmien kanssa.

3.1.3 Sähkötekniikka

Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkintoa (sähköasentaja) opiskelevilla on yhtenä valinnaisena tutkinnon osana kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät. Alueellisista sähköurakoinnin liiketoimintamalleista johtuen kyseinen tutkinnon osa on Jyväskylän aikuisopistolla havaittu hyödylliseksi. Tästä syystä se on vakiintunut opiskelijoiden valinnaksi henkilökohtaistamisen yhteydessä.

Sisällöltään tämä tutkinnon osa on hyvin laaja, pitäen sisällään yleiskaapelointi-, paloilmoin-, murtoilmaisu- ja antennijärjestelmät. Tämän lisäksi siihen kuuluu myös LVI- järjestelmäosaaminen, josta tutkinnon suorittajan on:

- tunnettava rakennusten lämmitykseen liittyvät järjestelmät ja niiden keskeiset osat kuten esim. kaukolämmön vaihtimen, öljylämmityskattilan, sähkökattilan maalämpöpumpun ja poistoilmalämpöpumpun
- tunnistettava säätökaaviosta lämmitykseen liittyvät piirrosmerkit ja ymmärtää toimintaselostuksen perusteella lämmitysjärjestelmän toiminnan
- tunnettava lämmön talteenotolla varustetun ilmastointikoneen toimintaperiaate ja siihen liittyvät osat
- ymmärrettävä lämmön talteenoton komponentit (levylämmönsiirrin, pyörivä lämmönsiirrin) ja merkityksen energian säästössä
- osattava ilmastointikoneeseen ja -kanaviin liittyvät piirrosmerkit. Hän ymmärtää ilmastointiprosessin pääperiaatteen
- tunnistettava säätökaaviosta piirrosmerkit ilmastoinnin osalta ja ymmärrettävä toimintaselostuksen perusteella ilmastointijärjestelmän toiminnan. (Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto 2009.)

Ohessa olivat vain keskeisimmät osaamisvaatimukset LVI-automaatioon liittyen. Kokonaisuutena osaamisvaatimukset ovat laajat ja niihin liittyen on haasteellista järjestää kaikkia osa-alueita käsittelevää koulutusta. Ongelmia ei tule niinkään teoriakoulutuksen kanssa, siihen on suhteellisen helppoa laatia luentomateriaalia. Käytännön harjoitteluun tarkoitettujen oppimisympäristöjen kanssa kohdataan suurimmat haasteet. On määriteltävä millaisia ympäristöjä rakennetaan, mitä laitteita niissä käytetään, kuinka monta niitä pitää olla?

3.1.4 Turvallisuus

Turvallisuusala elää voimakasta murroskautta, alan osaamisvaatimuksille on muutospaineita kiinteistöhoitoon liittyviin tehtäviin. Turvallisuusalan perustutkinnon, turvallisuusvalvoja, yhtenä valinnaisena tutkinnon osana onkin kiinteistötekniinen toiminta. Tutkinnon suorittajan on kiinteistön teknisiin järjestelmiin liittyen osattava:

- tunnistaa kiinteistö- ja rakennustekniikkaan liittyviä laitteita niiden yleisimpiä toimintahäiriöitä ja niiden aiheuttajia
- katkaista häiriö- tai erityistilanteessa tarvittaessa sähkön, porrasautomaattikan, ilmastoinnin, vedentulon tai muun vahinkoa tai vaaraa aiheuttavan laitteen
- käyttää kiinteistöttekniikkaan liittyviä laitteita niiden peruskäytön osalta
- tulkita kiinteistöön liittyviä kuvia ja kaavioita
- toimia kiinteistöstä tulleiden hälytysten vaatimalla tavalla sekä arvioida korjaustarpeita ja työn kiireellisyyksiä. (Turvallisuusalan perustutkinto 2010.)

3.1.5 Työnantajat

Työelämän osaamisvaatimukset vaihtelevat työnantajakohtaisesti. Yhteistä työnantajilla on se, että he usein odottavat saavansa koulusta valmiita alan ammattilaisia, jotka ovat heti tuottavia työntekijöitä. Valitettava totuus on, että koulusta ei valmistuta suoraan ammattilaiseksi. Perustutkinnon suorittamisen jälkeen henkilö on valmis kehittymään töitä tekemällä oman alansa ammattilaiseksi. Tämä prosessi kestää henkilöstä ja alasta riippuen vähintään 3–5 vuotta. Tästä huolimatta työnantajasektorilla on hyvinkin suuret odotukset talotekniikan aloille valmistuvien henkilöiden osaamisesta, myös automaatiotekniikan osalta.

4 OPPIMISYMPÄRISTÖJEN LAITTEISTOMÄÄRITTELYT

Talotekniikan eri osa-alueisiin on tarjolla erittäin paljon erilaisia järjestelmiä, komponentteja ja tekniikoita. Kaikkien tarjolla olevien järjestelmien kartoittaminen olisi ollut liian aikaa vievää ja toisaalta myös turhaa. Parempi onkin keskittyä tarkastelemaan sellaisia järjestelmiä, joilla voidaan riittävässä laajuudessa kouluttaa talotekniikan eri aloja.

Tehtyjen haastattelujen ja kyselyiden perusteella saatiin suuntaviivat siitä, millaisiin järjestelmiin talotekniikan automaatiokoulutuksessa olisi syytä panostaa. Talotekniikan alojen kouluttajien ja työnantajien vastausten painoarvo on merkittävämpi, kuin

aloille opiskelevien henkilöiden. Heillä on kuitenkin ajan tasalla olevat tiedot siitä, mitä työelämässä oikeasti tarvitsee rakennusautomaatiosta tietää ja osata.

Automaatiokoulutukseen liittyen voidaan käsittelyyn ottaa myös tietotekniikka-osaamisen kehittäminen. Keski-suomalaisessa lokakuussa 2014 olleen artikkelin mukaan Suomalaisten nuorten tietotekniikka-osaaminen jää Euroopan keskitason alapuolelle. Vain 67 prosenttia 16–29 vuotiaista nuorista aikuisista on tutkimuksen mukaan saanut järjestelmällistä tietoteknistä opetusta jossakin oppilaitoksessa. (Nevalainen 2014.)

Peräti 97 prosenttia nuorista onkin hankkinut tietotekniikkataitonsa käytön kautta. Tässä vertailussa Suomi kuuluu Euroopan kärkimaihin. Tietotekniikkataitojen puutteellisuus näkyikin kuitenkin jo peruskoulun oppilaissa. Koulut antavat usein varsin heikot eväät sekä yleisimpien toimistosovellusten osalta että myös tietoturvakysymyksiin liittyvissä asioissa. (Nevalainen 2014.)

Tähän liittyen Jyväskylän koulutuskuntayhtymä on aloittanut Opetushallituksen rahoittaman Byodroid-hankkeen. Hankkeen tavoitteena on tutkia ja löytää laiteriippumattomia oppimisympäristöjä ja toimintatapoja, jotka mahdollistavat oppilaiden omien tietotekniikkalaitteiden käytön opetuksessa. (Nevalainen 2014.) Talotekniikan automaatiokoulutuksen kehittämisessä täytyy ottaa myös tämä asia huomioon.

Koulutuksessa on pyrittävä käyttämään tietotekniikkaa hyväksi mahdollisimman paljon. Oppimisympäristöissä voidaan tietotekninen näkökanta ottaa huomioon laitteistojen etäkäyttömahdollisuuksien osalta. Opiskelijoille annetaan mahdollisuus hallita ja käyttää automaatiojärjestelmiä tableteilla, kannettavilla tietokoneilla tai älypuhelimilla.

4.1 Oppimisympäristöjen määrittelyt

Rakennettaviin oppimisympäristöihin tulevien automaatiojärjestelmien valintaan vaikuttavat toiminnallisten ominaisuuksien vaatimukset. Määrittelyssä on myös huomioitava koulutuksen sisältö ja laajuus; mitä ja kuinka kunkin alan opiskelijoille

pitää kouluttaa? Tämän perusteella pystyttiin kartoittamaan markkinoilla olevien, tunnettujen järjestelmien soveltuvuus koulutuskäyttöön. Samalla täytyi kuitenkin ottaa huomioon käytettävissä olevat taloudelliset resurssit. Olemassa olevissa talotekniikan oppimisympäristöissä voidaan hyödyntää uusia järjestelmiä.

Tärkeimpänä automaation osa-alueena on tehtyjen tutkimusten mukaan edelleenkin perinteinen LVI-automaatio (kiinteistöautomaatio). LVI-automaation kanssa ovat lähes kaikkien talotekniikan alojen opiskelijat joutuneet tekemisiin jossain vaiheessa työssä oppimisjaksoaan. Kiinteistöautomaatiojärjestelmät ovat vaihdelleet laajamittaisista, valvonta-alakeskuksin varustetuista kokonaisuuksista yksikkösäätimillä toteutettuihin pienempiin kohteisiin. Yhteistä näille on ollut lämmityksen, lämpimän käyttöveden ja ilmastoinnin ohjaus ja säätö.

Lisäksi työssä oppimispaikoilla on opiskelijoiden mukaan ollut jonkin verran muitakin automaatio- ja turvajärjestelmien toimintoja:

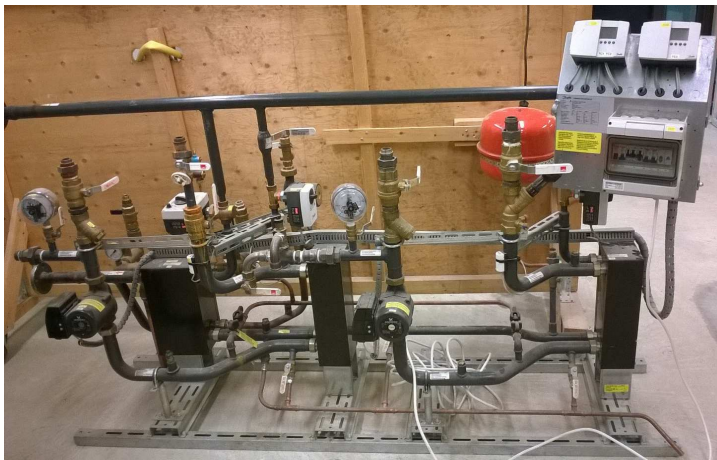
- sisä- ja ulkovalaistuksen ohjausta
- kulunvalvontaa
- kameravalvontaa
- murtoilmaisua
- paloturvallisuutta
- turvavalaistusta

Osa näistä toiminnoista on toteutettu omina järjestelminään, osa on integroitu olemassa olevaan kiinteistöautomaatiojärjestelmään. Näiden tutkimustulosten perusteella painopistealueeksi automaatiokoulutuksen kehittämiseksi on otettu kolme suuntausta; LVI-automaatio, nykyaikainen kotiautomaatio ja turvajärjestelmät.

LVI-automaation osalta pyritään hyödyntämään markkinoilla olevia, kehittyneitä yksikkösäätimiä ja pienemmän mittakaavan valvontakeskuksia. Nykyaikaisella kotiautomaatiolla voidaan toteuttaa lämmityksen ja ilmastoinnin ohjausta. Lisäksi pystytään hallitsemaan muiden sähkötekniisten järjestelmien ohjausta sekä murtovalvontaa ja paloturvallisuutta.

Jyväskylän aikuisopistolla on talotekniikan koulutuskäytössä ollut neljä erilaista LVI-tekniikan oppimisympäristöä:

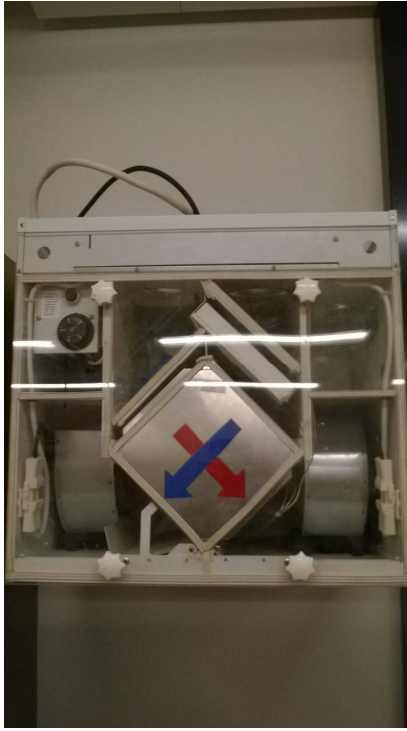
- Danfoss HKL-3, kolmepiirinen lämmönjakokeskus juotetuilla lämmönsiirtimillä (Ks. kuvio 14.).
- Högfors UNIS 100-2R, kaksipiirinen lämmönjakokeskus (Ks. kuvio 15.).
- Vallox MUH Ilmava 100 -ilmanvaihtokone (Ks. kuvio 16.).
- Jäspi ECO-17 Lux -öljylämmityskattila (Ks. kuvio 17.).
- Gold-3-2-1 modulaarinen IV-kone (Ks. kuvio 18.).



KUVIO 14. Danfoss HKL-3 -lämmönvaihdinpaketti (Hattunen 2014).



KUVIO 15. Högfors UNIS 100-2R -lämmönvaihdinpaketti (Hattunen 2014).



KUVIO 16. Vallox MUH Ilmava 100 -ilmanvaihtokone (Hattunen 2014).



KUVIO 17. Jäspi-öljylämmityskattila (Hattunen 2014).



KUVIO 18. Gold-ilmanvaihtokone (Hattunen 2014).

Täysimittaisten lämmönjakelu- ja ilmastointijärjestelmien rakentaminen yksinomaan koulutuskäyttöön on taloudellisesti ja rakennusteknisesti tällä hetkellä mahdotonta. Kannattavampaa onkin vaihtaa edellä mainittuihin oppimisympäristöihin nykyaikaiset säätimet ja anturoinnit. Jos näihin ympäristöihin saadaan lisäksi väyläpohjainen ohjaus, etähallinta ja graafinen käyttöliittymä, niillä pystytään simuloimaan riittävässä laajuudessa nykyaikaisen kiinteistöautomaatiojärjestelmän toimintaa ja käyttöä. Kyseiset oppimisympäristöt voidaan sijoittaa kiinteästi talotekniikan omiin koulutus-tiloihin, joissa muutenkin harjoitellaan LVI-asennustekniikkaa.

Kotiautomaatiojärjestelmään pohjautuvassa oppimisympäristössä pitäisi pystyä simuloimaan pientalon automaatiojärjestelmää. Paras ratkaisu olisi sama periaate kuin kiinteistöautomaatiossakin; oikea omakotitalo, jonka talotekniikan toimintojen ohjaus on toteutettu jollakin nykyaikaisella automaatiojärjestelmällä. Käytännössä tämäkään ei ole mahdollista taloudellisesti tai tilojen osalta. Tässä tilanteessa parempi vaihtoehto on rakentaa fyysisesti sopivan kokoinen, siirrettävä oppimisympäristö. Tällainen ympäristö:

- ei ole sidottu mihinkään opetustilaan
- voidaan viedä sinne missä koulutus pidetään
- vie vähän tilaa koulutustilanteessa
- helppo varastointi

Kotiautomaation osalta opiskelijoille pitäisi antaa riittävän laaja katsaus markkinoilla olevista järjestelmistä. Tämä vaatisi vähintään kahden erilaisen järjestelmän käyttöä, esimerkiksi keskitetty- ja väyläpohjainen järjestelmä asennettuna samalle, siirrettävälle alustalle. Järjestelmien tulisi olla paikalliskäytön lisäksi hallittavissa etäyhteyden kautta tietokoneella, tabletilla tai älypuhelimella.

Toimivana ratkaisuna voisi olla pyörillä oleva seinä, jonka molemmille puolille on asennettu erilaiset kotiautomaatiojärjestelmät. Tällöin samalla alustalla voisi kaksi eri opiskelijaryhmää yhtä aikaa harjoitella kotiautomaation toimintoja, käyttöä ja jopa ohjelmointia. Toinen vaihtoehto olisi rakentaa oppimisympäristö johonkin kiinteään kohteeseen, joka palvelee muutakin sähköalan asennusharjoittelua (sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijat).

Tehtyjen kyselyjen perusteella turvajärjestelmien osalta yleisimmin joudutaan tekemisiin paloilmoin- ja turvavalaistusjärjestelmien kanssa. Niiden kanssa joutuvat etenkin kiinteistöhoitajat tekemisiin, ennen kaikkea paloilmointimien kuukausittaisen toimintakokeiden ja paloilmainten ohjelmallisten irtikytkentöjen yhteydessä. Turvavalaistusjärjestelmien osalta kiinteistöhoitajat joutuvat tekemään vuosittaiset toimintakokeet ja testaukset.

Samoja käyttötoimenpiteitä joutuvat myös turvallisuusalan henkilöt tekemään, jos kyseiset järjestelmät ja niiden käyttö jossakin mittakaavassa ovat osana heidän toimenkuvaansa. Edellä mainittujen järjestelmien vika- ja toimintahälytykset ovat yleensä liitettyinä kohteen rakennusautomaatiojärjestelmään. Tällöin saatetaan automaatiojärjestelmän kautta tehdä jotain taloteknisten järjestelmien ohjauksia tai hälytysten siirtoa kiinteistön käytöstä vastaavalle taholle.

4.2 Oppimisympäristöjen laitteistomäärittelyt

Kehittämistyön yhtenä lähtökohtana on ollut alusta asti kustannustehokkuus, josta johtuen on päädytty hyödyntämään jo olemassa olevia resursseja. Aiemmin mainittuihin talotekniikan oppimisympäristöihin on tarkoitus vaihtaa nykyaikaiset säätimet ja valvontakeskukset. Täysin uusista komponenteista joudutaan toteuttamaan koti-

automaatioympäristöt, mutta niissäkin pyritään neuvottelemaan järkevät hinnat järjestelmiä myyvien yritysten kanssa. Kaikissa komponenttihankinnoissa korostetaan tuotemerkkien esille tuonti ja mainostaminen. Tämä tapahtuu talotekniikan automaatiokoulutuksen yhteydessä opiskelijoiden kautta alan yrityksille.

Kyselyjen tuloksena tehdystä laitteistokartoituksesta jätettiin tietoisesti pois keskityn- ja hajautetun kiinteistöautomaation isot laitemerkit, esimerkiksi Computec, Schneider (TAC), Honeywell ja Siemens. Samoin taloautomaatiosektorilta jätettiin pois KNX-taloautomaatio, vaikka se onkin alkanut saamaan jalansijaa myös pienasunnoissa. Laitteistoista valitaan sellaiset merkit, jotka ovat riittävän tunnettuja ja yleistyneitä omalla sektorillaan. Tekniset ja toiminnalliset ominaisuudet, käytettävyys, etäkäyttö mahdollisuus, kustannukset sekä kotimaisuus ovat myös vaikuttavia tekijöitä valintaprosessissa.

Tulevien oppimisympäristöjen alustoiksi on tavoitteena löytää:

- LVI-automaation oppimisympäristöihin
 - o perustason yksikkösäädin
 - o laajennetuilla ominaisuuksilla varustettu, kehittyneempi yksikkösäädin
 - o hajautettu valvonta-alakeskus laajempaan kokonaisuuteen.
- Kotiautomaation oppimisympäristöihin
 - o keskitetty pientalon automaatiojärjestelmä
 - o hajautettu, kenttäväylällä varustettu pientalon automaatiojärjestelmä.
- Turvajärjestelmien oppimisympäristöihin
 - o paloilmoitinjärjestelmä
 - o turvavalaistusjärjestelmä

4.2.1 LVI-automaatio

Tutkimusten jälkeen päädyttiin LVI-automaation oppimisympäristöihin soveltuvista automaatiojärjestelmistä kahteen eri valmistajaan, joita seuraavaksi käsitellään tarkemmin:

- Fidelix-rakennusautomaatiojärjestelmät
- Ouman-rakennusautomaatio

4.2.1.1 Fidelix

Fidelix Oy on voimakkaasti kasvava rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmiä kehittävä ja myyvä suomalainen yritys. Fidelixillä on Suomessa palveluksessaan yli 95 henkilöä ja yrityksen liikevaihto oli vuonna 2013 n. 14 M€. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Vantaan Varistossa ja aluekonttoreita on Turussa, Tampereella, Vaasassa, Kokkolassa, Kuopiossa, Lahdessa, Jyväskylässä ja Oulussa. Tuotevalikoimaan kuuluvat:

- rakennusautomaatio
- kotiautomaatio
- turvajärjestelmät
- vedenmittaus
- kylmäautomaatio sekä
- sosiaalitekniikka. (Yritys.)

Fidelix Oy:n järjestelmät tarjoavat tehokkaan työkalun talotekniikan ylläpitoon ja seurantaan. Järjestelmillä pystytään toteuttamaan LVI-säädöt ja ohjaukset sekä energiankäytön optimointitoiminnot. Järjestelmä on helppokäyttöinen ja perustuu uusimman tekniikan hyödyntämiseen. (Fidelix rakennusautomaatiojärjestelmä.)

Laitteiston kommunikointi perustuu TCP/IP – verkon käyttöön; etävalvomot ja alaset voidaan liittää Intranettiin, Internetiin tai erilliseen kiinteistöautomaation järjestelmäverkkoon. Järjestelmän käyttö tapahtuu tavallisella Internet-selaimella laitteistossa olevan WEB-serverin kautta joka tasolla; ala-asemassa, valvomossa ja etäyhteyksissä. Järjestelmän käyttöä varten ei tarvitse hankkia erillistä valvomo-ohjelmistoa. Jokainen ala-asema toimii verkossa palvelimena, johon käyttäjä voi kommunikoida selaimen kautta graafista käyttöliittymää käyttäen. (Käytettävyyden valankumous.)

Ala-aseman perustana on teollisuustason PC, joka mahdollistaa tehokkuuden, käytettävyyden sekä kattavat laajentamis- ja liitännäismahdollisuudet. Ala-asemaan liitettävien I/O- moduulien tietoliikenne perustuu yleisesti käytössä olevaan Modbus

kenttäväyläprotokollaan. Tämä mahdollistaa hajautetun I/O-järjestelmän toteuttamisen säästämällä kaapelointikustannuksia. (Käytettävyyden valankumous.)

Fidelix-järjestelmän ohjelmointi perustuu IEC 61131-3 ohjelmistostandardiin, joka on automaatioalan osaajien tuntema. Tehokkaiden ohjelmointityökalujen avulla ohjelmointi on nopeaa, koska se perustuu valmiiden ohjelmalohkojen sekä kuvakirjaston käyttöön. Ohjelmassa olevalla simulointiohjelmalla voidaan varmistaa ohjelmien toimivuus jo ohjelmointivaiheessa. (Avoimuus lisää tehokkuutta.)

Fidelix FX-Net tarjoaa mahdollisuuden käyttää useita kenttäväyliä, kuten Modbus, EIB, LON, jne. Fyysisen väylän ollessa kiinteistön lähiverkko (Ethernet), ala-asemien välinen kommunikointi tapahtuu TCP/IP-protokollalla. OPC-palvelinohjelmalla Fidelixin FX ala-asemat ovat liitettävissä erilaisiin yleisvalvomoihin kuten FIX, Citect ja Iconics. (Avoimuus lisää tehokkuutta.)

Fidelix FX-net mahdollistaa turvallisuusjärjestelmien integroimisen rakennusautomaatioon. Näin voidaan toteuttaa ja hyödyntää älykkään rakennuksen tuomat toiminnalliset edut sekä säästöt automaatiojärjestelmän toteutuksessa ja energiankulutuksessa. Esimerkiksi kulunvalvonnasta saatu tieto henkilön saapumisesta työpaikalle käynnistää määrätyn rakennusosan ilmastoinnin ja ohjaa tilan valaistuksen päälle. Automaatiojärjestelmällä toteutettu käytön ja tarpeen mukainen, kokonaisvaltainen ohjaus säästää pitkällä aikavälillä energiaa. (Avoimuus lisää tehokkuutta.)

