



Toni Lehtonen

Rakennusautomaation opetusmateriaalia Koulutuskuntayhtymä OSA- Olle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

4.10.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Toni Lehtonen
Otsikko:	Rakennusautomaation opetusmateriaalia Koulutuskuntayhtymä OSAOlle
Sivumäärä:	36 sivua + 1 liite
Aika:	4.10.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Lehtori, Matti Välikylä

Tämän työelämlähtöisen opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä rakennusautomaation oppimisympäristö Koulutuskuntayhtymä OSAOn käyttöön. Tavoitteena on, että rakennusautomaation oppimisympäristö otetaan käyttöön Koulutuskuntayhtymä OSAOssa ja sekä opettajat että oppilaat hyötyvät tästä.

Opinnäytetyön tuloksina valmistui oppimateriaalia OSAOlle sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon rakennusautomaatioasennukset-osion koulutuksen toteuttamiseksi. Oppimateriaalin teemat ovat 1. Opiskelija valmistautuu rakennusautomaatioasennukseen, 2. Opiskelija tekee rakennusautomaatioasennukset ja 3. Opiskelija viimeistelee ja dokumentoi rakennusautomaatioasennukset. Oppimateriaalin laajuus on noin 60 sivua, ja se toimitettiin OSAOlle pdf-muodossa. Oppimateriaalin lisäksi Fidelix suunnitteli ja toimitti fyysisen laitteiston, jonka avulla opiskelija voi harjoitella kyseisiä taitoja.

Avainsanat: rakennusautomaatio, opetusmateriaali

Abstract

Author:	Toni Lehtonen
Title:	Building automation educational material for the association of educational municipalities OSAO
Number of Pages:	36 pages + 1 appendices
Date:	4 October 2023
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Electrical and automation engineering
Professional Major:	Automation engineering
Supervisors:	Matti Välikylä, Lecturer

The purpose of this working life-oriented thesis is to design and create a learning environment related to building automation curricula to OSAO. The aim is that the learning environment for construction automation will be implemented as a part of the learning in OSAO, so the teachers as well as students will benefit from this.

As the results of the thesis, learning materials were prepared for OSAO in order to implement the training in the construction automation installations section of the Bachelor Degree in Electrical engineering and automation. The themes of the educational resources are: 1. The students are conducting the building automation installations. 2. The student performs building automation installations and 3. The student completes and documents the building automation installations.

The scope of the educational resources is approximately 60 pages and it was submitted to OSAO in pdf format. In addition to the learning materials, Fidelix designed and delivered physical learning environment that allows the student to practice these skills.

Keywords: building automation, teaching material

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kohdeorganisaatio Koulutuskuntayhtymä OSAO	2
3	Rakennusautomaatio ja valvonta-alakeskus	3
4	Opinnäytetyön toteutus	4
4.1	Kehittämistyön aiheen perustelu, organisointi ja suunnittelu	5
4.2	Kehittämistyön toteutus, arviointi ja levittäminen	6
5	Tuotetun oppimateriaalin rakenne	6
5.1	Opiskelija valmistautuu rakennusautomaatioasennuksiin	6
5.2	Opiskelija tekee rakennusautomaatioasennukset	12
5.3	Opiskelija viimeistelee, dokumentoi rakennusautomaatioasennukset	34
6	Yhteenveto	36
	Lähteet	38
	Liite 1: Esimerkki harjoitustehtävästä	

1 Johdanto

Suomessa keskustellaan siitä, että täällä ammatillinen koulutus olisi maailman parasta. Koulutus on vientituote, ja se tunnustetaan myös maailmalla parhaiden joukkoon. (Sairanen 2022.) Suomessa on pitkä historia osaamisperusteisen ammatillisen koulutuksen kehittämisessä, ja lisäksi Suomi on ollut suunnannäyttäjä myös kansainvälisesti ammatillisen koulutuksen kehittämisessä. Tämä maine ei ole syntynyt hetkessä, vaan se on usean vuosikymmenen toisinaan haasteellisenkin kehitystyön tulos. Viime vuosina on Suomessa käyty läpi ammatillisen koulutuksen uudistus, eli jatkuva kehittäminen ja muutokset ovat jatkuneet. Ammatillinen koulutus valmistaa työntekijöitä työmarkkinoiden ja yritysten käyttöön sekä myös kehittää kokonaisuudessaan työ- ja elinkeinoelämää laajalaisesti. Tänä päivänä ammatillinen koulutus antaa jatko-opintokelpoisuuden korkeakouluihin, valmiuksia yrittäjyyteen, mutta lisäksi tukee jatkuvaa oppimista ja ammatillista kasvua. (Ammatillinen koulutus; Työelämässä oppiminen.)

Fidelix on vuonna 2002 perustettu yritys, joka kehittää älykkäitä, luotettavia ja laajasti yhteensopivia rakennusautomaatiojärjestelmiä. Yrityksen rakennusautomaation erikoisosaaminen tuottaa asiakkaille muun muassa parempien sisäolosuhteiden, alhaisemman energiankulutuksen ja matalanpien ylläpitokustannusten muodossa. (Fidelix.) Koulutuskuntayhtymä OSAO teki Fidelixiltä hankinnan. Hankinnan kohteena on rakennusautomaation oppimisympäristö koulun Kaukovaaran tekniikan yksikölle. Työskentelen yrityksessä Fidelix ja sain tästä aiheeni kehittämistehtävälleni insinööriopinnoissani.

Tämän työelämälähtöisen oppinnäytetyön tarkoituksena on tehdä rakennusautomaation oppimisympäristö Koulutuskuntayhtymä OSAOn käyttöön sekä siihen liittyvän fyysisen laitteiston käyttöönotto. Tavoitteena on, että rakennusautomaation oppimisympäristö otetaan käyttöön Koulutuskuntayhtymä OSAOssa ja sekä opettajat että oppilaat hyötyvät tästä.

2 Kohdeorganisaatio Koulutuskuntayhtymä OSAO

Koulutuskuntayhtymä OSAO toimii Oulun seudulla. Tämän kuntayhtymän jäsenkuntia ovat Hailuoto, Ii, Kempele, Liminka, Lumijoki, Muhos, Oulu ja Tyrnävä. Lisäksi Pudasjärvi ja Taivalkoski ovat sopimuskuntia. OSAOn tehtävänä on ylläpitää, järjestää ja antaa jäsenkuntien puolesta järjestämisluvan mukaista ammatillista koulutusta ja aikuiskoulutusta sekä hoitaa kuntien puolesta yhtymäkokouksen päättämiä tehtäviä. (Hei tätä on OSAO.)

Koulutuskuntayhtymä OSAOn korkein päätöksentekaelin on yhtymäkokous. Se päättää muun muassa yhtymän talousarviosta ja toimintasuunnitelmasta ja hyväksyy johtosäännöt sekä valitsee hallituksen ja lautakuntien jäsenet. Jokaisella jäsenkunnalla (Hailuoto, Ii, Kempele, Liminka, Lumijoki, Muhos, Oulu ja Tyrnävä) on yhtymäkokouksessa yhtä monta ääntä kuin jäsenkunnassa oli asukkaita viimeksi toimitettuja kunnallisvaaleja seuraavassa vuodenvaihteessa. (Hei tätä on OSAO.)

OSAOn rahoitus muodostuu valtion ammatilliselle koulutukselle myöntämästä rahoituksesta, joka arvioidaan olevan vuonna 2022 noin 71,1 miljoonaa euroa. Lisäksi tuloja tulee noin 15–20 miljoonaa euroa muista tulonlähteistä, kuten oppilastöiden myynnistä, koulutuksesta ja erillisistä hankekohtaisista rahoituslähteistä ja vuokratuotoista. (Talousarvio ja -suunnitelma vuosille 2022–2024: 5.)

Koulutuskuntayhtymä OSAOlla on yhtymäkokouksessa hyväksytty strategia vuoteen 2025. Tähän yhtymästrategiaan perustuu toiminnan ja talouden suunnittelu. Strategian mukaan OSAOn perustehtävä on mahdollistaa työelämäosaaminen ja jatkuva oppiminen. Lisäksi sen tavoitteena on olla Suomen johtava ammattiosaajien koulutusyhteisö vuoteen 2025 mennessä. OSAOssa kehitetään ammatillista koulutusta yhdessä työelämän kanssa. Keskeinen kehittämisen työkalu ovat hankkeet. Kehittämistyön tärkein tavoite on parhaan osaamisen tarjoaminen opiskelijoille ja työelämälle. (Hei tätä on OSAO.)

OSAO muodostuu yhdeksästä yksiköstä, jotka sijoittuvat Ouluun, Haukiputaalle, Kempeleelle, Limingalle, Muhokselle, Pudasjärvelle ja Taivalkoskelle (Hei tätä on OSAO). Toimintasuunnitelman mukaan vuonna 2022 OSAOssa suoritetaan tutkintoja 2604 kappaletta, henkilötyövuosia on 901 kappaletta ja opiskelijavuosia on 7050 kappaletta (Talousarvio ja -suunnitelma vuosille 2022–2024: 7). Kaukovainion tekniikan yksikkö toimii yhteistyössä elinkeinoelämän kanssa, ja siellä suoritetaan 489 tutkintoa vuodessa (Kaukovainion yksikkö, tekniikka). Tämä kehittämislähtöinen opinnäytetyö on tehty tähän tekniikan yksikköön.

3 Rakennusautomaatio ja valvonta-alakeskus

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan yleisesti rakennusten taloteknisten järjestelmien, lämmitys-, ilmanvaihto-, valaistus-, valvonta- ja hälytysjärjestelmien, ohjaamista automaattisesti. Rakennusautomaation avulla pystytään vaikuttamaan rakennusten sisäilmaan, valaistukseen sekä turvallisuuteen. Rakennusautomaatiossa on tarkoituksena ohjata teknisiä laitteita ja parantaa laitteiden kestävyyttä. (Haapamäki 2018: 11.)

Parhaimmillaan rakennusautomaation avulla voidaan vähentää energiankuluksista ja mahdollistaa taloteknisten järjestelmien turvallisuus. Myös järjestelmien säännöllinen tarkastus ja huolto vaikuttavat energiatalouteen. (Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen 2017: 1.)

Valvonta-alakeskus on rakennusautomaation keskeisin osa. Valvonta-alakeskuksesta eli VAK:sta ohjataan kenttälaitteita ja luetaan mittauksia. VAK koostuu I/O-moduuleista, jotka kytketään CPU-korttiin sisäisen tiedonsiirtoväylän avulla. VAK sisältää useimmiten myös käyttöpäätteen. Käyttöpäätteeltä pystytään seuraamaan kiinteistön automaatiolaitteita ja tekemään tarvittavia ohjauksia sekä hälytysten kuittauksia. Käyttöpäätteet voivat olla erilaisia siirreltäviä käsipaneeleita tai selainpohjaisia graafisia kosketusnäyttöpaneeleita. (Sahlsten ym. 2018: 69.)

