

Jyri Sahlstén

Kiinteistöautomaation tuotelaboratorion suunnittelu

OPINNÄYTETYÖ

ENERGIATEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

Lokakuu 2016



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Jyri Sahlstén	Energiatekniikan insinööri	Lokakuu 2016
Opinnäytetyön nimi Kiinteistöautomaation tuotelaboratorion suunnittelu		58 sivua 45 liitesivua
Toimeksiantaja Produal Oy		
Ohjaaja Yliopettaja Merja Mäkelä		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö on tehty kiinteistöautomaatioalan yrityksen Produal Oy:n toimeksiannosta. Produal Oy on kiinteistöautomaation mittaus- ja säätölaitevalmistaja. Yritys on alansa suurin mittalaitevalmistaja Suomessa. Opinnäytetyön taustalla on Produal Oy Kotkan tuotanto-osaston ja tuotekehitysosaston tarve saada tuotelaboratorio molempien osastojen käyttöön. Laboratoriosta on olemassa alustava määrittely vuodelta 2014, jota on täydennetty opinnäytetyön aloituspalaverissa toukokuussa 2016. Tarkempaa suunnitelmaa on tarvittu, koska alustavassa määrittelmässä esitetyt toiminnalliset vaatimukset ja ehdotetut ratkaisut eivät olleet linjassa keskenään. Lisäksi laboratorion budjetointia varten kustannusarvion tulisi olla todenmukainen.</p> <p>Työ käsittää tuotelaboratorion suunnittelun, joka on jaettu rakenne-, LVI-, automaatio- ja tuotemittausjärjestelmän osa-alueisiin. Työn pääpaino on sen automaatiotoimintojen tarkassa ja yksityiskohtaisessa kuvaamisessa ja suunnittelussa. Automaation suunnittelun osa-alue on toteutettu soveltuvin osin mittaus- ja ohjaustoimintojen standardien mukaisesti. Muilta osin työssä on sovellettu alalla vakiintunutta suunnittelutapaa. Suunnittelun näkökulmana on tarkka määrittelyn noudattaminen, jossa on ensisijaisesti keskitytty toiminnallisuuteen ja toimintavarmuuteen. Työhön kuuluu lisäksi kustannusarviot edellä mainituista osa-alueista. Kustannusarvio on osin teetetty tarjouskyselynä ja osin massalaskentana.</p> <p>Opinnäytetyöstä on pidetty loppupalaveri Produal Oy:ssä elokuussa 2016, jossa on todettu työn lopputuloksen vastaavan hyvin aloituspalaverissa esitettyjä keskeisiä vaatimuksia. Suunnitelma on huomattavasti kattavampi, toimivampi ja yksityiskohtaisempi, kuin tuotekehitysosaston laatima versio vuodelta 2014. Työn tuloksena on 5 toimintakaaviota, 27 mittaus- ja säätöpiiriä toiminnoiltaan kuvattuna, yksityiskohtainen laiteluettelo sekä urakoittain eritelty kustannusarvio. Toiminnallisuudesta tinkimättä tuotelaboratorion kustannukset kohoavat kuitenkin suhteellisen korkeiksi, mutta laboratorion todellinen kokonaiskustannus selviää lopullisesti vasta laboratorion valmistuttua.</p>		
Asiasanat laboratorio, kiinteistöautomaatio, opinnäytetyö, suunnittelu		