Laitevalmistajan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella Fidelixin tuotteista LVI-automaation oppimisympäristöihin soveltuvat parhaiten seuraavat mallit:

- FX-2030A-keskusyksikkö
 - o Fx-20130 ala-asema 10,4” kosketusnäytöllä, jossa mahdollisuus 2000:een I/O-liitäntään (fyysisiä ja virtuaalisia).
- FX-Spider-keskusyksikkö
 - o FX-Spider-alakeskus 5,7” kosketusnäytöllä, jossa integroituna 40 I/O-liitäntää.
- Genius

- Kaukolämpösäädin 3,5” kosketusnäytöllä, jossa mahdollisuus kaukolämpöjärjestelmän säätöön.
- Combi-36
 - Yhdistelmäliitäntäyksikkö Modbus kenttäväylään, jossa 36 I/O-liitäntää. Moduulia voidaan käyttää keskusyksiköiden erillisenä I/O-liittymänä yhdistettäessä eri tiloissa olevia laitteita. (Fidelix tuotteet.)

4.2.1.2 Ouman

Ouman Oy on vuonna 1988 perustettu suomalainen yritys, joka on erikoistunut älykääseen ja helppokäyttöiseen kiinteistöautomaatioon. Ouman Oy on määrätietoisen la tuotekehityksellä ja markkinoinnilla saavuttanut lämmönsäädön markkinajohtajuuden Suomessa. Avaintekijänä toiminnassa ovat asiakastarpeiden täyttäminen, helppokäyttöisyys sekä tuotteiden tekninen edistyksellisyys ja luotettavuus.

(Ouman.)

Tuotevalikoimaan kuuluvat lämmönsäädön lisäksi kaikenlaisien ilmastointiratkaisujen säätöjärjestelmät sekä kiinteistöjen ohjaus- ja valvontatarpeet täyttävät ratkaisut. Järjestelmiä voidaan käyttää ja ohjata paikan päällä laitteiden omien käyttöliittymien kautta tai etäohjauksena lähiverkon ja Internetin kautta. Tämän mahdollistavat kattavat liitäntämahdollisuudet erilaisiin tietoverkkoihin, kaapeli- tai langattomien verkkojen kautta. Ouman Oy:n tuotekehitys- ja tuotanto-ohjelmaan kuuluvat säätö- ja ohjausjärjestelmien lisäksi myös erilaiset lämpötilanmittausanturit.

(Ouman.)

Ouman toimii läheisessä yhteistyössä LVI-alan johtavien laitevalmistajien, kuten lämmönvaihdin-, ilmastointikoje- ja maalämpöpumppuvalmistajien kanssa. Tuotteiden myynti tapahtuu suurimmilla paikkakunnilla toimivien koulutettujen alueedustajien sekä tukkukauppioiden kautta. Pääkonttori, tuotekehitysyksikkö ja tuotantolaitos sijaitsevat Kempeleessä. Etelä-Suomen myyntikonttori sijaitsee Espoossa ja lisäksi myyntiä tehdään Baltian alueelle, Venäjälle ja Ruotsiin, jossa myös on myyntikonttori Tukholmassa. (Ouman.)

Ouman tuotevalikoimaan kuuluvat:

- lämmityksen yksikkösäätimet
- kehittyneet säätimet lämmityksen ja ilmastoinnin ohjaukseen
- väyläliitântäkomponentit säätimien kenttäväylään liittämiseen
- etähallittavat kotiautomaatiojärjestelmät ja niiden kenttälaitteet
- langattomat kenttälaitteet (mittausanturit) ja niiden liitântäyksiköt
- älykkäät huoneyksiköt
- kaapeloitujen- ja langattomien tietoverkkojen liitântäkomponentit säätimien ja ohjausyksiköiden etähallintaan
- erilaiset anturit lämpötilan, paine-eron ja energiankulutuksen mittaamiseen
- ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmien peltimoottorit, venttiilimoottorit ja 2/3-tieventtilit
- Ouman Ounet Internet valvomopalvelu automaatiolaitteiden etäkäyttöön ja -hallintaan
- Ouman Block energiansäästöratkaisu taloyhtiöille. (Tuotteet.)

Rakennusautomaatioon tarkoitetuista laitteista LVI-automaatiota mallintaviin oppimisympäristöihin soveltuvat parhaiten Ouman EH-sarjan yksikkösäätimet:

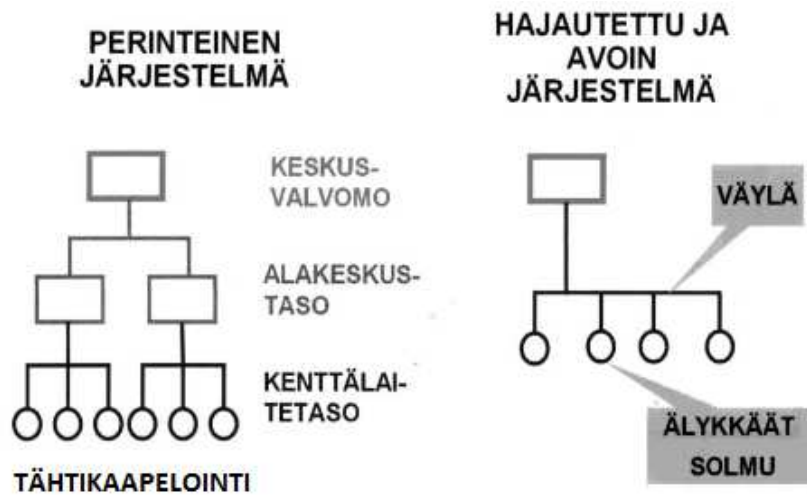
- EH-203-lämmönsäädin
 - o selkeätoiminen käyttöpaneeli LCD-näytöllä
 - o kaksi lämmityksen ja yksi käyttöveden säätöpiiri
 - o monipuoliset mittaukset ja venttiiliohjukset
 - o lukuisat talotekniikan järjestelmien ohjaus- ja hälytystoiminnot
 - o soveltuu erilaisiin lämmitysjärjestelmiin ja lämmöntuottotapoihin
 - o mahdollisuus liittää sovitinkorttien avulla LON- ja Modbus väylään
 - o kauko-ohjaus ja valvontamahdollisuus (GSM/Internetselain).
- EH-201-lämmönsäädin
 - o EH-201/L on monipuolinen yhden lämmityspiirin lämmityksen säädin. Se soveltuu monenlaisiin lämmitysjärjestelmiin
 - samat liitântä-, käyttö- ja hallintatoiminnot kuin EH-203:ssa.
 - o EH-201/V on lämpimän käyttöveden säädin, joka soveltuu kaukolämmön alajakokeskuksiin ja kattilalaitoksiin

- samat liitäntä-, käyttö- ja hallintatoiminnot kuin EH-203:ssa.
- EH-105-ilmastoinnin säädin
 - soveltuu monenlaisiin ilmanvaihtoprosesseihin
 - voidaan ohjata portaattomasti säädettäviä (taajuusmuuttaja) tai kiinteänopeuksissa IV-kojeita
 - monipuoliset mittaukset, ohjaukset ja hälytykset
 - samat liitäntä-, käyttö- ja hallintatoiminnot kuin EH-203:ssa.
- EH-800-lämmönsäädin
 - soveltuu omakotitalon yhden lämmityspiirin säätöön
 - voidaan laajentaa toisen säätöpiirin tai toisen lämmönlähteen rinnakkaisohjaukseen
 - voidaan etäohjata Internetselaimella kotiverkossa tai Internetin kautta. (Yksikkösäätimet.)

LVI-automaatioon liittyvien säädin ja ala-asemapohjaisten järjestelmien lopulliset valinnat tehdään talotekniikan kouluttajien ja laitevalmistajien kanssa käytävien neuvottelujen jälkeen. Tällä kartoituksella on hyvä edetä varsinaiseen suunnitteluvaiheeseen, koska vasta siinä alkavat tulevien oppimisympäristöjen toiminnalliset kokonaisuudet hahmottua. Tällöin tiedetään tarkemmin tulevilta automaatiojärjestelmiltä vaadittavat ominaisuudet.

4.2.2 Kotiautomaatio

Kotiautomaation osalta tarkasteltavaksi valittiin kaksi eri järjestelmätoimittajaa. Näillä järjestelmillä pystytään mallintamaan modernin omakotitalon edistyneitä ohjaus ja säätötoimintoja. Perinteistä keskitettyä ratkaisumallia edustaa EKE-kotiautomaatio ja väyläpohjaista, hajautettua järjestelmää taas Carlo Gavazzi Smart-House (Ks. kuvio 19.). Molempien järjestelmien rakentaminen samanlaisiin simuloituun kotiympäristöön antaisi hyvän mahdollisuuden vertailla niiden toiminnallisia eroja toteutuksen, käytön ja hallinnan osalta. Tämä mahdollisuus tulee ottaa huomioon oppimisympäristöjen suunnitteluvaiheessa.



KUVIO 19. Järjestelmien rakenteet (Rönkvist 2010, 12).

4.2.2.1 EKE Smarthome

EKE-Yhtiöt on vuonna 1961 Bertel Ekengrenin perustamasta Insinööritoimisto Bertel Ekengren Ky:stä toimintansa suomalaiseksi monialakonserniksi laajentanut yritysyryhmä (Historia 2014). EKE on erikoistunut asuinalue- ja toimitilarakennuttamiseen, sekä kodinhallintajärjestelmien ja junien älyjärjestelmien kehittämiseen. Konsernin emoyhtiö on Eke-Finance Oy, jonka tehtäviin kuuluu konserniyhtiöiden rahoituksesta huolehtiminen ja hallinnollisten tukipalveluiden tarjoaminen tytäryhtiöille. (Historia 2014.)

Pääkonttori sijaitsee Espoossa ja muut toimistot sijaitsevat Pietarissa, Tallinnassa, Riiassa ja Shanghaissa. Junien älyjärjestelmiä kehittäväällä EKE-Elektroniikka Oy:llä on käynnissä projekteja Australiassa, Aasiassa, Euroopassa ja Etelä-Amerikassa. (Historia 2014.)

Smarthome by EKE -kotiautomaatiojärjestelmällä, joka aiemmin tunnettiin nimellä EBTS, voidaan hallita monipuolisesti kodin talotekniikan toimintoja:

- ilmanvaihdon ohjaus
- huonelämpötilan säätö
- turvallisuus
- mittaukset
- valaistuksen ohjaus

- muiden sähköjärjestelmien ohjaukset. (Tuotteet ja palvelut 2014.)

Mitattuja lämpötila-, ilmanlaatu-, kosteus- ja valaistusvoimakkuustietoja voidaan hyödyntää kodin ohjattavien laitteiden hallinnassa. Energiansäästöä ja turvallisuutta saadaan, kun turvajärjestelmän päälle kytkennästä sammutetaan automaattisesti valot ja muut ylimääräiset sähkölaitteet. Samalla alennetaan lämmityksen ja ilmanvaihdon tehoa. (Tuotteet ja palvelut 2014.)

EKE Smarthome koostuu toiminnallisista automaatioyksiköiden moduuleista, joita yhdistelemällä voidaan toteuttaa asukkaiden tarpeet ja toiveet. Mittaukset ja ohjaukset kaapeloidaan omille yksiköilleen, jotka yleensä sijoitetaan omaan tilaansa talon sähkökeskukseen:

- keskusyksikkö, jossa on Linux-pohjainen Web-serveri
- turvayksikkö (palo, vesivuoto, murto)
- mittausyksikkö (lämpötila, ilmankosteus, valaistusvoimakkuus)
- ohjausyksikkö (releohjaukset sähkölaitteille)
- säätöyksikkö (lämmityksen- ja ilmanvaihdon säätö)
- käyttöpaneeli jolla järjestelmää hallitaan. (Tuotteet ja palvelut 2014.)

Kaapelointi toteutetaan keskitetyllä tähtikaapeloinnilla (Ks. kuvio 18.), jossa jokaiselle anturille ja toimilaitteelle vedetään kyseiseltä moduulilta oma kaapeli. Uudiskoh-teissa voidaan hyödyntää tavallisia tietoverkkokaapeleita, jotka ovat erikoiskaapeleita edullisempia (esim. CAT6 UTP datakaapeli). (Tuotteet ja palvelut 2014.)

Langattomilla EnOcean-laitteilla järjestelmää voidaan laajentaa sellaisissa kohteissa, joissa kaapelointi on hankalaa tai mahdotonta toteuttaa. Langaton järjestelmä rakennetaan langattoman käyttöpaneelin ja siihen langattomasti liitettävän laajennusyksikön ympärille. Laajennusyksikkö voidaan kytkeä esimerkiksi ilmanvaihtokoneen liitäntöihin ja sen toimintaa hallitaan käyttöpaneelin kautta. (Tuotteet ja palvelut 2014.)

EnOcean antureita ja kytkimiä käyttämällä voidaan toteuttaa myös ilmanvaihtokoneen säätötoimintoja. Järjestelmää voidaan etäkäyttää Internet selaimella paikan

päällä tai Internetin kautta keskusyksikössä olevan lähiverkkoliitännän tai WLAN yhteyden kautta tietokoneella, älypuhelimella tai tabletilla. (Tuotteet ja palvelut 2014.)

4.2.2.2 Smart-House Carlo Gavazzi

Carlo Gavazzi on tarjonnut automaation ratkaisuja jo yli 80 vuotta. Carlo Gavazzi uskoi automaation tulevaisuuteen jo silloin, kun sitä pidettiin lähes pelkästään tieteiskirjallisuutena. Yrityksen historia tarjoaa näkymän automaation innovaatioihin ja Carlo Gavazzin automaatiokomponentteja käytetään teollisuuden automaatoratkaisuissa ympäri maailmaa. Milanosta Italiasta lähtöisin oleva Carlo Gavazzi on nyt globaali yritys, josta tuli Euroopan teollisuusautomaatiomarkkinoiden johtava yritys kaksikymmentä vuotta siten. (Tietoja yrityksestä.)

Yrityksellä on tehtaita ja toimistoja 64:ssä maassa Tyynenmeren rantavaltioista Yhdysvaltain länsirannikolle. Suomessa yritys toimii nimellä Carlo Gavazzi Oy Ab päämyyntituotteenaan Smart-House kotiautomaatiokonsepti. Helsingissä sijaitsevassa toimistossa sijaitsevat myynti ja tekninen tuki. (Tietoja yrityksestä.) Carlo Gavazzin teollisuuden automaatiotuotteet muodostuvat neljästä päätuoteryhmästä:

- Sense
 - o erilaiset automaatiolinjojen anturit, valokennot, liiketunnistimet, valoverhot, turvamatot, turvaloverhot.
 - Switch
 - o puolijohdereleet, pehmokäynnistimet, taajuusmuuttajat, painonapit, merkkivalot, rajakytkimet.
 - Control
 - o valvontareleet, aikareleet, laskurit, energianhallinta, lämpötilan säätimet, teholähteet, ohjelmistot ja lisälaitteet.
 - Fieldbus
 - o kenttäväylä, turvaväylä, hissien hallinta, kodin automaatiojärjestelmät.
- (Tietoja yrityksestä.)

Aikaisempi ELKOmatis järjestelmä sekä Carlo Gavazzin modulaarinen kotiautomaatiokonsepti perustuvat edellä mainittuun kaksijohtimiseen kenttäväylään, Duplineen. Dupline on eräs maailman vanhimpia väyläjärjestelmiä ja sitä käytetään tällä hetkellä Suomessa runsaassa 2000 kohteessa ja maailmalaajuisesti yli 100 000 kohteessa. (Tietoja yrityksestä.)

Dupline-järjestelmä mahdollistaa asennuksen toteuttamisen hajautettuna, jolloin kentälle laitettavat laitteet voidaan kytkeä samaan kenttäväylään kuin keskusyksikötkin (Ks. kuvio 19.). Tämä vähentää kaapeloinnin ja asennustyön määrää. Tarvittaessa voidaan käyttää myös langattomia komponentteja, jolloin asennus voidaan tehdä myös vanhoihin kohteisiin, joissa kaapelointi on hankala toteuttaa. (Dupline.)

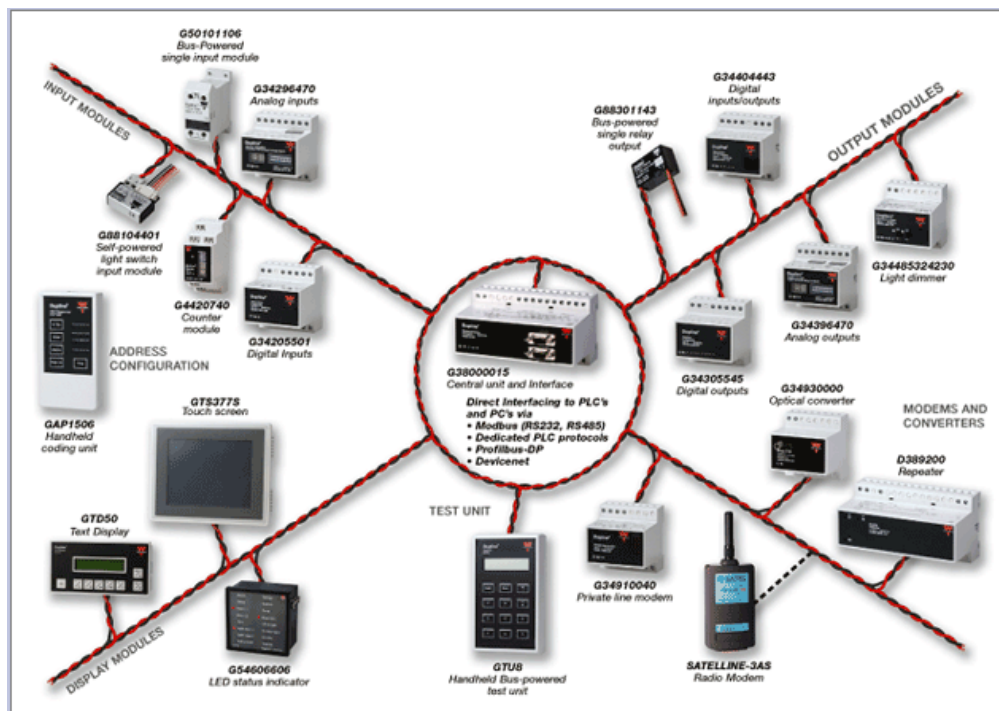
Smart-House konsepti tarjoaa nykyaikaisen tekniikkansa ansiosta mahdollisuuden hallita talon kaikkia toimintoja, mm. valaistusta, lämmitystä, palo-, vesivahinko- ja murtohälytysjärjestelmää. Smart-House-kotiautomaatiojärjestelmän periaatteisiin kuuluu tarjota käyttäjille mukavuutta, turvallisuutta, valvontaa, joustavuutta, käyttäjävällyisyyttä ja energian säästöä. Järjestelmän toiminnot tehdään ohjelmallisesti tietokoneella ja niihin kaikkiin voidaan lisätä helposti kello- ja kalenteriohjauksia. (Smart House2 asennusohjeet 2014, 4-5.)

Järjestelmä antaa mahdollisuuden energian kulutuksen seurantaan; sähkö, veden- ja kaukolämmön kulutustiedot voidaan tallentaa järjestelmän muistiin myöhempää tarkastelua varten. Kaikki väylässä liikkuva tieto (lämpötila, kosteus, valaistusvoimakkuus, teho, virta, jännite, jne.) voidaan halutessa tallentaa järjestelmän muistiin. Tallennettuja tietoja voidaan tarkastella tietokoneella tai älypuhelimella käyttäen Internet selainta. (Smart House2 Asennusohjeet 2014, 4-5.)

Yhteys voidaan muodostaa TCP/IP-protokollaa käyttäen, joka mahdollistaa myös järjestelmän etäkäytön kaapeloidun lähiverkon tai WLAN yhteyden kautta. Käytävissä on myös GSM-yhteys, jos lähiverkkoyhteyttä ei ole saatavilla. Järjestelmä voidaan liittää melkein mihin tahansa rakennusautomaatiojärjestelmään BACnet/IP:n kautta. (Smart House2 Asennusohjeet 2014, 4-5.)

Carlo Gavazzi järjestelmän keskuskomponentit ovat toiminnallisia moduuleja, jotka voidaan asentaa talon sähkökeskukseen omaan tilaansa:

- Ohjainyksikkö, joka toimii järjestelmän ”aivoina”, on Linux-käyttöjärjestelmällä varustettu PC joka hallinnoi kaikkia toimintoja.
- Väylägeneraattori, joka toimii järjestelmän ”sydämenä”, lähettää käskyt eri moduuleille ja myös kerää niiltä tietoja.
- Virtalähteet.
- Digitaaliset ja analogiset I/O-yksiköt.
- Himmenninyksiköt.
- Laskuriyksiköt.
- Kommunikointiyksiköt (GSM, RS232, RS485, Profibus-DP).
- Modeemyksiköt ja mediamuuntimet (KNX, DALI).
- Kosketusnäytöt. (Ks. kuvio 20.)



KUVIO 20. Smart House-keskusyksiköt (Dupline).

Kenttäkomponenttien valikoimasta löytyy laaja valikoima erilaisia Dupline väylään liitettäviä painikkeita, kytkimiä, liiketunnistimia, ovikoskettimia, palo- ja kosteusilmaisimia, lämpötila-antureita, lämpötilasäätimiä, sääasemia sekä langattoman verkon lähetin/vastaanottimia ja kentälaitteita. (Product selection.)

4.2.3 Turvajärjestelmät

Turvajärjestelmien osalta käsittelyyn otetaan paloilmoitin- ja turvavalaistusjärjestelmät. Syynä tähän on tarvekartoituksessa esille tullut tarve kyseisten järjestelmien koulutuksesta talotekniikan aloille. Lisäksi näiden järjestelmien mukaan ottamista puoltaa se seikka, että Jyväskylän aikuisopistolla on jo olemassa näiden järjestelmien keskusyksiköt ja osa kenttäkomponenteista.

Nämä osat ovat olleet varastossa usean vuoden ajan ilman järkevää käyttöä koulutukseen liittyen. Jyväskylän aikuisopiston varastosta löytyi Esmi Esa - paloilmoitinkeskus sekä Teknoware TKT 3122 turvavalaistuskeskus. Hyödyntämällä näitä laitteistoja saadaan aikaan säästöjä hankintakustannuksissa, vaikka osa laitteista onkin jo tekniikaltaan vanhoja.

Esmi Esa on osoitteellisen paloilmoitinjärjestelmän keskusyksikkö. Vaikka tekniikka onkin jo vanhentunutta, kyseisellä keskuksella varustettuja paloilmoitinjärjestelmiä on edelleen paljon käytössä, etenkin isoimmissa kiinteistöissä. Esa on paloilmoitinkeskus, joka muodostaa perustan aktiiviselle, analyysoivalle ja ohjelmoitavalle paloilmoitinjärjestelmälle. Esa kerää ja käsittelee vakiona olevien kahden tai laajennuskorteilla enintään kahdeksan paloilmoitussilmukan laitteilta välittyvän informaation. Esa paloilmoitinkeskuksessa on monipuoliset liitännät:

- ilmaisinsilmukoita 2, 4, 6 tai 8
- silmukoihin voidaan liittää aktiivisia, analyysoivia ja ohjelmoitavia ilmaisimia, osoitteellisia palopainikkeita tai muita komponentteja
- osoiteyksiköiden avulla voidaan keskukseseen liittää myös konventionaaliset ilmaisimet ja komponentit
- yhdessä silmukassa voi olla 99 osoitetta ilmaisimille ja toiset 99 osoitetta muille laitteille
- 3 palokellolinjaa
- lisäksi potentiaalivapaita releohjauksia ja jännitelähtöjä muihin järjestelmiin
- RS232-sarjaliikenneliitäntä (optiona saatavilla RS-485 liitäntä)
- suurin osoitteiden lukumäärä on 512
- 32 paloaluetta

- 250 paloryhmää
- tilavaraus varakäyntiakuille. (Esmi paloilmoitinjärjestelmän keskuskeskukset 2004).