4 Opinnäytetyön toteutus

Kehittämistehtävä on rakennusautomaatiojärjestelmän oppimisympäristön tekeminen OSAOn Kaukovaaran tekniikan yksikköön. Rakennusautomaatiojärjestelmä tulee oppilaitokselle opetuskäyttöön.

Kehittämisprosessi muodostuu erilaisista tehtäväkokonaisuuksista. Kehittämistoiminnalla voidaan ajatella olevan viisi tehtävää. Ensimmäinen tehtävä on *perustelu*. Silloin mietitään, mitä ja miksi kehitetään. Tärkeää on määritellä kehittämistoiminnan lähtökohdat. Toteutuksen kannalta on hyvä, jos tässä vaiheessa voidaan tavoite perustella mahdollisimman konkreettisesti. (Toikko & Rantanen 2009: 56–57.)

Toinen kehittämisen tehtävä on *organisointi*. Silloin otetaan kantaa siihen, kuka tekee mitään ja mitkä ovat resurssit. Tavoitteelle pitää saada esimerkiksi rahoittaja tai organisaation johdon hyväksyntä. Tässä vaiheessa selvitetään käytännön toteutuksen suunnittelua ja valmistelua. Toisaalta voidaan sanoa, että tässä vaiheessa tehdään toimintasuunnitelma, jossa kehittämisen tavoite ja kohde määritellään mahdollisimman konkreettisella tavalla. Voidaan esimerkiksi muodostaa työryhmä, joka vastaa käytännön kehittämistoiminnasta. Lisäksi voi olla ohjausryhmä, johon kuuluvat kehittämisen kannalta olennaiset henkilöt ja keskeiset yhteistyökumppanit. (Toikko & Rantanen 2009: 58–59.)

Kolmas kehittämisen tehtävä on kehittämistoiminta eli *toteutus*. Tällöin ideoidaan, kokeillaan ja mallinnetaan. Tärkein ajatus on, että miten asetettu tavoite voidaan saavuttaa. Asioita joudutaan priorisoimaan, koska kaikkea mahdollista ei voida toteuttaa. Tämän takia toteutus pitää rajata ja kohdentaa mahdollisimman tarkasti. Kehittämistoiminnassa korostuu konkreettinen tekeminen. (Toikko & Rantanen 2009: 59–60.)

Neljäs kehittämistehtävä on toiminnan *arviointi*. Tämä voidaan nähdä kehittämistehtävän solmukohtana, jossa kehittämisen perustelua, organisointia ja toteutusta arvioidaan. Arvioinnin tehtävänä on myös tuottaa tietoa kehitettävästä

asiasta. Tässä vaiheessa voidaan arvioida, onko kehittäminen saavuttanut tarkoituksensa ja onko siinä onnistuttu. (Toikko & Rantanen 2009: 61–62.)

Viides kehittämistehtävä on *levittäminen*. Sillä pyritään uusien palveluiden ja tuotteiden levittämiseen. Siitä voidaan käyttää myös nimityksiä juurruttaminen ja valtavirtaistuminen. Tärkeä on miettiä, mihin tarkoitukseen palvelu tai tuote on luotu ja millaisia tuloksia sillä saadaan. Tähän vaiheeseen voi liittyä myös tuotteistaminen. Kehitetyn palvelun tai tuotteen toimivuudesta voidaan kerätä käyttäjiltä tietoa tai heidän kanssansa voidaan jatkaa kehittämistä. (Toikko & Rantanen 2009: 63.)

4.1 Kehittämistyön aiheen perustelu, organisointi ja suunnittelu

OSAO halusi tehdä yhteistyötä työelämän kanssa ja hankkia rakennusautomaation oppimisympäristön alan osaavalta yritykseltä. Kehittämistehtävä tehtiin, koska tällaista opetusmateriaalia on tällä hetkellä heikosti saatavilla ja sitä tarvitaan, jotta ammattikoulusta valmistuvat opiskelijat pystyvät vastaamaan työelämän osaamisvaateisiin.

Kehittämistehtävä aloitettiin aloituspalaverilla, jossa mukana oli yritys Fidelixin edustajia ja Koulutuskuntayhtymä OSAOn edustajia. Aloituspalaverissa sovittiin työn aikatauluista ja sisällöstä. Tämän jälkeen suunniteltiin tarkemmin rakennusautomaation osaamisympäristöön liittyviä aihealueita ja tehtiin alustavaa sisällysluetteloa. Samalla myös sovittiin työntekijöiden resurssit tehtävän tekemiseen. Sovittiin, että hanketta alkavat tekemään kaksi Fidelixin työntekijää, jotka molemmat ovat insinööriopiskelijoita. Sovittiin myös viikoittaiset työtunnit tämän hankkeen tekemiseen. Tähän hankkeeseen käytetyt työtunnit kirjattiin ylös järjestelmään. Hankkeen etenemistä seurattiin kerran viikossa järjestettävillä palaverilla, jossa mukana olivat hankkeeseen sovitut kaksi työntekijää sekä heidän esimiehensä.

4.2 Kehittämistyön toteutus, arviointi ja levittäminen

Hanketta aloitettiin kirjoittamaan Wordille alustavan sisällysluettelon mukaisesti. Työntekijät etsivät tietoa aiheista eri lähteistä sekä hyödyntäen työelämän oppeja. Mukaan tuli myös paljon kuvia selkiyttämään sisältöä. Työntekijät jakoivat keskenään aihealueita, joita työstivät, mutta lisäksi kävivät myös kaikkia aihealueita yhdessä pohtien läpi. Lopulliseen työhön, joka kuntayhtymä OSAOlle toimitettiin, tuli kirjallista materiaalia sekä Powerpoint-esityksiä. Lisäksi tuli fyysinen laitteisto koululle. Tähän laitteistoon tuli valvonta-alakeskus (VAK) ja tarvittavat kenttälaitteet ja valmisohjelma. Lisäksi tuli laitteiston käyttöön liittyviä tehtäviä, jotta opiskelijat pystyvät tekemään käytännön harjoituksia.

Hankkeen edetessä tuloksia arvioitiin jokaviikkoisissa palaverissa ja muutoksia ja korjauksia tehtiin sitä mukaa, kun niitä havaittiin. Kun rakennusautomaation oppimisympäristö valmistuu ja laitteet asennetaan koululle, niin sen jälkeen saadaan lisää arviointia hankkeen onnistumisesta ja sen hyödynnettävyydestä. Paljon riippuu myös koulusta, miten he ottavat materiaalin käyttöön ja kuinka laajalle opiskelijajoukolle sitä hyödynnetään.

5 Tuotetun oppimateriaalin rakenne

5.1 Opiskelija valmistautuu rakennusautomaatioasennuksiin

Oppimateriaalin ensimmäisessä osiossa käytiin läpi rakennusasennusautomaation tarkoitusta kiinteistöissä. Selvitettiin rakennusautomaatioprojektin vaiheet, joita ovat aloitus, suunnittelu, toteutus ja luovutus. Vaiheita havainnollistettiin kuvalla. Asentajan tehtävät kuvattiin alusta luovutukseen asti. Käytiin läpi esimerkiksi dokumenttien tulkitsemista, asennustehtäviä, pistetestauksia ja laite-merkintöjä. Osion lopuksi käsiteltiin rakennusautomaatioon liittyvät lait, standardit ja ohjeet.

Rakennusautomaatioprojektin vaiheet

Projektinhoidolla tarkoitetaan rakennusautomaatiourakan läpiviemistä alusta loppuun. Kuvassa 1 kerrotaan Rakennusautomaatio-järjestelmäurakan vaiheet. Projektinhoidon edellyttää yhteistyötä tilaajan ja rakennuttajan, suunnittelijoiden, muiden urakoitsijoiden sekä mahdollisten laitetoimittajien kanssa. Rakennusautomaatiourakan (RAU) alussa pidetään aloituskokous, johon osallistuvat RAU-urakoitsija, LVIA-suunnittelija ja -valvoja, tilaajan edustaja sekä pääurakoitsija. Kokouksessa käydään läpi RAU-suunnitelmat ja niissä esille tulleet mahdolliset ristiriidat sekä muut RAU-urakkaan liittyvät asiat. (Piikkilä 2018: 270.)



Kuva 1. Urakoinnin toteutuksen vaiheet (RAU-järjestelmäurakan vaiheet).

RAU-asennusprojektin vaiheet

RAU asennusprojektin alussa pyydetään urakan toteutuspiirustukset (mm. säätökaaviot ja laitesijoituspiirustukset). Varmistetaan, että käytössä on viimeisimmät versiot. Tarjouspyyntökuvilla ei saa tehdä toteutusta. Dokumentteja ovat

esimerkiksi keskuskuvat: layoutit ja johdotuskaaviot, vetoluettelot, laiteluettelot ja kytkentäkuvat.

Työmaalle pääsyssä huomioidaan, että jos työskentelee aliurakoitsijana, varmistetaan, että tilaaja on hyväksyttänyt aliurakoitsijan työmaalle. Selvitetään työmaan perehdytyskäytäntö ja suoritetaan tarvittavat ennakkoperehdytykset etukäteen. Tarvittava työmaaperehdytys on suoritettava työmaatoimistolla ennen töiden aloitusta. Työmaaluvat ja kortit on muistettava ottaa mukaan. Työmaalle saa mennä ja työt voi aloittaa vasta näiden jälkeen.

Keskusten asennuksessa on huomioitava, että varmistetaan keskusten haluttu sijainti, asennuskorkeus, tilavaraus, kaapelireitit ja muut järjestelmät. Pitää myös muistaa varmistaa, kuka hoitaa keskusten kuljetuksen työmaalle vai ovatko ne valmiiksi työmaalla. Laiteasennuksissa ja kytkennöissä huomioidaan, mikä laite asennetaan mihinkin. Tärkeää on laiteluettelo ja kytkentäkuvat. On tarkistettava laitekohtaiset asennusvaatimukset muun muassa sijoitus ja läpiviennit. On myös muistettava kaapeleiden kuorinta ja keskukseen kytkeminen.

Testauksessa tai itselle luovutuksessa huomioidaan muun muassa pistetaukset: oikeat kytkentäpaikat ja toimilaitteiden ajaminen. Varmistetaan oikea toiminto ja lukema ja anturityyppi sekä pyörimissuunnat. Testaus tehdään aina ohjelmistosta, ei käsikytkimillä. Hälytykset testataan toiminnallisesti eli tehdään hallitusti vikatilanne laitteeseen, jolloin hälytyskäski aktivoituu. Kaikki on muistettava dokumentoida. Lopulliset laitemerkinnät, kuten tarrat ja kilvet, määräytyvät urakka-asiakirjojen mukaisesti.

