



Rawaz Ayad

Rakennusautomaatioasennukset- oppimisympäristö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

15.03.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Rawaz Ayad
Otsikko: Rakennusautomaatioasennukset-oppimisympäristö
Sivumäärä: 33 sivua + 7 liitettä
Aika: 15.03.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Lehtori, Timo Tuominen

Tässä opinnäytetyössä Koulutuskuntayhtymä OSAO halusi, että toteutan täydellisen opintokokonaisuuden tulevia automaatioasentajia varten Oulun ammattiopistoon.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli luoda 45 opintopisteen opintokokonaisuus, joka antaa tuleville automaatioasentajille tiedot ja taidot, joita he tarvitsevat menestyäkseen rakennusautomaatio- ja rakennusteollisuudessa. Opintokokonaisuus sisältää teoriaa, käytännön opetusta sekä erilaisia rakennusautomaatiotehtäviä.

Suoritin opinnäytetyön työelämälähtöisenä kehittämisprojektina ja tein sen alusta loppuun samalla mallilla kuin automaatioprojektit tavanomaisesti suoritetaan Fidelixillä, eli toimitimme toimilaitteet, anturit ja kaiken tarvittavan materiaalin.

Työn lopputuloksena valmistui valmis opintokokonaisuus rakennusautomaatioasennuksesta käytettäväksi Oulun ammattiopistoon. Automaatiokoulutuksen he aloittivat tammikuussa 2023.

Avainsanat: Fidelix, rakennusautomaatio, rakennus, asentaja

Abstract

Author(s): Rawaz Ayad
Title: Teaching material for building automation installations
Number of Pages: 33 pages + 7 appendices
Date: 15 March 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Specialisation option: Automation Engineering
Instructor(s): Timo Tuominen, Senior Lecturer

This thesis was carried out for the educational board group OSAO that needed a study module for future automation installers at Oulu Vocational University.

The goal of this work was to create a 45-credit study module that gives future automation installers the knowledge and skills they need to succeed in the construction automation and construction industry. The study includes theory, practical teaching and various building automation tasks and assignments.

The work was completed as a work-life-oriented development project and implemented in the same way as automation projects are usually carried out with Fidelix, where we provide all actuators, sensors, and the necessary material.

The result of the work is a complete study module on building automation installation for use at the Oulu vocational college. The module became available in January 2023 and is now currently being used there.

Keywords: Fidelix, Building Automation, Construction, Automation Mechanics

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Koulutuskuntaryhmä OSAO	2
2.1	Kehittämistyön tarkoitus, tavoitteet ja kehittämistehtävät	2
2.2	Kehittämistyön toteutus, aineisto ja sen keruu	2
3	Rakennusautomaatio	3
3.1	Rakennusautomaation tarkoitus kiinteistössä	3
3.2	RAU-projektin hoito ja projektin vaiheet	4
3.3	Asentajan tehtävä automaatioprojektissa	5
4	Automaatiojärjestelmän rakenne	6
5	Kenttätason teoria	7
5.1	Anturit ja lähettimet	7
5.2	Standardiviestit	8
5.3	Käyttöjännitteet	8
5.4	Lämpötila-anturit	8
5.5	Mittausalue	9
5.6	Paine- ja paine-eroanturit	10
5.7	Toimilaitteet	10
5.8	Peltimoottorit	13
5.9	Pumput	13
5.10	Sähkömoottorikäytöt	14
5.10.1	Taajuusmuuttajat	14
5.10.2	EC-puhaltimet	15
5.11	Määrämittaukset	15
5.12	Vesimittarit	16
5.13	Sähköenergiamittarit	16
5.14	Kaukolämpö/-kylmä	17
5.15	Palopellit/-keskukset	17
5.16	Savuilmaisimet	18
5.17	Erillisjärjestelmät/erillispisteet	18
5.17.1	IV-Hätäseis / IV-Hätäpysäytys	18
5.17.2	Erillisjärjestelmät	19

5.17.3 Ryhmäkeskusohjaukset, indikoinnit ja lukituspiirit	19
5.17.4 Kaasupitoisuusmittarit (CO, CO2...)	20
5.17.5 Väylät	20
6 Kaapeloinnit	21
6.1 Kenttälaitteiden kaapelointi	21
6.2 Alakeskusväylien kaapelointi	22
6.3 Sähköasennukset	23
7 Automaatiotason teoria	23
7.1 Alakeskukset	24
7.1.1 Modulaarinen alakeskus	24
7.1.2 Moduulikotelo alakeskuksena	25
7.3 Muut keskuslaitteet	26
7.4 Hallintotason teoria	30
8 Pohdinta ja tulokset	31
Lähteet	32
Liitteet	34

Lyhenteet

CPU	Rakennusautomaatiojärjestelmän keskusyksikkö.
IV	Ilmanvaihto.
LJK	Lämmönjakokeskus.
LTO	Lämmöntalteenotto.
RAU	Rakennusautomaatio.
VAK	Valvonta-alakeskus.
AI	Analog Input, analoginen sisääntulo.
AO	Analog Output, analoginen ulostulo.
DI	Digital Input, digitaalinen sisääntulo.
UI	Universal Input, universaali sisääntulo.
DO	Digital Output, digitaalinen ulostulo.
Modbus	<i>Modbus Remote Terminal Unit</i> , siirtoprotokolla.
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i> .

1 Johdanto

Teknologia kehittyy päivä päivältä ja uusia rakennuksia tehdään jatkuvasti. Automaation osuus ja vastuu kiinteistöissä suurenee, mutta koulutus on Suomessa siitä huolimatta jäänyt vanhalle tasolle.

Kiinteistö-, ja rakennusautomaatiosta puhutaan hyvin suppealla tasolla sekä insinööri- että asentajaopintojen puolella, ja tieto rakennusautomaatiosta on vähäistä koulutusympäristöissä. Tämä on asia, mihin haluan vaikuttaa opinnäytetyölläni Suomen kouluihin. Sain koulutuskuntaryhmä OSAO:lta kehittämistyön, joka tuo asiaan muutoksen.

Tämä opintokokonaisuus sisältää kaiken tarvittavan tiedon perusteista lähtien monimutkaisempiin asennuksiin sekä myös ymmärrystä muista urakoitsijoista ja toimihenkilöistä sekä heidän tehtäviensä ymmärtämisestä, jotta yhteistyö työmaalla sujuu tulevaisuudessa mutkitta.

Opintokokonaisuuteen kuuluu kattavan teorian lisäksi käytäntöä, joten toimitimme ilmanvaihtokoneen anturit, toimilaitteet, säätökaaviot ja suunnitelmat Ouluun, jotta opiskelijat pääsevät myös käytännön pariin.

Toimitimme myös Fidelix valvonta-alakeskuksen, siihen liittyvät moduulit ja kytkentäluettelot. Näin saimme tehtyä yhtenä harjoitustehtävänä tyypillisen työtehtävän opiskelijoille, mitä automaatioasentaja tulee tekemään työmaalla.

Tämän koulutuksen käytyään oppilaat osaavat suorittaa työmailla kaikkia automaatioasennuksia, joihin asentaja voi mahdollisesti törmätä kentällä.

2 Koulutuskuntaryhmä OSAO

2.1 Kehittämistyön tarkoitus, tavoitteet ja kehittämistehtävät

OSAO on vuonna 2005 perustettu ammattiopisto. OSAO toimii koulutuskuntaryhmänä eri puolilla Suomea, muun muassa Haukiputaalla, Kempeleessä, Pudasjärvellä, Kaukovainiolla, Kontinkankaalla, Taivalkoskella, Muhoksella ja Virpiniemessä. OSAO:ssa on mahdollisuus valita 34 eri ammatillisesta perustutkinnosta ja 66 koulutusohjelmasta. Heillä on 900 työntekijää ja noin 8000 opiskelijaa Oulun alueella.

Kehittämistyöni tehtävänä oli laatia koulutuskuntaryhmä OSAO:n käyttöön 45 opintopisteen opintokokonaisuus.

Automaatioalan jatkuvasti kasvavalle kysynnälle ei ole tällä hetkellä Suomessa riittävästi automaatioasentajia, ja koulutuksen taso on jäänyt samalle tasolle pitkään. Siksi tavoitteena oli luoda perusteellinen opintokokonaisuus, joka kattaa asentajien tarvitsemat tiedot ja käytännön valmiudet rakennusautomaatiossa ja asentamisessa.

Opintokokonaisuudessa on mukana myös paljon käytännön harjoituksia ja ongelmatilanteita, jotka pitää selvittää ja korjata. Tämä kehittää opiskelijoiden vianhakukykyä.

2.2 Kehittämistyön toteutus, aineisto ja sen keruu

Sain aiheen opinnäytetyölleni elokuussa 2022. Pidimme aloituskokouksen yhdessä OSAO:n työntekijöiden ja Fidelixin ohjaajien kanssa. Tämän jälkeen pidimme joka viikko tilannepalaverin, jossa ovat mukana ohjaajat ja esimiehet. Meitä oli kaksi automaatioinsinööriopiskelijaa, ja teimme tätä aihetta yhdessä ja kaen työtehtävät ja aiheet tasan. Laadimme ensiksi sisällysluettelon ja aihealueet, ja sitten sovimme yhdessä mitä kukin tekee, ja näin työstimme yhdessä kehittämishankkeen alusta loppuun. Otimme itse kuvia moduuleista, kenttälaitteista sekä tehdyistä asennuksista ja liitimme ne työhön.

3 Rakennusautomaatio

3.1 Rakennusautomaation tarkoitus kiinteistössä

Rakennusautomaatiosta on tullut keskeinen osa nykyaikaista rakennustekniikkaa kestävän kehityksen ja energiatehokkuuden kasvavan kysynnän vuoksi.

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan yleisesti järjestelmien käyttöä rakennusympäristön eri toimintojen ohjaamiseen ja valvontaan, kuten valaistuksen, lämmityksen, ilmanvaihdon ja turvallisuuden. Rakennusautomaatiojärjestelmät auttavat optimoimaan rakennuksen suorituskykyä, parantamaan energiatehokkuutta, alentamaan käyttökustannuksia sekä parantamaan asukkaiden mukavuutta ja turvallisuutta.

Rakennusautomaatiojärjestelmät käyttävät antureita, toimilaitteita ja ohjelmistoja valvomaan ja ohjaamaan rakennusjärjestelmiä reaaliajassa. Esimerkiksi valaistuksen ohjausjärjestelmä voi käyttää liiketunnistimia havaitsemaan, milloin huone on tyhjä, ja sammuttaa valot energian säästämiseksi. Ilmanvaihtojärjestelmällä voi säätää lämpötilaa ja ilmavirtaa käyttöasteen ja ulko-olosuhteiden mukaan, mikä parantaa energiatehokkuutta ja viihtyisyyttä. Turvajärjestelmä voi käyttää kulunvalvontaa valvomaan ovia ja turvaamaan rakennusta, suojellen asukkaita ja omaisuutta.

Rakennusautomaatiojärjestelmät tarjoavat myös arvokasta tietoa rakennuksen suorituskyvystä, energiankäytöstä ja kunnossapitotarpeista. Näitä tietoja voidaan käyttää parannettavien alueiden tunnistamiseen, rakennusjärjestelmien optimointiin ja kustannusten alentamiseen.

Rakennusautomaatiojärjestelmiä voidaan myös integroida muihin järjestelmiin, kuten energianhallintajärjestelmiin, rakennuksen suorituskyvyn ja energiatehokkuuden parantamiseksi entisestään enemmän.