Teknoware TKT3122 -turvalokeskus on tarkoitettu suhteellisen pienen valaisinmäärän syöttämiseen rajoitetulla alueella. Keskus sopii erityisesti pieniin kiinteistöihin ja sovelluksiin, joissa halutaan hajauttaa isompi keskusjärjestelmä useampaan itsenäiseen alueeseen. Keskuksen syöttöjännite on 230 VAC ja lähtöjännite on normaalikäytöllä 24 VAC ja akkukäytöllä 24 VDC, joka muodostetaan kahdella sarjaan kytketyllä 12V:n akulla. (Perinteinen turvalokeskus.)

Keskuksessa on 4 ryhmälähtöä, jotka voidaan asettaa joko jatkuvatoimiseksi tai ajoittain toimiviksi. Lisäksi käytettävissä on kaksi potentiaalivapaata relelähtöä ja kauko-ohjausta varten tuloliittimet. Keskukseseen voidaan liittää normaaleja turva- ja opastevalaisimia. (Perinteinen turvalokeskus.)

5 OPPIMISYMPÄRISTÖJEN SUUNNITTELU

Oppimisympäristöjen suunnittelussa lähtökohtana olivat perustoiminnoilla varustetut LVI- ja kotiautomaatiojärjestelmät, joita voidaan tarvittaessa laajentaa erilaisilla lisäominaisuuksilla. Oppimisympäristöillä on tarkoitus antaa perustason koulutusta talotekniikan erilaisista automaatiojärjestelmistä. Suunniteltaviksi päätettiin ottaa yhdeksän erilaista laitteistoa:

- Danfoss HKL-3, kolmepiirinen lämmönjakokeskus
 - o Fidelix Spider ala-asema.
- Högfors UNIS 100-2R, kaksipiirinen lämmönjakokeskus
 - o Ouman EH-203 yksikkösäädin.
- Vallox MUH Ilmava 100 -ilmanvaihtokone
 - o Ouman EH-105 -yksikkösäädin.
- Jäspi ECO-17 Lux -öljylämmityskattila
 - o Ouman EH-800 -yksikkösäädin.
- Gold-3-2-1-modulaarinen IV-kone

- Fidelix Spider -ala-asemaan Modbus kenttäväylällä liitettävä Combi 36 yhdistelmäliitäntäyksikkö
- Turvallisuusjärjestelmät
 - Teknoware TKT 3122 turvalokeskus
 - Esmi Esa paloilmoitin
- Keskitetty kotiautomaatioympäristö
 - EKE Smarthome
- Väyläpohjainen kotiautomaatioympäristö
 - Smart-House Carlo Gavazzi

Kotiautomaatiojärjestelmiä lukuun ottamatta oppimisympäristöt tulevat olemaan kiinteitä kokonaisuuksia. Niiden sijoituspaikka tulee olemaan LVI-järjestelmien työsa-leissa, joissa muutenkin toteutetaan LVI-koulutusten työharjoituksia. Kotiautomaatiojärjestelmät on tarkoitus rakentaa siirrettäville alustoille, jotka on helppo siirtää haluttuun koulutustilaan. Syynä tähän on se, ettei niille ole tilaa kiinteää asennusta varten.

5.1 Kustannusarvio

Kustannusarvion lähtökohdaksi otettiin tulevien oppimisympäristöjen sovitut peruskokoonpanot ja halutut toiminnot. Kustannusarviot jakaantuivat neljään eri osa-alueeseen:

- Automaatiolaitteistot keskus- ja kenttälaitteineen.
- Muut sähköasennustarvikkeet.
- Suunnittelu
- Asennus (valvonta)

Kustannusarviota varten lähetettiin automaatiolaitteistojen valmistajille ja jälleenmyyjille tarjouspyynnöt, jotka pohjautuivat järjestelmäkuvauksiin ja haluttuihin toimintoihin.

Osa automaatiolaitteistoista oli jo olemassa aiemmin tehtyjen hankintojen ansiosta, joten niiden osalta kysyttiin hintoja kenttä- ja keskuskomponenteista. Lisäksi kysyttiin hinnat oppimisympäristöjen muista asennustarvikkeista Jyväskylän sähkötukku-

liikkeiltä. Työaika-arvioissa painopiste jakautui kahteen osaan; suunnitteluun kuluva aika ja oppimisympäristöjen toteuttamisen valvontaan ja ohjaukseen sekä käyttöönottoon kuluva aika (Ks. taulukko 1).

TAULUKKO 1. Alustava kustannusarvio.

KOULUTUS- YMPÄRISTÖ	AUTOMAATIO LAITTEISTO	AUTOMAATIO- JÄRJESTELMÄN KOMPONENTIT	MUUT ASENNUS- TARVIKKEET	SUUNNITTELU	ASENNUS (VALVONTA)	YHTEENSÄ (€)
Jäspi öljykattila	Ouman EH-800	244,80	110,00	350,00	500,00	1204,80
Högfors lämmön- siirrin	Ouman EH-203	567,60	300,00	700,00	1500,00	3067,60
MUH ilmava IV-kone	Ouman EH-105	0,00	350,00	700,00	1500,00	2550,00
Danfoss lämmön- siirrin	Fidelix Spider	3000,00	400,00	1050,00	1200,00	5650,00
GOLD IV-kone	Fidelix Combi-36	1164,80	500,00	1050,00	1000,00	3714,80
Teknoware turvavalaistus	Fidelix Combi-36	573,66	200,00	700,00	500,00	1973,66
Esmi ESA palo- ilmoitin		515,66	150,00	700,00	500,00	1865,66
	YHT. (ALV 0 %)	6066,52	2010,00	5250,00	6700,00	20026,52

Automaatiolaitteistojen toimittajat ja sähkötukkuliikkeet antoivat erittäin hyvät oppilaitosalennukset tarjouspyynnöissä olleista laitteista, komponenteista ja tarvikkeista. Näin saatiin laadittua alustava kustannusarvio (Ks. taulukko 1), joka antaa suuntaaviivat kustannusten jakaantumisen ja rahoituksen budjetoinnista tähän kehittämissuunnitelmaan. Työkustannusten perusteena käytettiin kouluttajan tuntiveloitushintaa oppilaitoksen ulkopuolisissa asiakastöissä.

5.2 Suunnittelu

Oppimisympäristöjä on tarkoitus käyttää talotekniikan eri alojen opiskelijoiden koulutukseen, koska niillä saadaan kattava kokonaisuus talotekniikan automaation automaatiojärjestelmistä (Liite 1):

- Suuremmissa kiinteistöissä (toimistot, koulut, kerrostalot) rakennusautomaation käyttö ilmastoinnissa ja lämmityksessä
- Pienikiinteistöissä (asuinkiinteistöt) taloautomaation käyttö ilmastoinnissa ja lämmityksessä
- Pienikiinteistöissä (omakotitalot, loma-asunnot) kotiautomaation käyttö kodin sähköjärjestelmien ohjaamiseen

- Suurten kiinteistöjen yleisimmät turvajärjestelmät.

Alustavassa suunnitelmassa on tarkoitus linkittää nämä erilaiset järjestelmät toisiinsa käyttämällä hyväksi väylätekniikkaa (Modbus) sekä kosketintietoihin perustuvia hälytyksiä ja tilatietoja (Liite 1).

Suurimpana haasteena toteutuksen suhteen tulevat olemaan ne oppimisympäristöt, jotka liittyvät LVI-automaatioon (rakennusautomaatioon). Tämä johtuu siitä, että LVI-tekniisten asennusten (putkitukset, laiteasennukset yms.) suorittaminen oppilastyönä ei välttämättä onnistu aikataulusuunnitelmien mukaisesti. Opiskelijoilla on muitakin harjoituksia tehtävänä ja näin ollen oppimisympäristöjen kokoonpanotyöt on sovitettava sopivaan vaiheeseen koulutusohjelmassa.

Tästä syystä päädyttiin tässä vaiheessa projektia ottaa suunniteltavaksi sellaiset oppimisympäristöt, joiden toteutus on näillä näkymin mahdollista:

- LVI-automaatioympäristöjä 1 kpl
- Kotiautomaatioympäristöjä 2 kpl

Näiden oppimisympäristöjen osalta rakentaminen voidaan toteuttaa kuluvan talven ja kevään aikana oppilastöinä osana koulutussuunnitelmaa. Muiden oppimisympäristöjen suunnittelu ja toteutus siirrettiin kehittämisprojektin seuraavaan vaiheeseen 2015–2016. Suunnitteluvaiheessa keskityttiin automaatiojärjestelmien jokaisen komponentin toiminnan erittelyn ja esittelyn sijasta toiminnallisten kokonaisuuksien käsittelyyn ja esille tuomiseen. Lisätietoa kunkin järjestelmän komponenttien ominaisuuksista on saatavilla laitevalmistajan ja maahantuojan Internet sivustoilta.

Suunnittelun tuloksena oli tarkoitus laatia riittävän kattavat sähkökuvat järjestelmien rakentamista varten. Kustakin oppimisympäristöstä laadittiin tarvittavat:

- Järjestelmäkaavio
 - o järjestelmäkaaviosta käy ilmi kiinteiden oppimisympäristöjen sijainnit ja niitä yhdistävät kaapeloinnit (indikointi-, hälytys-, kenttäväylä- ja tietoliikennekaapeloinnit).
- Tasopiirustukset

- tasopiirustuksissa esitetään järjestelmän sähkö- ja automaatiokomponenttien sijainnit oppimisympäristössä, niihin liittyvät johdotukset ja mahdolliset johtoreitit.
- Keskuskaaviot
 - ryhmäkeskusten pääkaaviot, joista käy ilmi sähkönjakelu, suojalaitteet ja niiden sijainti keskuksen sisällä.
- Ohjausvirtakaaviot
 - ohjausvirtakaavioissa esitetään tarkemmin keskusten sisäiset sähkö-, ohjaus- ja väyläjohdotukset keskuskomponentteihin liittyen.
 -

Sähkökuvia (Ks. liitteet 1–4) voidaan käyttää paitsi oppimisympäristöjen rakennuttamiseen, myös siihen liittyvään koulutukseen rakennuttamisen aikana ja myöhemmin. Vaikka oppimisympäristöjen rakentaminen jää sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijoille, voidaan sähkökuvia käyttää myös muiden alojen talotekniikan automaatioon liittyvissä koulutuksissa.

Tulevien oppimisympäristöjen automaatiojärjestelmien laitehankintojen osalta pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman paljon Jyväskylän aikuisopistolla jo olemassa olevia komponentteja ja laitteita. Tämä oli otettu huomioon kustannusarviota laadittaessa. Oppimisympäristöjen toteutuksen lopullinen laajuus ja kustannukset tarkentuvat suunnittelun valmistuttua. Suunniteltavaksi päätettiin tässä vaiheessa ottaa seuraavat oppimisympäristöt:

- LVI-automaatio
 - Jäspi ECO-17 Lux -öljylämmityskattila
 - Ouman EH-800 yksikkösäädin.
- Kotiautomaatio
 - EKE Smarhome
 - Smart-House Carlo Cavazzi

5.3 LVI-automaatio

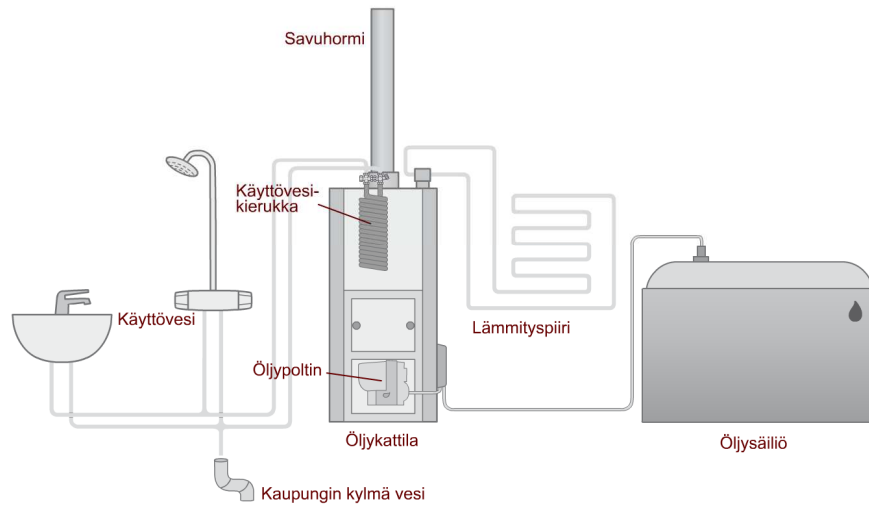
Öljylämmitys on lämmitysmuotona hiljalleen väistymässä kaukolämpö-, maalämpö- ja ilmasta veteen lämpöpumppujärjestelmien tieltä. Suomessa on kuitenkin vielä n.

200 000 öljylämmityskohdetta toiminnassa. Vaikka näiden kohteiden lämmitysmuotoa ollaan koko ajan muuttamassa edellä mainittuihin lämmitysjärjestelmiin, on öljylämmitys edelleenkin yleisimpiä lämmitysmuotoja. Muihin lämmitysjärjestelmiin siirtyminen on kuitenkin kustannuksiltaan suhteellisen kallista. Öljylämmitysjärjestelmän kunnostus tulee monesti edullisemmaksi kuin sen vaihtaminen kokonaan toiseen lämmitysmuotoon (Öljy- ja bioöljylämmitys).

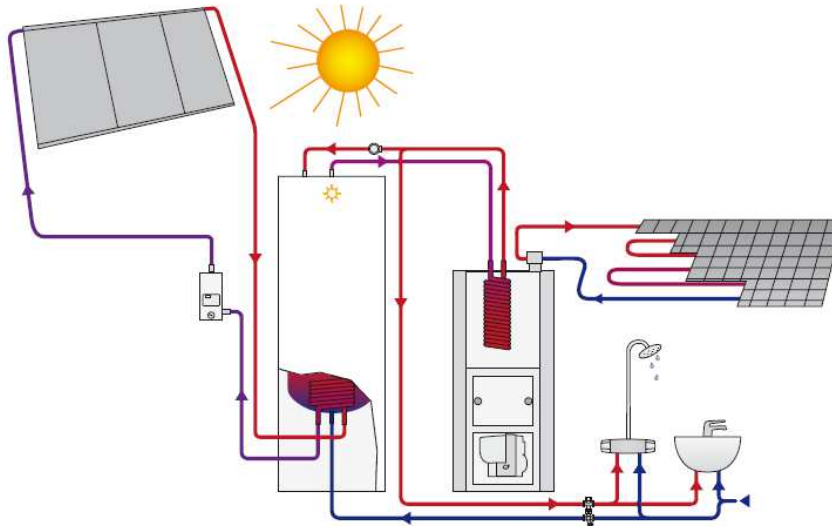
Tästä syystä kaikki öljyllä lämmittävät eivät välttämättä vaihda lämmitysmuotoa, vaan pyrkivät pitämään olemassa olevan öljylämmitysjärjestelmänsä kunnossa. Olemassa olevien öljylämmitysjärjestelmien toiminta vaatii muutenkin huoltoa ja ylläpitoa, joten on perusteltua antaa talotekniikan opiskelijoille koulutusta öljylämmitystekniikkaan liittyen.

Jyväskylän aikuisopistolla on rakenteilla olevassa lämmityslaboratoriossaan yhtenä lämmitysjärjestelmänä öljylämmityskattila. Laitteiston alustana toimii Jäspi ECO-17 Lux öljylämmityskattila. Jäspi Eco Lux on moderni ja pienikokoinen, suurella vesitilalla sekä tehokkaalla käyttövesikierukalla varustettu lämmityskattila. Jäspi on asennusystävällinen, helppohoitoinen, kestävä ja edullinen pientaloihin suunnattu kattila (Ks. kuvio 21).

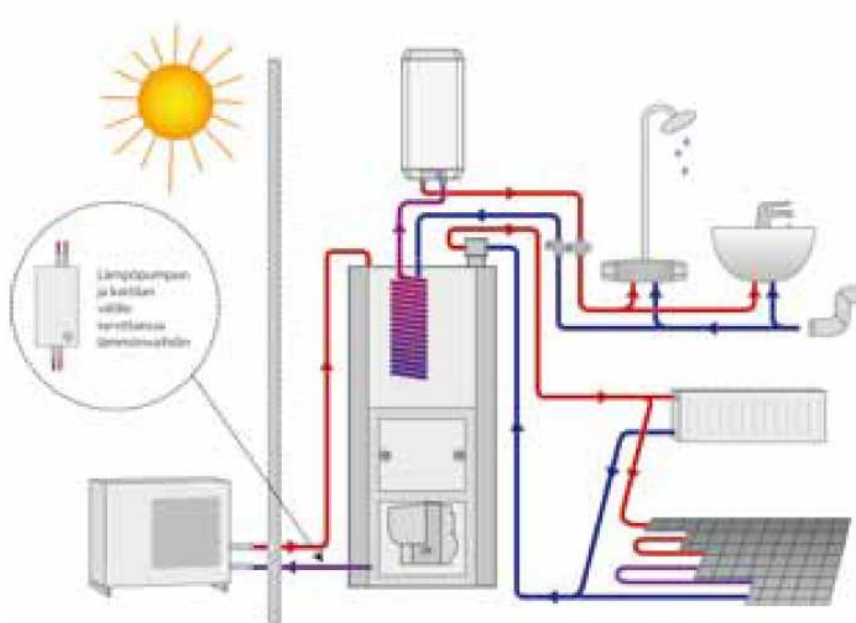
Öljykattilaan voidaan liittää muita lämmitysjärjestelmiä, esim. aurinkovaraaja jolla voidaan lämmittää käyttövesi kevästä syksyyn (Ks. kuvio 22) sekä ilma-vesilämpöpumppu lämmitysjärjestelmän uusimisen yhteydessä, jolloin öljykattila voidaan jättää varalämmitysjärjestelmäksi (Ks. kuvio 23). Uusi Jäspi Eco Lux ja Suomessa käytettävät polttoöljyt ja polttimet yhdessä kuormittavat ympäristöä ja luontoa vähemmän kuin vanhemmat öljykattilat. Kattilassa on vakiona omalla termostaatilla varustettu 6 kW:n sähkövastus öljylämmitysjärjestelmän häiriötilanteiden varalta. Kattila soveltuu tarvittaessa myös bioöljykäyttöön. (Öljy- ja bioöljylämmitys).



KUVIO 21. Periaatekuva Jäspi öljylämmityksestä (Ölly- ja bioöljylämmitys).



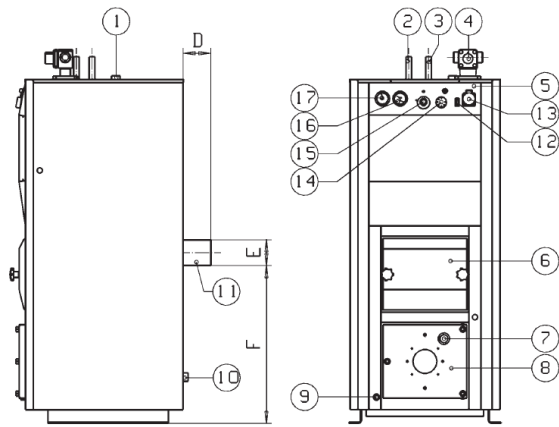
KUVIO 22. Jäspi ECO 17 Lux yhdistettynä aurinkoenergiavaraajaan (Ölly- ja bioöljylämmitys).



KUVIO 23. Jäspi ECO 17 Lux yhdistettynä ilma-vesilämpöpumppuun (Öljy- ja bioöljylämmitys).

Kattilan sisällä olevaan käyttövesipiiriin lämminvesikierukkaan tuleva kylmävesiputki varustetaan venttiiliryhmällä, johon kuuluvat sulkuventtiili, takaiskuventtiili ja varoventtiili 10 Bar (Kuvio 24). Lämpimän käyttöveden säätöä varten asennetaan termostaattinen sekoitusventtiili kylmän- ja lämpimänveden yhteiden väliin. Kattilan vakiovarusteisiin kuuluu kattilan päälle sijoitettu 4-tiesekoitusventtiili, joka on liitetty siellä olevaan laippaan.

Verkostossa tarvittavan menoveden lämpötila vaihtelee huomattavasti, josta johtuen valmistaja suosittelee sekoitusventtiiliin toiminnan automatisointia, esim. yksikkösäätimellä ja venttiilimoottorilla. Automatiikkaa varten on mittaripaneeli varustettu pistorasialla, jonka käyttö muuhun tarkoitukseen on kielletty (Ks. kuvio 25). (Öljy- ja bioöljylämmitys.)

**OSAT:**

- | | | |
|-----|--------------------------------------|---------|
| 1. | Kiehintayhde | R 1" |
| 2. | Kylmä käyttövesi | ø 22 mm |
| 3. | Lämmin käyttövesi | ø 22 mm |
| 4. | Sekoitusventtiili | R 3/4" |
| 5. | Mittaripaneeli | |
| 6. | Puhdistusluukku | |
| 7. | Liekin tarkkailulasi | |
| 8. | Poltinluukku | |
| 9. | Tyhjennysyhde | R 1/2" |
| 10. | Paisuntayhde | R 1" |
| 11. | Savutorvi | |
| 12. | Kytin pumpulle | (1~) |
| 13. | Pistorasia lämmönsäätöautomaatikalle | |
| 14. | Poltintermostaatti | |
| 15. | Sähkövastustermostaatti | |
| 16. | Lämpö- ja painemittari | |
| 17. | Savukaasulämpömittari | |

KUVIO 24. Jäspi Eco 17 Lux osat (Öljy- ja bioöjljylämmitys).

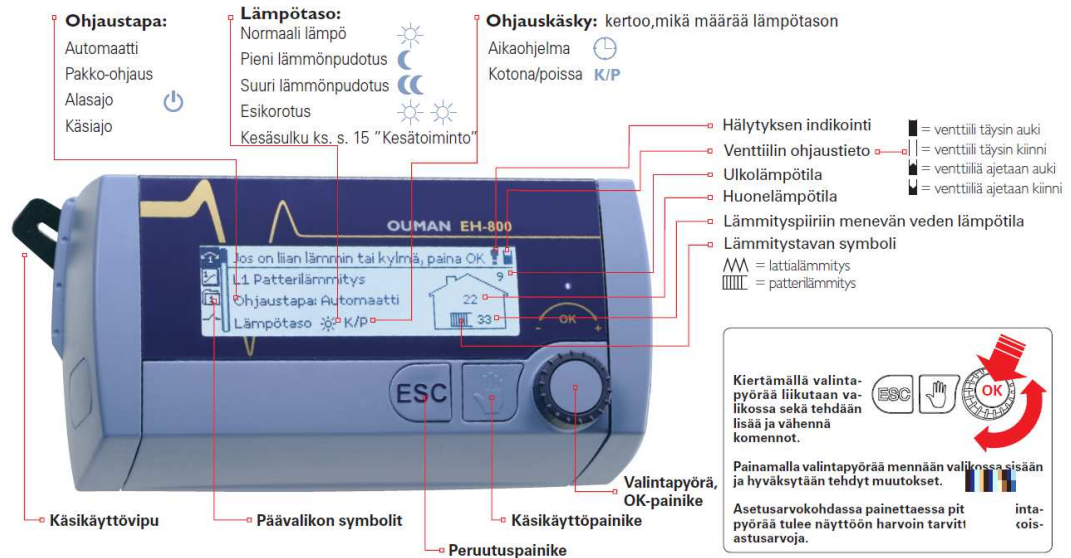
Jäspi öljykattilan automatisointiin soveltuu hyvin Ouman EH-800 lämmityksen yksikönsäädin. Säätimessä on sisäänrakennettuna venttiilimoottori ja asennus tehdään öljykattilan sekoitusventtiiliin sopivalla asennussarjalla (Ks. kuvio 25). Asennus ei vaadi mitään erikoistyökaluja ja sen voi tehdä tarvittaessa myös itse. Säätimen käyttöjännite tuodaan pistorasiaan asennettavan virtalähteen avulla pistokeliittimeen (Ks. kuvio 25). Myös paketin mukana tulevat, määrämittaisilla kaapeleilla varustetut ulko- ja menoveden lämpötila-anturit liitetään säätimeen pistokeliittimillä.