RAU-asentajan tehtävät

Rakennusautomaatiotyöt alkavat työmaalla työnaikaisista laitemerkinnöistä. Jokaisen laitteen, jonka sijainti ei selviä tasokuvista, sijainti merkitään kohteessa kaapelointeja ja laiteasennuksia varten. Esimerkiksi IV-koneeseen merkitään kaikkien siihen asennettavien laitteiden sijainnit. Työnaikaiset merkinnät

voidaan tehdä käyttäen teippiä ja siihen kirjoittamalla laitepositio. Työnaikaiset laitemerkinnät korvataan lopullisilla merkinnöillä (kilvet tai konekirjoitetut tarrat).

Tämän jälkeen asennetaan kenttälaitteet ja alakeskukset. Asennusten jälkeen kytketään kenttälaitteet ja VAK kytkentäkuvien mukaisesti ja testataan niiden toimivuus. Passiivianturit voidaan testata siten, että oikosuljetaan kyseinen mitaussilmukka. Lähettimet eli sähköllä toimivat anturit testataan tarkistamalla mitauslukema ja poikkeuttamalla sitä. Toimilaitteet testataan ajamalla ne koko toiminta-alueella ja tarkistamalla toimitus suunnat. Testausvaiheessa voidaan asentaa lopulliset laitemerkinnät.

Kaikki testaukset, asennukset ja kytkennät dokumentoidaan. Kaikki muutokset dokumentteihin nähden korjataan niihin lopullisia puhtaaksi piirtoja varten, jotta kiinteistön käyttöön jäävät ajantasaiset asiakirjat. Kaikissa työvaiheissa tulee kiinnittää huomiota siisteyteen ja jätteiden oikeaoppiseen käsittelyyn. Siisti työympäristö on työturvallisuuden ja viihtyisyyden perusta. Työnteon kannalta on myös mielekkäämpää ja tehokkaampaa laittaa roskat suoraan jäteastiaan erillisen siivouskierroksen sijaan. Myös urakka-asiakirjojen perusteella jokainen urakoitsija on velvollinen siivoamaan ja huolehtimaan omat jätteensä pois työpisteiltä.

Lainsäädäntö, standardit ja ohjeet

Rakennusautomaatioon liittyviä suoria lakeja ja asetuksia on melko vähän, mutta välillisesti vaikuttavia on paljon. Nämä voivat vaikuttaa RAU-toteutuksiin suoraan lainsäädännön kautta tai urakkaan liittyvien sopimusten välityksellä. Esimerkiksi urakka-asiakirjoissa voidaan viitata urakkaa velvoittavasti erilaisiin alan esimerkkiaineistoihin tai ohjeisiin, kuten Talotekniikan RYL eli taloteknisen rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Myös kaukolämpölaitoksella voi olla omia velvoitteita liittymäsopimuksissa, jotka velvoittavat siten kiinteistöä ja sen seurauksena vaikuttavat myös RAU-toteutukseen. (Liedes & Sirviö 2018: 283, 292).

Alle on koottu RAU-toteutukseen vaikuttavia lakeja, asetuksia ja ohjeita.

Eu-direktiivit

- EU 2018/844: Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin muutos koskien alla olevia direktiivejä
- 2010/31/EU: Energy Performance of Buildings Directive (EPBD, Rakennusten energiatehokkuus)
- 2012/27/EU: Energy Efficiency Directive (Energiatehokkuus)

Kansallinen lainsäädäntö

- maankäyttö- ja rakennuslaki: 117. § Rakentamiselle asetettavat vaatimukset, esimerkiksi 117. § (16.12.2016/1151) Energiatehokkuus)
- maankäyttö- ja rakennuslain 18. luvun 126. § päivitys (EU 2018/844-direktiivi)
- sähköautojen lataus ja rakennusten automaatio- ja ohjausjärjestelmät

Asetukset

- 1009/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta
- 1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta
- 1047/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista esimerkiksi 6. § veden lämpötila
- 545/2015 STM asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisista asiantuntijan pätevyysvaatimuksista, esimerkiksi 7. § vesijohtoveden lämpötila ja 9 § asunnon ilmanvaihto

Ohjeet

- Talotekniikka RYL 2002 (J7 Automaatiojärjestelmät)
- ST-Kortisto
- KH-kortisto
- Hyvä sisäilma –suositukset
- Rakennusten kaukolämmitys
- Määräykset ja ohjeet K1/2021: esimerkiksi 5. säätölaitteet

Sähkötyöturvallisuus ja määräykset

Yleistä tietoa sähkötyöturvallisuuden asennuksista esitetään Standardissa SFS 6000. Jos sähkötyössä esiintyy sähköiskun tai valokaaren vaara, on työtä tehdessä noudatettava sähkötyön olennaisia turvallisuusvaatimuksia. Työ täytyy siis toteuttaa sähkötyöturvallisuuslain (2016) 84. §:ssä tarkoitettuja standardeja noudattaen. Työt kannattaa tehdä SFS 6002 -standardin mukaisesti. Pienjännitettä 230/400V käytetään alakeskuksen jännitteen syöttöön sekä joihinkin alakeskukselta toteutettaviin ohjauksiin. (Liedes & Sirviö 2018: 283–284.)

Työturvallisuus

Työpaikan turvallisuuskulttuuri tarkoittaa, että jokainen työntekijä tietää työpaikan turvallisuusasiat ja on sitoutunut noudattamaan turvallisuutta työssään. Turvallisuusasioita sekä toimintaa on kerrattava ja harjoitettava säännöllisesti. Jokaisen työntekijän on muun muassa osattava tehdä hätäilmoitus, tunnettava pelastussuunnitelman sisältö, osattava toimia onnettomuus-, vaara- ja vahinkotilanteissa annettujen ohjeiden mukaisesti. Lisäksi työntekijän on ilmoitettava havaitsemistaan riskitekijöistä esimiehelleen, noudatettava turvallisista työtapoja, tiedettävä poistumistiet ja kokoontumispaikka sekä selvitettävä lähimmät alkusammutusvälineet ja ensiaputarvikkeet. Jokaisen työntekijän on käytettävä työtehtävissään tehtävän edellyttämiä suojavälineitä, esimerkiksi suojakypärää, suojalaseja, kuulosuojaimia ja 4-pisteleukahihnaa. Huomiovärivaatetus ja

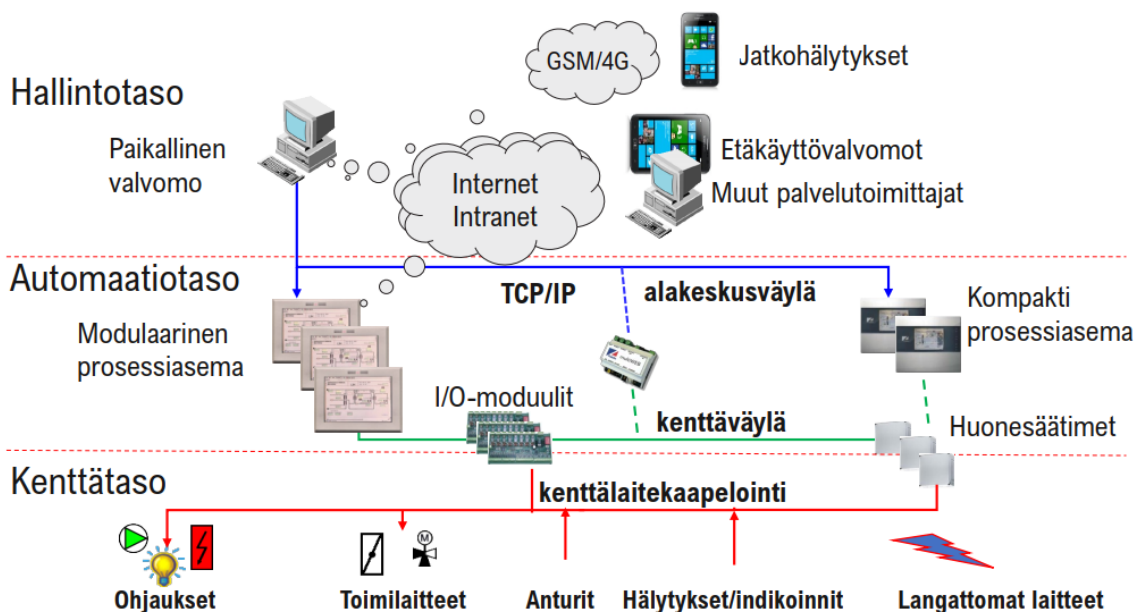
turvakengät on myös muistettava. Jokaisen työntekijän velvollisuus on myös pitää työpiste ja työskentelyalue siistinä. (Työn ja työympäristön turvallisuus.)

5.2 Opiskelija tekee rakennusautomaatioasennukset

Toisessa osiossa käytiin läpi erilaisia kenttälaitteita ja niiden tarkoitusta rakennusautomaatioprosessissa. Osio sisälsi useita havainnollistavia kuvia, joiden avulla opiskelija oppii tunnistamaan työmaalla vastaan tulevan laitteiston. Osiossa käsiteltiin myös kenttälaitteiden kaapelointia sekä alakeskuksen kytkentää. Käsittelimme myös alakeskukseen tulevien I/O-moduuleiden merkitystä. Lisäksi jokaisesta osiosta oli myös teoriaan perustuvia harjoitustehtäviä (liite 1).

Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

ST-Käsikirja 17 (Sahlsten ym. 2018: 60) määrittelee rakennusautomaatiojärjestelmän rakenteen kolmelle tasolle: hallintotaso, automaatiotaso ja kenttätaso (kuva 2). Hallintotasoa kuvataan käyttäjärajapinnaksi järjestelmään. Järjestelmien kehittyessä on rakenteen rajojen määrittäminen yhä monimutkaisempaa, esimerkiksi alakeskuskohtaiset käyttöpäätteet ja näytöt sekä erilaiset etäkäyttöraiskaisut ja niihin liittyvät laitteet valvomo- ja alakeskustasoille. (Sahlsten ym. 2018: 60.)



Kuva 2. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakentuminen (Sahlsten ym. 2018: 60).

Anturit ja lähettimet

Anturi, esimerkiksi lämpötila-anturi, jossa on mittavastus reagoi mitattavaan suureeseen muuttuvalla sähkönjohtavuudella (resistanssi). Lähetin on laite, joka muuttaa mitattavan suureen sähköiseksi standardiviestiksi esimerkiksi paineanturi. Passiivinen eli ilman ulkoista käyttöjännitettä toimiva laite on esimerkiksi vastusanturi. Aktiivinen eli ulkoisen käyttöjännitteen tarvitseva lähetin on esimerkiksi painelähetin. Rakennusautomaatioissa yleisesti anturit ovat passiivisia laitteita. (Sahlsten ym. 2018: 57.)