Author (authors)	Degree	Time
Jyri Sahlsten	Bachelor of Engineering Energy technology	October 2016
Thesis Title		58 pages
Planning of the product laboratory of the building automation		45 pages of appendices
Commissioned by		
Produal Oy		
Supervisor		
Merja Mäkelä, Principal Lecturer		
Abstract		
<p>This thesis is commissioned by Produal Ltd for building automation. Produal Ltd produces measurement instruments and actuators. Produal is the largest manufacturer of building instruments in Finland. The objective of the thesis was to design a product test laboratory used for production and R&D sections. A preliminary definition of the laboratory was made in the year 2014 and had been completed in the launch meeting of the project in May, in 2016. There was a need to do more study work because the previous plan was too simplified and contained some conflicts in requirements, and there was a need to prepare a more accurate cost estimate.</p> <p>The study of the product test laboratory includes construction, heating, plumbing and air conditioning, the design of automation and a measurement monitoring system. The main focus is on designing and creating detailed descriptions how the automation should be working and operating in a reliable way. The detailed design of automation has been realized using common standards of measurement and control, as much as possible. Some parts of automation have been planned according to an old-established way. The most important point of view in planning has been the processing of definitions precisely. Stable conditions are the most important criteria for the laboratory. This thesis also includes an estimate for prices concerning all mentioned parts of the design.</p> <p>Meeting for closure was held in August, 2016. The meeting stated that the result of the thesis responses well for the goals which has been set for it. The design is much more comprehensive, functional and accurate than a previous plan done by the R&D section. This design study comprises 5 functional diagrams, 27 control loops with full descriptions, the detailed list of devices and a statement of costs divided by contracts. The expenses of the laboratory will rise relatively high without the bargain of the expected functionality but the real price will be finally known until the laboratory is ready.</p>		
Keywords		
laboratory, building automation, thesis, planning		

Sisällys

1	JOHDANTO	7
2	TUOTELABORATORION MÄÄRITTELY	9
2.1	Toiminnalliset vaatimukset	9
2.2	Rakennevaatimukset	9
2.3	Sisäilman ohjausjärjestelmän vaatimukset	10
2.4	Tuotemittausjärjestelmän vaatimukset	10
2.5	Lokitiedon tallennuksen ja käsittelyn vaatimukset	11
3	TUOTELABORATORION SUUNNITTELU	11
3.1	Rakenne	11
3.1.1	Laboratoriotila	12
3.1.2	Tekninen tila	14
3.2	LVI	15
3.2.1	Jäähdytys ja lämmitys	19
3.2.2	Ilmanvirtaus	21
3.2.3	Kuivaus	23
3.2.4	Kostutus	24
3.2.5	Laitevaatimusten yhteenveto	25
4	OHJAUSTOIMINTOJEN SUUNNITTELU	26
4.1	Sisäilman ohjaus	26
4.1.1	Tuloilmakojeen ja poistoilmakojeen ohjaukset	29
4.1.2	Toiminta koneen käydessä	29
4.1.3	Toiminta koneen pysäytysvaiheessa	30
4.1.4	Toiminta koneen seisonta-aikana	31
4.1.5	Ohjaukset ja lukitukset	31
4.1.6	Hälytykset	33
4.1.7	Historiaseuranta	33
4.2	Keskilämpötilan ohjaus	33

4.2.1	Ohjaukset	35
4.2.2	Toiminta kaapin käydessä	35
4.2.3	Ohjelmalliset lukitukset, hälytykset ja kuittausmenettely	35
4.2.4	Historiaseuranta	35
4.2.5	Väylän liitântätiedot	35
4.3	Ohjaustoimintojen piiriyhteen veto	36
5	TUOTEMITTAUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	38
5.1	Valvonta-alakeskus	40
5.2	Tuotteiden mittaus- ja testausalusta	40
5.2.1	Mittaukset ja ohjaukset	43
5.2.2	Toiminta kalibroinnin aikana	43
5.2.3	Ohjelmalliset lukitukset ja hälytykset	43
5.2.4	Historiaseuranta	44
5.2.5	Väylän liitântätiedot	44
5.3	Lokitiedon tallennus ja käsittelyohjelma	44
5.3.1	Aloitussvalikko	44
5.3.2	Kalibroitavan tuotteen valinta	45
5.3.3	Lokitiedon haku	45
5.3.4	Kalibrointitodistuksen automaattitäyttö	45
5.3.5	Tapahtuman esikatselu ja tulostaminen	46
6	KUSTANNUSARVIO	46
6.1	Rakennusurakka	46
6.2	Kylmäurakka	47
6.3	LVI-urakka	48
6.4	Sähköurakka	49
6.5	Automaatiourakka	49
6.6	Yhteen veto	53
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	55
	LÄHTEET	56
	LIITTEET	58