KUVIO 25. OUMAN EH-800 -säätimen asennus (Ouman EH-800 älykäs lämmönsäädin omakotitaloihin).

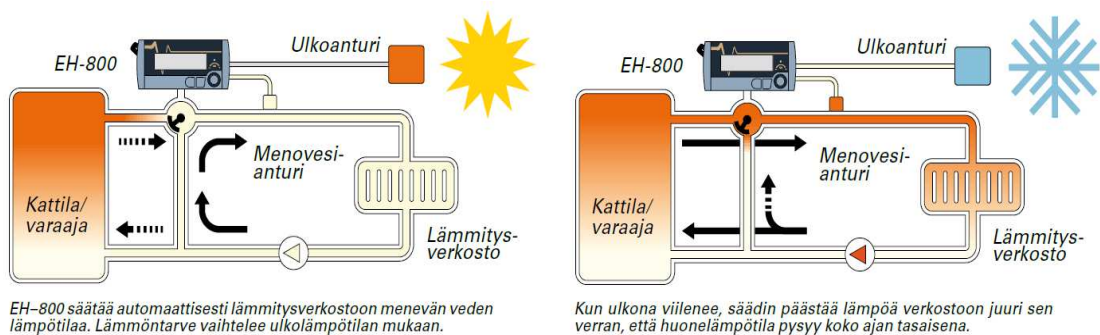
Ouman EH-800 soveltuu nimenomaan vesikiertosiin lämmitysjärjestelmiin; siitä löytyy monipuoliset mittaus- ja hälytystoiminnot, joilla pystyy optimoimaan energian käytön. Säätimessä on havainnollinen LCD-näyttö ja säätöpyörä, jonka avulla toimin-

taan vaikuttavat asetukset on helppo tehdä (Kuvio 26). Lisäksi säätimessä on GSM-etäkäyttömahdollisuus ja sen voi liittää suoraan kotiverkkoon tai Internetiin selainpohjaista etäkäyttöä varten. (Ouman EH-800 älykäs lämmönsäädin omakotitaloihin.)



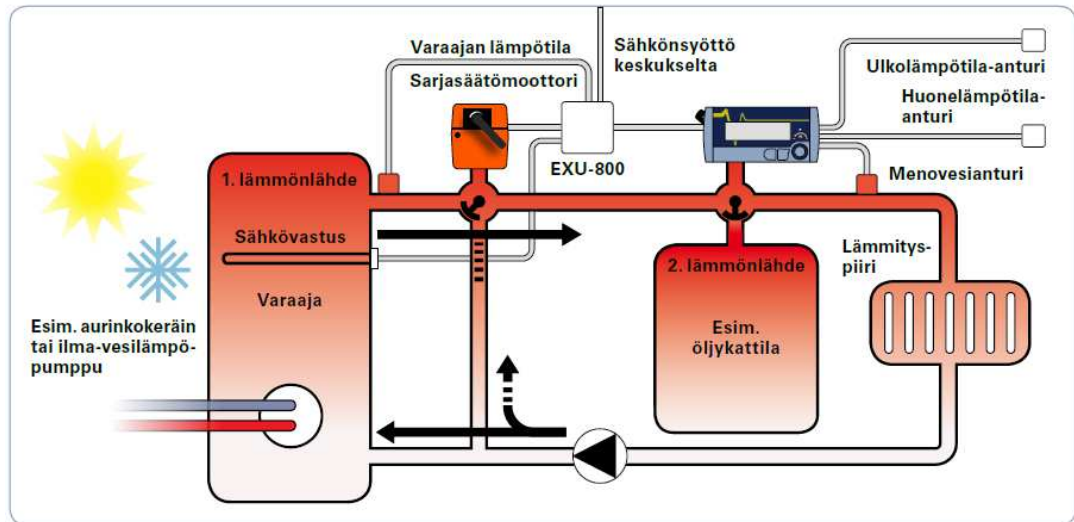
KUVIO 26. OUMAN EH-800 -säädin (Ouman EH-800/EH-800B -lämmönsäädin käyttöohje).

Sopivaa säädintä käyttämällä asumismukavuus paranee, kun huonelämpö pysyy tasaisena vaihtelevista sääolosuhteista huolimatta. Lisäksi energiaa säästyy, kun lämmitysverkoston päästetään juuri oikean lämpöistä vettä, joka riittää pitämään huonelämmön halutulla tasolla (Ks. kuvio 27). Älykäs säädin osaa ottaa entistä paremmin huomioon myös lämmitystapojen sekä rakenteiden väliset eroavaisuudet.



KUVIO 27. Tasaista lämpöä ympäri vuoden (Ouman EH-800 älykäs lämmönsäädin omakotitaloihin).

Säätimeen on myös kytkettävissä laajennusyksikkö EXU-800, jonka avulla lämmönsäätimellä voidaan ohjata myös toista lämmityspiiriä tai rinnakkaiskäyttöä (hybridilämmitys) toista lämmönlähdettä (Ks. kuvio 28). Näin voidaan tarvittaessa hallita esim. kosteiden tilojen lämmitystä erikseen. Tämä edellyttää kuitenkin talon lämmitysjärjestelmän jakoa kahteen piiriin.



KUVIO 28. Hybridilämmitys (Ouman EH-800 älykäs lämmönsäädin).

Öljypoltin on sijoitettuna tilaan, johon on mahdollisuus asentaa myös muita lämmitysjärjestelmiä jotka käyttävät polttoaineenaan puuta, haketta tai pellettejä. Myös tämä oli huomioitava suunnittelussa. Tästä johtuen EXU-800-laajennusyksikkö otettiin oppimisympäristön suunnitelmiin mukaan paitsi sen hälytyksen siirtominaisuuden takia, samalla myös varauduttiin mahdollisen lisälämmönlähteen säätömahdollisuuteen täydentämään öljylämmitystä.

Säätimeltä saatava hälytystieto oli tarkoitus kaapeloida ylemmän tason rakennusautomaatiojärjestelmään, joka oli tarkoitus rakentaa kehittämisprojektin seuraavassa vaiheessa. Lähiverkkoon liittyminen oli alustavien suunnitelmien mukaan mahdollista tehdä aikuisopiston omaan sisäiseen lähiverkkoon, josta avattaisiin käytävä säätimen hallitsemiseksi Intranetin kautta. Tällä tavalla voitaisiin säädintä hallita web-selaimella opetustilasta käsin aikuisopiston intranettiin kirjautuneen tietokoneen avulla.

Kaapelointi säätimeltä tehtäisiin lähimpään lähiverkon liitintään, josta olisi paikallisesti mahdollisuus hallita säädintä aikuisopiston sisäisen WLAN-verkon kautta kannettavalla tietokoneella, tabletilla tai älypuhelimella. Kytkemällä säätimeltä tuleva tietoverkkokaapeli suoraan erilliseen WLAN-reitittimeen voidaan myös sen kautta hallita säädintä langattomasti, ilman kirjautumista talon sisäiseen tietoverkkoon. Näin mahdollistetaan säätimen ja lämmitysjärjestelmän käytön ja toiminnan koulutus paikallisesti suoraan säätimeltä sekä etäkäyttönä lähiverkon kautta.

5.4 Kotiautomaatio

Kotiautomaation kohdalla lähtökohtana oli suunnitella kaksi samanlaisilla toiminnoilla varustettua, siirrettävää oppimisympäristöä. Näihin ympäristöihin valittiin automaatiojärjestelmiksi EKE Smarthome ja Smart-House Carlo Gavazzi. Käyttämällä kahden erilaista kotiautomaatiojärjestelmää näiden ympäristöjen ”ytiminä”, pystytään esittelemään keskitetyn ja väyläpohjaisen järjestelmän eroavaisuuksia asennuksen kannalta (Ks. liitteet 2 ja 3). Oppimisympäristöt on tarkoitus asentaa saman siirrettävän seinän eri puolille, molemmat samoilla perustoiminnoilla varustettuna.

Samalla asennusalustalla voidaan myös vertailla näiden järjestelmien ominaisuuksia, toimintaa, käytettävyyttä ja konfigurointia erilaisten käyttäjäryhmien näkökulmista. Molemmat järjestelmät sijoittuvat kustannuksiltaan kotiautomaatiojärjestelmien ”keskikastiin”. Asuinkiinteistöä rakentava henkilö saattaa kiinnostua niistä enemmän kuin alan huipputekniikkaa edustavista, huomattavasti kalliimmista järjestelmistä. Projektiin valitut kotiautomaatiojärjestelmät tarjoavat riittävästi toimintoja ja ominaisuuksia kodin normaalitoimintojen ohjaamiseen:

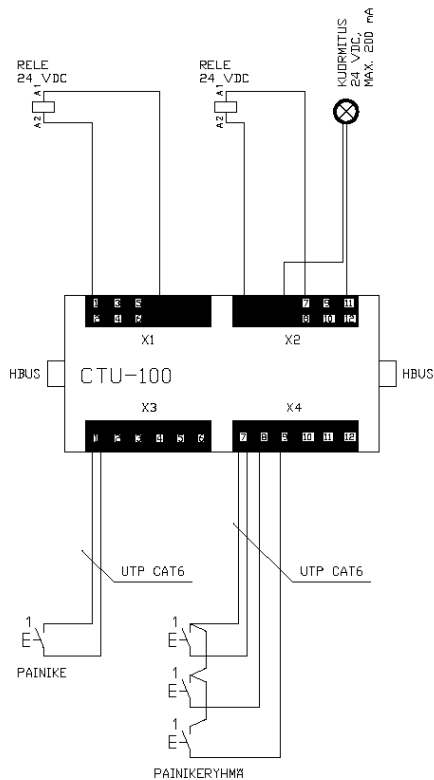
- valaistus, pistorasiat
- lämmitys
- ilmastointi
- murtovalvonta
- paloturvallisuus
- kosteusvalvonta
- monipuoliset tilanneohjaukset

Lisäksi molempia järjestelmiä voidaan tarkkailla, käyttää ja ohjelmoida (konfiguroida) etäyhteyden kautta, joka voidaan toteuttaa selainohjelmalla lähiverkon ja Internetin kautta.

5.4.1 EKE Smarthome

EKE edustaa hieman vanhempaa tekniikkaa, ns. keskitettyä tekniikkaa, jossa toimintoja toteuttavat modulaariset yksiköt on keskitetty sähkökeskukseen. Järjestelmä koostuu keskusyksiköstä, jossa myös sijaitsee järjestelmän ”äly”, sekä kompakteista laajennusmoduuleista, joita yhdistelemällä luodaan yksilöllisiä kokonaisuuksia asukkaiden tarpeiden ja toiveiden mukaan.

Moduulit sijoitetaan normaalisti kiinteistön sähkökeskukseen, jossa ne liitetään toisiinsa sisäisellä HBUS -väylällä. Keskuksesta kaikille toimintoja ohjaaville kenttälaitteille kaapeloidaan oma tietoliikenne parikaapeli (Ks. kuvio 29). Tällainen kaapeli on lisäksi erikoiskaapelointia paremmin hyödynnettävissä saneeraustilanteessa. (Ominaisuudet.)



KUVIO 29. Piirikaaviomalli CTU-100. (Palvelut.)

Turvallisuutta ja energiansäästöä saadaan, kun esim. turvajärjestelmän kytkeytyessä päälle sammutetaan automaattisesti valot ja muut ylimääräiset sähkölaitteet, suljetaan käyttöveden pääsulkuventtiili sekä alennetaan lämmityksen ja ilmanvaihdon tehoa. Käyttämällä langattomia EnOcean-laitteita järjestelmää on helppo laajentaa ilman uusien kaapelien vetämistä saneerauskohteissa tai muuten hankalissa paikoissa.

Tällaisessa tapauksessa älykäs langaton huonelämpötilan säätö voidaan toteuttaa helposti myös jälkiasennuksena. Järjestelmä ei vaadi varsinaista ohjelmointia, vaan asetukset tehdään graafisen selainkäyttöliittymän kautta. Smarthome by EKE -järjestelmä sisältää vakiona Linux-pohjaisen web-palvelimen, jonka kautta etähallinta onnistuu kaikilla yleisimmillä Internet selaimilla. (Ominaisuudet.)

Oppimisympäristön suunniteltujen toimintojen toteuttamiseen valittiin laitevalmistajan ja sähkötarvikemyyjien avustuksella ja opastuksella seuraavat komponentit ja niistä käytettävät toiminnot (Ks. liite 2):

- Sähkökeskukseen sijoitettavat komponentit
 - o CPU-140-keskusyksikkö
 - Linux Web serveri (selainpohjainen käyttöliittymä)
 - Ethernet liitäntä etähallintaa varten
 - EBTS anturitulo.
 - o CTU-100-ohjausyksikkö
 - painike- ja kytkintulot
 - valaistus- ja pistorasiaohjaukset välireleiden kautta.
 - o SCU-100-turvayksikkö
 - turvatulot; murto, palo ja kosteus
 - hälytinlähtö sireenille.
 - o Sähkönjakeluun, suojaukseen ja ohjaukseen soveltuvat sähköasennuskomponentit (Ks. liite 2).

- Kentälle tulevat sähkö- ja automaatiokomponentit (anturit ja toimilaitteet)
 - o KPD-100-käyttölaite
 - järjestelmän paikallisohjaukseen

- turvajärjestelmän seuranta
- mittaustulojen seuranta.
- EBTS ulkolämpötila- ja valaistusvoimakkuusanturi.
- Sähköasennuskalusteet: kytkimet, painonapit, pistorasiat ja valaisimet.
- Murto-, palo- ja kosteusvalvontaan tarkoitettut ilmaisimet ja hälyttimet (Ks. liite 2).

Koska EKE on keskitetty järjestelmä, jokainen anturi ja toimilaite kentällä voi olla normaali sähkö- tai turvajärjestelmäkomponentti, jossa on joko sulkeutuva (NO) tai avautuva (NC) kosketintoiminta. Turvakomponenttien mahdollisesti tarvitsema käyttöjännite voidaan syöttää järjestelmän 12/24 VDC jännitelähtöjen kautta. (EBTS-140 tuotekortit.)

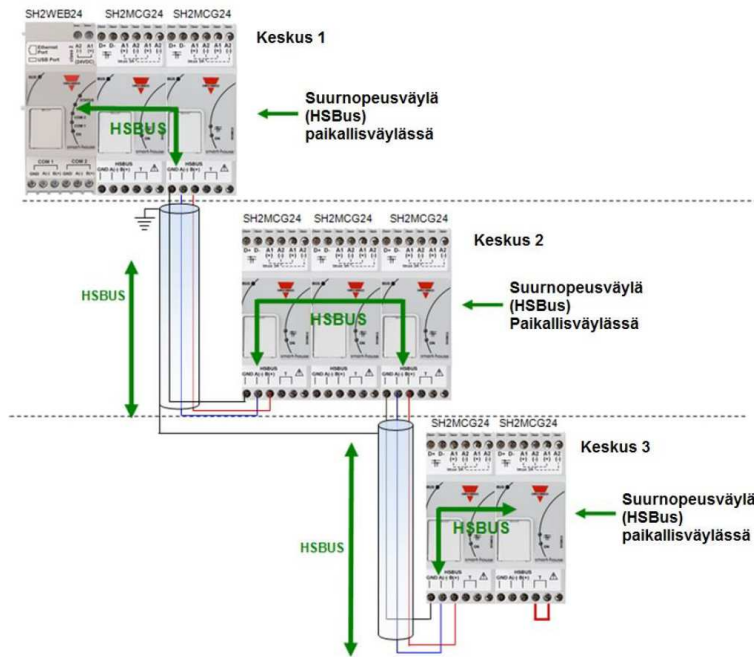
Laitevalmistaja on Internet sivuillaan tehnyt vertailua oman järjestelmänsä ja tällä hetkellä kotiautomaation ”terävintä” kärkeä edustavan, väyläpohjaisen KNX - kotiautomaatiojärjestelmän välillä (Ks. kuvio 30). Vertailussa tuodaan asiallisesti esille keskitetyn ja väyläpohjaisen kotiautomaatiojärjestelmän eroavaisuudet. Vertailussa esitetyt kysymykset liittyvät järjestelmien valintaan, asennukseen, käyttöönottoon (ohjelmointi, konfigurointi), käyttöön ja ylläpitoon. Eli juuri niihin asioihin, jotka kiinnostavat kotiautomaatiojärjestelmän hankintaa harkitsevaa asiakasta.

Kysymys	EKE	KNX
1. Mitä minun pitää huomioida toimilaitteiden ja painikkeiden osalta valitessani kotiautomaatiota?	Smarthome by EKE käyttää sähkökalustesarjojen, kuten ABB Impresivo tai Schneider Electric Exxact, vakiopainikkeita, sekä digitaalisilla ja analogisilla ohjauksilla säädettäviä laitteita.	Kaikkien laitteiden pitää olla KNX-yhteensopivia. Eri valmistajien laitteet eivät välttämättä ole suoraan yhteensopivia.
2. Miten järjestelmä asennetaan?	Langalliset kytkennät tehdään säteittäin CAT-kaapeleilla. Langattomat EnOcean-laitteet paritetaan keskusyksikön kanssa käyttäen järjestelmän omaa selainkäyttöliittymää.	Väyläkaapeli asennetaan siten, että se yhdistää kaikki järjestelmän laitteet. Jokainen yksittäinen laite tarvitsee oman fyysisen tunnisteen väylällä sekä oman laiteohjelman ja siihen liittyvän parametrisoinnin. Nämä määrittelyt tehdään erityisillä tähän suunnitelluilla kaupallisilla ohjelmissa.
3. Mitä erityistaitoja vaaditaan asentajalta?	EKE järjestää uusille jälleenmyyjille kahden päivän koulutuksen järjestelmän konfigurointiin. Asennuksen voi tehdä sähkö- tai automaatioalan ammattilainen.	Valtuutettu KNX-asentaja pätevytyy maksullisilla kursseilla, joita järjestävät useat oppilaitokset. Asentajan täytyy hallita KNX-ohjelmointiohjelmo.
4. Miten järjestelmä ohjelmoidaan?	Järjestelmä ei vaadi ohjelmointia, vaan asetukset tehdään graafisen selainkäyttöliittymän kautta.	Järjestelmä ohjelmoidaan erityisillä tähän suunnitelluilla kaupallisilla ohjelmissa.
5. Miten järjestelmän toimintoja tai sääntöjä muutetaan käyttöönoton jälkeen?	Järjestelmän asetuksia voidaan muuttaa graafisen selainkäyttöliittymän kautta.	Muutokset järjestelmään tekee KNX-pätevytynyt asentaja ohjelmointiyökalulla.
6. Onko järjestelmästä saatavilla valmiita toimintokokonaisuuksia?	Järjestelmän älykkäisiin I/O-laajennuksiin (moduuleihin) perustuva arkkitehtuuri mahdollistaa helpon paketoinnin eri tyyppisiin kohteisiin.	KNX-teknologia mahdollistaa ratkaisun tuotteistamisen. Paketoinnin tekee automaatiourakoitsija, ei KNX-organisaatio tai toimilaittevalmistaja.
7. Onko tekniikka yhteensopiva taloteknisten laitteiden kanssa?	Kyllä, integraatio toteutetaan digitaalisilla ja analogisilla tuloilla ja lähdöillä.	Kyllä, vaatii erillisen KNX-väyläsovittimen tai laajennuksen.
8. Kehitetäänkö tuotetta eteenpäin?	EKE kehittää jatkuvasti järjestelmää ja tuo siihen uusia ominaisuuksia. Uusia toiminnallisuksia julkaistaan säännöllisesti ja käyttäjät voivat itse päivittää järjestelmän selainkäyttöliittymän kautta.	Lopullisen KNX-järjestelmätoimituksen päivitys tai laajennus on ohjelmoinnin tehneen yrityksen vastuulla.
9. Miten voin hallita kotia järjestelmän kautta etänä?	Smarthome by EKE -järjestelmä sisältää vakiona web-palvelimen, jonka kautta etähallinta onnistuu kaikilla yleisimmillä selaimilla. Keväällä 2015 julkaistaan myös mobiileille käyttölaiteille suunniteltu käyttöliittymä. EKE:n palveluvalikoimassa on tietoturvallinen etähallintapalvelu oma.ebts.fi, jonka avulla kotia voi hallita myös kodin ulkopuolelta.	Useilla valmistajilla on tarjolla erikseen hankittavia palvelinratkaisuja järjestelmän etähallintaan.

KUVIO 30. Kysymyksiä ja vastauksia kotiautomaatiojärjestelmien tekniikoiden eroista. (Tietopankki.)

5.4.2 Smart-House Carlo Gavazzi

Carlo Gavazzi edustaa modernimpaa, ns. hajautettua kenttäväylätekniikkaa (Dupline kenttäväylä), jossa järjestelmäkomponentit voidaan hajauttaa vapaasti keskukseseen ja kentälle. Kaikki hajautetut Dupline -kenttämoduulit kytketään toisiinsa parikaapelin välityksellä, jota pitkin tapahtuu ohjausten ja käskyjen siirto. Keskusmoduulit liitetään toisiinsa sisäisen suurnopeusväylän (HSBUS) kautta. Saman väylän kautta voidaan kytkeä parikaapelilla toisiinsa eri keskuksissa sijaitsevat keskusmoduulit (Ks. kuvio 31).



KUVIO 31. Keskusmoduulien suurnopeusväylä. (Smart House 2 asennusohjeet.)

Keskukseen sijoitettava väylägeneraattori lähettää 2-johdinkaapelia (Dupline kenttäväylä) pitkin tiedonsiirtosignaali hajautetuille kenttämoduuleille:

- Valokytkimet
- PIR -anturit
- Lämpötilanäytöt
- Vesi- ja savuanturit
- Tuulianturit
- Kosteusanturit
- Valoanturit
- Hajautetut tulo-/lähtö moduulit. (Smart House 2 asennusohjeet.)

Samaa parikaapelia pitkin kenttämoduulit saavat myös käyttöjännitteensä. (Ks. kuvio 32.) Kenttäväylällä päästään kaapeloinneissa, asennuksissa ja kytkennöissä pienempiin kustannuksiin, koska jokaiselle kenttämoduulille ei tarvitse vetää omaa kaapeliaan. Lisäksi muunneltavuus on joustavampi kuin keskitetyissä järjestelmissä, koska kenttäväylään komponenttien lisääminen ja muuttaminen jälkikäteen on helpompaa.