Lähettimet ovat aktiivisia laitteita ja vaativat ulkoisen käyttöjännitteen, esimerkiksi kaikki muut kuin lämpötilamittaukset (paine, hiilidioksidi, kosteus...). Lähettimiltä saadaan standardiviestinä jännite (0 (2) –10 V) tai virta 0 (4) –20 mA). Yhdistelmämittaukset, joissa yhdessä laitteessa on kaksi mittausta, kuten lämpötila ja hiilidioksidi ovat yleisesti aktiivisia lähettämiä. (Sahlsten ym. 2018: 57.)

Standardiviestit

Yleisimmin rakennusautomaatiossa mitattu suure on resistanssi. Rakennusautomaatiossa yleisimmin käytetyt standardiviestit ovat 0–0 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. (Sahlsten ym. 2018: 57.)

Käyttöjännitteet

Rakennusautomaatiojärjestelmissä yleisesti käytetyt jännitetasot ovat pienjännite 230 VAC ja 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. Erityisesti pitää kiinnittää huomiota sähköturvallisuuteen työskennellessä automaatio- ja sähköjärjestelmien parissa. (Sahlsten 2018: 201–202.)

Lämpötila-anturit

Lämpötila-antureita (kuva 3) käytetään rakennusautomaatiossa esimerkiksi nesteen tai ilman lämpötilan mittaukseen. Mittaustulosten avulla prosesseja voidaan säätää asetusarvojen ja tarpeen mukaisesti. Kattavien olosuhdemittausten avulla voidaan kiinteistöä ohjata hallitusti, saavuttaa tavoitteiden mukaiset olosuhteet energiakuluissa. (Sahlsten ym. 2018: 66.)



Kuva 3. Asennettu kanavalämpötila-anturi ja paikallismittari.

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. (Sahlsten ym. 2018: 84.)

Paine- ja paine-eroanturit

Rakennusautomaatiossa käytetään paine- ja paine-erolähettä, jotta voidaan mitata ja valvoa mahdolliset ali- ja ylipaineet järjestelmässä sekä säätää prosessit toimimaan haluttujen paineasetusten mukaisesti. Paine-erolähettä käytetään muun muassa LTO:ssa huurteenpoistoa varten, IV-koneen suodattimissa ja tulo- ja poistokanavissa. Lähettimet muuntavat paineen sähköiseksi signaaliksi. Mittaamalla painetta kahdella letkulla, ennen suodatinta ja suodattimen jälkeen, saadaan selville, jos suodatin on viallinen, vaihtokunnossa tai likainen. Suodatin aiheuttaa ilmavirtaukseen painehäviön, joka näkyy mittauksen tuloksena. (Sahlsten ym. 2018: 84–85.)

Toimilaitteet

Toimilaite tarkoittaa laitetta, joka säättää toimielintä. Toimiyksikkö koostuu toimilaitteesta, esimerkiksi venttiilimoottori ja toimielimestä esimerkiksi venttiili. Käytännössä toimilaitteita käytetään esimerkiksi prosessin virtauksen säätöön kaukolämmön virtaus lämmönvaihtimelle. Toimilaitteen toimintaperiaate on päinvastainen lähettimelle. Kun lähettimet muuttavat fyysisen asian sähköiseksi signaaliksi, toimilaitteet muuttavat sähköisen signaalin fyysiseksi toiminnoksi. Rakennusautomaatiossa käytettäviä toimilaitteita ovat esimerkiksi venttiilit, pumput, säätöpellit ja taajuusmuuttajat (Sahlsten ym. 2018: 92.)

Säätöventtiilit

Säätöventtiilit (kuva 4) ovat yleisimmin tyypiltään istukka- tai säätöpalloventtiileitä, joiden avulla pystytään vaikuttamaan nesteen virtaukseen. Säätöventtiileillä vaikutetaan virtaukseen, ja siten ne mahdollistavat esimerkiksi paineen tai lämpötilan säädön. 3-tieventtiileitä käytetään kahden eri piirin virtaussuhteiden hallintaan. 3-tieventtiilit voivat olla sekoittavia, jolloin niissä on kaksi tuloa ja yksi lähtö, tai jakavia, jolloin niissä on yksi tulo ja kaksi lähtöä. 3-tieventtiilissä säätö tapahtuu säätämällä kahden eri piirin virtauksen suhdetta toisiinsa. Venttiilin valintaan vaikuttavat useat asiat, esimerkiksi yhteiden määrä, liitostapa, fyysinen koko, virtaustekninen koko ja materiaali ja kestoisuusvaatimukset. (Sahlsten ym. 2018: 93–94.)



Kuva 4. Kuvassa 2-tieventtiilejä sekä 3-tieventtiilejä (Danfoss-venttiilit).

Sulkuventtiilit

Sulkuventtiileitä käytetään kiinni/auki-tyyppiseen (on/off) ohjaukseen. Niinä voidaan käyttää läppäventtiileitä sekä istukka- tai palloventtiileitä. Näissä käytetään vastaavanlaisia toimilaitteita kuin säätöventtiileissäkin, mutta on/off-ohjauksella. Ohjaus voi olla itsestään palautuva turva-asentoon esimerkiksi jousen voimalla. (Sahlsten ym. 2018: 94.)

Magneettiventtiilit

Sulkuventtiileinä voidaan käyttää myös magneettiventtiileitä. Magneettiventtiilit ovat aina on/off-tyyppisiä. 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 koon ja virtausominaisuuksien

lisäksi huomioida muun muassa verkoston paineominaisuudet sekä kelan käyttöjännite sekä kelan ottama virta. (Sahlsten ym. 2018: 94.)

Venttiilimoottorit

Venttiilimoottori on laite, jolla säädetään venttiilin asentoa. Venttiilillä säädetään nesteen virtausta putkessa. Venttiileitä ovat esimerkiksi istukka-, laippa- ja palloventtiilit. Venttiilimoottoria ja venttiileitä käytetään yleisesti erilaisissa lämmityksen ja jäähdytyksen säädöissä. Niiden 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. (Sahlsten ym. 2018: 94.)

Peltimoottorit

Peltimoottorit ovat sähkömoottoreilla varustettuja toimilaitteita, jotka ovat osa IV-järjestelmää. Peltimoottoreilla ohjataan ilmanvaihdon toimielimiä, kuten sulk-, vyöhyke- tai säätöpeltejä. Yleisimpiä esimerkkejä IV-koneessa ovat raitis- ja jäteilmapellit sekä LTO-säätö- tai ohituspellistöt. Kun puhaltimet ovat käynnissä, niin 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. (Sahala 2018: 46; Sahlsten ym. 2018: 95.)

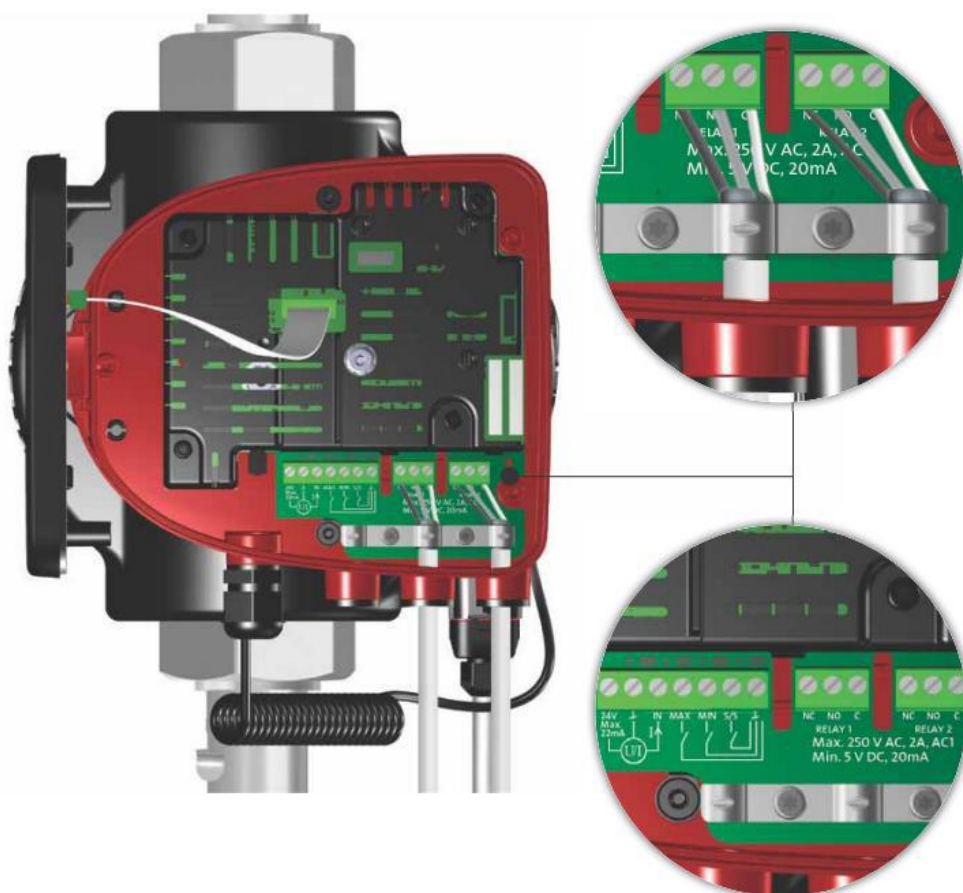
Pumput

Pumput (kuvat 5 ja 6) ovat osa LVI-prosesseja. Yleisesti ne kierrättävät vettä verkostossa ja tuottavat haluttua painetta, esimerkiksi lämpimän käyttöveden kierto tai patteri- ja lattialämmitysverkostot. Pumppujen käyntitila voi olla prosessin kannalta kriittinen, joten pumpun käyntiin voidaan sijoittaa lukituspiirejä, esimerkiksi IV-koneen käynnistymisen edellytys on, että lämmityspatterin kierto-pumppu on käynnissä. Prosesseista riippuen pumpuista voidaan liittää RAU-

järjestelmään indikointi, ohjaus, hälytys ja säätöviestejä prosessien ohjaustarpeen mukaan. (Sahlsten ym. 2018: 97.)



Kuva 5. Pumppu Grundfos Magna 3 (Magna 3).



Kuva 6. Pumppu sisältä Grundfos Magna 3 (Magna 3b).

Taajuusmuuntajat

Taajuusmuuttaja on laite, joka on kehitetty vaihtovirtaa (AC) käyttävän oikosulkumoottorin nopeuden säätöön. Taajuusmuuttajan toiminta perustuu vaihtojännitteen tasasuuntaukseen ja sen takaisin vaihtosuuntaukseen. 3-vaihemoottorin vaihejärjestys vaikuttaa moottorin pyörimissuuntaan. Taajuusmuuttajan tekniikan takia tulee moottorin pyörimissuunnan korjaus, vaihejärjestyksen vaihto, tehdä taajuusmuuttajan jälkeisestä kytkennästä.