Kylläisen vesihöyryn paine ja tiheys	Liite 2-1
Piirikohtaiset toimintakuvaukset	Liite 3-1
Rakentamisen kustannukset 2014	Liite 4-1
Jäähdytys ja kuivauskoneikko	Liite 5-1
LVI-urakan hinnoittelu	Liite 6-1
Sähköurakan massalasku	Liite 7-1
Kaapeliluettelo automaatiourakan laskemista varten	Liite 8-1

1 JOHDANTO

Kiinteistöautomaatio on merkittävä osa nykyaikaista teknologiayhteiskuntaa ja se käsittää kulunvalvonnan, kiinteistön paloturvallisuuden, lämmityksen, ilmastoinnin ja valaistuksen. Alalla on yritystoimintaa suunnittelussa, asennuksessa, kunnossapidossa, myynnissä, tuotannossa ja konsultoinnissa. Kiinteistöautomaatio on osa kiinteistöpalvelualaa ja työllistää Suomessa 100 000 henkilöä. Pro dual Oy on suomalainen kiinteistöautomaation mittalaitteiden valmistaja. Toimintaan kuuluu nykyaikaisten mittalaitteiden suunnittelu ja valmistus. Tarkka ja luotettava mittaus on toimivan säätöjärjestelmän perusta.

Opinnäytetyön taustalla on Pro dual Oy Kotkan tuotanto-osaston ja tuotekehitysosaston yhteinen ajatus ja toivomus saada tuotelaboratorio molempien osastojen käyttöön. Laboratoriosta on ollut spekulatiota jo usean vuoden ajan ja tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia kattava suunnitelma laboratorion konkretisoimiseksi. Suunnitelman tavoitteena on olla yksiselitteinen ja systemaattisesti dokumentoitu. Työn kuvakodumentointi on toteutettu CADS planner -ohjelmistolla. Dokumentoinnin tulee antaa mahdollisimman yksityiskohtainen kuvaus tuotelaboratorion rakenteesta, teknisistä ratkaisuista ja toiminnallisuudesta. Työn yhtenä keskeisenä tavoitteena on tehdä tuotelaboratoriosta myös todenmukainen kustannus selvitys.

Jokaiselle Pro dual Oy:n valmistamalle tuotteelle on määritetty toimintaolosuhteraja-arvot, jossa tuotteiden tulisi toimia moitteettomasti. Asiakaskontaktista ja sitä kautta saadusta palautteesta on ilmennyt, että tuotteet toimivat yleisesti hyvin tavallisissa huoneolosuhteissa, mutta yleisimmin ongelmat ilmenevät vasta tuotteiden toimiessa toimintaolosuhteidensa ääri rajoilla. Tässä opinnäytetyössä suunniteltavan tuotelaboratorion on tarkoitus osaltaan ratkaista tätä ongelmaa, jotta tuotteiden toimintaa olisi jatkossa mahdollista monitoroida juuri kunkin tuotteen määritellyn olosuhterajojen ääri alueilla.

Avoin ja pitkäaikainen luottamuksellinen suhde asiakkaisiin mahdollistaa muuttuvien markkinoiden seurannan ja uusien, markkinoiden vaatimuksia paremmin vastaavien tuotteiden kehittämisen. Asiakkaita ovat merkittävät kotimaiset kiinteistöautomaation laite- ja järjestelmätoimittajat. Pro dual Oy on perustettu 1987 Kotkaan. Pro dual Oy:n kasvu on ollut tasaista ja hallittua. Toimintaa on laajennettu Eurooppaan vuodesta 1997 alkaen. (Pro dual Oy s.a.a.)



Kuva 1. Pro dual Oy:n valmistamia mittalaitteita ilmanvaihtokanavaan asennettuina (Pro dual Oy s.a.b).