3.2 RAU-projektinhoito ja projektin vaiheet

Automaatioprojektit työmailla sisältävät erilaisten kiinteistöjärjestelmien yhdistämisen keskitetyksi järjestelmäksi. Nämä projektit voidaan toteuttaa eri vaiheissa, mikä riippuu rakennuksen tyypistä ja projektin laajuudesta. Tässä on tyypillinen työnkulku rakennustyömaalla:

Suunnitteluvaihe:

Suunnitteluvaiheessa rakennusautomaatiojärjestelmä suunnitellaan vastaamaan rakennuksen vaatimuksia ja asukkaiden tarpeita. Tämä sisältää rakennuksen järjestelmien analysoinnin ja sen määrittämisen, kuinka ne voidaan integroida RAU-järjestelmiin. Suunnitteluvaiheeseen kuuluu myös sopivien anturien, toimilaitteiden, säätimien ja ohjelmointikielen valinta.

Toteutusvaihe:

Toteutusvaiheessa rakennusautomaatiojärjestelmä asennetaan ja integroidaan rakennuksen järjestelmiin. Tämä sisältää johdotuksen, anturien, toimilaitteiden, säätimien asennuksen ja RAU-ohjelmoinnin. Toteutusvaiheeseen kuuluvat myös rakennusautomaatiojärjestelmän testaus ja käyttöönotto sen varmistamiseksi, että se täyttää suunnitteluvaatimukset ja toimii tarkoitetulla tavalla.

Huoltovaihe:

Huoltovaiheessa rakennusautomaatiojärjestelmää valvotaan ja ylläpidetään sen varmistamiseksi, että se toimii edelleen suunnitellusti. Tämä sisältää säännöllisten järjestelmän tarkistusten suorittamisen, ongelmien vianmäärityksen ja järjestelmän päivittämisen tarpeen mukaan.

Tämä ylläpitovaihe on ratkaiseva sen varmistamiseksi, että rakennusautomaatiojärjestelmä toimii tehokkaasti ja tuloksellisesti koko elinkaarensa ajan.

3.3 Asentajan tehtävä automaatioprojektissa

Automaatioasentaja vastaa esimerkiksi kerrostalon eri toimintoja ohjaavien automaatiojärjestelmien kytkemisestä automaatiojärjestelmään. Näitä ovat muun muassa valaistus-, lämmitys-, ilmanvaihto-, ilmastointi- ja turvallisuusjärjestelmät.

Automaatioasentaja tekee työmaalla tyypillisesti tiivistä yhteistyötä muiden urakoitsijoiden kanssa kuten sähköasentajien, LVI-urakoitsijoiden, putkiurakoitsijoiden ja rakennusvalvojen kanssa. Automaatioasentajat ovat siis vastuussa automaatiojärjestelmän laitteisto- ja ohjelmistokomponenttien asennuksesta ja anturien, laitteiden ja ohjelmistojen käyttöönotosta.

Automaatioasentaja määrittää myös automaatiojärjestelmän erityisvaatimukset ja tavoitteet yhdessä rakennuksen omistajan tai tilaajan kanssa. Tämän jälkeen he asentavat järjestelmän vastaamaan näitä vaatimuksia ja varmistavat, että se on asianmukaisesti integroitu muihin rakennusjärjestelmiin ja että sitä on helppo käyttää ja huoltaa.

Asennuksen aikana automaatioasentaja testaa, kalibroi ja säätää järjestelmän varmistaakseen, että se toimii oikein ja täyttää suorituskykystandardit. Tämä tehdään yleensä yhdessä projektinhoitajan kanssa. Asentaja myös kouluttaa kiinteistön huollon työntekijöille automaatiojärjestelmän käyttöä ja ylläpitoa.

Asennuksen päätyttyä automaation asentaja voi tarjota jatkuvaa tuki- ja ylläpitoa palvelua varmistaakseen, että järjestelmä toimii edelleen oikein ja korjatakseen mahdolliset ongelmat.

Kaiken kaikkiaan automaation asentajalla on ratkaiseva rooli sen varmistamisessa, että automaatiojärjestelmä on oikein asennettu ja konfiguroitu vastaamaan rakennuksen ja sen asukkaiden tarpeita. Automaatio tekee tiivistä yhteistyötä muiden urakoitsijoiden kanssa varmistaakseen, että järjestelmä on oikein integroitu muihin kiinteistöjärjestelmiin ja että sitä on helppo käyttää ja huoltaa.

4 Automaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiolla on tyypillisesti kolme eri tasoa, ja jokaisella on oma tietty vastuu ja tarkoitus.

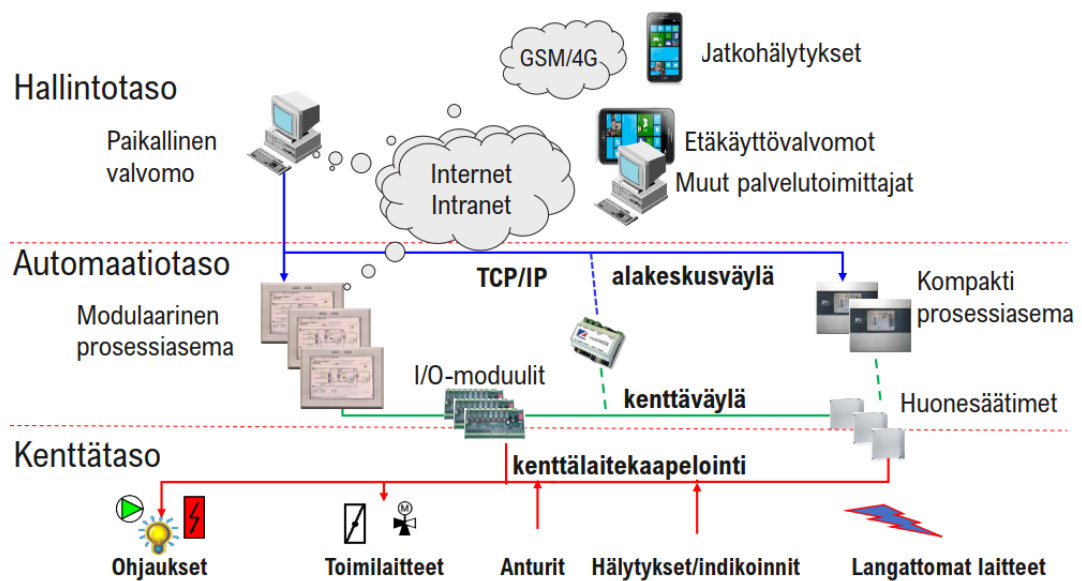
- hallintotaso
- automaatiotaso
- kenttätaso.

Hallintotasoon kuuluu valvonta- ja tiedonkeruujärjestelmä, joka tarjoaa keskitetyn käyttöjärärajapinnan rakennusautomaatiojärjestelmään. Valvontataso vastaanottaa tietoja ohjaustasolta ja tarjoaa graafisen käyttöliittymän järjestelmän käyttäjille rakennuksen järjestelmien valvontaa ja ohjausta varten.

Automaatiotaso sisältää kenttälaitteita hallitsevat ohjaimet, kuten ohjelmoitavat logiikkaohjaimet (PLC), hajautetut automaatiojärjestelmät ja automaatiiosäädöt. Automaatiotaso vastaanottaa tietoja kenttätasolta ja tekee päätökset järjestelmän ohjelmoinnin perusteella.

Kenttätaso sisältää anturit, toimilaitteet ja muut laitteet, jotka ovat suoraan vuorovaikutuksessa rakennuksen järjestelmien kanssa, kuten lämpötila-anturit, valaistusanturit ja venttiilimoottorit. Kenttätaso vastaa tiedon siirtämisestä automaatiojärjestelmän ylemmille tasoille.

Voidaan siis todeta, että rakennusautomaation eri tasot on suunniteltu toimimaan yhdessä rakennuksen suorituskyvyn ja tehokkuuden optimoimiseksi. Kenttätaso kerää tietoa fyysisistä laitteista, automaatiotaso käsittelee dataa ja ohjaa kenttälaitteita. Valvontataso tarjoaa käyttöjärärajapinnan ja integroi alempien tasojen dataa. Yhteistyöllä nämä tasot luovat keskitetyn, tehokkaan ja toimivan rakennusautomaatiojärjestelmän.



Kuva 1. Automaatiojärjestelmän rakenne (ST-Käsikirja 17, s. 60)

5 Kenttätason teoria

5.1 Anturit ja lähettimet

- **Anturi** → reagoi mitattavaan suureeseen esimerkiksi muuttuvalla sähkönjohtavuudella (resistanssi)
 - *Esimerkiksi lämpötila-anturi, jossa on mittavastus*
- **Lähetin** → laite, joka muuttaa mitattavan suureen sähköiseksi standardiviestiksi
 - *Esimerkiksi paineanturi*
- **Passiivinen** → ilman ulkoista käyttöjännitettä toimiva laite
 - *Esimerkiksi vastusanturi*
- **Aktiivinen** → ulkoisen käyttöjännitteen tarvitseva lähetin
 - *Esimerkiksi painelähetin*

Rakennusautomaatiossa yleisesti anturit ovat passiivisia laitteita. Yksittäiset lämpötilamittaukset ovat passiivisia antureita, joista mitataan resistiivisyyttä (resistanssi Ω).

5.2 Standardiviestit

Rakennusautomaatiossa yleisimmin käytetyt standardiviestit ovat 0–10 VDC ja 0(4) –20 mA. Yleisemmin käytetty on jänniteviesti, jota voidaan mitata lähettimeltä tai lähettää toimilaitteelle ohjausviestinä.

Milliampeeriviestiä esiintyy yleisimmin erikoismittauslähettimissä kuten kaasupitoisuuslähettimissä. Milliampeeriviesti on yleisemmin käytetty teollisuudessa kuin rakennusautomaatiossa.

5.3 Käyttöjännitteet

Rakennusautomaatiojärjestelmissä yleisesti käytetyt jännitetasot ovat pienjännite 230 VAC. Muita käytettäviä jännitteitä ovat pienoisjännite 24 VDC tai VAC.

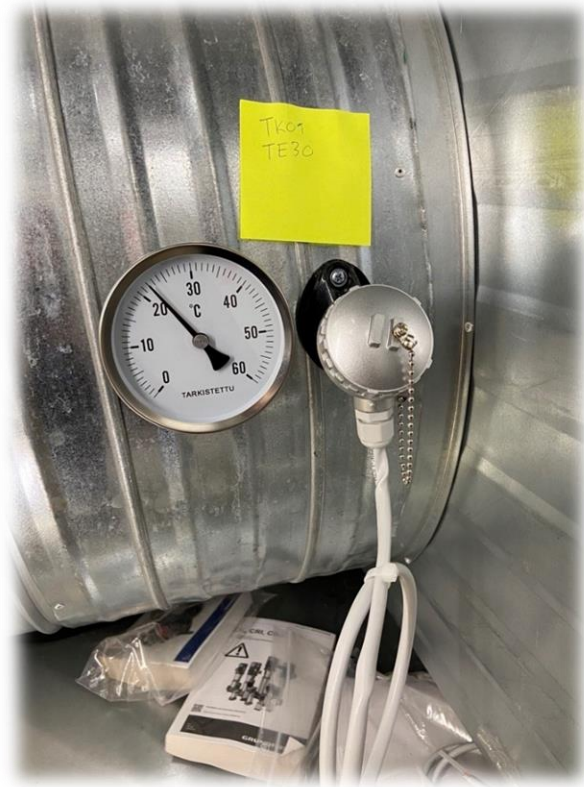
230 V:n jännitteitä käytetään kiinteistöjen sähköjärjestelmissä, automaatio- ja sähkökeskusten välisissä ohjauksissa sekä automaatiokeskuksiin tulevana syöttöjännitteinä. Automaatiojärjestelmästä lähtevät syöttöjännitteet ovat yleensä pienoisjännitettä 24 V tasa- tai vaihtosähköä.