Taajuusmuuttajat liitetään rakennusautomaatiojärjestelmiin I/O-liitännöillä tai väyläpohjaisilla liitännöillä. Lisäksi yleinen liitântätapa on hybridimalli, jossa ohjaus, indikointi, hälytys ja 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 (kuva 7) käytetään myös kestopagneettimoottoreiden kanssa. (Sahlsten ym. 2018: 97.)



Kuva 7. Taajuusmuuttaja (VLT® AutomationDrive FC 301 / FC 302).

EC-puhaltimet

EC-puhaltimissa on moottorina harjaton DC-moottori, joka on elektronisesti kommutoitu. EC-moottoreissa puhaltimen ohjauselektronikka on integroitu puhallinmoottoriin. EC-puhaltimet ovat yleistyneet niiden paremman hyötysuhteen ja energiatehokkuuden myötä. Tarvittaessa EC-moottoreiden ohjelmointi ja käyttöönotto tapahtuu yleensä erillisellä käyttöpaneelilla tai väylärajapinnan kautta. Paikallista käyttäjärajapintaa ei ole, vaan laitteet ovat valmiiksi esiohjelmoituja. Laitteesta löytyy IO- sekä väylärajapintaa ulkoista RAU ohjausta ja liityntää varten. (Sahlsten ym. 2018: 102.)

Määramittaukset

Määramittauksilla seurataan esimerkiksi veden- tai energiankulutusta. Mittareilta luetaan kumulatiivisiä mittarilukemia, joista lasketaan kulutustietoja, joiden perusteella voidaan koostaa kulutusraportteja aikajaksoittain. Mittareiden kulu- tusdataa voidaan kerätä mittareiden pulssilähdöistä tai väylätekniikalla. Pulssi- mittauksissa jokainen mittari tarvitsee oman johdinparin pulssisignaalia varten. Väylämittareilla taas kaapelointi voidaan ketjuttaa väyläprotokollasta riippuen. Näiden lisäksi voidaan seurata hetkellistä tehoa, jonka perusteella voidaan tehdä huipputehonrajoitusta. (Sahlsten ym. 2018: 74.)

Vesimittarit

Asuinkiinteistöissä käytetään vesimittareita kiinteistön sekä asuntokohtaisen vedenkulutuksen mittaamiseen (kuva 8). Toimitiloissa voidaan mitata tilakohtaista kulutusta tai kouluissa esimerkiksi keittiön veden käyttöä. (Sahlsten ym. 2018: 88.)



Kuva 8. Huoneistokohtainen vesimittari (Alta luettava huoneistokohtainen vesimittari).

Sähköenergiamittarit

Sähkömittarit liitetään yleensä järjestelmään väylällä. Väyläratkaisuna toimii yleisimmin MBUS tai Modbus. Sähköenergiamittareilla tai analysaattoreilla seurataan kulutustietojen lisäksi myös hetkellisiä tehoja tai esimerkiksi sähköverkon tilan suureita, kuten jännitteet, virrat, pätö- ja loistehon suhteita ja kulmakertoimia. (Sahlsten 2018: 236–237.)

Kaukolämpö ja -kylmä

Kaukolämpö ja kaukokylmämittareista liitetään yleensä energia- ja vesimäärät. Etuna on energiakulutusten seuraaminen samasta järjestelmästä energiankulutukseen vaikuttavien järjestelmien kanssa. (Sahlsten 2018: 237.)

Palopellit

Palopeltejä käytetään kiinteistöissä mahdollisen tulipalon leviämisen rajoittamiseksi. Kiinteistöissä on palo-osastot, joilla paloalueita pyritään rajaamaan. Palopeltejä käytetään palo-osastolta toiselle jatkuvissa IV-kanavistoissa. Niillä voidaan rajoittaa palon leviämistä IV-kanaviston kautta palo-osastolta toiselle. Palopelti on suunniteltu niin, että se sulkeutuu heti, kun se havaitsee liikaa lämpöä, esimerkiksi laukaisuraja on 70 °C. Palopellit estävät sulkeutuneena

ilmavirtauksen sekä tulen ja savun leviämisen. Ne voivat olla jousikäyttöisiä tai toimilaitteella varustettuja, ja niitä ohjataan yleensä toimilaitteen tai ohjauskeskusten kautta. Palopeltien liittäminen rakennusautomaatioon on yleistynyt runsaasti. (Sahlsten ym. 2018: 96.)

Savuilmaisin on laite, joka tunnistaa savun ja antaa hälytyksen (kuva 9). Savu-
hälytyksen perusteella voidaan tehdä erilaisia toimenpiteitä palon rajoittamiseksi. Yleisimmin savuilmaisimia käytetään palon rajoittamiseen kiinteistön sisällä. Savuilmaisin voidaan sijoittaa myös havaitsemaan ulkoisia uhkia esimerkiksi tuloilmakanavasta, jolloin savua havaittaessa voidaan pysäyttää ilmanvaihtokone.



Kuva 9. Savuilmaisin (Calectro UG-3 savuilmaisin).

IV-hätäseis ja 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. Painike liitetään suoraan rakennusautomaatiojärjestelmään ja hälytystieto viedään alakeskuksesta toiseen ohjelmallisesti automaatiojärjestelmän sisällä. (Sahlsten ym. 2018: 78.)

Erillisjärjestelmät

Rakennusautomaatiota käytetään useiden erilaisten järjestelmien tiedonkeruuseen ja kiinteistön kokonaishallintaan. Oheisjärjestelmiltä voidaan lukea vika- ja huoltohälytystietoja, turvahälytyksiä, tai niille voidaan antaa käyntilupia. Esimerkkejä näistä ovat kulunvalvonta, rikosilmoitus, turvavalo, perusvesipumppaamo, ovilukot, kiuasohjaukset ja savunpoistokeskus. (Liedes & Piikkilä 2018: 110.)

Ryhmäkeskusohjaukset, indikoinnit ja lukituspiirit

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

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

Ryhmäkeskuksilta luetaan yleisesti useita erilaisia indikointitietoja. Yleisiä indikointeja ovat saattolämmitysten ja valo-ohjausten indikoinnit, jotka tosiasiallisesti luetaan kontaktorin apukärjeltä. (Sahlsten 2018: 231, 236.)

Kaasupitoisuusmittarit (CO, CO₂...)

Kaasupitoisuusmittarin avulla seurataan huoneen ilmanvaihdon tarvetta. Jos huoneen hiilidioksidipitoisuus alkaa nousta huonetilalle liian korkeaksi, voidaan tehostaa huoneen ilmanvaihtoa. Hiilidioksidipitoisuus on usein paras mittari kiinteistön sisäisestä kuormituksesta, kun hiilidioksidipitoisuus kasvaa henkilömäärän ja heidän aktiivisuutensa mukaan. Muita kaasupitoisuusmittauksia ovat esimerkiksi hiilimonoksidimittaukset (CO, häkä), happipitoisuus ja erilaiset hitsauskaasut. Hiilimonoksidipitoisuutta valvotaan autohalleissa. Sairaaloissa ja teknisen työn tiloissa käytetään muita kaasumittauksia, esimerkiksi happi tai asetyleen. (Sahlsten ym. 2018: 86.)

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. Useiden eri valmistajien väylälaitteiden liittämisesä samaan 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. (Sahlsten ym. 2018: 104.)

Kenttälaitteiden kaapelointi

Järjestelmän tyypistä riippuen tarvittava kenttälaitekaapelointi voi vaihdella. Yleisimpiä syitä tähän ovat mittausperiaate, toimilaitteen toiminta ja toimintojen määrä sekä toimilaitteen käyttöjännite. Oikea kaapelointitoteutus löytyy järjestelmätoimittajan ohjeista. Kaapeloinneissa käytetään yleisesti erilaisia kaapelivalmistajien instrumentointikaapeleita. Yleisimmin käytettävät kaapelityypit ovat NOMAK, JAMAK ja KLM(A). Kaapeleiden valinnassa tulee huomioida esimerkiksi käyttöjännite, jännitteenalenema, pari- tai johdinmäärä, häiriösuojaus, palonrajoitusvaatimukset, asennuspaikka ja väyläkaapeloinneissa standardin asettamat kaapelivaatimukset. (Sahlsten ym. 2018: 103.)

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. (Sahlsten ym. 2018: 104.)

Sähköasennukset

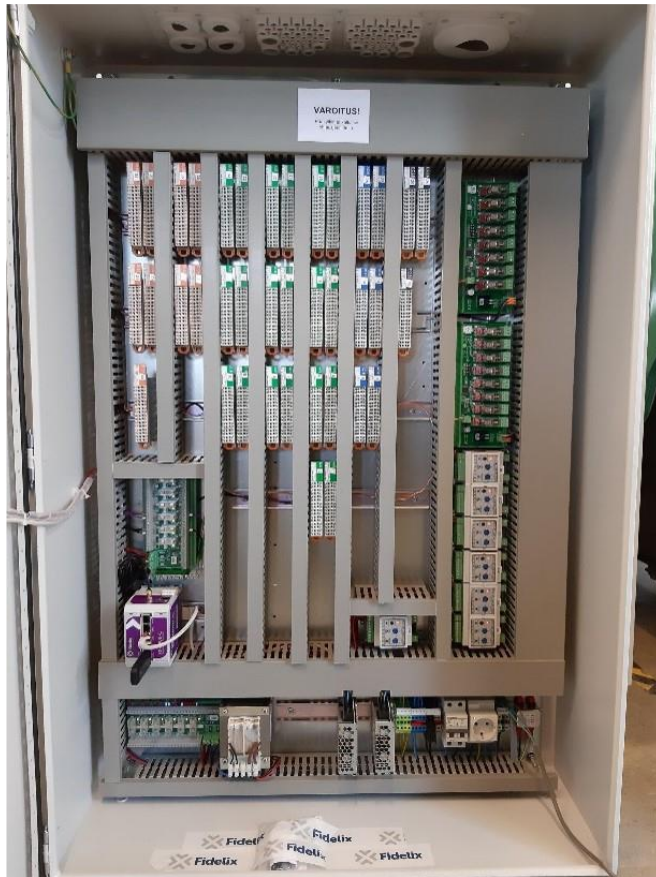
Sähköasennukset ovat luvanvaraisia sähköasennustöitä, joista vastaa sähköurakoitsija. Automaatiourakoitsija tekee runsaasti yhteistyötä sähköurakoitsijan kanssa. Yleensä urakka-asiakirjoissa on määritetty, että 230 V:n kytkennät kuuluvat sähköurakoitsijalle. Kytkenäpaikat automaatiokeskuksessa katsotaan yhteistyössä sähköasentajan kanssa. Esimerkkejä 230 V:n sähköohjauksista ovat saattolämmitykset tai perinteiset valaistusohjaukset. Muita yleisiä sähköurakoitsijan kanssa yhteistyössä läpi käytäviä asioita ovat VAK-RK-kaapeloinnit, RAU-vetoluettelot ja erillisjärjestelmien liitokset, esimerkiksi turvavalistus. (Piikkilä 2018: 273–275.)