2 TUOTELABORATORION MÄÄRITTELY

Suunnittelun alkajaisiksi määritetään laboratoriolle ominaisuusvaatimukset, joiden pohjalta voidaan määrittää laboratoriolaitteet ja niiden toiminta. Hankkeeseen liittyen pidettiin aloituspalaveri 10.5.2016, johon oli kutsuttuna tuotekehitysosasto (R&D), tuotanto ja yrityksen johdon edustajat. Palaverin tarkoituksena oli määrittää uuden laboratorion parametrit siten, että se palvelisi mahdollisimman monipuolisesti Produa Oy:n tarpeita. Aloituspalaverin sisältörunkona käytettiin tuotekehitysosaston vuonna 2014 laatimaa suunnitelmaa (liite 1), jossa oli jo määritetty alustava laitteisto ja kustannusarvio.

2.1 Toiminnalliset vaatimukset

Laboratoriotilaa on tarkoitus käyttää tuotekehitysosaston testitilana sekä tuotanto-osaston tuotteiden automatisoituun ja tarkkaan kalibrointitodistusten tuottamiseen. Kalibrointitodistuksessa määritellään tuotteen mittatarkkuus, luotettavuus sekä osoitetaan tuotteen laadukas toimivuus. Tilan olosuhteiden on määrä olla stabiilit, eikä siellä saa olla ylimääräisiä ja hallitsemattomia lämpökuormittajia. Huonetilan olosuhteita on tarpeellista pystyä muuttamaan portaattomasti. Lämpötilaa on tarpeellista muuttaa välillä 15 - 30 °C ja ilman suhteellista kosteutta on määrä pystyä muuttamaan välillä 20 - 100 %. Olosuhteiden muutosnopeudeksi äärilaidasta toiseen asetetaan 15 minuuttia. Stabiilien olosuhteiden varmistamiseksi laboratorio päätetään rakentaa kelluvana eli rakenteellisesti erilleen muista tiloista, mikä tarkoittaa, että laboratoriollla ei ole mitään yhteistä seinä tai kattopinta-alaa kiinteistön muiden rakenteiden kanssa. Tilan olosuhteita on tarkoitus muuttaa pelkästään ilmanvaihdolla (IV), jolloin voidaan varmistua tilan sisäilman homogeenisesta konsentraatiosta. Tuotteiden kalibroitavuus on pystyttävä tekemään samanaikaisesti esimerkiksi 30 tuotteelle.

2.2 Rakennevaatimukset

Laboratorio on määrä rakentaa tuotanto-osaston varastoon. Varaston rajallisen tilan ja tuotannon varastotilan tarpeesta johtuen laboratorion pinta-alaksi määritetään 9 m². Pinta-ala käsittää sekä laboratoriotilan että ilmastoinnin tarvitseman teknisen tilan. Varastossa on rajalliset lattiapinta-alan käyttömahdollisuudet, mutta huonekorkeutta ei ole liian rajoitetusti, joten tekninen tila päätetään sijoittaa

varsinaisen mittaus- ja testitilan katolle välipohjaan. Huonetila vastaa kooltaan suunnilleen yhden hengen toimistohuonetta. Huoneen runko rakennetaan kertopuusta. Seinät eristetään 100 mm:n mineraalivillalla ja ne levytetään molemmilta puolilta. Rakennuslevynä voidaan käyttää kipsiä, mutta yksi sivu (mittalaiteseinä) levytetään sisäpuolelta vanerilla, jotta siihen on helppo kiinnittää mittalaitteita ja niiden tarvitsemia apulaitteita. Palaverissa heitettiin ajatus myös rakenteiden mahdollisesta siirrettävyydestä.

2.3 Sisäilman ohjausjärjestelmän vaatimukset

Alustavassa suunnitelmassa on käsitelty huonetilaan sijoitettavia laitteita, mutta palaverissa sovitaan kaikkien laitteiden sijoittamisesta huoneen yläpuolelle tekniseen tilaan. Ilman prosessilaitteilta ilma johdetaan kanaviston kautta laboratoriotilaan.

Ilmanvaihtoprosessilaitteet tulee olla ohjattavissa keskitetysti valvomosta ja niistä jokainen pitää pystyä sammuttamaan erikseen omasta kytkimestään. Kaikille prosessiparametreille pitää olla oma mittauksensa ja niille on pystyttävä määrittämään omat asetusarvonsa, jolloin prosessilaitteiden tulee reagoida siihen automaattisesti. Olosuhteiden muutoksen tulee tasaantua asetusarvoonsa.