5.4 Lämpötila-anturit

Lämpötila-anturit ovat tärkeä osa rakennusautomaatiojärjestelmiä ja niitä käytetään rakennuksen lämpötilan valvontaan ja säätelyyn. Lämpötila-anturit toimivat mittaamalla ympäristön lämpötilaa tilassa, jossa ne sijaitsevat. Sen jälkeen anturit välittävät tämän tiedon rakennusautomaatiojärjestelmään, joka voi näiden tietojen avulla säätää lämpötilaa vastaavasti.

Yleisimmät lämpötila-anturit ovat passiivisia, jolloin ulkoista käyttöjännitettä laitteelle ei tarvita. Anturin vastusarvo muuttuu lämpötilan mukaan.

Lämpötila-antureiden yhteydessä käytetään paikalliseen lämpötilan osoittamiseen analogimittareita, ns. ”kinkkumittari”.



Kuva 2. Asennettu kanavalämpötila-anturi ja paikallismittari.

5.5 Mittausalue

Mittalaitteilla käytettävät mittausalueet vaihtelevat esimerkiksi prosessin vaatimusten perusteella. Mittaustarkkuuden optimoimiseksi kannattaa mitta-alue valita mahdollisimman tarkasti vastaamaan prosessin olosuhteita. Mittausaluetta valittaessa täytyy myös varmistaa, että mittaus ei voi mennä mittausalueen ulkopuolelle.

Esimerkkinä 0–10 V:n mittasignaali mitta-alueen ollessa 0–500 tai 0–2500 Pa on 1 Pascalin painemuutos mittauksen jännitesignaali 0,02 V tai 0,004 V. Valitsemalla mittausalueen tarkasti voidaan minimoida häiriöiden vaikutusta mitaussignaaliin ja siten mittausvirheeseen. Vastaavasti edellä mainitussa esimerkissä 0,1 V:n häiriö mitaussignaali merkitsee 5 Pa:n tai 25 Pa:n lukemavirhettä.

Lämpötilojen mittausalue voi olla esimerkiksi huonelämpötila, 0–50 °C, ulkolämpötilalla -50–50 °C ja savukaasuilla 0–300 °C.

Vesiverkostojen painemittausten alueet ovat esimerkiksi 0–6, 0–16 Bar ja paine-eromittauksissa esim. 0–1 tai 0–2.5 Bar.

Ilmanpainemittauksissa mittausalueet voivat vaihdella esimerkiksi 0–500 ja 0–2500 Pa välillä tai paine-eromittauksissa -25–25 Pa.

5.6 Paine- ja paine-eroanturit

Paineanturit ovat tärkeä osa rakennusautomaatiojärjestelmää, ja niitä käytetään seuraamaan ja ohjaamaan erilaisten nesteiden tai kaasujen painetta rakennuksessa. Paineantureita voidaan käyttää eri puolilla rakennusta, mukaan lukien putkissa ja kanavissa.

Paineanturit toimivat mittaamalla nesteen tai kaasun painetta tilassa, jossa ne sijaitsevat. Sen jälkeen anturit välittävät tämän tiedon rakennusautomaatiojärjestelmälle, joka voi näiden tietojen avulla säätää painetta vastaavasti. Paineantureilla voidaan esimerkiksi seurata ilmanpainetta kanavassa ja säätää ilmavirtaa sen mukaan halutun painetason ylläpitämiseksi.

5.7 Toimilaitteet

Toimilaite tarkoittaa laitetta, joka säätää toimielintä. Toimiyksikkö koostuu toimilaitteesta (esimerkiksi venttiilimoottori) ja toimielimestä (esimerkiksi venttiili). Käytännössä toimilaitteita käytetään esimerkiksi prosessin virtauksen säätöön, esimerkkinä kaukolämmön virtaus lämmönvaihtimelle.

Toimilaitteen toimintaperiaate on päinvastainen lähettimelle. Siinä missä lähettimet muuttavat fyysisen asian sähköiseksi signaaliksi, toimilaitteet muuttavat sähköisen signaalin fyysiseksi toiminnoksi.

Rakennusautomaatiossa käytettäviä toimilaitteita ovat esimerkiksi venttiilit, pumput, säätöpellit, tai taajuusmuuttajat. Toimilaitteita ohjataan yleensä 0(2) – 10 V DC-ohjausviestillä.

Säätöventtiilit ovat yleisimmin tyypiltään istukka- tai säätöpalloventtiileitä, joiden avulla pystytään vaikuttamaan nesteen virtaukseen. Säätöventtiileillä vaikutetaan virtaukseen ja siten mahdollistavat esimerkiksi paineen tai lämpötilan säädön.

3-tieventtiileitä käytetään kahden eri piirin virtaussuhteiden hallintaan. 3-tieventtiilit voivat olla sekoittavia, jolloin siinä on kaksi tuloa ja yksi lähtö, tai jakavia, jolloin siinä on 1 tulo ja kaksi lähtöä. 3-tieventtiilissä säätö tapahtuu säätämällä kahden eri piirin virtauksen suhdetta toisiinsa.



Kuva 3. 2-tieventtiilejä sekä 3-tieventtiilejä (Corecon)

Venttiilin valintaan vaikuttavat useat asiat kuten:

- Yhteiden määrä: 2-tie vai 3-tie venttiili? Onko 3-tieventtiili sekoitava vai jakava?
- Liitostapa: Onko venttiilissä putki- vai laippaliitäntä?
- Fyysinen koko: Fyysisen liitoksen DN-koko? Liittimien koko?
- Virtaustekninen koko: Virtaustekninen mitoitus/vertailuarvo Kv-arvo.
- Materiaali ja kestoisuusvaatimukset: paine, lämpötila, käyttövesi

Sulkuventtiilit

Sulkuventtiileitä käytetään kiinni/ auki (on/off) -tyyppiseen ohjaukseen. Sulkuventtiileinä voidaan käyttää läppäventtiileitä sekä istukka- tai palloventtiileitä. Näissä käytetään vastaavan laisia toimilaitteita kuin säätöventtiileissäkin, mutta on/off-ohjauksella. Ohjaus voi olla itsestään palautuva turva-asentoon.

Magneettiventtiilit

Sulkuventtiileinä voidaan käyttää myös magneettiventtiileitä. Magneettiventtiilit ovat aina on/off-tyyppisiä. Ne eroavat muista venttiilityypeistä toimilaitteen osalta. Magneettiventtiileissä on kela, jolla vedetään venttiili auki tai kiinni, sen tyyppiä vastaavasti. Magneettiventtiili voi olla NC (normaalisti suljettu) tai NO (normaalisti auki) sen mukaisesti, onko se ilman ulkopuolista voimaa kiinni vai auki.

Magneettiventtiileistä tulee koko ja virtausominaisuuksien lisäksi huomioida mm. verkoston paineominaisuudet (esim. 0-paine-ero) sekä kelan käyttöjännite 24/230 V sekä kelan ottama virta. 24 V kelat ovat yleensä tasajännitteellä toimivia ja ottavat suhteessa suuren pitovirran muihin kenttälaitteisiin verrattuna.

Venttiilimoottorit

Venttiilimoottori on laite, jolla säädetään venttiilin asentoa. Venttiilillä säädetään nesteen virtausta putkessa. Venttiileitä on esimerkiksi istukka-, laippa- ja pallo-

venttiili. Venttiilimoottoria ja venttiileitä käytetään yleisesti erilaisissa lämmityksen ja jäähdytyksen säädöissä. Venttiilimoottorin asennon säätö tapahtuu välillä 0–100 % kun säätöviesti on 0(2) –10V. Palloventtiilit ovat yleensä kiertyväkaraisia ja istukkaventtiilien kara kohtisuorassa ylös/alas.

Venttiilimoottorin valintaan vaikuttavat muun muassa, venttiilityyppi, käyttöjännite (24/230 V), säätötapa (0—10 V, 3-piste, on/off), vääntömomentti, turvaominaisuudet (automaattinen palautus käyttöjännitteen poistuessa) sekä moottorin ajoaika 0–100 % tai kiinni/auki.

5.8 Peltimoottorit

Peltimoottorit ovat sähkömoottoreilla varustettuja toimilaitteita, jotka ovat osa ilmanvaihtojärjestelmää. Peltimoottoreilla ohjataan ilmanvaihdon toimielimiä, kuten sulk-, vyöhyke- tai säätöpeltejä. Yleisimpiä esimerkkejä IV-koneessa ovat raitis- ja jäteilmapellit sekä LTO säätö-/ohituspellistö. Kun puhaltimet ovat käynnissä, raitis- ja jäteilmapellit avautuvat ja LTO:n läpi ohjataan raitisilmaa lämmitystarpeen mukaisesti. Ulkoilman sulkupellit (raitis- ja jäteilmapellit) ovat yleensä varustettuna jousipalautuksella, jolloin sähköjen katketessa toimilaitteet ajavat pellit kiinni.

5.9 Pumput

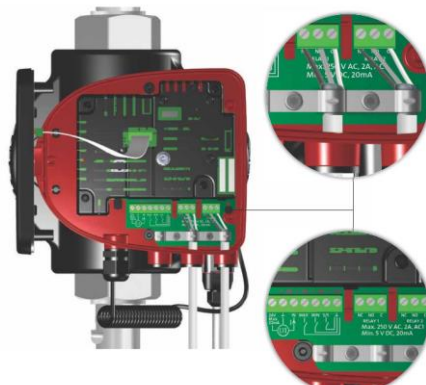
Pumput ovat osa LVI-prosesseja. Yleisesti ne kierrättävät vettä verkostossa ja tuottavat haluttua painetta, esimerkiksi lämpimän käyttöveden kierto tai patteri-/lattialämmitysverkosto.

Pumppujen käyntitila voi olla prosessin kannalta kriittinen, joten pumpun käyntiin voidaan sitoa lukituspiirejä. Esimerkiksi IV-koneen käynnistymisen edellytys on, että lämmityspatterin kiertopumppu on käynnissä.

Prosesseista riippuen pumpuista voidaan liittää RAU-järjestelmään indikointi, ohjaus, hälytys ja säätöviestejä prosessien ohjaustarpeen mukaan.



Kuva 4. Grundfos Magna 3 (Grundfos)



Kuva 5. Pumppu sisältä (Grundfos)

5.10 Sähkömoottorikäytöt

5.10.1 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttaja ("tamu") on laite, joka on kehitetty vaihtovirtaa (AC) käyttävän oikosulkumoottorin nopeuden säätöön. Taajuusmuuttajan toiminta perustuu vaihtojännitteen tasasuuntaukseen ja vaihtosuuntaukseen.

3-vaihemoottorin vaihejärjestys vaikuttaa moottorin pyörimissuuntaan. Taajuusmuuttajan tekniikasta johtuen tulee moottorin pyörimissuunnan korjaus, vaihejärjestyksen vaihto, tehdä taajuusmuuttajan jälkeisestä kytkennästä.