Kenttäväylään voidaan myös kytkeä normaaleja sähköasennuskytkimiä, painonappeja, liiketunnistimia sekä turvakomponentteja. Kytkentä tapahtuu edellä mainittujen ”antureiden” potentiaalivapaiden NO/NC –koskettimien kautta kojerasiaan tai jakorasiaan sijoitettaviin väyläliityntäyksiköihin (4 tai 8 tuloa).



KUVIO 32. Dupline-kenttäväylä. (Smart House 2 asennusohjeet.)

Oppimisympäristölle suunniteltiin samat toiminnot kuin EKE laitteistollekin. Ainoa suurempi ero EKE-ympäristöön liittyen on keskukseen tuleva yleishimmennin, jolla voidaan portaattomasti himmentää erilaisia valaistuskuormia, max. 500 W (hehku-lamppu, halogeeni, muuntajakuorma). EKE-ympäristöä suunniteltaessa saatiin karotittua samalla kertaa molempien kotiautomaatiojärjestelmien sähköasennustarvikkeet yhdellä kertaa.

Kotiautomaatiojärjestelmän maahantuojalta ja sähkötarvikkeiden myyjiltä saatu asiantuntija-apu oli tässäkin tapauksessa ensiarvoisen tärkeää oikean laitteistokokoonpanon määrittelyssä (Ks. liite 3):

- Sähkökeskukseen sijoitettavat väyläkomponentit:
 - o SPM5241-teholähde
 - o SH2WEB24-Ethernet liitäntä (=järjestelmän äly)
 - o SH2MCG24-kanavageneraattori (= hoitaa väyläliikennöinnin)
 - o SH2D500W1230-yleishimmennin
 - o SH2RE16A kaksi 16 A relelähtöä (esim. valo, lämmitys, pistorasia jne...)
 - o Sähkönjakeluun, suojaukseen ja ohjaukseen soveltuvat sähköasennuskomponentit. (Building automation.)

- Kentälle tulevat väyläkomponentit (anturit)
 - o SHEKWTEMDIS-termostaattiyksikkö
 - o BSO-TEMDIG-lattialämpötila-anturi edelliseen
 - o B5X-LS4-U-valokytkin 4-osainen
 - o SHSDP90L-liiketunnistin
 - o BSF-WAT-U-vesivuotovahti
 - o BSG-SMO-U-palovaroitin
 - o BDB-INCON4-U-väyläliityntäyksikkö 4 tuloa
 - o BDB-INCON8-U-väyläliityntäyksikkö 8 tuloa
 - o BACC-KEYPAD-DC-U-käyttönäppäimistö. (Building automation.)

- Kentälle tulevat sähkökomponentit
 - o Sähköasennuskalusteet: kytkimet, painonapit, pistorasiat ja valaisimet.

Carlo Gavazzin ominaisuuksien vertailussa Smarthome by EKE -järjestelmään voidaan pitkälti hyödyntää EKE:n kotisivuilla olevaa kysymyksiä ja vastauksia taulukkoa (Ks. kuvio 30). Lähes jokaisella vertailurivillä voidaan laittaa KNX:n tilalle Carlo Gavazzi. Carlo Gavazzi poikkeaa ratkaisevasti KNX-järjestelmästä siinä, että ohjelmointiin (konfigurointiin) käytettävä tietokoneohjelmisto SH Tool on Carlo Gavazzilla ilmainen.

Samoin tietokoneohjelmiston (SH Tool) käyttö on ehkä kokonaisuutena helpompi oppia käyttämään, kuin KNX-järjestelmän ETS-ohjelmisto. On kuitenkin muistettava myös se, että KNX-komponentit tarjoavat paljon enemmän toimintoja ja ominaisuuksia kuin Carlo Gavazzi. Tämä näkyy myös ohjelmointiohjelmiston tarjoamissa toiminnoissa, jotka KNX-järjestelmän ETS-ohjelmistolla ovat paljon laajemmat ja myös haastavammat hallita.

5.5 Tietoturva

Kaikille kolmelle järjestelmälle suunniteltiin ohjelmointia (konfigurointia) ja etäkäyttöä varten oma WLAN-yhteys kytkimellä varustetulla WLAN-reitittimellä. Reitittimille oli tarkoitus vetää tietoliikennekaapelointi kunkin järjestelmän Ethernet-liitynnästä.

Oppimisympäristöt pyritään pitämään irti Internetistä, niiden käyttö rajataan tapah-
tuvaksi vain Jyväskylän aikuisopiston omat lähiverkon (Intranet) kautta. Tällaiset IP-
tekniikkaan perustuvat etäkäyttömahdollisuudet ovat uusissa rakennus- ja kotiau-
tomaatiojärjestelmissä enemmänkin sääntö kuin poikkeus.

Tämä luo mahdollisuuden tehdä etäohjelmointia ja – hallintaa mistä päin tahansa,
vaikka ulkomailta käsin. Tarvitaan vain toimiva Internet yhteys, etäkäyttölaite (tieto-
kone, tabletti, älypuhelin), selainohjelma ja oikea IP-osoite. Tässä yhteydessä on kui-
tenkin syytä muistaa, että siellä missä on luotu yhteys laitteistosta ulkomaailmaan,
on myös luotu luvattomille tahoille portti ulkomaailmasta laitteistoon päin.

Edellä mainittua tietoturvariskin merkitystä korostaa Mikko Arvinen artikkelissaan
Sähkömaailma lehden huhtikuun (2015) numerossa. Arvisen mukaan yhä useampi
sähkö-, tele- ja turva-alan ammattilainen törmää työssään lähes päivittäin taloteknis-
ten automaatiojärjestelmien suojaukseen ja tietoturvallisuuteen liittyviin kysymyk-
siin.. Aiemmin kiinteistöhuolto kävi paikan päällä tekemässä säätömuutoksia järjes-
telmiin sekä lukemassa erilaisten mittareiden lukemia. Nykyisin samat työt voidaan
tehdä helposti verkon yli. (Arvinen 2015, 9.)

Tulevaisuudessa rakennusautomaatioon kohdistuvat erilaiset hyökkäykset ovat to-
dennäköisiä, ellei tietojärjestelmien suojausta toteuteta asianmukaisesti. Tietomur-
tojen uhka on olemassa, kun käytetään julkisia yhdyskäytäviä ja yleisiä siirtoprotokol-
lia. Periaatteessa verkottuneen talotekniikan automaation tietoturva ei paljoa poik-
kea tavallisen kotitietokoneen suojauksesta. Laittilojen fyysinen suojaus ja sähkö-
katkoihin varautuminen ovat kohtia, joihin julkisissa tiloissa on kiinnitettävä enem-
män huomiota. (Arvinen 2015, 9.)

Taloteknisten järjestelmien lisäksi esim. myymälöissä tulevat kaupan omat logistiik-
ka-, kulunvalvonta-, murtovalvonta-, kassakone- yms. järjestelmät, jotka kaikki ovat
nykyään liitettynä tietoverkkoihin. Laitteiden ja järjestelmien käyttäjäoikeudet tulee
määritellä jo suunnitteluvaiheessa huolellisesti. Ennen kaikkea täytyy kiinnittää
huomiota laitteiden käyttäjien asianmukaisen koulutukseen myös tietoruariskien
osalta. Tutkimuksen mukaan jopa 80 % tietoturvaongelmista johtuu käyttäjien vir-

heellisestä toiminnasta, ei niinkään laitteiden puutteellisesta suojauksesta. (Arvinen 2015, 9.)

Rakennus- ja kotiautomaatiojärjestelmien kautta Internetiin liitetyn (LAN/WLAN) ja sitä kautta etähallittavan järjestelmän tietoturvaus voi esiintyä kahta eri kategoriaa:

- Fyysiset tietoturvat
 - tulipalo, kosteusvaurio
 - jännitepiikki, sähkökatko
 - laiteviat
 - varkaus, sabotaasi
 - inhimillinen erehdys.
- Elektroniset tietoturvat
 - salasanojen ja käyttäjätunnusten joutuminen väärin käsiin
 - ei muisteta muuttaa oletuksena olleita käyttäjätunnuksia ja salasanoja
 - käytetään liian ilmiselviä ja ennalta arvattavia käyttäjätunnuksia ja salasanoja
 - tietoliikenneyhteyden salakuuntelu tai kaappaaminen
 - näkyvillä olevien kaapelointien kautta tehtävät tietomurrot
 - salasanojen murtaminen
 - tiedon varastaminen, väärinkäyttö tai tuhoaminen.

Tietoturvallisuutta talotekniikan automaatiojärjestelmien osalta voidaan parantaa yksinkertaisilla toimenpiteillä, kuten:

- suojataan laitteistot koteloinneilla, oikeilla asennuspaikoilla, ylijännitesuojilla, UPS-laitteistoilla jne.
- asennetaan kaapeloinnit piiloon
- käytetään käyttäjätunnuksia ja salasanoja jotka ovat riittäviä suojaustasoltaan
- opetellaan ulkoa käyttäjätunnukset ja salasanat, ei laiteta niitä paperille muistiin
- vaihdetaan tunnuksia ja salasanoja ainakin kerran vuodessa
- käytetään riittävää suojausta/salausta, etenkin WLAN-yhteyksissä (WPA2)

- käytetään tietoturvaohjelmistoja (virustorjunta)
- käytetään palomureja (ADSL-reitittimessä, Windowsin oma, tietoturvaohjelmiston oma, jne.)
- päivitetään kaikki järjestelmään ja tietoturvallisuuteen liittyvät ohjelmistot riittävän usein
- käytetään tarvittaessa tietoliikenteen monitorointi- ohjelmia paikallistamaan epäilyttävää liikennettä verkossa
- järjestelmän etäkäyttölaitteiden (kannettava tietokone, tabletti, älykännykkä) tietoturva on myös muistettava varmistaa ja ylläpitää/päivittää
- käytetään salattuja yhteyksiä
- käytetään kahdennettuja järjestelmiä.

Rakennus- ja kotiautomaation kehittymisen ja yleistymisen myötä järjestelmien hallinta ja etäkäyttö ovat myös tulleet osaksi niiden perusominaisuuksia. Kehityksen myötä tällainen Internetin yli tapahtuva järjestelmän toimintojen hallinta, tarkkailu ja jopa ”ohjelmointi” asettavat haasteita tiedonsiirron luotettavalle toiminnalle, nopeudelle ja ennen kaikkea tietoturvallisuudelle. Näiden asioiden ymmärtäminen ja huomioon ottaminen jo ennakkosuunnittelu vaiheessa saattaa säästää monelta murheelta ja vaivalta.

Hyvin suunniteltu ja toteutettu järjestelmä palvelee käyttäjiänsä pitkään ja luo edellytykset järjestelmän sujuvalle ja turvalliselle käytölle sekä hyödyntämiselle missä ja milloin vain, olit sitten kotona tai matkoilla toisella puolella maapalloa. Kun tähän otetaan vielä mukaan ajan tasalla oleva dokumentointi, järjestelmän ylläpito- ja huoltosuunnitelmat sekä riittävän perusteellinen opastus järjestelmän loppukäyttäjälle, voidaan olettaa järjestelmän toiminnan vastaavan haluttua lopputulosta.

6 OPPIMISYMPÄRISTÖJEN RAKENTAMINEN

Rakennusautomaatiojärjestelmät kuuluvat olennaisena osana sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkintoon. Oppimisympäristöjen rakentaminen oli tarkoitus teetä kahdella eri valmistumisen vaiheessa olevilla sähkö- ja automaatiotekniikan pe-

rustutkintoa opiskelevilla aikuisopiskelijoilla. Ennen siirtymistä oppimisympäristöjen rakennusvaiheeseen, oli aihetta pohjustettava luennoilla ja harjoittelulla.

Tätä silmällä pitäen koulutussuunnitelmaan otettiin mukaan omaksi kokonaisuudekseen talotekniikan automaatiojärjestelmät, jotka ovat yhtenä osa-alueena rakennusautomaatiota. Tämä jakson koulutukseen varattiin kummallekin ryhmälle aikaa 4 viikkoa, jona aikana käytiin läpi keskeiset talotekniikan automaatiojärjestelmät:

- LVI-automaatio.
- Murtovalvontajärjestelmät.
- Palovaroitinjärjestelmät.
- Kotiautomaatiojärjestelmät.

Koulutuksen runkona toimi Pentti Harjun oppikirja Talotekniikan automaatio, mitaus ja säätö (2006). Johdantona kuhunkin edellä mainittuun aiheeseen laadittiin uudet luentomateriaalit (PowerPoint -esitykset), jotka käytiin ensin luentoina läpi. Luentoihin liittyen valmisteltiin kirjallisia tehtäviä, joissa käytiin läpi luentojen keskeiset osa-alueet. Luentoja täydentämään käytettiin myös Tampereen ammattikorkeakoulun talotekniikan lehtorin, Veijo Piikkilän laatimia laadukkaita koulutusmateriaaleja KNX -järjestelmästä ja rakennusautomaatiosta yleensäkin.

Tämän jälkeen siirryttiin käymään läpi Harjun oppikirjaa, johon oli valmiiksi laaditut kirjalliset tehtävät kunkin luvun lopussa. Luentojen ja kirjallisten harjoitusten jälkeen siirryttiin tutustumaan olemassa olevien automaatiojärjestelmien tekniikkaan, käyttöön ja konfigurointiin. Edellä mainittuja harjoituksia täydentämään laadittiin pienenmuotoisia asennustehtäviä kotiautomaatioon liittyen.

Asennusharjoitusten alustoina käytettiin Siemens Logo -pienoislogiikoita, joiden avulla rakennettiin erilaisia valaistus- ja turvajärjestelmäsovelluksia. Näiden harjoitusten kautta opiskelijoille hahmottui kuva siitä, millaisia toimintoja kotiautomaatiolla voidaan toteuttaa. Harjoituksissa opiskelijat tekivät ennalta laadittujen suunnitelmien mukaiset asennukset käyttöönottotarkastuksineen. Kouluttajan tehtävänä oli valvoa työskentelyä ja tehdä tarvittavat logiikkaohjelmoinnit haluttujen toimintojen toteuttamiseksi.

Opiskelijoista valittiin kirjallisissa – ja asennusharjoituksissa näytetyn osaamisen perusteella edistyneimmät rakentamaan tulevia oppimisympäristöjä. Oppimisympäristöjen rakentaminen toimi samalla kertaa kahden eri koulutusryhmän koulutustapahotumana, jossa pystyttiin käytännössä käsittelemään sähkö- ja automaatioasennuksiin liittyviä yksityiskohtia. Lisäksi yhdelle opiskelijalle tarjoutui oppimisympäristön rakentamisessa mahdollisuus tehdä perustutkintoonsa kuuluva tutkintosuoritus.

6.1 LVI-automaation oppimisympäristö

Oppimisympäristöjen rakentaminen aloitettiin LVI-automaatiojärjestelmän osalta lämmitysjärjestelmään liittyvien putkiasennusten viimeistelyllä. Talotekniikan perustutkinnon putkiasentajan suuntautumisen opiskelijat tekivät osana heidän asennusharjoituksiaan kyseiset asennukset loppuun. Tämän jälkeen yksi sähkö- ja automaatiotekniikan sähköasentajan suuntautumisen opiskelija teki LVI-automaatio ympäristön sähkö- ja automaatioasennukset laadittujen suunnitelmien mukaisesti.

Kyseinen työsuoritus oli samalla tämän opiskelijan tutkintosuoritus, koska kyseinen asennus toimi yhden valinnaisen tutkinnon osan tutkintotehtävänä. Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto koostuu neljästä tutkinnon osasta:

- Pakollisia tutkinnon osia ovat
 - o Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto
 - o Sähkö- ja automaatioasennukset
 - o Sähkö- ja energiatekniikka
- Valinnaisia tutkinnon osia (joista on valittava yksi) ovat
 - o Kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät
 - o Sähköverkostoasennukset (1 kV–20 kV). (Ammatillisen perustutkinnon perusteet.)

Kunkin tutkinnon osan osaamisvaatimukset on kirjattu Opetushallituksen määräykseen, Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto 2009. Siellä määritellään tarkkaan kunkin tutkinnon osan osaamisvaatimukset. Tutkinnon osan edellyttämä osaaminen näytetään tutkintotilaisuudessa, joka on pyrittävä järjestämään työmaalla, oikeissa sähköasennustekniikan asennustöissä tai muussa työmaaloja vastaavassa paikassa.

Tutkintotilaisuudessa puuttumaan jäävä osaaminen on osoitettava muilla tavoin, esim. erillisellä asennustehtävällä, kirjallisilla tehtävillä tai haastattelemalla. (Ammatillisen perustutkinnon perusteet.)

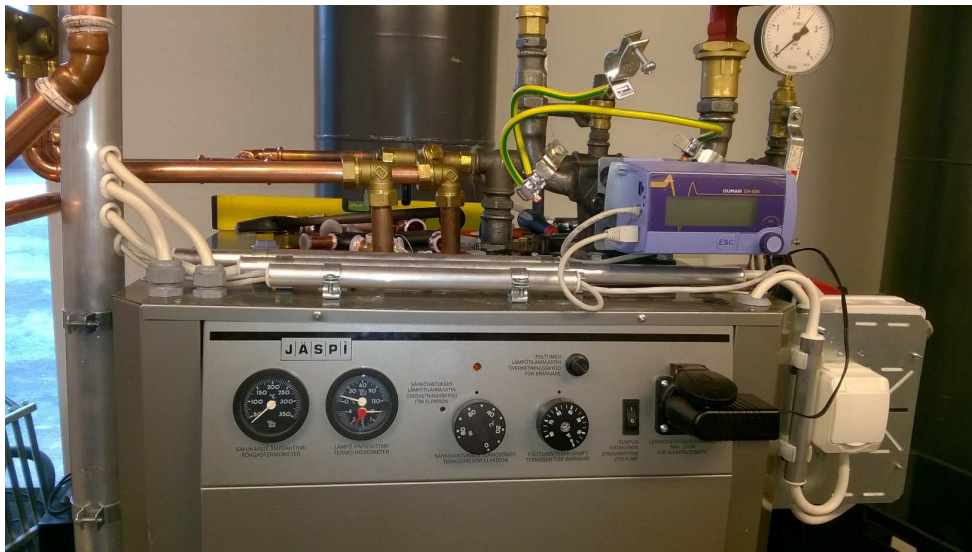
Tässä tapauksessa opiskelijalla ei ollut mahdollisuutta suorittaa kyseessä olevaa valinnaista tutkinnon osaa, Kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät, työssä oppimisympäristön yhteydessä. Tästä syystä hänelle järjestyi mahdollisuus suorittaa tämä tutkinnon osa Jyväskylän aikuisopiston tiloihin rakennettavan LVI-automaation oppimisympäristön yhteydessä. Tämä tutkinnon osa pitää sisällään mm. LVI-järjestelmien ja niiden automaation toimintaan, rakentamiseen ja käyttöönottoon liittyvät tehtävät. (Ammatillisen perustutkinnon perusteet.)

Opiskelija laati asennustyöstä näyttösuunnitelman, jossa kuvataan asennustyön sisältö, käytännön toteuttaminen ja tarvittavat testaukset ja mittaukset. Varsinainen asennustyö tehtiin kehittämisprojektin suunnitteluvaiheen yhteydessä laadittujen sähkökuvien mukaisesti (Ks. liite 2). Ennen työn aloittamista opiskelija perehdytettiin asennustyön dokumentteihin sekä Ouman EH-800-säätimen toimintaan ja käyttöön. Työtä (tutkintosuoritusta) arvioitiin sen etenemisen aikana näyttötutkintojärjestelmän periaatteiden mukaisesti kolmikantaisesti:

- työntekijän edustaja (TT)
- työnantajan edustaja (TA)
- opetusalan edustaja (OPE). (Tutkinnon suorittaminen.)

Kukin arvioija tekee tutkintosuorituksesta omat havaintonsa, jotka työn valmistuttua käydään läpi arviointikokouksessa. Erityisesti kiinnitetään huomiota työn aikaisen sähköturvallisuuden ja sähkötyöturvallisuuden noudattamiseen. Työn valmistuttua myös tutkinnon suorittaja reflektoi omaa suoritustaan tekemällä itsearviointin. Arviointikokouksessa kolmikanta tekee arviointiesityksen, joka toimitetaan sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon tutkintotoimikunnalle hyväksyttäväksi. Lopullisen päätöksen arvioinnista tekee tutkintotoimikunta, joka toimittaa päätöksensä opiskelijalle. (Tutkinnon suorittaminen.)

Oppimisympäristön valmistumisen yhteydessä (Ks. kuvio 33) sähköasennuksille tehtiin lakisääteisen käyttöönottotarkastuksen yhteydessä myös toimintakokeet, joilla varmistettiin asennetun lämmitysjärjestelmän ja sen automatiikan toimivuus. LVI-automaatiojärjestelmän etäkäyttöä varten Ouman EH-800 -säätimestä asennettiin tietoliikennekaapeli lähimpään yleiskaapelointiliitäntään (ATK-liitäntä), josta oli yhteys Jyväskylän aikuisopiston sisäverkkoon. Paikan päällä tapahtuvaa etäkäytön simuloimista varten ATK-liitäntän viereen sijoitettiin normaali sisäverkon WLAN-reititin (Ks. liite 1).



KUVIO 33. Ouman EH-800 -säädin asennettuna.

Liittämällä EH-800-säädin WLAN-reitittimeen voidaan säätimen perustoimintoja ohjata kannettavan tietokoneen, tabletin tai älykännykän kautta IP-osoitteella ilman koulun fyysiseen ATK-verkkoon kirjautumista. EH-800-säätimessä on sisäänrakennettuna käyttöliittymä, jota voidaan käyttää normaalilla Internet selaimella. Sisälle kirjautumiseen tarvitaan ennalta määritelty käyttäjätunnus ja salasana. (Ouman EH-800/EH-800B lämmönsäädin käyttöohje.) Siinä tapauksessa että WLAN-reititin liitetään koulun kiinteään ATK-verkkoon, säädintä ja sitä myöten öljylämmityskattilaa voidaan ohjata esim. jostain opetustilasta osana LVI-automaatioon liittyvää luentoa.

WLAN-yhteyden kautta tapahtuva säätimen asetusarvojen ja muiden perustoimintojen hallinta toimi koekäytön yhteydessä moitteettomasti. Normaalisti tarkemmat käyttöön liittyvät asetukset kuitenkin tehdään säätimen ohjauspyörän ja LCD-näytön

välityksellä selkeän valikkorakenteen kautta. Etäyhteys antaa mahdollisuuden esim. kiinteistöhoitajalle tai asuinkiinteistön omistajalle tarkistaa kohteen lämmitysjärjestelmän tilan, menemättä itse paikan päälle. Tarkistettavia asioita ovat mm. ulkolämpötila, sisälämpötila ja menoveden lämpötila.

6.2 Kotiautomaation oppimisympäristöt

Kotiautomaation oppimisympäristöjen rakentamisessa oli tarkoitus sijoittaa sekä EKE Smarthome sekä Smart-House Carlo Gavazzi kotiautomaatiojärjestelmät samalle siirrettävälle alustalle. Näiden osalta työ aloitettiin siirrettävän asennuseinän rakentamisella. Rakennusalan perustutkintoa suorittavat opiskelijat rakensivat annettujen ohjeiden ja sähkökuvien (Ks. liitteet 3 ja 4) mukaisesti pyörillä varustetun asennuseinän.

Seinän kummallekin puolelle oli tarkoitus rakentaa samanlaisilla toiminnoilla varustetut kotiautomaatiojärjestelmät. Kumpaankin kotiautomaatiojärjestelmään valittiin kahden opiskelijan ryhmät rakentamaan niitä.