Laboratoriossa on määrä tarkastella myös valaistuksen vaikutusta tuotteisiin, joten huoneeseen on sijoitettava riittävä määrä erilaisia yleisimpiä toimistoissa käytössä olevia valaisintyyppejä.

2.4 Tuotemittausjärjestelmän vaatimukset

Tilaan rakennetaan tuotteille kytkentä- ja mittauspisteet. Tuotteille pitää olla saatavissa 24 voltin vaihtosähkösyöttöjännite (AC). Pisteet tulee olla liitetty tietokoneohjelmaan, joka ilmoittaa jokaisen tuotteen mittausviestin jännitteenä (0 V – 10 V) tai virtaviestinä (0 mA – 20 mA ja 4 mA – 20 mA). Lisäksi tuotteiden vastusarvoa tulee pystyä mittaamaan. Mittausjärjestelmä tulee varustaa asiaan kuuluvilla mittausreferensseillä, jotka tulee olla kalibroitu. Tuotteiden testaus perustuu niiden omaan mittausviestiin ja sen vertaamiseen referenssimittaukseen. Tuotteiden kytkentäpisteet tulee olla numeroitu tai muuten osoitettu siten, että aina on tarkasti tiedossa, mikä mittausviesti kuuluu millekin tuotteelle.

2.5 Lokitiedon tallennuksen ja käsittelyn vaatimukset

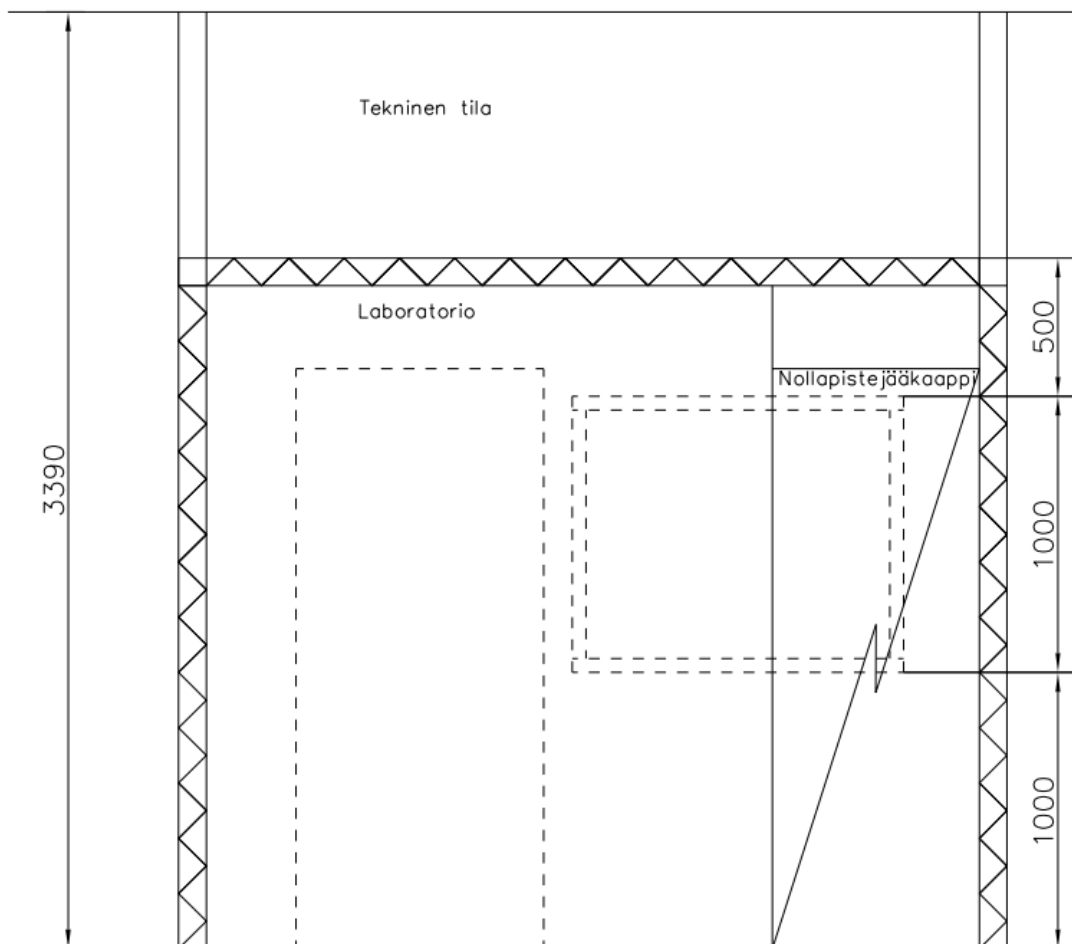
Mittausjärjestelmään on kytketty oma prosessiasema ja tietokonepäätte. Tietokoneeseen on asennettu ohjelmisto, joka ilmoittaa kuinka monta tuotetta siihen on kytketty. Ohjelma seuraa, milloin muutettava olosuhde on tasaantunut, jolloin se aloittaa tuote-erän kalibroimisen. Kalibroinnissa tallennetaan sarjassa aina referenssimittaustieto ja numerojärjestyksessä tuotteen mittaustieto. Ohjelma tallentaa mittauslukemat esimerkiksi Exceliin, johon on määritetty kalibroitavien tuotteiden parametrit, ja se muuttaa mitatut viestit halutuksi parametriksi. Ohjelma toimii ajastetusti ja täysin automatisoidusti, ja se ilmoittaa, kun kalibrointi on valmis.