Automaatiotaso

Automaatiotasolla tarkoitetaan valvonta-alakeskusta (VAK) ja sen sisältämiä laitteita: automaation keskusyksikköä ja siihen liitettyjä I/O-moduuleita ja muita keskuslaitteita, kuten jäätymissuojatermostaatit, väyläsovittimet ja verkkolaitteet. Alakeskuksen keskusyksikköön ladataan ohjelmat, jotka lukevat rajapinnan välityksellä prosessien tilaa, ohjaavat eri I/O-pisteisiin kytkettyjen kenttälaitteiden toimintaa ja kenttälaitteiden välityksellä koko prosessia. (Sahlsten ym. 2018: 60.)

Modulaarinen alakeskus

Valvonta-alakeskus eli VAK koostuu I/O-moduuleista (kuva 10). Yhdistelmäkortteihin voidaan kytkeä useita pistetyyppejä. Alakeskuksen sisäisen tiedonsiirtoväylän avulla voidaan moduulit kytkeä alakeskuksen CPU-korttiin. (Sahlsten ym. 2018: 69.) I/O-moduuliin pystytään kytkemään esimerkiksi 8–40 fyysistä pistettä. Fyysiset pisteet ovat esimerkiksi käyntitiloja, indikointeja, päälle-poisohjauksia tai erilaisia antureita sekä toimilaitteita.



Kuva 10. Fidelix-alakeskus (Fidelix alakeskus).

Moduulikotelo alakeskuksena

Moduulikoteloratkaisua voidaan käyttää silloin, jos järjestelmä sallii I/O moduulien hajauttamisen väylällä. Tällöin koteloon sijoitetaan pelkästään I/O-moduuleita ja ne liitetään läheiseen alakeskukseen. I/O:ta ohjaavat ohjelmat sijaitsevat alakeskuksessa. Asiakkaalle edullisempi ratkaisu on, kun pienipistemäinen alakeskus korvataan. Hajautettu I/O-moduuli voi olla toiminnaltaan täysin itsenäinen ohjaus- ja säätötoimintojen suhteen (Sahlsten ym. 2018: 70.) Moduulikotelot liitetään alakeskuksiin väyläteknikalla, jolloin kaapelointitarve on keskusten välillä pieni.

Moduulikoteloita käytetään esimerkiksi perinteisessä kerrostalorakentamisessa, jossa tekniikka jakautuu kahteen tekniseen tilaan: lämmönjakohuoneeseen sekä ilmanvaihtokonehuoneeseen. Tällaisessa tapauksessa alakeskus voi olla

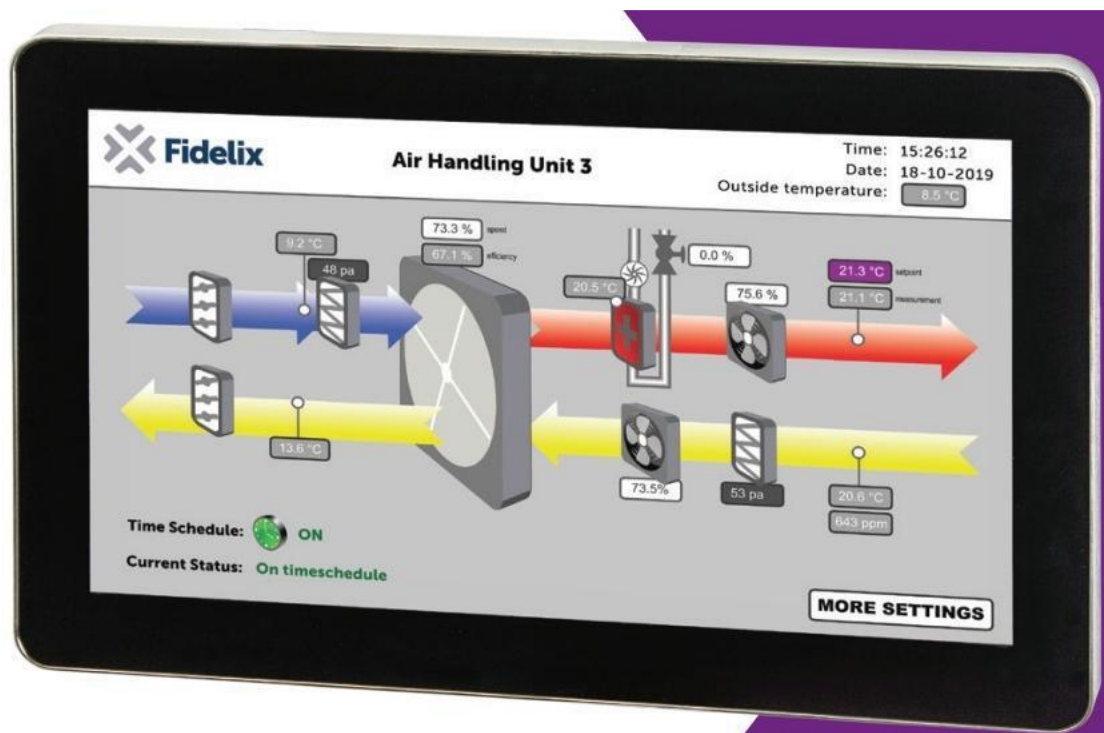
lämmönjakohuoneessa ja moduulikotelo ilmanvaihtokonehuoneessa. Tällä saadaan kustannustehokkuutta, kun säästetään toteutuksesta yksi keskusyksikkö.

Huonesäätimet

Huonesäätimet ovat vapaasti ohjelmoitavia kenttäohjaimia, ja ne eroavat IO-moduuleista sen sisältämän älyn osalta. Se voi toimia itsenäisenä prosessiohjaimena eikä tarvitse keskusyksikköä toimiakseen. Tämä lisää käyttövarmuutta kiinteistöissä. Yleensä huonesäätimet liitetään väylällä keskusyksikköön. Niitä voidaan käyttää myös monipuolisesti erilaisissa OEM-ratkaisuissa. Kiinteistöissä huonesäätimiä käytetään muun muassa paikallisiin olosuhdesäätöihin hallitsemaan ilmanvaihtoa, valaistusta tai lämmitystä sekä jäädystä. IO-pistemäärän salliessa voidaan samaan huonesäätimeen liittää useita säätöpiirejä tai olosuhdesäätöjä. (Sahlsten ym. 2018: 65–66.)

Käyttöpäätteet

Käyttöpäätteeltä pystytään seuraamaan kiinteistön automaatiolaitteita ja tekemään tarvittavia ohjauksia sekä hälytysten kuittauksia. Käyttöpäätteet voivat olla erilaisia siirreltäviä käsipaneeleita tai selainpohjaisia graafisia kosketusnäyttöpaneeleita (kuva 11).



Kuva 11. Fidelix VISIO-15-C -graafinen käyttöpääte (Fidelix VISIO-15C -graafinen käyttöpääte).

Hallintotaso

Perinteisessä RAU-järjestelmän rakenteessa hallintotaso tarkoittaa valvomoita ja siihen liitettyjä toimintoja. Järjestelmien kasvaessa ja kehittyessä ovat toteutuksiin tulleet mukaan myös erilaiset raportointi-, analysointi- ja optimointipalvelut. Tiedonsiirto eri järjestelmien välillä voidaan toteuttaa rajapintojen avulla pilvitasolla. Kiinteistöistä voidaan kerätä automaation rajapintojen välityksellä esimerkiksi energian- tai vedenkulutuksen mittaustiedot ja välittää ne raportointijärjestelmään. (Sahlsten ym. 2018: 59–60.)

Valvomot

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

perusedellytys kiinteistön kokonaisvaltaiseen hallintaan. Valvomon kautta päästään katsomaan kohteen grafiikkakuvia ja voidaan tehdä tarvittavia asetusarvo-muutoksia. Lisäksi valvomoihin toteutetaan prosessien koontikuvia, jolloin yhdeltä sivulta voidaan tarkistaa kerralla esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden toiminta. Valvomoon tulee myös tiedot kohteen hälytyksistä. (Sahlsten 2018: 244.)

Säätöpiirit

Säätöpiiri on kokonaisuus, joka pitää sisällään toimilaitteen, mittausanturin tai lähettimen ja säätimen. Säätimeen syötetään asetusarvo (A) ja mittaus (M). Lisäksi säätimen sisään tulona (käyntilupana) voi olla indikointi prosessista, kuten pumpun käyntitila. Oleellinen asia säätöpiirin toiminnan kannalta on se, että prosessi reagoi annettuun ohjaukseen ja laitteet keskustelevat keskenään, jotta päästään oikeisiin ohjearvoihin. Prosessissa pitää olla virtausta, jotta sitä voidaan säätää. (Harju & Marttinen 2020.)

Säädön nopeus on riippuvainen viritysparameetreista sekä mittauksen eron suuruudesta asetusarvoon nähden (on eroarvo). Yleisimmin käytettyjä säätötapoja on kolme: vakioarvosäätö, kompensointisäätö tai kaskadisäätö. Säätötavoilla eroina ovat, mistä säätimien asetusarvot tulevat. Asetusarvo noudattaa muunnostaulukosta saatua eikä tee muuta korjausta kohti haluttua olosuhdetta. (Harju & Marttinen 2020.)

Kaskadisäätö on esimerkiksi IV-koneen tuloilman lämpötilan asetusarvo kaskadisäätönä poistoilmasta tuloilmaan. Poistoilman lämpötilalla on asetus, johon se pyrkii antamalla ulostulonaan asetusarvoa tuloilman lämpötilalle. Tämä poistoilman lämpötilasäädin muuttaa tuloilman asetusarvoa tarpeen mukaisesti, jotta asetusarvo saavutetaan täsmällisesti. (Harju & Marttinen 2020.)

Lukitukset Ja turvatoiminnot

Turvatoiminnot ja lukituspiirit voidaan toteuttaa rakennusautomaatiolla, sähköjärjestelmissä tai näiden yhteistoimintana. Näissä tilanteissa estetään laitteiston

käynti kriittisessä tilanteessa. Esimerkiksi IV-koneet voidaan pysäyttää IV-hätä-pysäytyspainikkeella tai IV-koneen puhaltimien käynti estää, jos lämmityspatterin pumppu ei ole käynnissä. (Sahlsten 2018: 231.)

Tapahtumaohjaukset ja aikaohjaukset

Tapahtumaohjaus on esimerkiksi valaistuksen ohjaus päälle ja pois valoisuuanturilta saadun tiedon perusteella. Tapahtumaohjauksiin yhdistetään usein mukaan aikaohjelma. Aikaohjelmalla ohjataan toimintoja päälle ja pois aikaperusteisesti. Esimerkiksi ulko-ovet voidaan avata kello 8 ja sulkea kello 16 tai sisävalaisukset ohjata päälle kellonaikojen mukaan. Aikaohjelmia käytetään myös ilmanvaihtokoneiden aikaperusteisiin ohjauksiin. (Sahlsten ym. 2018: 78.)