Kuva 6. Taajuusmuuttaja (Danfoss)

Taajuusmuuttajat liitetään rakennusautomaatiojärjestelmiin I/ O- tai väyläpohjaisilla liittymillä. Yleisesti liitos tapahtuu fyysisillä IO-pisteillä. Lisäksi yleinen liitintä tapa on "hybridimalli", jossa ohjaus/indikointi/hälytys/säätö toteutetaan fyysisellä IO:lla ja yleistiedot, kuten sähköteho ja käyntitunnit, luetaan väylältä.

Taajuusmuuttajista liitetään RAU-järjestelmään yleensä ohjaus-, indikointi-, hälytys- ja säätöviesti. Näiden lisäksi voidaan lukea hetkellinen teho analogiviestinä tai tietoja laajemmin väylän kautta. Turvalukitusten osalta voidaan liittää ohjauksen lisäksi käyntilupaohjaus, jolla voidaan hätätilanteessa estää taajuusmuuttajan paikallinen käyttö.

Taajuusmuuttajia käytetään myös kestmagneettimoottoreiden kanssa. Kestomagneettimoottorit ovat huomattavasti monimutkaisempia taajuusmuuttajan parametroinnilta ja pääsääntöisesti IV-kone/puhallintoimittaja toimittaa myös taajuusmuuttajat valmiiksi parametroituina IV-kone/puhallintoimituksen mukana.

5.10.2 EC-puhaltimet

EC-puhaltimissa on moottorina harjaton DC-moottori, joka on elektronisesti kommutoitu (Electronically Commutated). EC-moottoreissa puhaltimen ohjauselektronikka on integroitu puhallinmoottoriin. EC-puhaltimet ovat yleistyneet niiden paremman hyötysuhteen ja energiatehokkuuden myötä.



Kuva 7. EC-Moottori. (EBM Papst)

Tarvittaessa EC-moottoreiden ohjelmointi ja käyttöönotto tapahtuvat yleensä erillisellä käyttöpaneelilla tai väyläraja-pinnan kautta. Paikallista käyttäjärajapintaa ei ole, vaan laitteet ovat valmiiksi esiohjelmoituja. Laitteesta löytyy IO- sekä väyläraja-pinta ulkoista (RAU) ohjausta ja liityntää varten.

5.11 Määrämittaukset

Määrämittauksilla seurataan esimerkiksi veden- tai energian kuten sähkön, kaukolämmön tai -kylmän kulutusta. Mittareilta luetaan kumulatiivista mittarilukemaa, joista lasketaan kulutustietoja, joiden perusteella voidaan koostaa kulutusraportteja aikajaksoittain.

Mittareiden kulutusdataa voidaan kerätä mittareiden pulssilähdöistä tai väyläteknikalla. Pulssimittauksissa jokainen mittari tarvitsee oman johdinparin pulssisignaalia varten. Väylämittareilla kaapelointi voidaan ketjuttaa väyläprotokollasta riippuen.

Näiden lisäksi voidaan seurata hetkellistä tehoa, jonka perusteella voidaan tehdä huipputehonrajoitusta. Huipputehonrajoituksella saadaan kiinteistön kokonaisteho pidettyä halutuissa rajoissa, jolloin voidaan välttyä ylikuormitussuojauksen laukeamiselta, suuremmalta kiinteistöliittymältä tai tehomaksulta.

5.12 Vesimittarit

Asuinkiinteistöissä käytetään vesimittareita kiinteistön sekä -asuntokohtaisen vedenkulutuksen mittaamiseen. Toimitiloissa voidaan mitata tilakohtaista kulutusta tai kouluissa esimerkiksi keittiön veden käyttöä.

Asuntokohtaisten vesimäärien mittaus on lisääntynyt huomattavasti Ympäristöministeriön asetuksen 1047/2017 voimaan tulon myötä. Asetus vaatii uusissa asuinkiinteistöissä huoneistokohtaisen kylmän- ja lämpimänveden mittauksen. (ST-käsikirja 17, s. 89)



Kuva 8. Huoneistokohtainen vesimittari. (LVItarvikkeet.fi)

5.13 Sähköenergiamittarit

Sähkömittarit liitetään yleensä järjestelmään väylällä. Väyläratkaisuna toimii yleisimmin MBUS tai Modbus. Sähköenergiamittareilla tai analysointilaitteilla seurataan kulutustietojen lisäksi hetkellisiä tehoja tai esimerkiksi sähköverkon tilan suureita kuten jännitteet, virrat, pätö- ja loistehon suhteita ja kulmakertoimia.

5.14 Kaukolämpö/-kylmä

Kaukolämpö ja kaukokylmämittareista liitetään yleensä energia- ja vesimäärät. Etuna on energiakulutusten seuraaminen samasta järjestelmästä energiankulutukseen vaikuttavien järjestelmien kanssa.

5.15 Palopellit/-keskukset

Palopeltejä käytetään kiinteistöissä mahdollisen tulipalon leviämisen rajoittamiseksi. Kiinteistöissä on palo-osastot, joilla paloalueita pyritään rajaamaan. Palopeltejä käytetään palo-osastolta toiselle jatkuvissa ilmanvaihtokanavistoissa. Palopelleillä voidaan rajoittaa palon leviämistä ilmanvaihtokanaviston kautta palo-osastolta toiselle.



Kuva 9. Palopelti (FläktGroup)

Palopelti on suunniteltu niin, että se sulkeutuu heti, kun se havaitsee liikaa lämpöä, laukaisuraja esimerkiksi 70 °C. Palopellit estävät sulkeutuneena ilmavirtauksen sekä tulen ja savun leviämisen. Palopellit voivat olla jousikäyttöisiä tai toimilaitteella varustettuja ja niitä ohjataan yleensä toimilaitteen/ohjauskeskusten kautta. Palopeltien liittäminen rakennusautomaatioon on yleistynyt runsaasti.

Riippuen palopellin varustuksesta (jousikäyttöinen/toimilaitteella) voidaan palopeltien asentotietoa valvoa ja/tai niitä ohjata auki/kiinni. Toimilaitteelliset palopellit voidaan testata automaattisesti. Palopeltien toiminta tulee testata säännöllisesti.

5.16 Savuilmaisimet

Savuilmaisimien on laite, joka tunnistaa savun ja antaa hälytyksen. Savuhälytyksen perusteella voidaan tehdä erilaisia toimenpiteitä palon rajoittamiseksi. Yleisimmin savuilmaisimia käytetään palon rajoittamiseen kiinteistön sisällä. Savuilmaisimien voidaan sijoittaa myös havaitsemaan ulkoisia uhkia esimerkiksi tuloilmakanavasta, jolloin savua havaittaessa voidaan pysäyttää ilmanvaihtokone.



Kuva 10. Savuilmaisimien (SWOY.fi)

5.17 Erillisjärjestelmät/erillispisteet

5.17.1 IV-Hätäseis / IV-Hätäpysäytys

IV-Hätäseis on fyysinen painike palokunnan hyökkäystiellä, jota painettaessa kohteen kaikki ilmanvaihtolaitteet pysähtyvät. Painike on aina avautuva kosketin, jotta se toimii myös esimerkiksi kaapelin katketessa. Painike on väriltään keltainen ja ”riko lasi” -tyyppinen. Painike voidaan palauttaa vain vaihtamalla ehjä lasi painalluksessa rikkoutuneen tilalle. Pysäytyspiirin toteutustapoja on yleisesti kaksi:



Kuva 11. IV-Hätälaukaisupainike (SWOY.fi)

Painike liitetään suoraan rakennusautomaatiojärjestelmään ja hälytystieto vietään alakeskuksesta toiseen ohjelmallisesti automaatiojärjestelmän sisällä. RAU-järjestelmä pysäyttää ilmanvaihtolaitteet. Laitteiden pysäyttämistä varten voi olla automaatiosta ohjattavia lukituspiirejä sähkökeskuksilla.

Painike on osa kiinteistön sähköjärjestelmää ja toteutettu ”kovalla puolella” 230 V:n jännitteellä. Painike on osa ilmanvaihtojärjestelmien sähkönsyötön ohjauspiiriä ja painikkeen painaminen katkaisee ohjausjännitteen ja näin pysäyttää ilmanvaihtokoneet. Lisäksi sähkökeskukselta tuodaan lisätietona hälytystieto automaatioon.

5.17.2 Erillisjärjestelmät

Rakennusautomaatiota käytetään useiden erilaisten järjestelmien tiedonkeruuseen ja kiinteistön kokonaishallintaan. Oheisjärjestelmiltä voidaan lukea vika- ja huoltohälytystietoja, turvahälytyksiä tai niille voidaan antaa käyntilupia.

Esimerkkejä muista liitettävistä järjestelmistä ovat:

- kulunvalvonta
- rikosilmoitus
- turvavalo
- perusvesipumppaamo
- savunpoistokeskus
- ovilukot
- kiuasohjaukset
- paloilmoitin/-hälytyskeskukset
- UV-/huuva-/rasvanpoistojärjestelmät
- rasvan-/öljynerotuskaivot.

5.17.3 Ryhmäkeskusohjaukset, indikoinnit ja lukituspiirit

Valvonta-alakeskukseen voi tulla ryhmäkeskuksista ohjauksia, lukituspiirejä ja indikoiteja. Yleisesti ohjaukset ovat 230 V:n ohjauspiirejä, jotka kiertävät VAK:issa olevan releen kautta, esimerkiksi saattolämmityksen ohjaus.

Lukituspiirit ovat virtapiirejä, jotka kiertävät monien eri releen kärkien läpi ja mikä vain näistä releistä voi katkaista lukituspiirin. Yleinen lukituspiiri rakennusautomaatiossa on IV-hätäpysäytyspiiri.

Ryhmäkeskuksilta luetaan yleisesti useita erilaisia indikointitietoja. Yleisiä indikoiteja ovat saattolämmitysten ja valo-ohjausten indikoinnit, jotka tosiasiallisesti luetaan kontaktorin apukärjeltä. Apukärki-indikointi ei ilmaise laitteen toimivuutta, vaan pelkästään laitetta ohjaavan kontaktorin tilan. Kontaktori voi olla vetäneenä ilman, että lamppu palaa, mikä johtuu esim. syöttöjännitteen katkaisemisesta tai lampun vioittumisesta. Syöttöjännitteen voi katkaista esim. sulake, moottorinsuojakatkaisija ja vikavirtasuoja.

5.17.4 Kaasupitoisuusmittarit (CO, CO₂...)

Kaasupitoisuusmittarin avulla voidaan seurata huoneen ilmanvaihdon tarvetta. Jos huoneen hiilidioksidipitoisuus alkaa nousta huonetilalle liian korkeaksi, voidaan tehostaa huoneen ilmanvaihtoa. Yleisesti huonetilan hiilidioksidipitoisuus saa olla enimmillään 800 ppm enemmän kuin ulkoilma (YM 1009/2017 5§). Vertailuksi normaali ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on noin 410–440 ppm (Ilmatieteenlaitos.fi). Hiilidioksidipitoisuus on usein paras mittari kiinteistön sisäisestä ”kuormituksesta”, kun hiilidioksidipitoisuus kasvaa henkilömäärän ja heidän aktiivisuutensa mukaan.

Muita kaasupitoisuusmittauksia ovat esimerkiksi hiilimonoksidi (CO, häkä) mitaukset, happipitoisuus, erilaiset hitsauskaasut.

5.17.5 Väylät

Väyläliitynnällä tarkoitetaan kaksisuuntaista väylällä toteutettavaa tiedonsiirtoratkaisua. Samassa kenttäväylässä voi myös olla eri valmistajien laitteita, joiden täytyy noudattaa samaa protokollaa keskustelun luomiseen. Käytettävä kaapelointi, väylärakenne ja väylänopeus riippuvat käytettävästä väyläprotokollasta. Erilaisia väyläliityntämahdollisuuksia ovat esimerkiksi Modbus, BACnet ja MBUS sekä DALI ja KNX. Väyläprotokollasta riippuen kaapelointina voi olla pari-, CAT- tai MMJ-kaapeli.