Oppimisympäristöjen osalta laadittiin opiskelijoille selkeä asennusjärjestys, koska kyseessä oli suurempi kokonaisuus kuin esim. LVI-automaation oppimisympäristössä:

1. Sähkökeskuksen rakentaminen (kalustaminen, merkinnät, johdotukset)
2. Johtoreittien rakentaminen asennuseinälle
3. Sähkökeskuksen asentaminen asennuseinälle
4. Kaapeloinnit
5. Kenttälaitteiden asennus ja kytkentä
6. Sähkökeskuksen kytkentä (kenttäkaapelointien fyysiset kytkennät)
7. Käyttöönottotarkastus
8. Konfigurointi (ohjelmalliset ”kytkennät”)
9. Toimintakokeet.

Ennen rakentamistyön aloittamista koko opiskelijaryhmälle luennoitiin kummankin kotiautomaatiojärjestelmän ominaisuuksista laitevalmistajien toimittamien materiaalien avulla. Erityisesti käytiin läpi keskitetyn ja väyläpohjaisen järjestelmän toimintaperiaatteen ja toteutuksen eroavaisuuksia. Asennustyö toteutettiin laaditun asen-

nusjärjestyksen mukaisesti molempien oppimisympäristöjen osalta. Molemmissa oppimisympäristöissä korostettiin koko asennustyön ajan ennen kaikkea sähköturvallisuuden ja sähkötyöturvallisuuden noudattamista joka vaiheessa.

Automaatioasennuksissa tehdään monesti ensin fyysiset asennukset ja kytkennät ja sen jälkeen vasta loogiset kytkennät, eli yhdistetään ohjelmallisesti fyysinen tulo ja lähtö toisiinsa halutulla tavalla. Toki joissakin tapauksissa varsinainen ohjelma voidaan tehdä ennakkoon valmiiksi ja sitä vain modifioidaan paikan päällä. Yleensä on kuitenkin oltava fyysiset asennukset valmiina, ennen kuin päästään testaamaan ohjelman (ohjelmointi, konfigurointi) toimintaa oikeassa ympäristössä. Joillakin laitteistovalmistajien ohjelmointityökaluissa on jopa olemassa simulointitoiminto, jolla voidaan testata ohjelman toiminta ilman olemassa olevaa asennusta (DALI, Siemens Logo).

Konfigurointia ja etäkäytön simulointia varten molempien kotiautomaatiojärjestelmien ATK-liitännöistä asennettiin tietoliikenneyhteys asennusseinälle sijoitetulle omalle WLAN-reitittimelle (Ks. kuviot 34–35). WLAN-reititimet ”luovat” kummallekin kotiautomaatiojärjestelmälle oman langattoman lähiverkon, joka on erillään koulun omista tiedonsiirtoverkoista ja Internetistä. Tällä tavalla mahdollistettiin edellä mainittujen toimintojen suorittaminen langattomasti kannettavalla tietokoneella ja tabletilla ilman tietoturvariskejä.

EKE Smarthome konfiguroidaan sähkökeskuksessa sijaitsevan CPU-140-keskusyksikön Web-serverin kautta normaalilla Internet-selaimella. CPU-yksikköön määritellään käyttöönnotossa sen IP-osoite, joka vastaa WLAN-reitittimen IP -osoiteavaruutta. Lisäksi voidaan määritellä järjestelmälle käyttäjätunnus ja salasana, jotka vaaditaan ennen järjestelmään sisälle kirjautumista.

Tämän jälkeen konfigurointi voidaan tehdä millä tahansa laitteella jossa on toimiva WLAN-yhteys ja Internet selainohjelma; kannettava tietokone, tabletti tai älypuhelin. Saman käyttöliittymän kautta voidaan tehdä myös järjestelmän toimintojen ohjaus ja tarkkailu joko paikan päällä tai mistä päin maailmaa tahansa. (Ominaisuudet 2015.)



KUVIO 34. EKE Smarthouse -oppimisympäristö.

Smart-House Carlo Gavazzi poikkeaa EKE-järjestelmästä siinä, että konfigurointi tehdään erillisellä Windows pohjaisella SH-tool sovellusohjelmalla. Ohjelman avulla kirjaututaan sisälle sähkökeskuksessa sijaitsevaan SH2WEB24-ohjainyksikköön. Tämän yksikön kautta tehdään järjestelmään kytkettyjen väyläkomponenttien kartoittaminen ja osoitteiden jako sekä tehtyjen konfigurointien lataus järjestelmään.

SH-tool tarjoaa lisäksi diagnostiikka toiminnot järjestelmän reaaliaikaiseen tarkkailuun ja vianetsintään. Varsinainen etäkäyttö tehdään samalla tavalla kuin EKE-järjestelmässä, eli WLAN-yhteydellä ja Internet selaimella varustetulla tietokoneella, tabletilla tai älykännykällä. Etäkäytön käyttöliittymä on hieman pelkistetympi kuin EKE:n vastaava, mutta sen kautta voidaan kuitenkin tehdä tarvittavat perustoimintojen ohjaukset. (Smart House2 asennusohjeet 2013.)



KUVIO 35. Smart-House Carlo Gavazzi -oppimisympäristö.

Molempien kotiautomaatiojärjestelmien rakentaminen toimi samalla kertaa sähköalan opiskelijoiden koulutustilanteena, jossa käytiin läpi asentamisen eri vaiheita sähköasentajan näkökulmasta suhteellisen kattavasti. Järjestelmien konfiguroinnissa käytettävissä oli laitetoimittajien tarjoamat suomenkieliset oppaat, jotka olivat korvaamattomana apuna.

Opiskelijaryhmien oma mielenkiinto aiheeseen ja selkeä suuntautuminen kotiautomaatioon olivat myös suurena apuna järjestelmien toimintakuntoon saattamiseksi. Jatkoa ajatellen on jo laadittu konfigurointiharjoituksia, joita sähköalan opiskelijat pääsevät tekemään talotekniikan automaatiojärjestelmiin liittyvässä koulutuksessa.

7 TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA

Tämän työn päätavoitteena oli luoda edellytykset talotekniikan automaatiojärjestelmien oppimisympäristöjen kehittämiseksi. Kehittämisprojektin esisuunnitteluvaiheessa kehittämisen arvoisia ideoita syntyi enemmän kuin mitä oli resursseja toteuttaa niitä. Tästä syystä jouduttiin rajaamaan toteutettavien oppimisympäristöjen rakentaminen kolmeen helpoiten toteutettavissa olevaan laitteistoon.

Työtä helpotti omalta osaltaan se, että rakennusautomaatio kokonaisuutena on ollut itselleni henkilökohtainen kehittämisen projekti jo pitemmän aikaa. Aiheessa riittää opiskeltavaa ja sitä myöten itsensä kehittämistä enemmän kuin mihin löytyy aikaa ja resursseja. Kustannusarviot oppimisympäristöjen osalta osuivat kohtalaisen lähelle todellisia kustannuksia. Kustannusten lopullinen suuruus varmistuu vasta sen jälkeen, kun käyttökokemusten myötä esille tulleet oppimisympäristöjen mahdolliset muutostyöt ja modifioinnit on saatu tehtyä.

Eniten työllistänyt tehtävä oli selvittää talotekniikan eri koulutusalojen ja alan yritysten tarve automaatiojärjestelmien koulutukseen liittyen. Selvitystä tehdessä tulikin eteen myös lisää kysymyksiä rakennusautomaation kehityksestä ja ennen kaikkea sen tulevaisuuden visioista. Näiden selvittämisen myötä näkemykseni talotekniikan automaatiojärjestelmistä ja niiden asemasta talotekniikassa muuttui radikaalisti.

Rakennusautomaatio, mukaan lukien kotiautomaatio, on ottanut vankan aseman kiinteistöjen erilaisten sähköjärjestelmien ohjauksessa ja säädössä. Halusimme tai emme, erilaiset automaatiojärjestelmät ovat ottaneet paikkansa jokapäiväisessä elämässämme. Yhtenä ongelmana on se, että tarjolla on paljon erilaisia rakennusautomaatiojärjestelmiä, joiden tarjoamat perustoiminnot ovat kuitenkin hyvin samankaltaiset. Sähköurakoitsijoille ja asiakkaille ongelmaksi muodostuukin valinnan vaikeus näiden järjestelmien välillä.

Suurimpana haasteena tulee koulutuksessa olemaan automaatiojärjestelmien asentamisen, käyttöönoton, käytön ja ennen kaikkea hyödyntämisen kouluttaminen tuleville talotekniikan tuleville ammattilaisille. Tähän liittyen rakennetuista oppimisympäristöistä on jo nyt ollut hyötyä. Kotiautomaation oppimisympäristöt ovat olleet sähköalan ja kiinteistönhoidon koulutusten käytössä rakennusautomaatioon liittyvisä koulutusjaksoissa.

Rakennetuilla oppimisympäristöillä pystyttiin perehtymään nykyaikaisen kotiautomaation toimintaan ja etenkin niiden ohjelmalliseen konfigurointiin. Jatkossa voidaan vielä ottaa mukaan myös lämmitysjärjestelmän säädön toiminnan ja ohjaamisen kouluttaminen LVI-automaation oppimisympäristön avulla.

Tässä vaiheessa saatujen käyttökokemusten perusteella on kuitenkin tullut esille muutama ongelma ja kehittämisen kohde. Vaikka käytössä on nyt kaksi kotiautomaation oppimisympäristöjä, ne eivät kuitenkaan anna riittävän laajaa kuvaa tarjolla olevista automaatiojärjestelmistä. Markkinoilla on paljon muitakin kotiautomaatiojärjestelmiä, joilla kaikilla on omanlaisensa toiminnot, käyttöliittymät ja käytettävyys.

Koulutuskäytössä pitäisi olla enemmän jo rakennettujen ympäristöjen kaltaisia kotiautomaatiojärjestelmiä. Tässä tulee kuitenkin taas eteen jatkuva pula koulutustiloista. Tässä työssä rakennettujen kaltaisten kotiautomaatioympäristöjen ongelmana on tilantarve, jos niitä ryhdytään rakentamaan lisää. Ratkaisuna voisi olla oppimisympäristöjen modifiointi pienemmille, kannettaville esittelytauluille. Näiden varastointi vaatisi pienemmän tilaa ja siirrettävyys olisi vieläkin parempi kuin nykyisten oppimisympäristöjen.

Koska kotiautomaatiojärjestelmiin liittyy nykyään etähallintaa jossakin mittakaavassa, on varsinkin järjestelmien asentajilla oltava riittävästi tietämystä tietoliikenteestä. Sama koskee muutakin rakennusautomaatiota (ml. turvajärjestelmät), lähiverkkojen ja Internetin kautta tapahtuva järjestelmien konfigurointi, ohjelmointi ja käyttö ovat jo tätä päivää, eivät enää tulevaisuutta. Tietoliikenteeseen liittyvää koulutusta sähköalalla sekä talotekniikan muillakin aloilla on alakohtaisesti kehitettävä ja tarjottava myös rakennusautomaation tarpeisiin liittyen.

Tietoturvariskit tulevat myös hyvin suurella todennäköisyydellä lisääntymään rakennusten automatisoinnin myötä. Tähänkin ongelmaan on reagoitava ajoissa myös talotekniikan alojen automaatiokoulutuksessa. Ongelma ei ole pelkästään asennuspuolella, tietoa ja tietämystä on saatava myös automaatiojärjestelmien käyttäjille. Valistuneet asentajat ja muut automaatiojärjestelmiä työkseen käyttävät talotekniikan alojen työntekijät opastavat myös näitä asioita asiakkailleen. Suurin tietoturvariski on monesti automaatiojärjestelmän omistaja, joka ei tiedä mitään tietoturvariskeistä ja niihin varautumisesta.

Tämä kehittämistyö kokonaisuutena antoi itselleni paljon uutta tietoa rakennusautomaatiosta, mutta samalla se herätti myös paljon kysymyksiä, toi esiin uusia ongel-

mia ja ennen kaikkea antoi hyviä ideoita koulutuksen kehittämisen jatkossakin. Automaation käyttäminen talotekniikassa ei ole ratkaisu kaikkiin ongelmiin eikä sitä välttämättä joka paikassa suuressa mittakaavassa tarvitakaan. Rakennus- ja kotiautomaatio ovat kuitenkin tulleet jäädäkseen ja ne tulevat lähitulevaisuudessa yleistymään voimakkaasti. Tähän vaikuttavat järjestelmien tarjoamat erilaiset asumismukavuutta ja energiansäästöä lisäävät toiminnot.

Vaikuttavana tekijänä on myös automaatiojärjestelmien yleistymisen vaikutus hintojen alenemiseen sekä lisääntyvä markkinointi kuluttajille. Laadukkaalla ja riittävän monipuolisella talotekniikan automaatiokoulutuksella voidaan varmistaa tulevien ammattilaisten riittävä ammattitaito myös näiden järjestelmien osalta. Tulevaisuudessa tulee entisestään korostumaan sähköasentajien, putkiasentajien, kiinteistöhoitajien ja vartijoiden monipuolinen osaaminen tekniikan eri aloilta.

Toisen asteen ammatillisista oppilaitoksista valmistuvilta opiskelijoilta odotetaan koko ajan enemmän oman alansa teknistä osaamista. Yksi suurimmista yksittäisistä osaamisvaatimuksen kohteista on talotekniikkaan liittyvät erilaiset automaatiojärjestelmät. Ainoa keino vastata tähän vaatimukseen on kehittää koulutusta automaatiotekniikan kehittymisen suuntaviivoja noudattaen ja poiketa rohkeasti vanhoista tottumuksista, jopa pinttyneistä käsitteistä koulutuksen sisällöstä.

Ei voida odottaa ja toivoa että opiskelijoille voitaisiin tulevaisuudessa järjestää paremmin talotekniikan automaatioon liittyvää koulutusta. Tähän asiaan on reagoitava nopeammin, ettei toisen asteen ammatillisen koulutuksen taso jää jälkeen tekniikan kehitymisestä. Hyvin koulutetut ja ammattitaitoiset opiskelijat edustavat tulevaisuutta ja ovat paras mainos koulutusta antaville oppilaitoksille. Ammatillisen koulutuksen kehittämiseen on jatkossa suunnattava enemmän resursseja, jotta voidaan vastata tulevaisuuden haasteisiin. Tulevaisuus on nyt.

LÄHTEET

- Ammatillisen perustutkinnon perusteet. 2009. sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto. Viitattu 17.5.2015. http://www.oph.fi/download/111947_Sahko.pdf.
- Arvinen, M. 2015. Tietoturva on syytä hallita. Artikkel. Sähkömaailma. Viitattu 9.5.2015.
- Avoimuus lisää tehokkuutta. Fidelix Oy. Viitattu 26.11.2014. <http://www.fidelix.fi/tuki/?pageID=Tehokkuus>.
- Building automation. Solutions. Calro Gavazzi. Viitattu 9.5.2015. http://www.gavazzi-automation.com/docs/download_area/BuildingAutomation.pdf.
- Carlo Gavazzi Dupline. Carlo Gavazzi. Viitattu 4.12.2014. <http://www.dupline.com/scheletro.asp?language=UK&Page=15>.
- EBTS-140 tuotekortit. EKE-Finance Oy. Viitattu 6.5.2015. http://smarthome.eke.com/app/uploads/ebts-140_tuotekortit.pdf.
- EKE historia. 2014. EKE-Finance Oy. Viitattu 3.12.2014. <http://www.eke.fi/konserni/historia/>.
- ESA paloilmoitinjärjestelmän keskuskeskukset. 2004. Esmi Oy. Viitattu 6.12.2014. <http://www.pelco.fi/suomi/middle/Tuotteet/palo/dokut/D00016FI.pdf>.
- Etusivu. 2014. Jyväskylän aikuisopisto. Viitattu 6.12.2014. <https://www.jao.fi/fi/Jyvaskylan-aikuisopisto>.
- Fidelix -rakennusautomaatiojärjestelmä. Fidelix Oy. Viitattu 26.11.2014. <http://www.fidelix.fi/tuki/?pageID=Fidelixautomaatio>.
- Fidelix tuotteet. Fidelix Oy. Viitattu 30.11.2014. <http://www.fidelix.fi/tuotteet/?prodCAT=CPU>.
- Fidelix, käytettävyyden vallankumous. Fidelix Oy. Viitattu 26.11.2014. <http://www.fidelix.fi/tuki/?pageID=Kaytettavyys>.
- Harju P. 2006. Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö. 2. p. Hamina: Kotkaset Oy.
- Hattunen, K. 2014. Kotiautomaatiojärjestelmät. Luentomateriaali. Jyväskylän aikuisopisto.
- Kiinteistöpalvelujen ammattitutkinto. 2014. Koulutushaku. Jyväskylän aikuisopisto. Viitattu 30.10.2014. <https://www.jao.fi/primus/Kiinteistopalvelujen-ammattitutkinto,-Kiinteistohoidon-osaamisala/25037/11-12550>.
- Kiinteistöpalvelujen perustutkinto. 2014. Koulutushaku. Jyväskylän aikuisopisto. Viitattu 30.10.2014. <https://www.jao.fi/primus/Kiinteistopalvelujen-perustutkinto,-kiinteistohoitaja/25037/11-12402>.
- Kohvakka, A. LVI-automaatio. Luentomateriaali. Mikkelin ammattikorkeakoulu.

Koulutushaku. 2014. Jyväskylän aikuisopisto. Viitattu 30.10.2014.

<https://www.jao.fi/fi/Jyvaskylan-aikuisopisto/Koulutushaku>.

Kuniala, H. 2012. Automatiikan osat. Kiinteistöautomaation käyttäminen. Jyväskylän aikuisopisto. Viitattu 2.11.2014.

Nevalainen, T. 2014. Enää ei olla huipulla. Keskisuomalainen 27.10.2104.

Ominaisuudet. 2015. EKE Smarhome 2015. Viitattu 4.5.2015.

<http://smarhome.eke.com/kodinohjausjarjestelma/>.

Opetushallitus. 2009. Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto 2009. Viitattu

12.11.2014. http://www.oph.fi/download/111947_Sahko.pdf.

Opetushallitus. 2010. Kiinteistöpalvelujen perustutkinto 2010. Viitattu 11.11.2014.

(http://www.oph.fi/download/123620_Kiinteisto.pdf).

Opetushallitus. 2010. Turvallisuusalan perustutkinto 2010. Viitattu 12.11.2014.

http://www.oph.fi/download/124274_Turvallisuus.pdf.

Ouman EH-800 älykäs lämmönsäädin omakotitaloihin. Ouman Oy. Viitattu 19.4.2015.

http://ouman.fi/documentbank/EH-800_brochure_fi.pdf.

Ouman EH-800/EH-800B lämmönsäädin käyttöohje. Ouman Oy. Viitattu 19.4.2015.

http://ouman.fi/documentbank/EH-800_manual_fi.pdf.

Ouman. Ouman Oy. Viitattu 30.11.2014.

http://www.ouman.fi/ouman_old/fi/ouman_oy/.

Palvelut. 2015. EKE Smarhome 2015. Viitattu 13.5.2015.

<http://smarhome.eke.com/palvelut/>.

Perinteinen turvalokeskus TKT3122. Teknoware Oy. Viitattu 6.12.2014.

<http://www.teknoware.fi/fi/turvavalaistus/tuotteet/turvavalokeskukset/tkt31>.

Product selection. Carlo Gavazzi. Viitattu 4.12.2014.

<http://www.productselection.net/table.php?LANG=UK&PG=014&FAMILY=210>.

Rönnkvist, A. 2010. Kiinteistöautomaatiosovellukset. Opinnäytetyö. Keski-pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Viitattu 3.12.2014.

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13264/Ronkvist_Annina.pdf?sequence=1.

Smart House2 asennusohjeet. 2013. Carlo Gavazzi Suomi. Viitattu 4.12.2014.

STUL ry. 2014. KNX partner -päivä. Hyvinvointia sähköllä, visio 2030. Seminaari. Tampere.

Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto. 2014. Koulutushaku. Jyväskylän aikuisopisto. Viitattu 1.11.2014. <https://www.jao.fi/primus/Sahko--ja-automatiotekniikan-perustutkinto/25037/11-12755>.

Talotekniikan perustutkinto. 2014. Koulutushaku. Jyväskylän aikuisopisto. Viitattu 30.10.2014. <https://www.jao.fi/primus/Talotekniikan-perustutkintoon-valmistava-koulutus,-putkiasentaja/25037/11-12396>.

Tietoja yrityksestä. Carlo Gavazzi Suomi. Viitattu 4.12.2014. <http://www.gavazzi-automation.com/fi/group.asp>.

Tietopankki. 2015. EKE Smarhome 2015. Viitattu 4.5.2015. <http://smarhome.eke.com/tietopankki/smarhome-by-eke-vs-knx/>.

Tuotteet ja palvelut. 2014. EKE-Finance Oy. Viitattu 3.12.2014. <http://www.eke.fi/liiketoiminta/kotiautomaatio/tuotteet-ja-palvelut/>.

Tuotteet. Ouman Oy. Viitattu 30.11.2014. http://www.ouman.fi/ouman_old/fi/tuotteet/.

Turvallisuusalan perustutkinto. 2014. Koulutushaku. Jyväskylän aikuisopisto. Viitattu 1.11.2014. <https://www.jao.fi/primus/Turvallisuusalan-perustutkinto-nuorille/25037/11-12618>.

Tutkinnon suorittaminen. Näyttötutkinnot. Opetushallitus. Viitattu 21.5.2015. http://www.oph.fi/koulutus_ja_tutkinnot/ammattikoulutus/nayttotutkinnot/tutkinnon-suorittaminen.