Yleisimmät asennusvirheet

Asennusvirheitä voi sattua, ja tärkeintä on suorittaa oman työn tarkastus erityisen huolellisesti. Osana oman työn tarkastusta on pistetestaus, jossa testataan kaikki asennetut laitteet ja järjestelmään kytketyt tiedot (fyysiset ja ohjelmalliset). Virheen tullessa vastaan suoritetaan vianhaku ja korjaus. Vianhakutaidot korostuvat lisäksi huoltotöiden yhteydessä.

Esimerkkejä mahdollisista virheistä on, että anturi näyttää väärin.

Jos esimerkiksi paineanturi on kytketty oikein, mutta näyttää anturin näytössä tai paikallisessa mittarissa ja VAK:ssa eri lukemaa, ongelman syy on todennäköisesti väärä muunnostaulukko, jolla mittasignaalia skaalataan mitattavaksi suureeksi (esimerkiksi 0–10 V -> 0–6 bar). Silloin pitää muistaa:

1. Tarkista kytkennät molemmista päistä.
2. Tarkista dokumenteista määritetty muunnostaulukko.
3. Tarkista ja korjaa tarvittaessa laitteen mittausalue. Tämä määritetään laitteen käyttöliittymästä. Jos laite ei tue suunniteltua mittausaluetta, korjaa oikea tieto suunnitelmiin.
4. Tarkista ja korjaa tarvittaessa pisteohjelmoinnin muunnostaulukko.

5. Tarkista järjestelmästä sekä anturilta, että lukemat täsmäävät. Poikkeuta myös mittausta, jos mahdollista, että skaalauksen täsmävyys voidaan todentaa.

Vikakorjaukset

Varmistettava laitteen jännitteettömyys ennen viallisen laitteen vaihtoa. Muistettava myös varmistaa sähköturvallisuus vikakorjaustöissä. Mahdollisia yleisiä vianhakukeinoja ovat:

1. Tarkista kytkennät VAKin sekä laitteen päästä.
2. Tarkista pisteohjelmoinnin ja toimilaitteen signaalien täsmäminen ja yhteensopivuus.
3. Testaa yleismittarin avulla kaapelin kunto. Tarkista yleismittarilla siirrettävän signaalin suuruus.
4. Testaa yleismittarin avulla kaapelin kunto.
5. Tarkista aktiivilaitteet sähkönsyöttö, alakeskuksesta palanut sulake tai lauennut johdonsuoja.
6. Tarkista syöttöjännitteen taso ja sopivuus AC / DC.
7. Tarkista onko laitteilla yhteinen nollapotentiaali? Tarkista onko VAKilla ja toimilaitteella yhteinen tai sama nollapotentiaali?

Määräaikaishuollot

Automaatiojärjestelmän määräaikaishuollon tarkoituksena on testata järjestelmien, kenttälaitteiden ja säätöpisteiden toiminta ja tarpeenmukaisuus. Kriittiset toiminnot testataan kokonaisuudessaan. Yleinen pistetestaus voidaan suorittaa pistokokein. Määräaikaishuolto kannattaa suorittaa vuosittain. Kriittisten toimintojen varmistus tulee suorittaa useammin, esimerkiksi jatkohälytykset tai IV-hätä-seis-toiminta. Järjestelmien osalta määräaikaishuoltoon kuuluvat esimerkiksi ohjelmallisten ja elektronisten säätimien toiminnan ja viritysten tarkastus muun muassa säätöportaot ja trendi sekä asetusarvojen järkevyyden tarkastus ja hälytysten analysointi (TOP10-listat).

Ala-asemien määräaikaishuollossa huomioidaan muun muassa varmuuskopioiden taltioiminen, jännitteiden mittaust, liittimien kireyden tarkistus ja alakeskusten vikakoodien tarkistus. Vastaavasti taas kenttälaitteiden osalta tarkastetaan

esimerkiksi jäätymisvaaratermostattien lukitus, painemittausten ja letkujen tarkastus, taajuusmuuttajien toiminta ja kulutusmittausten kalibrointi.

Laitteiston purkaminen

Laitteisto saatetaan ensimmäisenä jännitteettömäksi katkaisemalla virtapiiri eli kytkemällä sulake irti tai johdonsuojakatkaisin off-asentoon. Jännitteettömyys tulee tämän jälkeen todentaa esimerkiksi jännitteenkoettimella tai yleismittarilla. Todennettaessa jännitteettömyys on myös todettava testaukseen käytetyn laitteen toimivuus. Tämä tapahtuu toteamalla laitteella varmasti jännitteisestä osasta jännite.

Yleismittari on varsinkin automaatioasentajalle parempi työkalu kuin erilaiset koettimet. Yleismittarilla voidaan mittaustilanteessa havaita sellaisia asioita, joita koettimet eivät näyttäisi, kuten jännitteen pieni seilaaminen tai muu outo toiminta virtapiirissä. Jännitteettömäksi toteamisen jälkeen estetään jännitteen kytkeminen asiaan kuuluvalla tavalla. Ennen purkamista dokumentoidaan kytkennät ja laitteisto esimerkiksi kuvaamalla ja kirjaamalla.

Purkamisen järjestys:

1. Järjestelmä jännitteettömäksi.
2. Toteaminen tai varmistus jännitteettömäksi.
3. VAK-kytkentöjen purku ja kaapeleiden poisto keskuksesta.
4. Kenttälaitteiden purku.
5. Kaapeleiden purku.

Ohjelmiston palautus

Alkuperäisen ohjelmiston palautus voidaan suorittaa USB-muistitikulta, johon on varmuuskopioitu lähtötilanteen ohjelmaversio.

5.3 Opiskelija viimeistelee, dokumentoi rakennusautomaatioasennukset

Viimeisessä eli kolmannessa osiossa käsiteltiin asennuksien viimeistelyä, pistetestausta ja oikeaoppista dokumentointia. Tämän osion tavoitteena on, että opiskelija oppii itse tunnistamaan virheitä ja korjaamaan niitä. Tähänkin osioon lisättiin runsaasti kuvia ja kaavioita, jotka selkiyttävät osiossa käsiteltäviä asioita.

Kaupalliset asiakirjat, tarjouspyyntö ja tarjous

Tarjouspyynnöllä pyydetään urakoitsijalta tarjousta urakasta kaupallisten ja teknisten asiakirjojen perusteella. Tarjouspyyntö pitää sisällään kaikki hankkeen kaupalliset ja tekniset asiakirjat, paitsi urakkasopimuksen ja urakkaneuvottelupöytäkirjat. Urakoitsija laskee tarjouspyyntöön liitettyjen asiakirjojen perusteella urakkatarjouksen ja sitoutuu suorittamaan pyydetyn urakan tarjoamallaan hinnalla. Tarjous pitää sisällään urakkatarjouksen tarjouspyynnön mukaisena kokonaisuutena tai tarjouspyynnön vaatiessa eriteltyinä. Tarjoukseen liitetään tarjouspyynnössä pyydetty lisätiedot, joita voivat olla esimerkiksi referenssiluettelo tai tilaajavastuuraaportti. (Pusa 2018: 162.)

Urakkaneuvottelupöytäkirja, -sopimus, -liite

Urakkaneuvottelussa käydään läpi urakoitsijan kanssa tarjouksen sisältö ja edellytykset urakoitsijavalinnalle. Urakkaneuvotteluissa voidaan asettaa tarkennuksia tarjouksen sisällölle tai rajata osia pois tarjoukseen kuulumattomina. Urakkaneuvotteluista tulee aina laatia pöytäkirja. Urakkasopimuksessa määritetään, mikä on asiakirjojen pätevyysjärjestys. Kaupalliset asiakirjat ovat yleisesti aina määräävämpiä kuin tekniset. Urakkarajaliitteessä esitetään eri urakoitsijoiden velvollisuudet ja niihin liittyvät urakkarajat. Tämän avulla vältetään urakkarajojen epäselvyydet ja kaikille osapuolille on selvää urakkaan kuuluvat työtehtävät. Urakkarajaliitteen laatii suunnittelija, ja se on osa tarjouspyyntömateriaalia. Urakkarajaliitteen avulla urakoitsija pystyy laskemaan oikean työmäärän ja urakkasumman. (Pusa 2018: 163.)

Tekniset asiakirjat

Tekniset asiakirjat koostuvat kohteen toteutussuunnitelmista ja työmaapiirustuksista. Teknisissä asiakirjoissa on kuvattuna tarkemmin järjestelmän fyysistä ja toteuttamiseen liittyvää kuvausta, kuten laitteiden sijainteja ja niiden välistä toimintaa. Teknisiä asiakirjoja ovat esimerkiksi laiteluettelot, järjestelmäkaaviot, säätökaaviot ja laitesijoituspiirustukset. (Pusa 2018: 164.)

Säätökaaviot

Säätökaavio pitää sisällään prosessikaavion, toimintaselostuksen ja laiteluettelon. Prosessikaaviossa esitetään alakeskukseen tulevat pisteet. Pisteet voivat olla joko fyysisiä tai ohjelmallisia. Fyysiset pisteet on merkattu mustalla täplällä. Ohjelmalliset pisteet merkataan valkoisella täplällä. Prosessikaaviosta nähdään myös pisteen käyttötarkoitus. Piste voi olla joko hälytys, käyntitila, mittaus, ohjaus tai säätö. (Pusa 2018: 168.)

Järjestelmädokumentit

VAK-layoutista nähdään alakeskukseen tulevat komponentit. Vetoluettelot toimitetaan sähköurakoitsijalle kaapeleiden vetoa varten. Vetoluettelosta selviävät laitepositio, kaapelin tyyppi ja mistä minne kaapeli vedetään. Laiteluettelossa esitetään urakoitsijan valitsemat laitteet, niiden positio ja tekniset tiedot. Kytken-
tälue-
telo kertoo asentajalle, mihin alakeskuksen pisteisiin kaapelit kytketään. Kytken-
täkuvaan merkataan myös mahdolliset kytkennän aikana tapahtuneet muutokset. Datalehdessä voidaan tarkastella esimerkiksi peltimoottorin tai pumppujen tarkempia tietoja ja asennus- sekä kytkentäohjeita. (Pusa 2018: 172–174.)

6 Yhteenveto

Oppinnäytetyön tuloksina valmistui oppimateriaalia OSAOlle sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon rakennusautomaatioasennukset- osion koulutuksen toteuttamiseksi. Osiot sisältävät teemat:

1. Opiskelija valmistautuu rakennusautomaatioasennuksiin.
2. Opiskelija tekee rakennusautomaatioasennukset.
3. Opiskelija viimeistelee ja dokumentoi rakennusautomaatioasennukset.