3 TUOTELABORATORION SUUNNITTELU

Suunnittelun näkökulmana on ollut tarkka määrittelyn noudattaminen, jossa on ensisijaisesti keskitytty toiminnallisuuteen ja olosuhteiden stabiiliuteen ja toissijaisesti on pyritty huomioimaan investoinnin kustannustehokkuutta. Laboratorio on konkreettisesti pieni kokonaisuus, jolloin esimerkiksi sen energiatehokkuuteen ei ole kiinnitetty huomiota sen oletetusta vähäisestä merkityksestä johtuen.

3.1 Rakenne

Rakenne on tarkoitettu siten, että laboratorion huonekorkeus olisi 2400 mm. Yläpohjan rakenteen urakoitsija tarkentaa, mutta sen kantokyvyksi määritetään ainakin 1000 kg. Yläpohjan korkeus määräytyy jäljellejäävän tilan mukaan. Kaikki seinäpalkit ja pystyrungot rakennetaan 100 mm:n kertopuusta, jotka nostetaan ja tuetaan aina varaston sisäkattoon asti kuitenkin siten, että ne tulee kiinnittää tukevasti ylä- ja alapäästä. Kaikki seinät ja yläpohja eristetään 100 mm:n mineraalivillalla ja ko. rakenteiden lämmönläpäisykerroin eli U-arvo on pienempi kuin 0,20 W/m²K (U-arvotaulukko s.a., 1). Kyseisestä rakenteesta ei koidu tilaan liian suurta tehohäviön tarvetta, koska lämpötilaero tilojen välillä on maksimissaan 10 °C ja lämmönluovutuspinna-ala on vain 29,8 m². Hukkatehoksi saadaan laskennallisesti n. 60 Wattia.