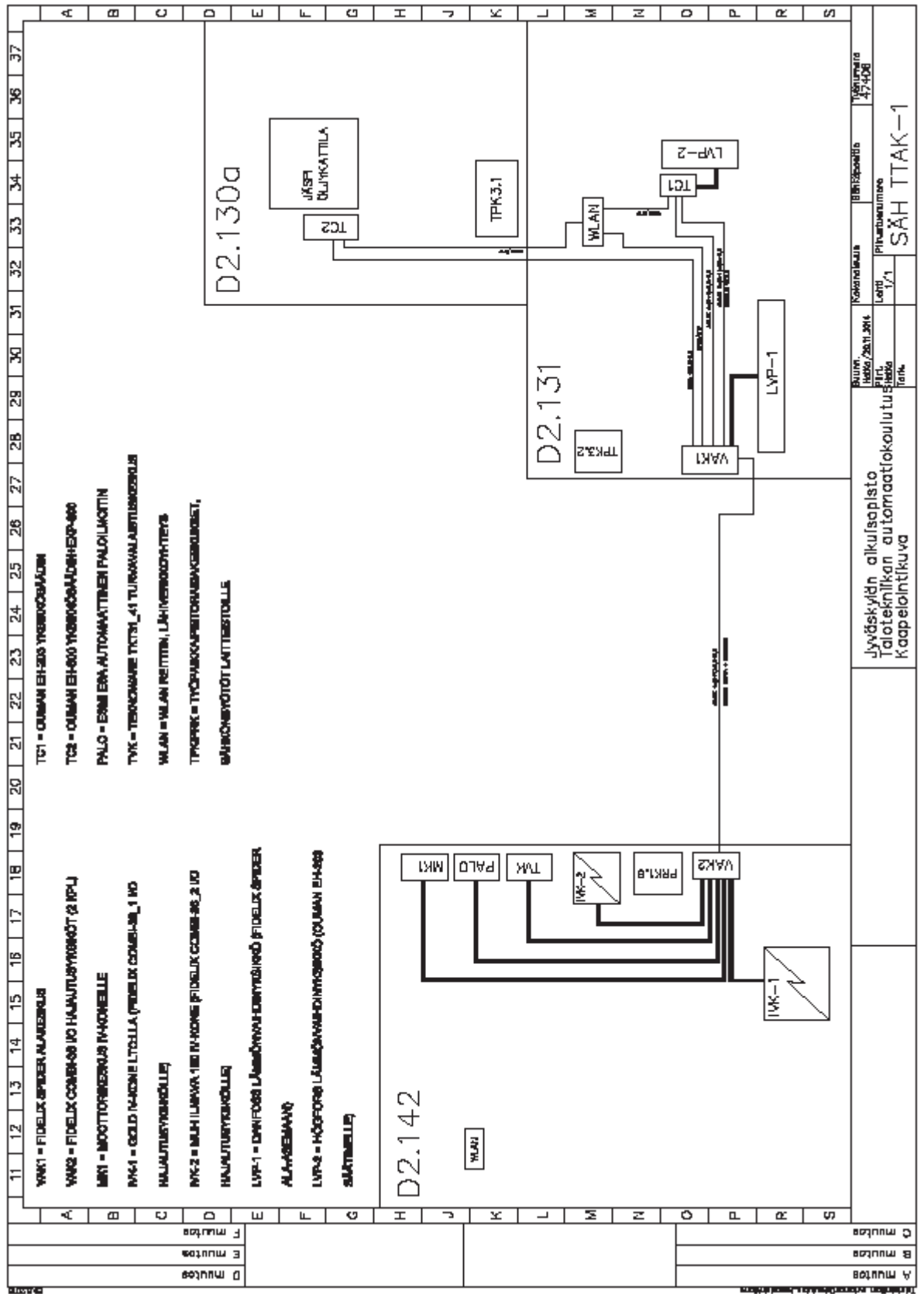
Yksikkösäätimet. Ouman Oy. Viitattu 3.12.2014. <http://ouman.fi/palvelut/rakennusautomaatio/yksikkosaatimet/>.

Yritys. Fidelix Oy. Viitattu 26.11.2014. <http://www.fidelix.fi/yritys/>.

Öljy- ja bioöljylämmitys. Kaukora Oy. Viitattu 15.4.2015. <http://kaukora.fi/oljylammitys/jaspi-eco-17-ja-30-lux>.