Useiden eri valmistajien väylälaitteiden liittämisen yhtä väylään tulee käyttää tapauskohtaista harkintaa. Suurien ja kriittisten kokonaisuuksien liittäminen samaan fyysiseen väylään ei ole kuitenkaan suositeltavaa, koska käytännössä tästä muodostuu usein ongelmia. Pahimmillaan yksi viallinen laite voi lamauttaa koko väylän toiminnan. Usein eri valmistajien järjestelmät kannattaa hajauttaa useampaan eri fyysiseen väylään. Väylien hajauttaminen on osa riskisietoisuuden lisäämistä.

6 Kaapeloinnit

6.1 Kenttälaitteiden kaapelointi

Järjestelmän tyypistä riippuen tarvittava kenttälaittekaapelointi voi vaihdella.

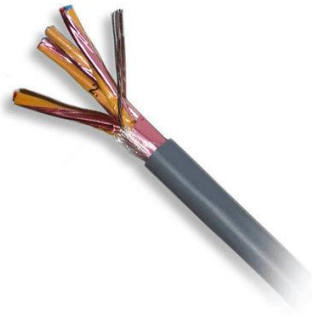
Yleisimpiä syitä tähän ovat muun muassa mittausperiaate, toimilaitteen toiminta ja toimintojen määrä, sekä toimilaitteen käyttöjännite. Oikea kaapelointitoteutus löytyy järjestelmätoimittajan ohjeista.

Kaapeloinneissa käytetään yleisesti erilaisia kaapelivalmistajien instrumentointi-kaapeleita. Yleisimmin käytettävät kaapelityypit ovat NOMAK, JAMAK ja KLM(A). Seuraavassa esimerkkejä käytetyistä kaapelityypeistä:

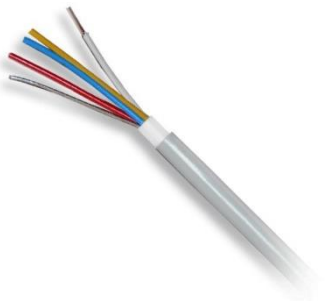
- Passiivanturit, mittauslähettimet sekä 24 V toimilaitteet
 - o NOMAK 2x 2 x 0,5+0,5 jolloin kaapelissa on kaksi johdinparia ja häiriösuoja
 - o KLMA 4x 0,8+0,8 kaapelia, jolloin kaapelissa on 4 johdinta ja häiriösuoja
- Taajuusmuuttajat ja väylät (RS-485)
 - o JAMAK 2x 0,5+0,5

Kaapeleiden valinnassa pitää huomioida lisäksi esimerkiksi:

- käyttöjännite
- jännitteenalenema
- pari-/johdinmäärä
- häiriösuojaus (esimerkiksi parisuojaus/-kierto)
- palonrajoitusvaatimukset (esimerkiksi halogeenivapaa)
- asennuspaikka (esimerkiksi maakaapelit)
- väyläkaapeloinneissa standardin asettamat kaapelivaatimukset.



Kuva 12. Nomak-kaapeli (Finparttia) Kuva 13. Jamak-kaapeli (Finparttia)



Kuva 14. KLMA-kaapeli (Finparttia)

6.2 Alakeskusväylien kaapelointi

Alakeskusten välisten väylien, joilla järjestelmän sisäinen kommunikaatio tapahtuu, kaapelointi on usein järjestelmäriippuvaista. Tiedonsiirrossa käytetään usein pohjana RS-485-tiedonsiirtoprotokollaa, jonka päälle on toteutettu järjestelmän sisäinen kommunikaatio. Tällöin kaapelointina käytetään parikaapelia. Toinen yleistävä tapa on käyttää tiedonsiirrossa Ethernet-verkkoa/yleiskaapelointia (CAT) ja TCP/IP-protokollaa. Järjestelmien sisäisissä kommunikaatioissa käytetään esimerkiksi Modbus- ja BACnet-protokollia.

6.3 Sähköasennukset

Sähköasennukset ovat luvanvaraisia sähköasennustöitä, joista vastaa sähköurakoitsija. Automaatiourakoitsija tekee runsaasti yhteistyötä sähköurakoitsijan kanssa. Yleensä urakka-asiakirjoissa on määritetty, että 230 V kytkennät kuuluvat sähköurakoitsijalle. Tällaisia automaatioon liittyviä kytkentöjä ovat esimerkiksi automaatiokeskus–ryhmäkeskus-ohjauskytkennät. Kytkenäpaikat automaatiokeskuksessa katsotaan yhteistyössä sähköasentajan kanssa. Esimerkkejä 230 V sähköohjauksista ovat saattolämmitykset tai perinteiset valaistusohjaukset.

Muita yleisiä sähköurakoitsijan kanssa yhteistyössä läpi käytäviä asioita ovat VAK-RK-kaapeloinnit, RAU-vetoluettelot ja erillisjärjestelmien liitokset (esim. turvavalaistus).

Tähän opetusympäristöön liittyvissä sähkötöissä tehdään yhteistyötä ”sähköurakoitsijan” kanssa, kuten varsinaisilla rakennustyömailla toimittaisiin. Tämän harjoitteluympäristön vaatimat sähköasennukset ovat osa sähköasennusharjoituksia, jotka eivät tähän opetusmateriaaliin sisälly.

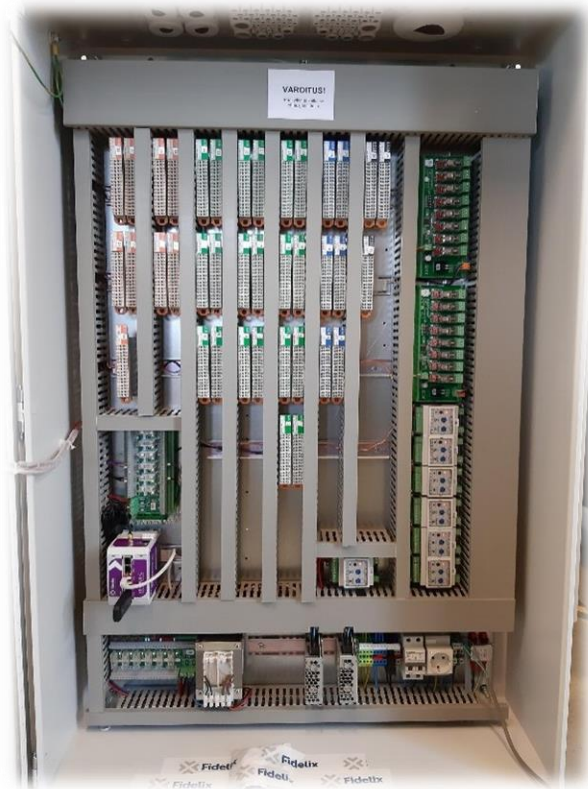
7 Automaatiotason teoria

Automaatiotasolla tarkoitetaan valvonta-alakeskusta (VAK) ja sen sisältämiä laitteita: automaation keskusyksikköä ja siihen liitettyjä I/O-moduuleita ja muita keskuslaitteita kuten esimerkiksi jäätymissuojatermostaatteja, väyläsovittimia sekä verkkolaitteita. Alakeskuksen keskusyksikköön ladataan ohjelmat, jotka lukevat rajapinnan välityksellä prosessien tilaa, ohjaavat eri I/O-pisteisiin kytkettyjen kenttälaitteiden toimintaa ja kenttälaitteiden välityksellä koko prosessia.

7.1 Alakeskukset

7.1.1 Modulaarinen alakeskus

Valvonta-alakeskus vastaa erilaisten laitteiden ja prosessien toiminnan seurannasta ja ohjauksesta. Se yleensä koostuu useista komponenteista ja moduuleista, jotka yhdessä mahdollistavat järjestelmän toiminnan ja tarkkailun. Valvonta-alakeskus kerää tietoja laitteiden ja prosessien tilasta ja näyttää ne käyttäjälle graafisella käyttöliittymällä, jossa käyttäjä voi myös antaa ohjeita ja käskyjä järjestelmälle.

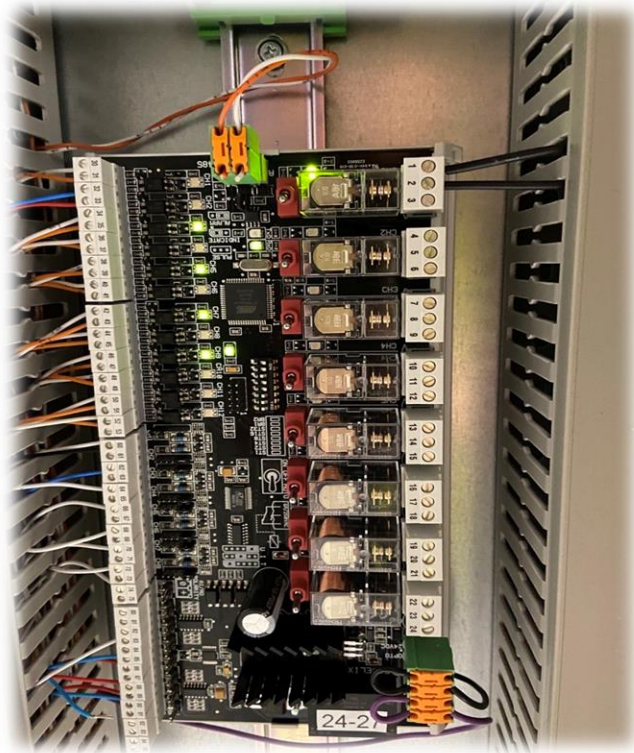


Kuva 15. Fidelix alakeskus.

7.1.2 Moduulikotelo alakeskuksena

Moduulikoteloita käytetään esimerkiksi perinteisessä kerrostalorakentamisessa, joissa tekniikka jakautuu kahteen tekniseen tilaan, lämmönjakohuoneeseen sekä ilmanvaihtokonehuoneeseen. Tällaisessa tapauksessa alakeskus voi olla lämmönjakohuoneessa ja moduulikotelo ilmanvaihtokonehuoneessa. Tällä saadaan kustannustehokkuutta, kun säästetään toteutuksesta yksi keskusyksikkö. Moduulikotelot liitetään alakeskuksiin väylätekniikalla, jolloin kaapelointitarve on keskusten välillä pieni.

Toinen esimerkki on monikerroksinen koulurakennus. Kerroksissa ja oleskelutiloissa olevat laitteet voidaan liittää kerroskohtaiseen moduulikoteloon. Nämä moduulikotelot liitetään ilmanvaihtokonehuoneessa olevaan alakeskukseen, jossa esimerkiksi ilmanvaihtokoneen ohjaukset sijaitsevat. Näin pystytään lyhentämään kenttälaitteiden kaapelointitarvet huomattavasti.



Kuva 16. DIN-kiskoasenteinen yhdistelmämoduuli COMBI-36.

7.3 Muut keskuslaitteet

Muita automaatiokeskuksista löytyviä laitteita ja komponentteja ovat:

Verkkokytkimet, joko integroituna järjestelmässä tai erillisinä komponentteina. Verkkokytkimillä yhdistetään keskusyksikkö muihin keskusyksiköihin ja esim. hälytyslaitteisiin. Hälytykset voidaan välittää eteenpäin eri tavoilla. Yleisiä tapoja on esimerkiksi GSM-modeemin kautta tekstiviesti tai internetin kautta sähköpostilla.