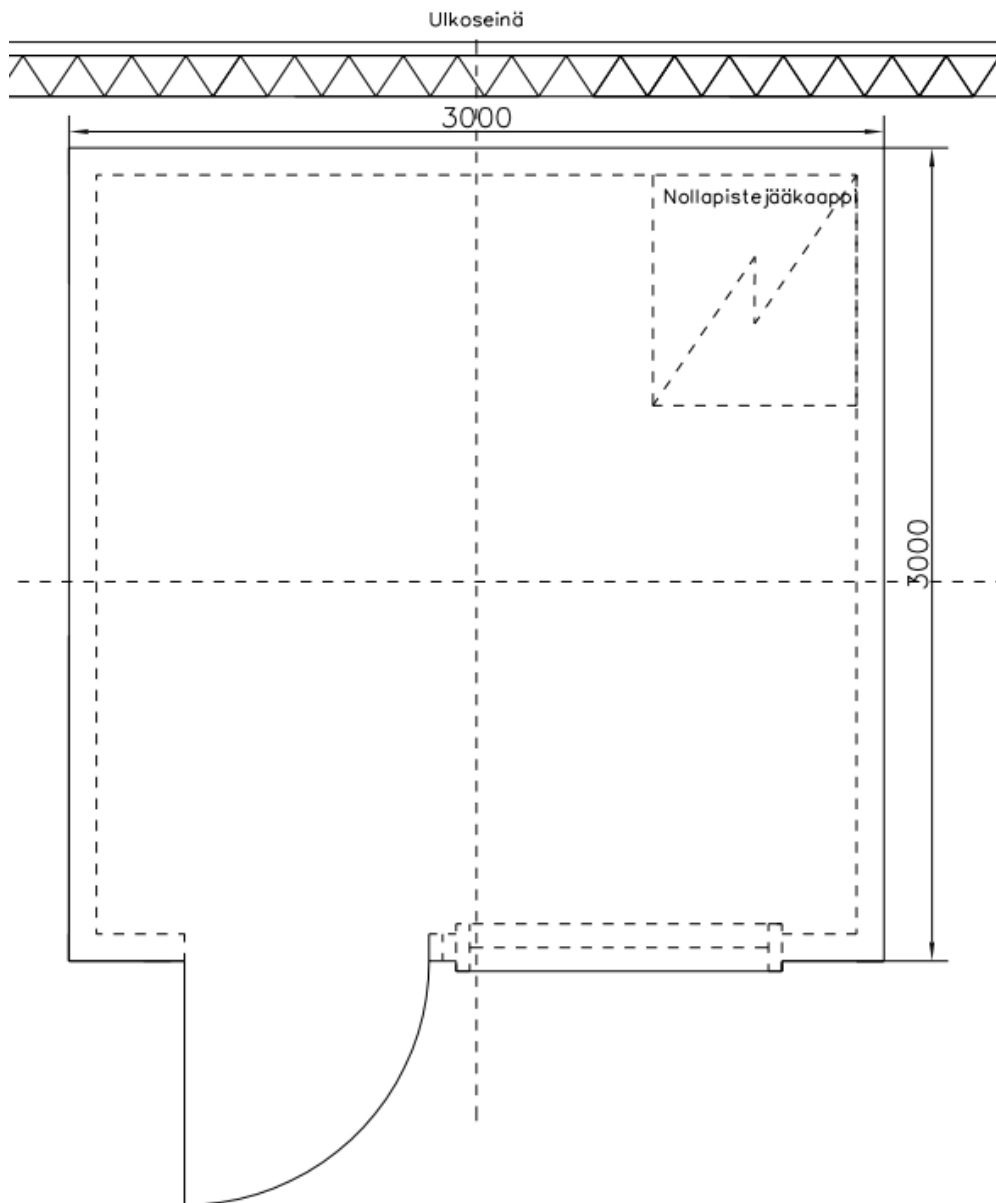
Kuva 2. Laboratorion poikkileikkauspiirustus. Kuvan nollapistejääkaappi on varaus, joka mahdollisesti lisätään myöhemmin.

3.1.1 Laboratoriotila

Laboratorio varustetaan matalaenergiaikkunalla, jonka koko on 1200 mm x 1000 mm, ja ovella. Niiden U-arvot ovat edellä mainitun muun rakenteen mukaisia. Ikkunan tarkoituksena on lisätä laboratorion huomioarvoa yrityksessä käyviä vierailijoita ajatellen, vaikka ikkuna ei palvelekaan laboratorion toiminnallisuutta.