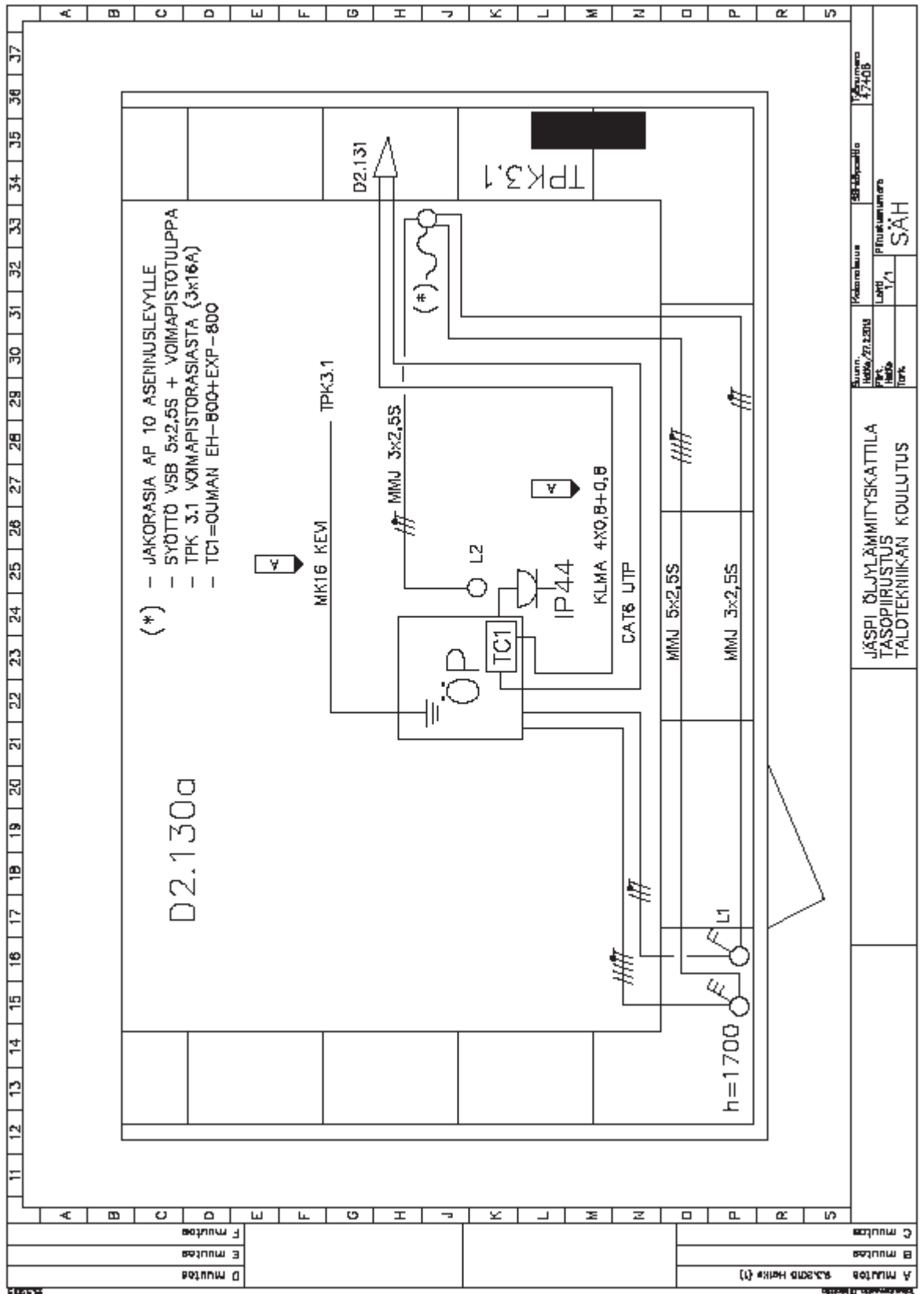
LIITTEET

Liite 1

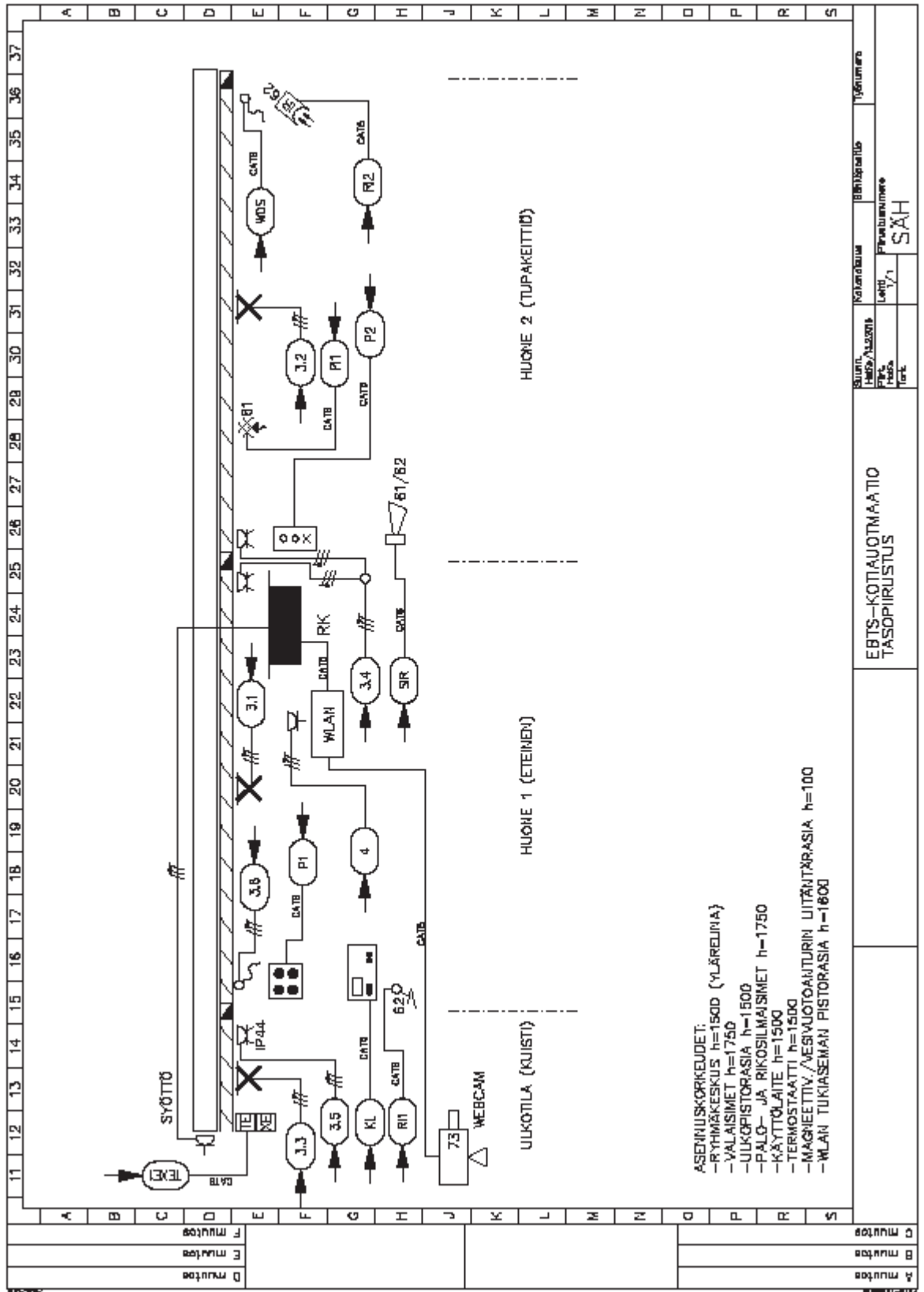


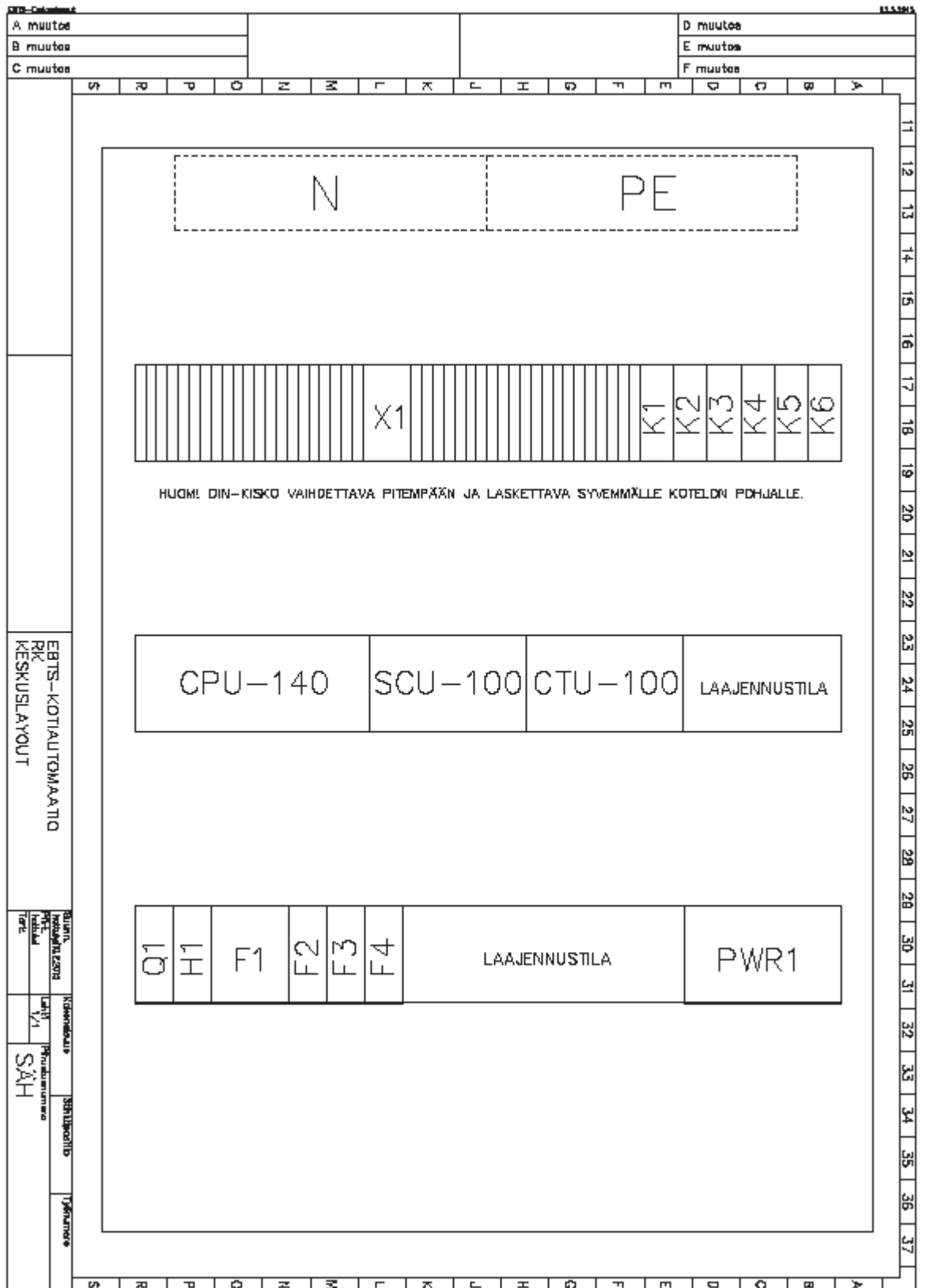
Mittaus- ja suunnittelutoimisto Oy

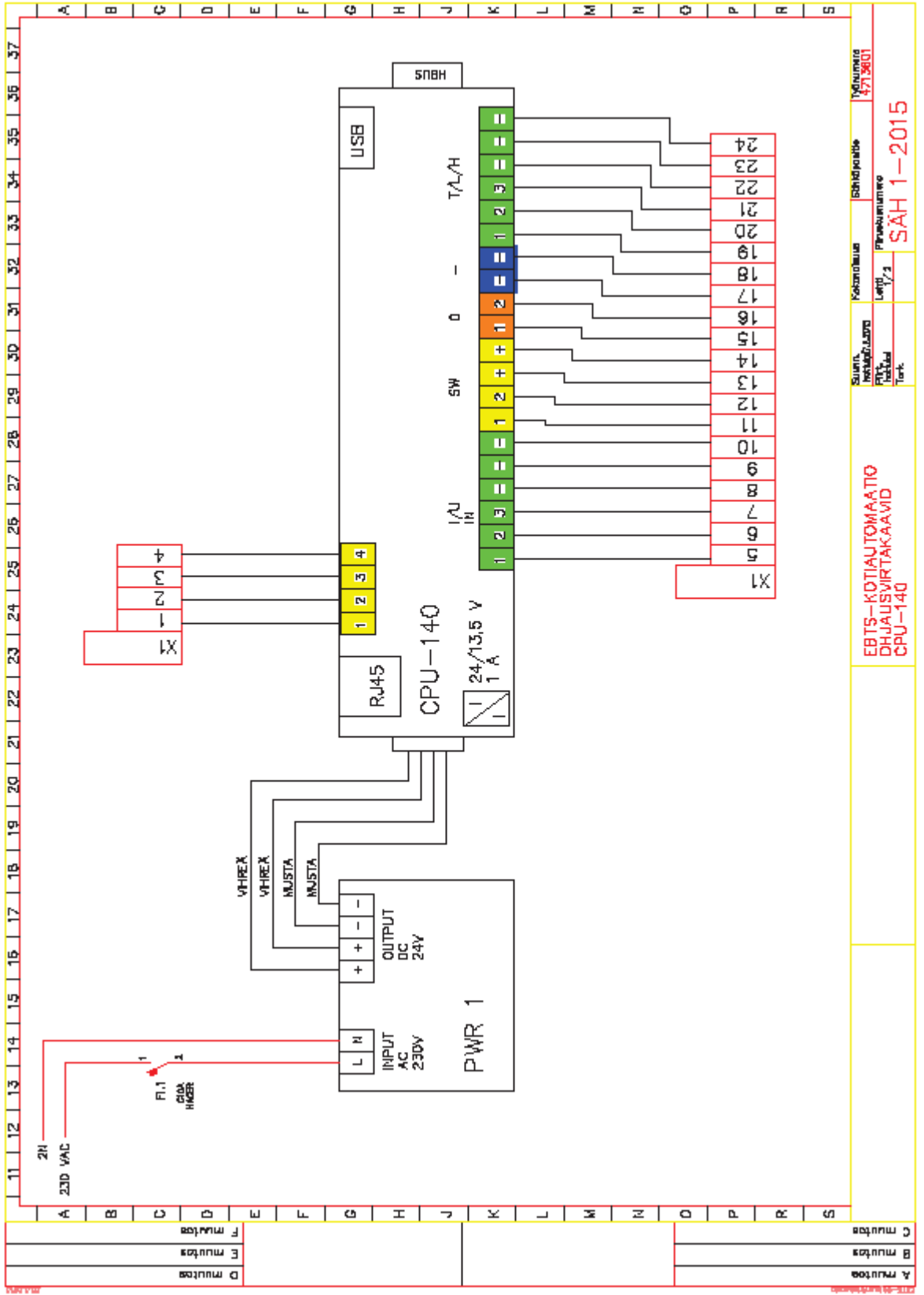
Liite 2

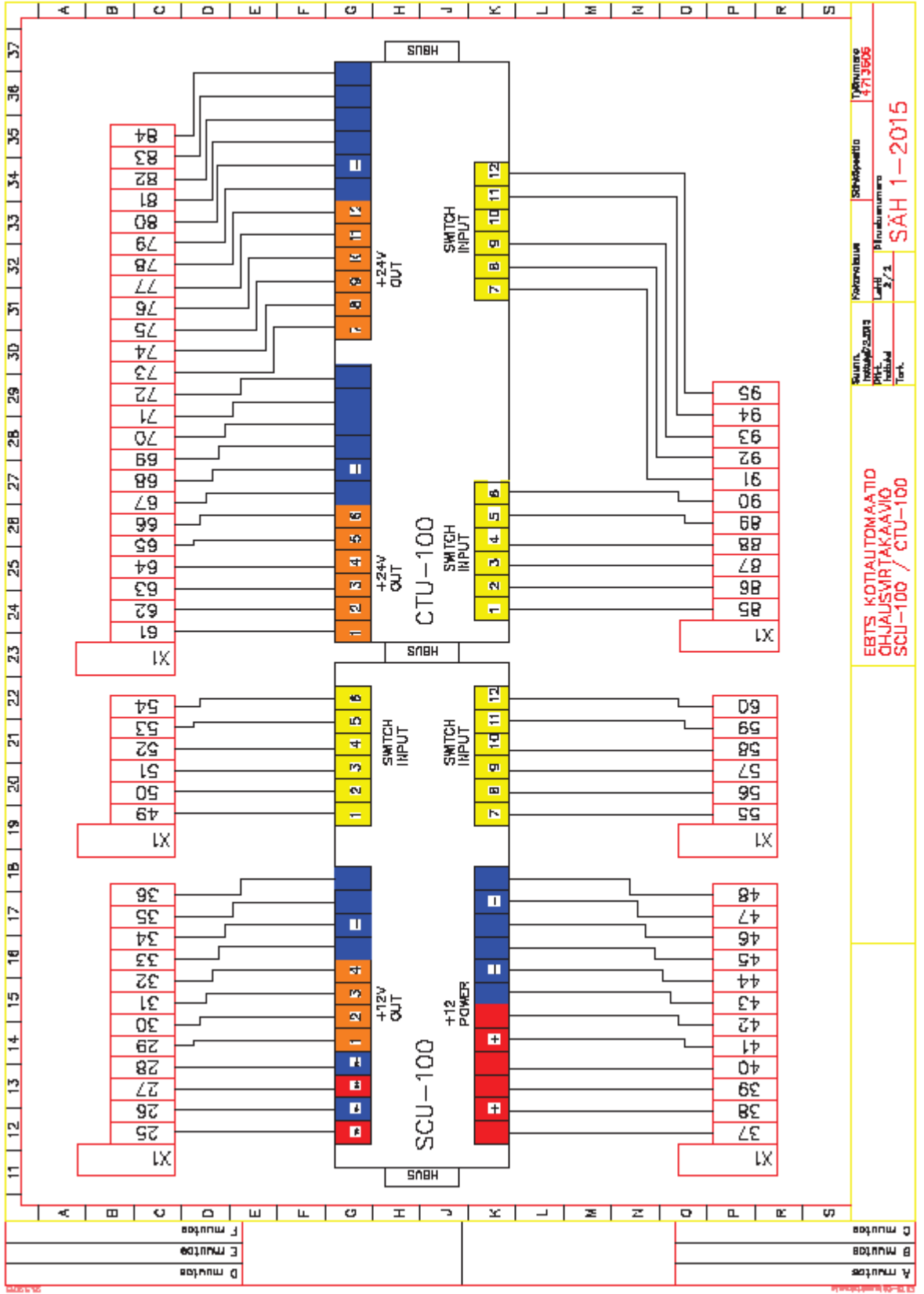


Liite 3

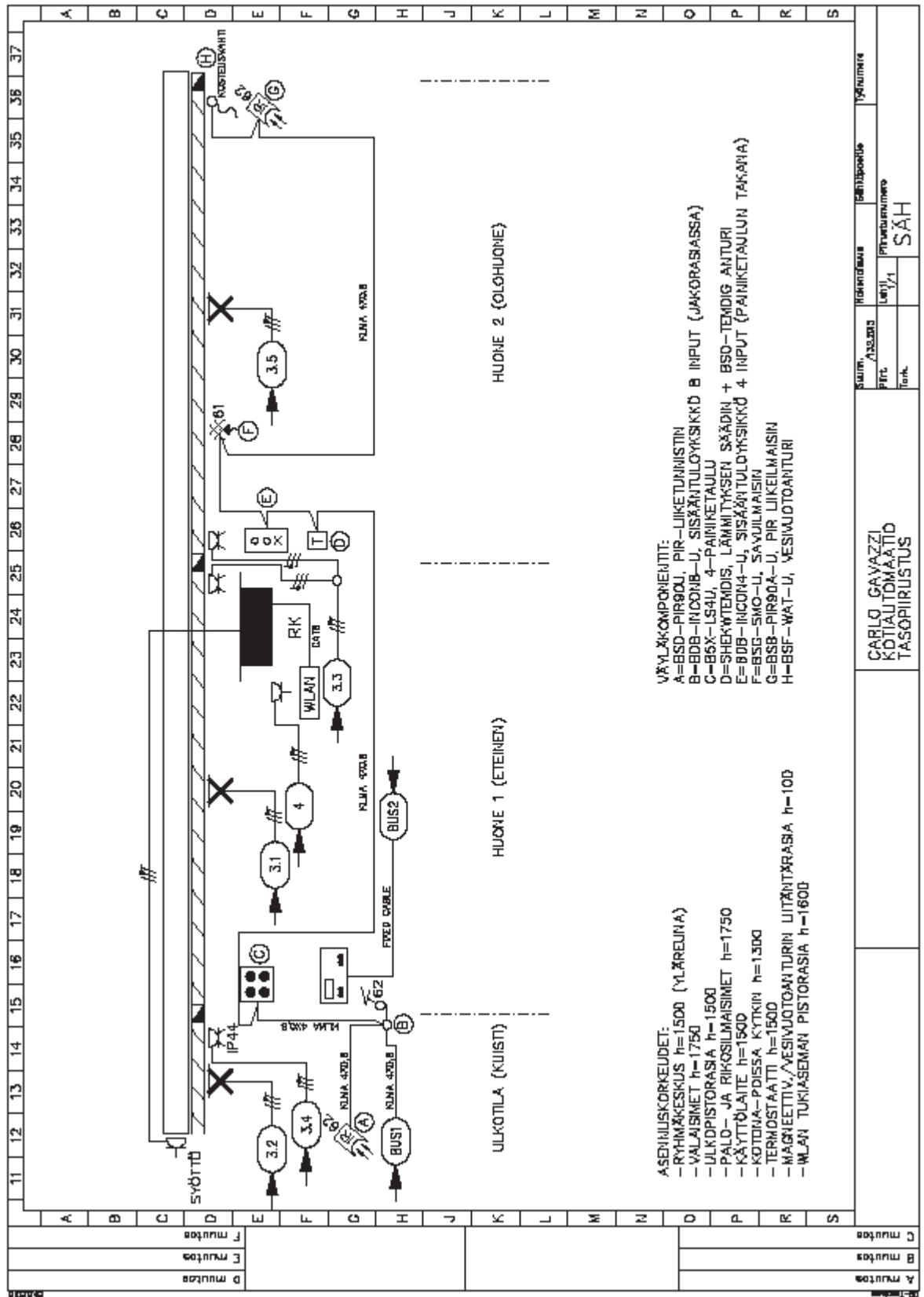


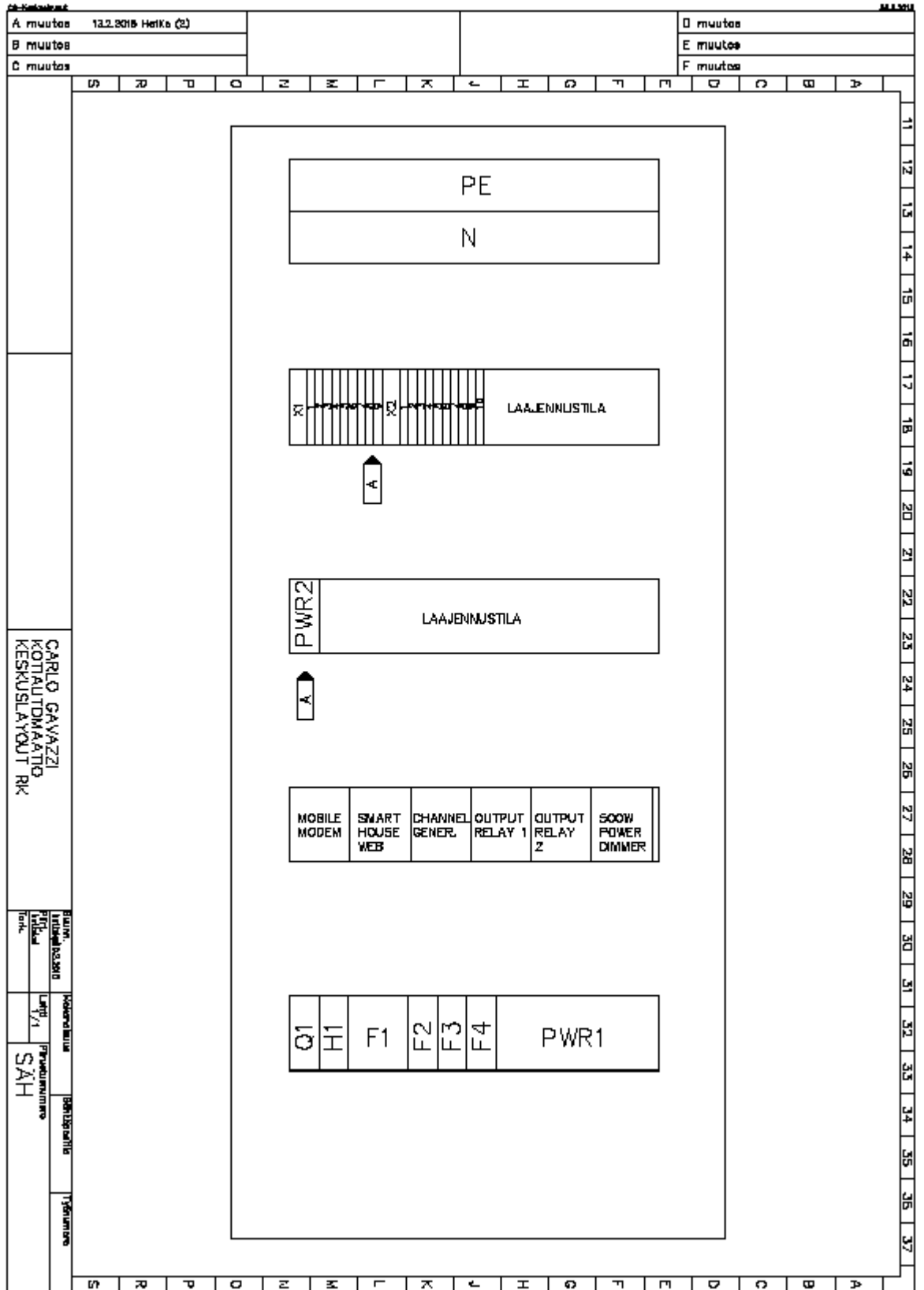


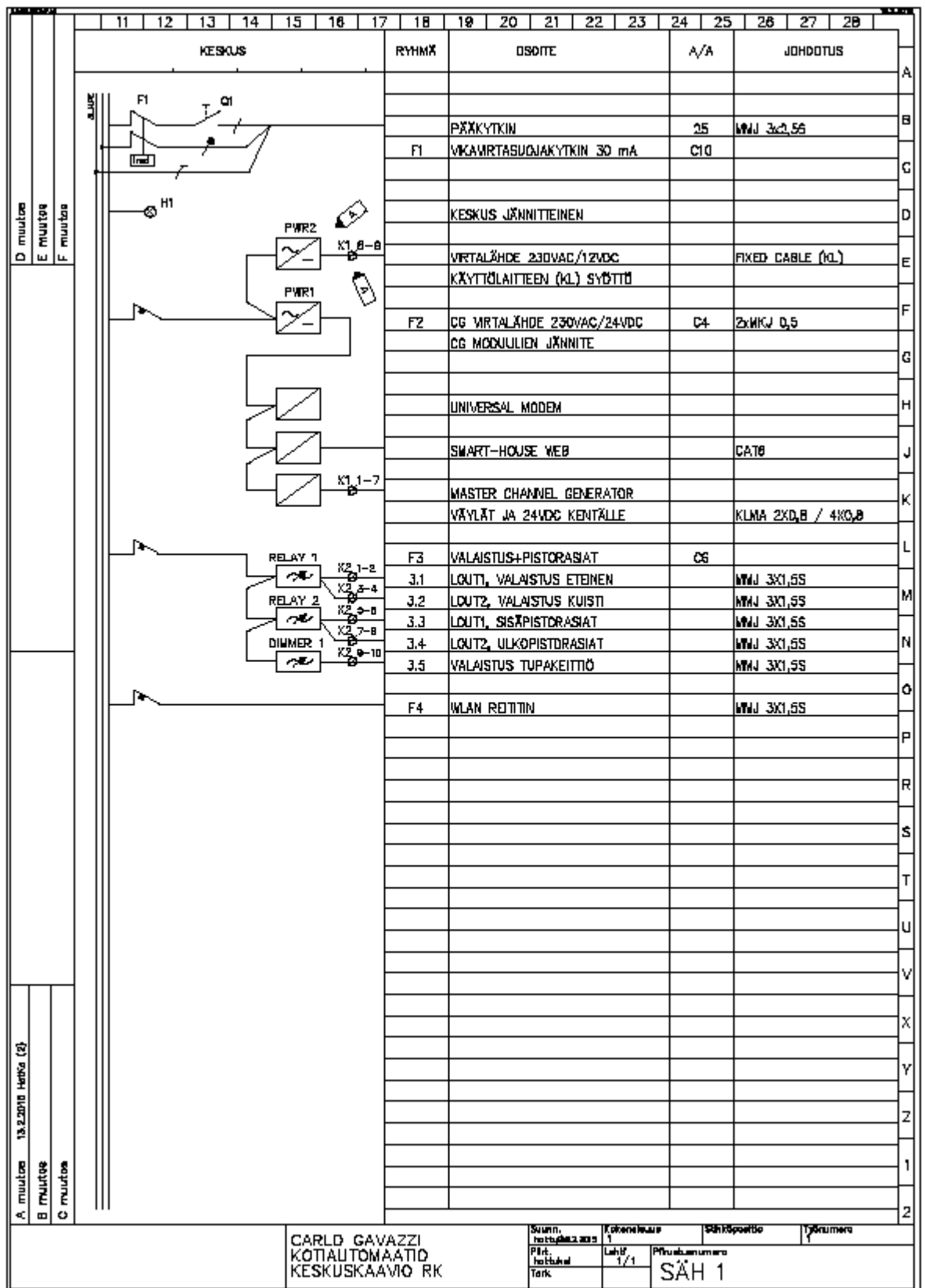




Liite 4





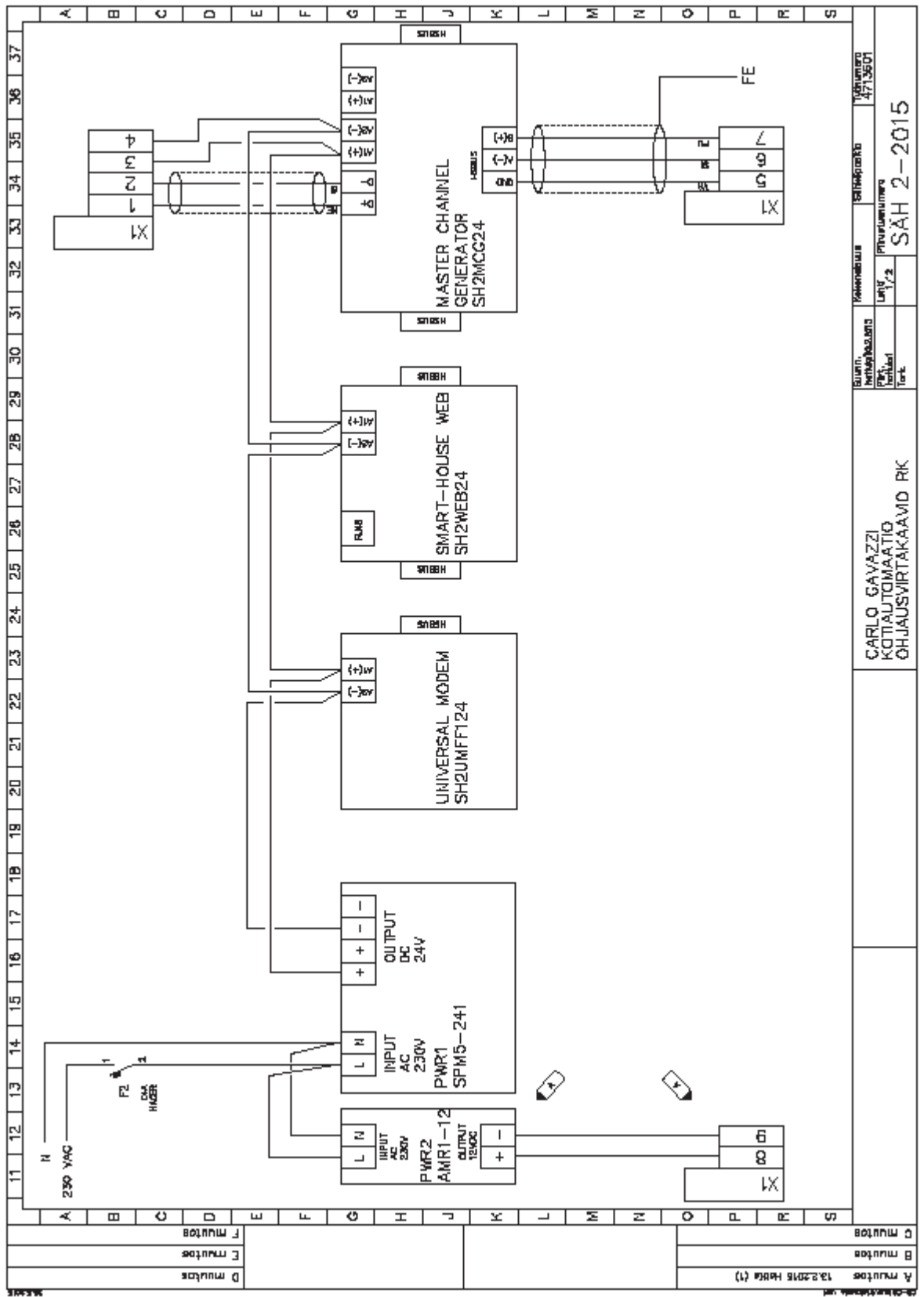


A: muutos 13.2.2010 Hertha (2)
 B: muutos
 C: muutos

CARLO GAVAZZI
 KOTIAUTOMAATIO
 KESKUSKAAVIO RK

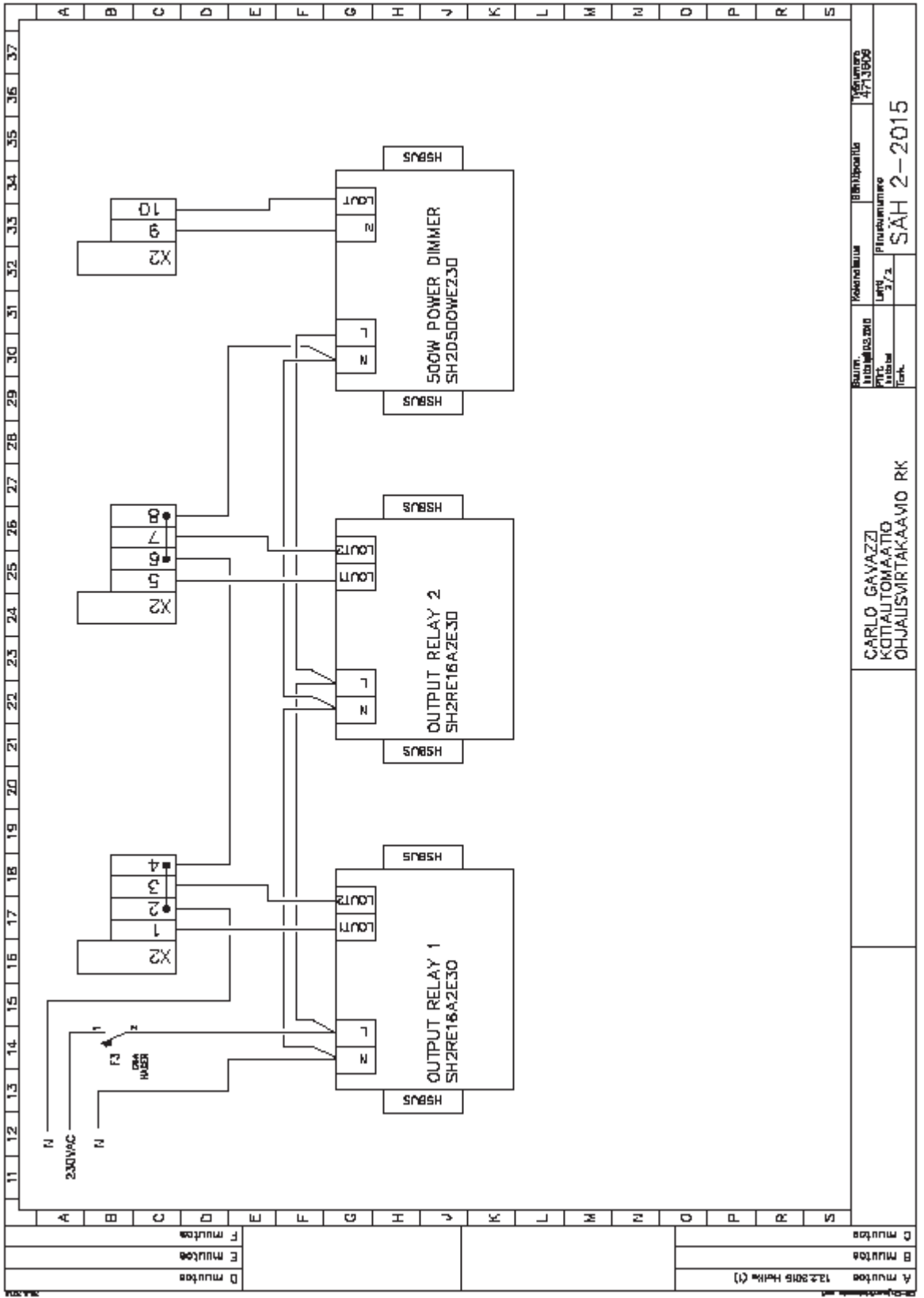
Suunn. 13.2.2010
 Pih. 1/1
 Tark. 1/1
 Kokoennäkö 1
 Sähköpiirros 1
 Pituusnumero 1
 Yksilönä 1

SÄH 1



A	muutos	13.2015 Heikkinen (1)
B	muutos	
C	muutos	

Kuvaus:		Kokonaismäärä	Selityskirjoitus	Välittämäärä
Käyttötarkoitus		Lehti	Projektiluokitus	47113501
Tilaus		Lehti	Projektiluokitus	
Tilaus		Lehti	Projektiluokitus	
SÄH 2-2015				
CARLO GAVAZZI KOTIAUTOMAATIO OHJAINVIRTTAKAAMD RIK				



A murtos	13.2.2015 Halli (1)
B murtos	
C murtos	

CARLO GAVAZZI
KOTIAUTOMAATIO
OHJALSVIRTKAAMO RK

Seurum Lisähuhtaus 2010	Kokonaismäärä	88 kpl/parillis	Yhtymänumero 4713909
Määrä	Light	31/2	Yhtymänumero SAH 2-2015
Tekijä			

Liite 5

Jyväskylän aikuisopisto



25.5.2015

JYVÄSKYLÄN AIKUISOPISTO

TALOTEKNIIKAN AUTOMAATIOKOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN (KYSELY KOULUTTAJILLE)

TÄSSÄ LOMAKKEESSA KYSELLÄÄN MILLAISISTA TALOTEKNIIKAN AUTOMAATIOJÄRJESTELMISTÄ PITÄISI TEIDÄN KOULUTUSALALLE JÄRJESTÄÄ KÄYTÄNNÖN KOULUTUSTA (TEKNIikka, ASENNUS, KÄYTTÖ).

LOMAKKEEN PALAUTUS: keijo.hattunen@jao.fi

KOULUTUUKSIKÖ	
KOULUTUSALA	
OPISKELIJAMÄÄRÄ	

LAITA KUNKIN KYSYMYKSEN KOHDALLE RASTI RUUTUUN KOULUTUSTARPEEN MUKAAN (KYLLÄ / EI).

	KYLLÄ	EI
LVI-AUTOMAATIO		
TALOAUTOMAATIO (PIENTALOT)		
KULUNVALVONTA		
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN		
PALOVAAROITINJÄRJESTELMÄ		
TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄ		
MURTOVALVONTA		
KAMERAVALVONTA		

JOKU MUU JÄRJESTELMÄ, MIKÄ:

VOITTEKO NIMETÄ NIISTÄ KOHTEISTA, JOISSA ON KOULUTUSTARVETTA, LAITEVALMISTAJAN JA MERKIN JOTA KOULUTUKSESSA OLISI HYVÄ KÄYTTÄÄ.

	VALMISTAJA	MALLI/MERKKI
LVI-AUTOMAATIO		
TALOAUTOMAATIO (PIENTALOT)		
KULUNVALVONTA		
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN		
PALOVAAROITINJÄRJESTELMÄ		
TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄ		
MURTOVALVONTA		
KAMERAVALVONTA		

JYVÄSKYLÄN AIKUISOPISTO**TALOTEKNIIKAN AUTOMAATIOKOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN (KYSELY OPISKELUJOLLE)**

TÄSSÄ LOMAKKEESSA KYSELLÄÄN MILLAISISTA TALOTEKNIIKAN AUTOMAATIOJÄRJESTELMISTÄ PITÄISI TEIDÄN KOULUTUSALALLE JÄRJESTÄÄ KÄYTTÄNNÖN KOULUTUSTA (TEKNIikka, ASENNUS, KÄYTTÖ).

LOMAKKEEN PALAUTUS: keijo.hattunen@jao.fi

KOULUTUKSEN NIMI	
TOIMIALA	
KOULUTUKSEN KESTO	

LAITA KUNKIN KYSYMYKSEN KOHDALLE RASTI RUUTUUN KOULUTUSTARPEEN MUKAAN (KYLLÄ / EI).

	KYLLÄ	EI
LVI-AUTOMAATIO		
TALOAUTOMAATIO (PIENTALOT)		
KULUNVALVONTA		
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN		
PALOVAROITINJÄRJESTELMÄ		
TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄ		
MURTOVALVONTA		
KAMERAVALVONTA		

JOKU MUU JÄRJESTELMÄ, MIKÄ:

VOITTEKO NIMETÄ NIISTÄ KOHTEISTA, JOISSA ON KOULUTUSTARVETTA, LAITEVALMISTAJAN JA MERKIN JOTA KOULUTUKSESSA OLISI HYVÄ KÄYTTÄÄ.

	VALMISTAJA	MALLI/MERKKI
LVI-AUTOMAATIO		
TALOAUTOMAATIO (PIENTALOT)		
KULUNVALVONTA		
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN		
PALOVAROITINJÄRJESTELMÄ		
TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄ		
MURTOVALVONTA		
KAMERAVALVONTA		

JYVÄSKYLÄN AIKUISOPISTO

TALOTEKNIIKAN AUTOMAATIOKOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN (KYSELY YRITYKSILLE)

TÄSSÄ LOMAKKEESSA KYSELLÄÄN MILLAISISTA TALOTEKNIIKAN AUTOMAATIOJÄRJESTELMISTÄ PITÄISI TEIDÄN ALALLE JÄRJESTÄÄ KÄYTÄNNÖN KOULUTUSTA (TEKNIikka, ASENNUS, KÄYTTÖ).

LOMAKKEEN PALAUTUS: keijo.hattunen@jao.fi

YRITYKSEN NIMI	
TOIMIALA	
HENKILÖSTÖMÄÄRÄ	

LAITA KUNKIN KYSYMYKSEN KOHDALLE RASTI RUUTUUN KOULUTUSTARPEEN MUKAAN (KYLLÄ / EI).

	KYLLÄ	EI
LVI-AUTOMAATIO		
TALOAUTOMAATIO (PIENTALOT)		
KULUNVALVONTA		
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN		
PALVAROITINJÄRJESTELMÄ		
TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄ		
MURTOVALVONTA		
KAMERAVALVONTA		

JOKU MUU JÄRJESTELMÄ, MIKÄ:

VOITTEKO NIMETÄ NIISTÄ KOHTEISTA, JOISSA ON KOULUTUSTARVETTA, LAITEVALMISTAJAN JA MERKIN JOTA KOULUTUKSESSA OLISI HYVÄ KÄYTTÄÄ.

	VALMISTAJA	MALLI/MERKKI
LVI-AUTOMAATIO		
TALOAUTOMAATIO (PIENTALOT)		
KULUNVALVONTA		
AUTOMAATTINEN PALOILMOITIN		
PALVAROITINJÄRJESTELMÄ		
TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄ		
MURTOVALVONTA		
KAMERAVALVONTA		