Kuittauspainikkeista ja merkkilampuista yleisin on jäätymisvaaran kuittaus.

Myös erilaisia kriittisiä hälytyksiä voidaan vaatia kuitattavaksi paikallisesta painikkeesta, esimerkiksi vesivuotohälytykset. Fyysinen kuittaus vaatii käynnin ja tarkistuksen paikan päällä tilanteen toteamiseksi. Väyläsovittimien avulla järjestelmä kommunikoi eri väyläprotokollilla.

Sähkönjakelukomponentit, 24 V -muuntajat, AC ja DC, joista tulee toimilaitteille ja lähettimille käyttöjännite. Keskuksessa tulee olla sulakkeita tai johdonsuojia siten, että virtapiiri voidaan katkaista niin halutessaan sekä oikosulku-, vika- ja ylikuormitussuojaus toteutuvat.

Jäätymisvaaratermostaatti on ilmanvaihtokoneen vesipatterin varolaite. Siihen kytketään patterin paluueden lämpötila-anturi ja esimerkiksi tulopuhaltimen ohjauskaapeli, jotta jäätymisvaaran lauetessa tulopuhallin pysähtyy heti. Jäätymisvaarasuojaukset voidaan toteuttaa myös järjestelmään ohjelmallisesti.

I/O-pisteet ja moduulit

“Kenttälaitteet liitetään alakeskuksen I/O-moduuleihin. Usein puhutaankin fyysisistä liityntäpisteistä erotukseksi ohjelmallisista pisteistä, joita kutsutaan myös fiktiivisiksi pisteiksi. Esimerkkinä tällaisesta pisteestä voidaan mainita käyntiaikamittaus. Ohjattavalta koneelta saadaan tilatieto siitä, onko kone päällä vai ei.” (ST-käsikirja 17, s. 73)

DI (Digital Input)

DI-pisteet (digitaalinen sisääntulo) ovat (binäärisiä 0/1) digitaalisia tulotietoja, joilla luetaan RAU-järjestelmään päin tulevaa tietoa ("vain luku"). DI-pisteen avulla kosketintietoihin perustuvat hälytykset ja tilatiedot saadaan liitettyä alakeskukseen. Tiedot ovat esimerkiksi seis/käy, kiinni/auki, normaali/hälytys-tyypisiä.

Kenttälaitteiden koskettimet ovat tyypiltään joko avautuvia (NC) tai sulkeutuvia (NO). Sulkeutuva kosketin on lepotilassa avoin, ja avautuva kosketin on lepotilassa suljettu. RAU-järjestelmä lukee näiden koskettimien tilaa, piiri auki/piiri kiinni.

Useimmiten tilatiedot luetaan sulkeutuvilta koskettimilta, kun "kärki yhdistää" on esim. puhallin käynnissä.

Turvatoiminnoissa, esim. hätäpysäytys tai rikosilmoittimet, tieto luetaan avautuvilta koskettimilta (NC), tällöin ilkivalta tai katkennut kaapeli antaa myös hälytyksen järjestelmään, kun silmukka/kärki avautuu.

DO (Digital Output)

DO-pisteiden (digitaalinen ulostulo) avulla voidaan toteuttaa erilaiset on/off tai päälle/pois -ohjaukset. DO-moduulissa on led-merkkivalo, josta pystytään seuraamaan ohjausreleen tilaa. DO-moduulista voi löytyä käsikytkin, jolla DO-pisteen tilaa voidaan ohjata käsikäytöllä ohittaen ohjelman.

AI (Analog Input)

AI-piste lyhenne tarkoittaa Analog Input (analoginen sisääntulo) pistettä. AI-pisteen avulla pystytään lukemaan esimerkiksi mittausantureiden arvoja.

”Anturien mittaussignaalit ovat yleensä joko NTC- tai PTC-elementtien vastusarvoja lämpötilaa mitattaessa. Muut mittausstyytit ovat yleensä 0–10 V DC -viestityyppejä, muun muassa paineet ja pitoisuudet. Viestit skaalataan alueiden mukaan alakeskuksissa vastaamaan anturin teknisiä arvoja.” (ST-käsikirja 17, s.74)

AO (Analog Output)

AO-pisteellä tarkoitetaan Analog Output pistettä. AO-pisteellä ohjataan muun muassa peltien ja venttiilien toimintaa. Jänniteviesti on yleensä 0–10 VDC tai 2–10 VDC.

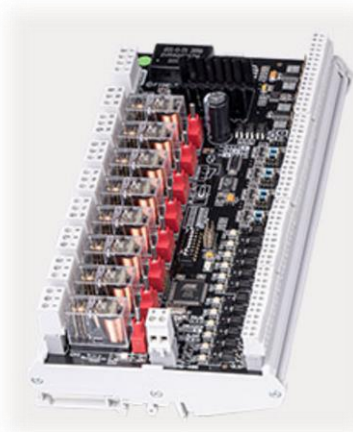
UI (Universal Input)

Universal Input on piste mihin voi kytkeä joko analogiapisteen, tai digitalipisteen. Tämän avulla voi kytkeä vapaammin erilaisia kentälaitteita keskenään. UI pisteet mahdollistavat monikäyttöisyyden ansiosta joustavamman laitesuunnittelun ja -toteutuksen.

Yhdistelmämoduulit

Yhdistelmämoduulit ovat monipuolisia moduuleita, jotka sisältävät erilaisia I/O-liitäntöjä.

COMBI-36 on yhdistelmämoduuli, jossa on 12 digitaalista sisääntuloa, 8 digitaalista ulostuloa, 8 analogista ulostuloa, ja 8 analogista sisääntuloa.



Kuva 17. Fidelix Combi-36 Moduuli

Huonesäätimet

"Huonesäätimet ovat vapaasti ohjelmoitavia kenttäohjaimia. Huonesäädin eroaa IO-moduuleista sen sisältämän älyn osalta. Se voi toimia itsenäisenä prosessiohjaimena, eikä tarvitse keskusyksikköä toimiakseen. Tämä lisää käyttövarmuutta kiinteistöissä.

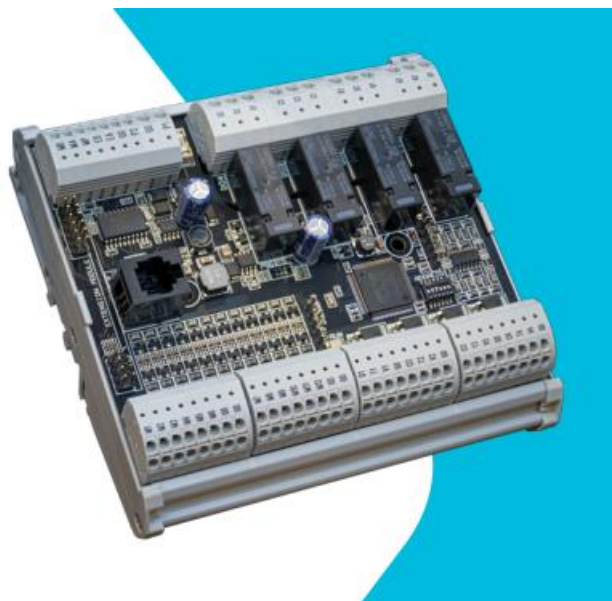
Yleensä huonesäätimet liitetään väylällä keskusyksikköön. Huonesäätimiä voidaan käyttää myös monipuolistesti erilaisissa OEM-ratkaisuissa.

Kiinteistöissä huonesäätimiä käytetään muun muassa paikallisiin olosuhdesäätöihin hallitsemaan ilmanvaihtoa, valaistusta tai lämmitystä sekä jäädytystä. IO-pistemäärän salliessa voidaan samaan huonesäätimeen liittää useita säätöpäätteitä/olosuhdesäätöjä.

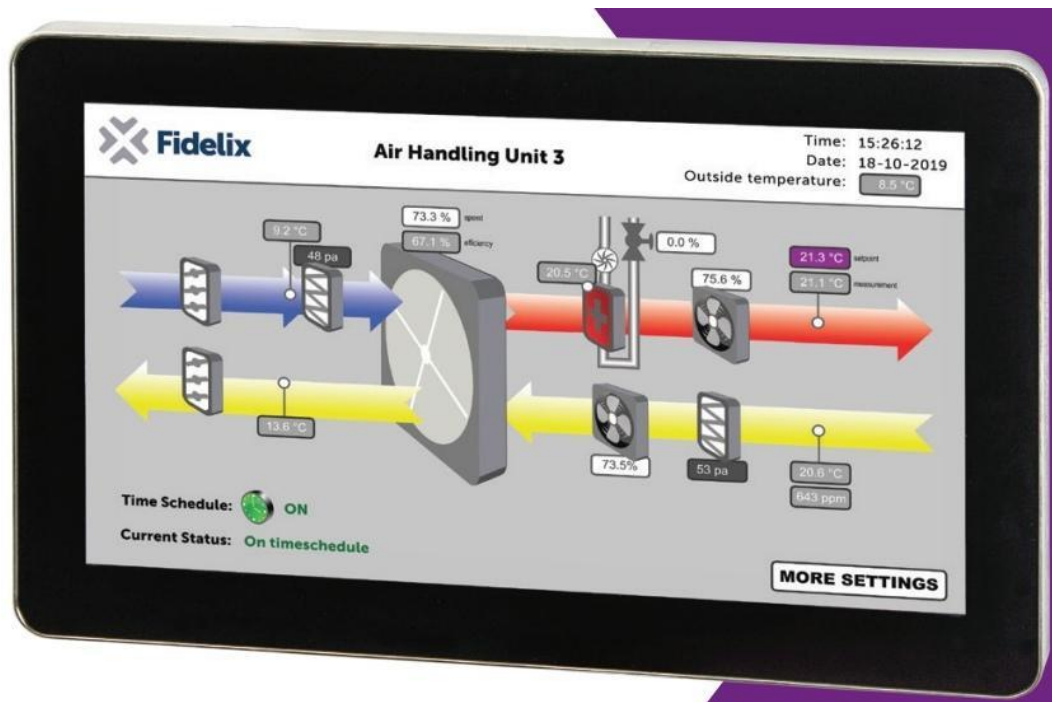
Huonesäätimien ominaisuudet mm. IO-pisteiden määrän ja väyläliityntöjen osalta vaihtelevat. Esimerkiksi Fidelix Multi-24 huonesäätimessä on 24 IO-pistettä." (Fidelix. www.fidelix.fi/tuotteet)

Käyttöpäätteet

Käyttöpäätteeltä pystytään seuraamaan kiinteistön automaatiolaitteita ja tekemään tarvittavia ohjauksia, sekä hälytysten kuittauksia. Käyttöpäätteet voivat olla erilaisia siirrettäviä käsipaneeleita tai selainpohjaisia graafisia kosketusnäyttöpaneeleita.



Kuva 18. Fidelix Multi24 huonesäädin



Kuva 19. Fidelix VISIO-15-C graafinen käyttöpääte.

7.4 Hallintotason teoria

Hallintotaso on käytännössä käyttäjän rajapinta järjestelmään. Tämä tarkoittaa käytännössä valvomo-ohjelmistoja, jotka perinteisissä toteutuksissa ovat paikallisia PC-tietokoneita tai palvelimia. Lisääntyvissä määrin valvomon sovellutukset on perustettu ja ylläpidetty pilvialustoilla. Isommissa kohteissa valvomo on perusedellytys kiinteistön kokonaisvaltaiseen hallintaan.