Oppimateriaali on laajuudeltaan noin 60 sivua, ja se toimitettiin OSAOlle pdf-muodossa. Kun opiskelija suorittaa oppimateriaalin, hän saa siitä 45 oppimispistettä. Oppimateriaalin lisäksi Fidelix suunnitteli ja toimitti fyysisen laitteiston, jonka avulla opiskelija voi harjoitella kyseisiä taitoja. Koulutusympäristönä käytetään Fidelix-järjestelmään perustuvaa harjoitusympäristöä.

Ammatillisen koulutuksen uudistaminen Suomessa oli merkittävä asia, koska näin mittavaa uudistusta ei ollut tapahtunut vuosikymmeniin. Näin suuressa uudistuksessa oli haasteita, eikä haasteet loppuneet uudistuksen jälkeenkään. Koronapandemia alkoi vuonna 2020 ja toi haasteita ammatillisen koulutuksen toteuttamiseen. Työpaikoille ei enää päässyt oppimaan entiseen tapaan ja lähiopetus siirrettiin verkkoon osittain tai kokonaisuudessaan. (Sairanen 2022.) Lakia jouduttiin muuttamaan väliaikaisesti niin, että näyttöjä voidaan poikkeusajana toteuttaa muissakin ympäristöissä ja muissa tehtävissä, jotka mahdollisimman hyvin vastaavat aitoja työtilanteita ja työprosesseja. (Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi ammatillisesta koulutuksesta annetun lain 52§:n väliaikaisesta muuttamisesta annetun lain voimaantulosäännöksen muuttamisesta 2021.)

Kehittämistyöni on osa tätä yhteiskunnallista muutosta. On tärkeää varmistaa, että koulussa opetetut taidot ovat merkityksellisiä työelämän kannalta ja että niitä ylläpidetään ja parannetaan edelleen työuran aikana. Jotta oppilaitosten on

mahdollista toteuttaa lähiopetusta niin, että se palvelee yhteiskuntaa parhaalla mahdollisella tavalla, on tärkeää, että oppimisympäristö on rakennettu tukemaan tätä muutosta. Oppimisympäristön ja materiaalin tulee olla motivoivaa, käytännönläheistä ja ennen kaikkea tukea tämän päivän työelämän tarpeita.

Nyt ja tulevaisuudessakin pitää uutta teknologiaa, pedagogisia toimintamalleja ja monipuolisia oppimisympäristöjä hyödyntää oppijalähtöisesti ja oppimisen kannalta tehokkaasti sekä kehittää niitä jatkuvasti. (Ammatillisen koulutuksen muut oppimisympäristöt.)

Työelämäyhteistyö on edelleen keskeisessä roolissa ammatillisen koulutuksen järjestämisessä. Erilaisin rakentein oppimisympäristössä voidaan varmistaa koulutuksen laatu ja sen asianmukaisuus kyseisen alan tarpeisiin. Ajanmukaisen oppimisympäristön kehittämisen lisäksi on oppilaitosten ja työelämän yhteistyötä aina vain tiivistettävä. Laadukkaan koulutuksen järjestämisen kannalta on myös tärkeää, että koulutuksen järjestäjät voivat ylläpitävät osaavaa ja ammattitaitosta henkilöstöä koulutuksessa tarvittavien oppimisympäristöjen lisäksi. Työelämässä oppimisen toteutumista saattaa vaikeuttaa se, että osalla koulutusaloista ja tutkinnoista on vaikeaa löytää osaamisen hankkimiseen ja näyttöihin soveltuvia työpaikkoja. Huomion arvoista on, että ammatillisen koulutuksen tarjoajat osaisivat tunnistaa työelämän muutostrendejä ja rakentaa asianmukaiset oppimisympäristöt tukemaan työelämän tarpeita. (Työelämässä oppiminen ja työelämäyhteistyö ammatillisessa koulutuksessa.)

Lähteet

Alta luettava huoneistokohtainen vesimittari. Verkkoaineisto. Lvitärvikkeet. <<https://www.lvitärvikkeet.fi/tuotteet.html?id=51275/694357>>. Luettu 20.11.2022.

Ammatillinen koulutus. Verkkoaineisto. Opetushallitus. <<https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/ammattillinen-koulutus>>. Luettu 2.11.2022.

Ammatillisen koulutuksen muut oppimisympäristöt. Verkkoaineisto. Opetus- ja kulttuuriministeriö. <<https://okm.fi/muut-oppimisymparistot>>. Luettu 2.11.2022.

Asennettu kanavalämpötila-anturi ja paikallismittari. Yrityksen sisäinen aineisto. Fidelix.

Calelectro UG-3 savuilmaisin. Verkkolähde. SWOY. <<https://www.swoy.fi/tuote/calelectro-ug-3-savuilmais/>>. Luettu 1.12.2022.

Danfoss-venttiilit. Verkkoaineisto. Corecon. <<https://www.corecon.fi/tuotteet/danfoss-venttiilit/>>. Luettu 2.11.2022.

Fidelix. Verkkoaineisto. Fidelix Oy. <<https://www.fidelix.com/fi/>> Luettu 3.11.2022.

Fidelix alakeskus. Yrityksen sisäinen materiaali. Fidelix Oy.

Fidelix VISIO-15-C -graafinen käyttöpääte. Yrityksen sisäinen materiaali. Fidelix Oy.

Haapamäki, Mika. 2018. Rakennusautomaatiojärjestelmät ja RAU-Asentajan opas. Insinööriyö. Oulun Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi ammatillisesta koulutuksesta annetun lain 52§:n väliaikaisesta muuttamisesta annetun lain voimaantulosäännöksen muuttamisesta. HE 92/2021.

Harju, Timo & Marttinen, Arto. 2020. Sääätötekniikan koulutusmateriaali. Verkkoaineisto. Automaatioseura. <https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1426/pid_kirja_1-1.pdf>. Julkaistu 3/2000. Luettu 20.11.2022.

Hei tätä on OSAO. Verkkoaineisto. OSAO. <<https://www.osao.fi/tietoa-osa-osta>>. Luettu 10.11.2022.

Kaukovainion yksikkö, tekniikka. Verkkoaineisto. OSAO. <<https://www.osao.fi/tietoa-hakemisesta/yksikot/kaukovainion-yksikko-tekniikka>>. Luettu 1.11.2022.

Liedes, Riikka & Piikkilä, Riikka. 2018. ST-käsikirja 17: Rakennusautomaatiojärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Liedes, Riikka & Sirviö, Arto. 2018. ST-käsikirja 17: Rakennusautomaatiojärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Magna 3. Pumppu Grundfos. Verkkoaineisto. Grundfos. <<https://product-selection.grundfos.com/products/magna/magna3?tab=models>>. Luettu 20.11.2022.

Magna 3b. Pumppu sisältä Grundfos. Verkkoaineisto. Grundfos. <<https://product-selection.grundfos.com/us/products/magna-north-america/magna3-north-america?tab=models>>. Luettu 20.11.2022.

Piikkilä, Veijo. 2018. ST-käsikirja 17: Rakennusautomaatiojärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Pusa, Kari. 2018. ST-käsikirja 17: Rakennusautomaatiojärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

RAU-järjestelmäurakan vaiheet. Yrityksen sisäinen aineisto. Fidelix.

Sahala, Antti. 2018. ST-käsikirja 17: Rakennusautomaatiojärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sahlsten, Toivo. 2018. ST-käsikirja 17: Rakennusautomaatiojärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sahlsten, Toivo; Sandström, Börje & Spangar, Tapani. 2018. ST-käsikirja 17: Rakennusautomaatiojärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sairanen, Petja. 2022. Suomalainen ammatillinen koulutus- maailman parastako? Verkkoaineisto. <<https://esignals.fi/kategoria/opiskelu/suomalainen-ammattillinen-koulutus-maailman-parastako/#d5e72acd>>. Julkaistu 4.5.2022. Luettu 1.12.2022.

SFS 6000. Pienjännitesähköasennusten standardisarja. Suomen Standardisointiliitto.

Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen. ST710.10. 2017. Sähköinfo Oy.

Talousarvio ja -suunnitelma vuosille 2022–2024. 2021. Verkkoaineisto. OSAO. <https://www.osao.fi/wp-content/uploads/2022/06/TTS2022_2024-ykok.pdf>. Julkaistu 22.11.2021. Luettu 2.11.2022.

Toikko, Timo & Rantanen, Teemu. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Näkökulmia kehittämisprosessiin, osallistumiseen ja tiedontuotantoon. E-kirja. Tampereen yliopiston julkaisu.

Työelämässä oppiminen. Verkkoaineisto. Opetus- ja kulttuuriministeriö. <<https://okm.fi/tyoelamassa-oppiminen>>. Luettu 20.12.2022.

Työelämässä oppiminen ja työelämäyhteistyö ammatillisessa koulutuksessa. Verkkoaineisto. Kansallinen koulutuksen arviointikeskus. <<https://karvi.fi/ammattillinen-koulutus/teema-ja-jarjestelmaarviointit/tyoelamalaheisyys-ja-tyoelamayhteisty-ammattillisessa-koulutuksessa/>>. Luettu 10.11.2022.

Työn ja työympäristön turvallisuus. Verkkoaineisto. Työturvallisuuskeskus. <<https://ttk.fi/tyoturvallisuus/tyoympariston-turvallisuus/>>. Luettu 12.12.2022.

VLT® AutomationDrive FC 301 / FC 302. Verkkolähde. Danfoss. <<https://www.danfoss.com/fi-fi/products/dds/low-voltage-drives/vlt-drives/vlt-automationdrive-fc-301-fc-302/>>. Luettu 10.11.2022.

Esimerkki harjoitustehtävästä

HARJOITUS: ASENNA JA KYTKE KANAVAPAINEMITTARI

Tässä tehtävässä asennetaan kanavapainemittari. Kanavapainemittarilla mitataan ilmanpainetta kanavassa.

Kanavapainemittariin tulee yksi letku kanavasta. Lopputuloksena on asennettu ja kytketty painemittari valmiina kytkettäväksi alakeskuksesta.

TEHTÄVÄN TARKOITUS:

Oppia kenttälaiteasennuksia ja hyviä asennustapoja.

TARVITTAVAT TARVIKKEET JA TYÖKALUT

Tarvikkeet

- Kanavapainemittari

Työkalut

- Ruuvimeisselit
- Kaapelinkuorintatyökalu
- Porakone + metalliporanterät

Dokumentit

- Säättökaaviot
- Laiteluettelo
- KytKentäkuva
- Laite-esite

ENNEN TÖIDEN ALOITUSTA

Edeltävät työvaiheet: Kaapelointi ja järjestelmän kytkeminen sekä varmistaminen jännitteettömäksi.

Tarkista työn vaatimat suojavälineet ja varustaudu niihin.

OHJEET (TEHTÄVÄKOHTAISET)

Huomioi: Kanavapainemittarin sijainti. Katso tarkkaan mihin kohtaan kanavaa poraat reiän mittarille.

TEHTÄVÄT:

Työvaiheet:

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