Valvomon kautta päästään katsomaan kohteen grafiikkakuvia ja voidaan tehdä tarvittavia asetusarvomuutoksia. Lisäksi valvomoihin toteutetaan prosessien koontikuvia, jolloin yhdeltä sivulta voidaan tarkistaa kerralla esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden toiminta.

Valvomoon tulee myös tiedot kohteen hälytyksistä. Hallintotason kommunikatio toteutetaan yleisesti lähiverkkokaapeloinnin avulla sekä etäyhteydet internetin ylitse käyttäen suojattuja etäyhteyksiä. Etäyhteyksien toteutuksissa tulee kiinnittää erityistä huomiota tietoturvaan.

8 Pohdinta ja tulokset

Tulevien rakennusautomaation ja rakentamisen asentajien tulee tuntea rakennusautomaation periaatteet ja automaatioprojektien toteuttaminen työmailla vastatakseen alan kasvaviin vaatimuksiin. Integroimalla erilaisia rakennusjärjestelmiä keskitetyksi järjestelmäksi rakennusautomaatio vähentää energiankulutusta, lisää asumismukavuutta ja parantaa rakennuksen suorituskykyä.

Aihealueet ja käsiteltävät asiat opintokokonaisuudessa ovat laajoja, sillä automaatioasentajan täytyy tietää jokaisesta alasta vähän. Automaatioasentaja kytkee putkiurakoitsijoiden, ilmanvaihtourakoitsijoiden sekä sähköurakoitsijoiden toimittamia laitteita valvonta-alakeskukseen.

Automaatioasentaja on jatkuvasti vuorovaikutuksessa ja yhteistyössä kaikkien muiden urakoitsijoiden kanssa, ja kaikki asiat, mitä opiskelijat käsittelevät tässä opintokokonaisuudessa ovat tärkeää tietoa tulevaisuuden kannalta.

Otin vastaan kehittämistyön, koska huomasin asian, joka kaipaa muutosta. Suomen koulutustaso on maailmankuuluisa laadustaan, mutta olemme muista maista jäljessä automaation suhteen. Koulut eivät yksinkertaisesti sisällä tarpeeksi materiaalia rakennusautomaatiosta. Tämä opintokokonaisuus tarjoaa kokonaisvaltaisen ja jäsennellyn lähestymistavan rakennusautomaation oppimiseen, varustaen tulevaisuuden automaatioasentajille tarvittavat taidot menestyä tällä alalla. Opinnäytetyöni toimii myös resurssina olemassa oleville ammattilaisille, jotka haluavat syventää osaamistaan rakennusautomaatiossa.

Lähetin valmiin opintokokonaisuuden Oulun ammattiopistoon tammikuussa 2023, ja se on nyt heillä käytössä koulussa. Uskon että opinnäytetyöni ansiota Suomen tulevaisuus rakennusten ja kiinteistöjen laadussa kehittyy huomattavasti.

Lähteet

Automaatiojärjestelmän rakenne, 2022. ST-Käsikirja 17, s. 60. Luettu 04.09.2022.

Baff, 2005. Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. Verkkoaineisto. www.automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf. Luettu 26.08.2022.

EC-Moottori, 2022. Verkkoaineisto. www.ebmpapst.fi/fi/dat/media_manager/news/8/news-files/Tietoisku_Mita_erikoista_EC-puhaltimissa.pdf. Luettu 26.11.2022.

Fidelix, 2022. Verkkoaineisto. www.fidelix.com. Luettu 05.09.2022.

Fidelix, 2022. Verkkoaineisto. www.fidelix.fi/tuotteet/. Luettu 05.09.2022.

Grundfos Magna 3, 2022. Verkkoaineisto. product-selection.grundfos.com/products/magna/magna3?tab=models. Luettu 26.11.2022.

Huoneistokohtainen vesimittari, 2022. Verkkoaineisto. www.lvitarvikkeet.fi/tuotteet.html?id=51275/694357. Luettu 26.11.2022.

Ilmatieteenlaitos, 2022. Verkkoaineisto. www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvihuonekaasujen-pitoisuudet. Luettu 26.11.2022.

IV-hätälaukaisupainike, 2022. Verkkoaineisto. www.nerival.fi/index.php?p=showproduct&id=60900&cat=15. Luettu 26.11.2022.

JAMAK-kaapeli, 2022. Verkkoaineisto. www.finnparttia.fi/JAMAK-4x21x05. Luettu 26.11.2022.

KLMA-kaapeli, 2022. Verkkoaineisto. www.finnparttia.fi/epages/finnparttia.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2014102905/Products/KLMA4X0%2C8%2B0%2C8PK. Luettu 26.11.2022.

Koulutuskuntaryhmä OSAO, 2022. Verkkoaineisto. www.osao.fi/. Luettu 02.10.2022.

NOMAK-kaapeli, 2022. Verkkoaineisto. www.finnparttia.fi/NOMAK-8x2x0505. Luettu 26.11.2022.

Opetushallitus, 2022. Verkkoaineisto. eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/toteutus-suunnitelma/1931055/ammattillinen/sisalto/1942716. Luettu 16.09.2022.

Palopelti, 2022. Verkkoaineisto. www.ahlsell.fi/products/ilma/saato--ja-palopellit/palopellit-ja-varusteet/8424400/. Luettu 21.11.2022.

Pumppu sisältä, 2022. Verkkoaineisto. www.product-selection.grundfos.com/us/products/magna-north-america/magna3-north-america?tab=models. Luettu 26.11.2022.

Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen, 2017. ST-kortti 710.10. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 19.09.2022.

Sara Taivainen, 2022. Rakennusurakoiden julkinen hankinta. Luettu 21.09.2022.

Savuilmaisin, 2022. Verkkoaineisto. www.swoy.fi/tuote/caelectro-ug-3-savuilmaisin/. Luettu 26.11.2022.

Sähköinfo Oy, 2018. ST-Käsikirja 17 Rakennusautomaatiojärjestelmät. Sähkö-tieto ry. Luettu 19.09.2022.

Säätöpiirin peruskomponentit, 2000. Verkkoaineisto. www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1426/pid_kirja_1-1.pdf. Luettu 13.11.2022.

Taajuusmuuttaja, 2022. Verkkoaineisto. www.danfoss.com/fi-fi/products/dds/low-voltage-drives/vlt-drives/vlt-automationdrive-fc-301-fc-302/. Luettu 24.11.2022.

Tukes Kodin sähköturvallisuus, 2015. Verkkoaineisto. www.tukes.fi/documents/5470659/6406815/Kodin-sahkoturvallisuus.pdf/ff40eb43-a4e5-4a71-afd7-666f941483da/Kodin-sahkoturvallisuus.pdf?t=1526766632000. Luettu 20.08.2022.

2-tieventtiilejä sekä 3-tieventtiilejä, 2022. Verkkoaineisto. www.corecon.fi/tuotteet/danfoss-venttiilit/. Luettu 20.11.2022.

Liitteet

Alla olevissa liitteissä on osa harjoitustehtävistä, jotka tein opintokokonaisuuteen opiskelijoille.

Harjoitustehtävä 1:

Tässä tehtävässä harjoiteltiin pisteiden testausta.

HARJOITUS: PISTETESTAUS

Tässä tehtävässä testataan järjestelmän laitteet ja varmistetaan niiden asianmukainen toiminta. Samassa yhteydessä merkitään laitteet niiden lopullisin laitemerkinnöin.

TEHTÄVÄN TARKOITUS:

Oppia huolellista oman työn tarkistusta ja varmistamaan suoritettun työn tavoitteen mukaiset tulokset sekä merkitsemään laitteet lopullisin laitemerkinnöin.

TARVITTAVAT TARVIKKEET JA TYÖKALUT

Tarvikkeet	Työkalut	Dokumentit
- Kilvet/lopulliset merkinnät	- Ruuvimeisselit	- Säättökaaviot
	- Yleismittari	- Tasopiirustus
		- Itselleluovutus

ENNEN TÖIDEN ALOITUSTA

Edeltävät työvaiheet: Kytkennät

Järjestelmän käynnistys.

Tarkista työn vaatimat suojavälineet ja varustaudu niihin.



OHJEET (TEHTÄVÄKOHTAISET)

Kenttälaitteiden testauksessa:

- Passiivianturit: ”Jomppi”/oikosulku hyppyjohdolla ja lukeman tarkistus
- Aktiivilähettimet: Mittauksen poikkeutus ja lukeman tarkistus
- Toimilaitteet: Toimilaitteen ajaminen asennosta toiseen, ajo-/pyörimissuunnan tarkistus.
- Ohjaukset: Ohjauksen toiminta ketjun päähän asti, esimerkiksi valot syttyvät.
- Tilatiedot: Laitteelta toiminnallisesti, käynnistetään laite, jos mahdollista.
- Hälytykset: Luodaan laitteella hälytystilanne, jos mahdollista.

TEHTÄVÄT:

Työvaiheet:

1. Paikanna laite
2. Testaa laitteen toiminta
3. Dokumentoi testaus
4. Merkitse laite lopullisin laitemerkinnöin

Harjoitustehtävä 2:

Tässä tehtävässä harjoiteltiin lämmöntalteenoton paine-eromittarin asennusta.

HARJOITUS: ASENNA JA KYTKE LTO PAINE-EROMITTARI

Tässä tehtävässä asennetaan lämmöntalteenottoon kiinni paine-eromittari.

Anturista menee kaksi letkua ilmanvaihtokoneen sisälle, yksi letku mittaa painetta ennen LTO-konetta ja toinen letku LTO:n jälkeen.

Paine-eromittarit ovat tärkeää asentaa oikein koska ne tunnistavat mahdolliset ilmuuodot ja ehkäisevät huurteen syntymistä. Mittaamalla painetta kahdesta eri kohtaa ilmanvaihtokonetta voimme löytää mahdolliset ongelmat koneessa. Mittauksen yksikkö on Pascal (Pa) mittausvälillä 0-500 Pa.

Tehtävän tarkoitus:

Tämän tehtävän tarkoitus on opettaa asentamaan paine-eromittari lämmöntalteenottokoneen yli huurteenpoistoa varten.

TARVITTAVAT TARVIKKEET JA TYÖKALUT

Tarvikkeet	Työkalut	Dokumentit
- Paine-eroanturi	-Ruuvimeisselit	- Säättökaaviot
- Kaapelit	-Stripperit	- Laiteluettelo
- 2 kpl paineletkuja	-Kaapelinkuorintatyökalu	- KytKentäkuvat
		-Laitteen ohjeet

ENNEN TÖIDEN ALOITUSTA

Edeltävät työvaiheet: Kaapelointi

Totea järjestelmä jännitteettömäksi ennen töiden aloitusta.

Tarkista työn vaatimat suojavälineet ja varustaudu niihin.



OHJEET

Huomioi letkujen pituus ja varmista että asennat anturin tarpeeksi lähelle, jotta letkut yltävät reikiin!

Jos paineanturin lukemat näyttävät väärää lukemaa, niin tarkasta että IO-moduuliin on kytketty oikeat johtimet ja kaapelit. (1. pari -> 1.. pari, 2. pari -> 2. pari ...). Tarkista myös, että letkut on asennettu oikein, ja ne eivät ole taittuneita tai menneet tiukasti mutkalle.

TEHTÄVÄT

1. Tarkista asennukselle sopiva sijainti ja suunnittele työ
2. Hyväksytä sijainti ja suunnitelma opettajalla
3. Asenna anturi
4. Kytke anturi
5. Dokumentoi tehty työ
6. Siivoa työskentelyalueesi ja vie jätteet asianmukaiseen keräyspisteeseen.

Harjoitustehtävä 3:

Tässä tehtävässä harjoiteltiin tuloilman lämpötila-anturin asennusta.

HARJOITUS: ASENNA JA KYTKE TULOILMAN LÄMPÖTILA-ANTURI

Tässä tehtävässä asennetaan tuloilman lämpötila-anturi ilmanvaihtokoneeseen. Anturilla mitataan tuloilman lämpötilaa, joka pyritään pitämään asetusravon mukaisena. Lopputuloksena on asennettu ja kytketty anturi valmiina kytkettäväksi alakeskuksesta.

TEHTÄVÄN TARKOITUS:

Oppia kenttälaiteasennuksia ja hyviä asennustapoja.

TARVITTAVAT TARVIKKEET JA TYÖKALUT:

Tarvikkeet	Työkalut	Dokumentit
Lämpötila-anturi	- Ruuvimeisselit - Kaapelinkuorintatyökalu - Porakone + metalliporanterät	- Säättökaaviot - Laiteluettelo - Kytöntäkuva - Laite-esite

ENNEN TÖIDEN ALOITUSTA

Edeltävät työvaiheet: Kaapelointi ja järjestelmän kytkeminen ja varmistaminen jännitteettömäksi.

Tarkista työn vaatimat suojavälineet ja varustaudu niihin.



OHJEET (TEHTÄVÄKOHTAISET)

Varo! Varo poratessa IV-koneen ja kanaviston sisäisiä laitteita (nestepatterit, äänenvaimentimet, pellit yms.)

Huomioi: Mittauksen sijainti. Kanavan keskellä riittävän etäisyyden päässä lämmönlähteistä sekä keskellä kanavaa.

TEHTÄVÄT:

Työvaiheet:

1. Tarkista asennukselle sopiva sijainti ja suunnittele työ
2. Hyväksytä sijainti ja suunnitelma opettajalla
3. Poraa oikean kokoinen reikä
4. Asenna anturi ja tarvittaessa tiivistä kanava
5. Kytke anturi
6. Dokumentoi tehty työ
7. Siivoa työskentelyalueesi ja vie jätteet asianmukaiseen keräyspisteeseen.

Harjoitustehtävä 4:

Taajuusmuuttajan parametrintointi

HARJOITUS: TAAJUUSMUUTTAJAN PARAMETROINTI

Taajuusmuuttajaan asetetaan aina moottoriparametrit. Moottoriparametrit ovat sähkömoottorin yksilöllisiä ominaisuuksia, joiden puitteissa taajuusmuuttaja ohjaa moottoria. Taajuusmuuttajaa valittaessa tulee huomioida ominaisuuksien riittävyys. Ominaisuudet selviävät moottorin dokumenteista ja moottorikilvestä.

Mikäli taajuusmuuttaja on väyläohjattu, tulee siihen asettaa myös väyläparametrit. Väyläparametrit ja väylä rekisterit ovat erityisen tärkeitä vaihdettaessa uutta taajuusmuuttajaa rikkiäisen tilalle, sillä mikäli väyläparametrit tai väylä rekisterit eivät osu yhteen, voi taajuusmuuttaja ja täten myös moottori jäädä käynnistymättä.

Vaiheiden määrä	Nimellistaajuus	Nimellispöörimisnopeus
3~	50HZ	1435 rpm
Nimellisteho	IP-luokitus	Valmistusvuosi
1.5 kW	IP55	2020
Tähtikytkentä Un In PF		Kolmiokytkentä Un In PF
Y 690V /1.9A /cosφ 0.76		Δ 400V /3.3A /cosφ 0.76
Massa	Valmistenumero	Malli
15kg	XXYYZZ313	SuperTorque

Un = Nimellisjännite In = Nimellisvirta PF = Tehokerroin

KUVA. Moottorin tyyppikilven esimerkkiedot.

Moottoritiedot

Moottoritiedoista kuvaus ylläolevassa kuvassa. Moottorikilvessä on kaikki moottoriparametrit, joita tarvitaan moottorin pyörittämiseen. Moottorin pyörimissuunta tulee tarkastaa asennuksen yhteydessä, jotta moottori ei pyöri väärään suuntaan. Moottorin pyörimissuunta voidaan muuttaa vaihtamalla kaksi vaihejohtinta päikseen taajuusmuuttajan jälkeen (HUOM! Sähkötyö!). Virheellinen pyörimissuunta voi aiheuttaa esim. puhaltimissa ravistelua ja ilman virtaamattomuutta.

Rampit

Taajuusmuuttajan parametreja asetellessa tulee huomioida rampit, eli kiihdytys ja jarrutus aika. Mikäli moottori kiihdyttää tai hidastaa liian nopeasti, voi siitä seurata esim. puhallin elementin repeäminen irti moottorista. Normaaleissa puhaltimissa on kiihdytys ja jarrutus nopeudet noin minuutin luokassa esim. kiihdytys 60 sek ja jarrutus 90 sek.

Taajuusmuuttajan minimi ja maksimitaajuuteen tulee kiinnittää huomiota. Maksimitaajuus tulee laitekilvestä ja minimitaajuus voi löytyä dokumenteista, mutta mikäli näin ei ole niin laitetaan minimitaajuudeksi 15Hz. Moottorin pyörittäminen alhaisilla taajuuksilla johtaa lämmön nousuun ja moottorin rikkoutumiseen.

Selvitä ja listaa moottoritiedot tähän:

Harjoitustehtävä 4: (Jatkoa)

Selvitä ja listaa moottoritiedot tähän:

Selvitä taajuusmuuttajan ohjekirjasta aseteltavat parametrit. Kirjaa ne moottoritietoihin ja muut parametrit tähän:

Hyväksytä tiedot ja parametrit opettajalla.

Parametroi taajuusmuuttaja.

Testaa moottorin toiminta ja pyörimissuunta.

Harjoitustehtävä 5:

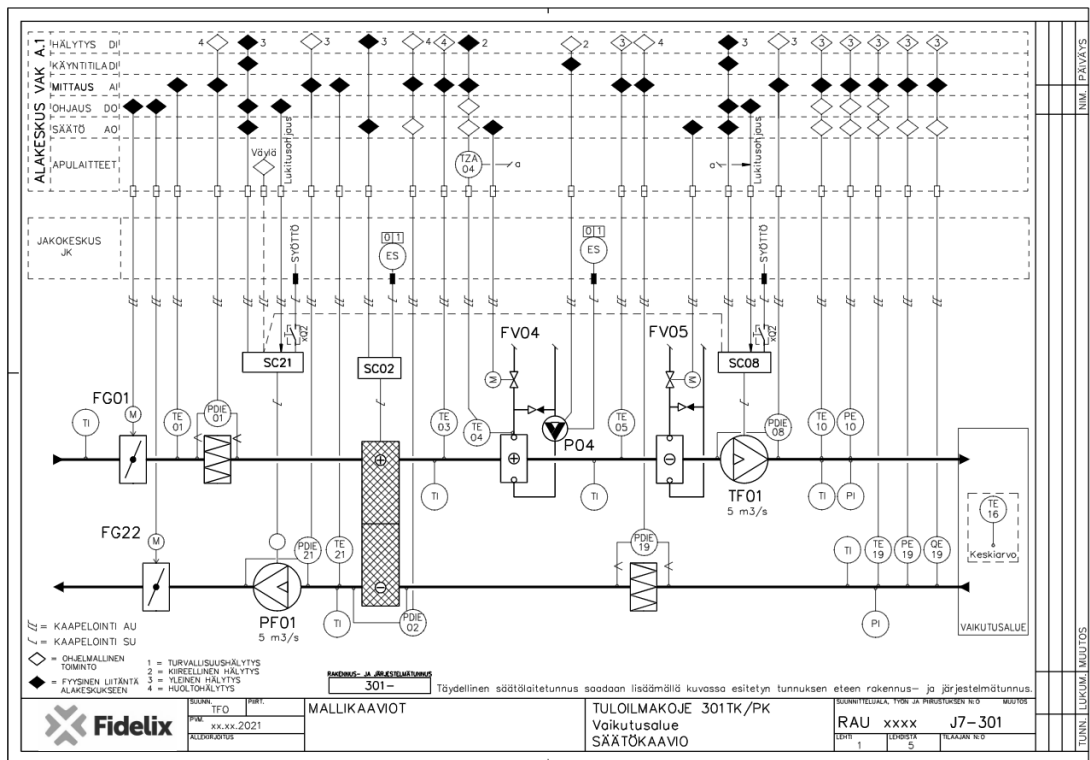
Dokumentaation tulkintaharjoituksia.

DOKUMENTAATIO

TEHTÄVÄ SÄÄTÖKAAVIO

Liitteessä x on esitetty ilmanvaihdon säätökaavio.

- a) Säätökaaviossa on ympyrän sisällä jäätymisvaarakytkintä kuvaava termi.
- Millä kirjainlyhenteellä jäätymisvaarakytkin on merkitty?
 - Mihin alakeskuksen pisteeseen/pisteisiin se on yhdistetty?
 - Missä jäätymisvaarakytkin sijaitsee fyysisesti?
 - Kenen vastuulle sen asentaminen kuuluu?
- b) Säätökaaviossa on piste PDIE-19.
- Mikä on kyseinen laite?
 - Missä laite sijaitsee fyysisesti?
 - Mikä on laitteen mittaussyksikkö?



Liite 1: Ilmanvaihdon säätökaavio

Harjoitustehtävä 6:

Teoriakysymyksiä.

HARJOITUSTEHTÄVÄT

TEORIA

RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TARKOITUS KIINTEISTÖISSÄ

TEHTÄVÄ: RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TARKOITUS

1. Selitä lyhyesti rakennusautomaatiojärjestelmän tärkeimmät tehtävät kiinteistössä?
2. Mieti millainen on mielestäsi hyvä RAU-järjestelmä? Miten haluaisit sen yleisesti toimivan tai tekevän?

RAU-PROJEKTINHOITO JA PROJEKTIN VAIHEET

TEHTÄVÄ: RAU-PROJEKTIN VAIHEET

Nimeä rakennusautomaatioprojektin päävaiheet.

TEHTÄVÄ: RAU-ASENNUSPROJEKTIN VAIHEET

Mieti mitä tietoja ja toimenpiteitä tulee saada ja tehdä ennen asennustöiden aloitusta?

Mitkä ovat sujuvan ja tehokkaan työmaatoiminnan ja työskentelyn edellytykset? Miten voit varmistaa sujuvan työmaatoiminnan? Mitkä ovat asennustöiden edellytykset?

Mitä toimenpiteitä ja töitä tulee tehdä itse fyysisten asennusten jälkeen, jotta asennustyöt tulevat kokonaisuudessaan valmiiksi?

LAINSÄÄDÄNTÖ, STANDARDIT JA OHJEET

TEHTÄVÄ: MÄÄRÄYKSET

Rakennusautomaatiojärjestelmien tekniseen toteutukseen on vähän suoria määräyksiä. Miten määräykset käytännössä vaikuttavat RAU-järjestelmien toteutukseen?

RAU-järjestelmät ovat pääsääntöisesti pienoisjännitteisiä (alle 50 VAC / 120 VDC).

Mieti missä tilanteissa tulee huolehtia erityisesti pienjännitteisistä (alle 1000 VAC / 1500 VDC) asennuksista ja niihin liittyvästä sähköturvallisuudesta?

TEHTÄVÄ: TYÖTURVALLISUUS

Selvitä työkohteesi turvallisuusohjeet ja suojavälineet