3.1.2 Tekninen tila

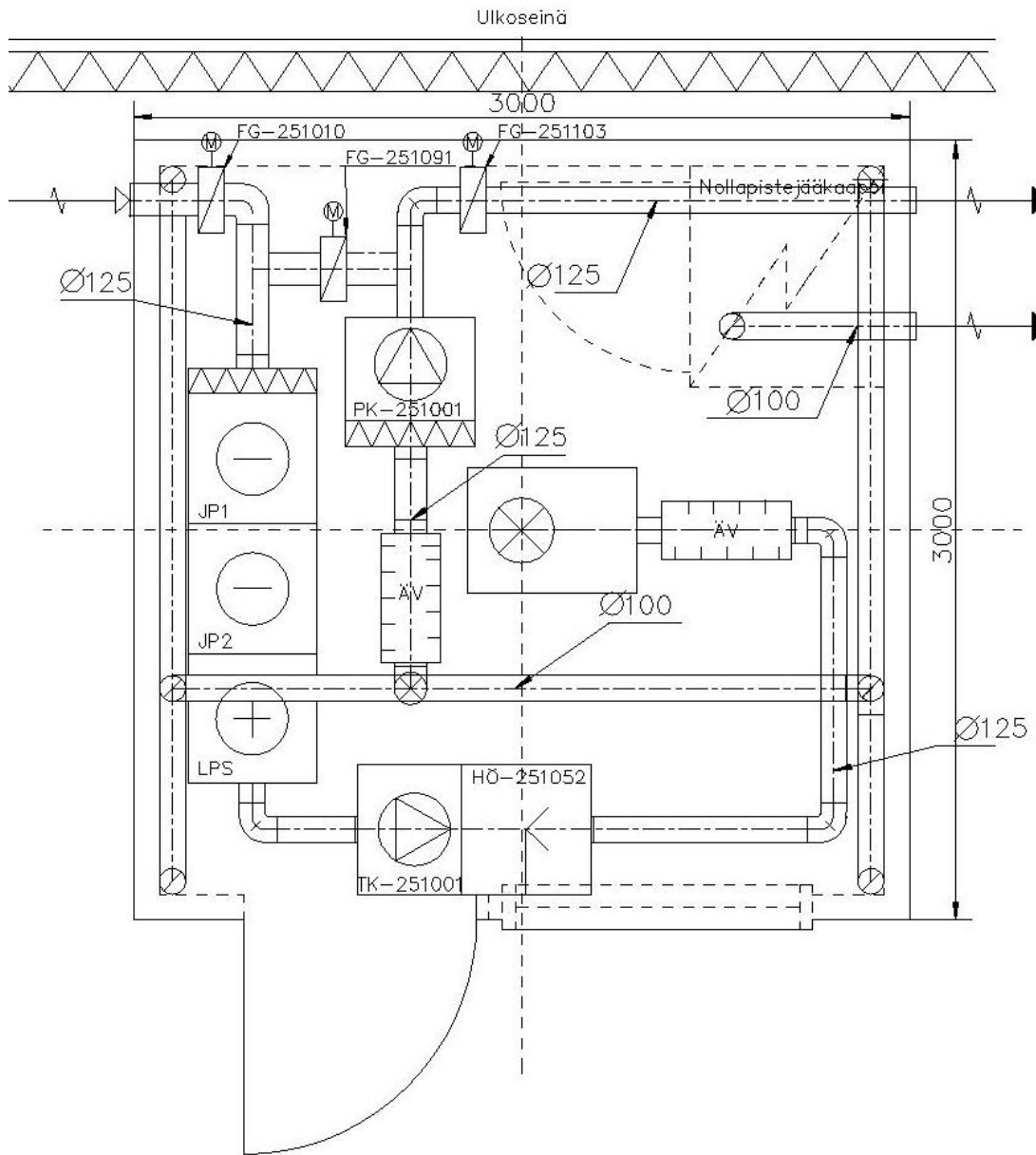
Teknisen tilan eli yläpohjan lattiaanpinta levytetään 15 mm:n havuvanerilevyllä, jolloin rakenteesta tulee tukeva ja siihen on helppo kiinnittää tarvittaessa ruuveilla ilmanvaihtolaitteita, johdotussuojaputkia yms. (kuva 4). Yläpohjan seinäpintoja ei levytetä, vaan runkonousut jätetään paljaaksi. Ilman levytystä on helppo kulkea tekniseen tilaan, tehdä huoltoa ja mahdollisia korjaustoimenpiteitä prosessilaitteille.



Kuva 4. Teknisen tilan pohjapiirustus

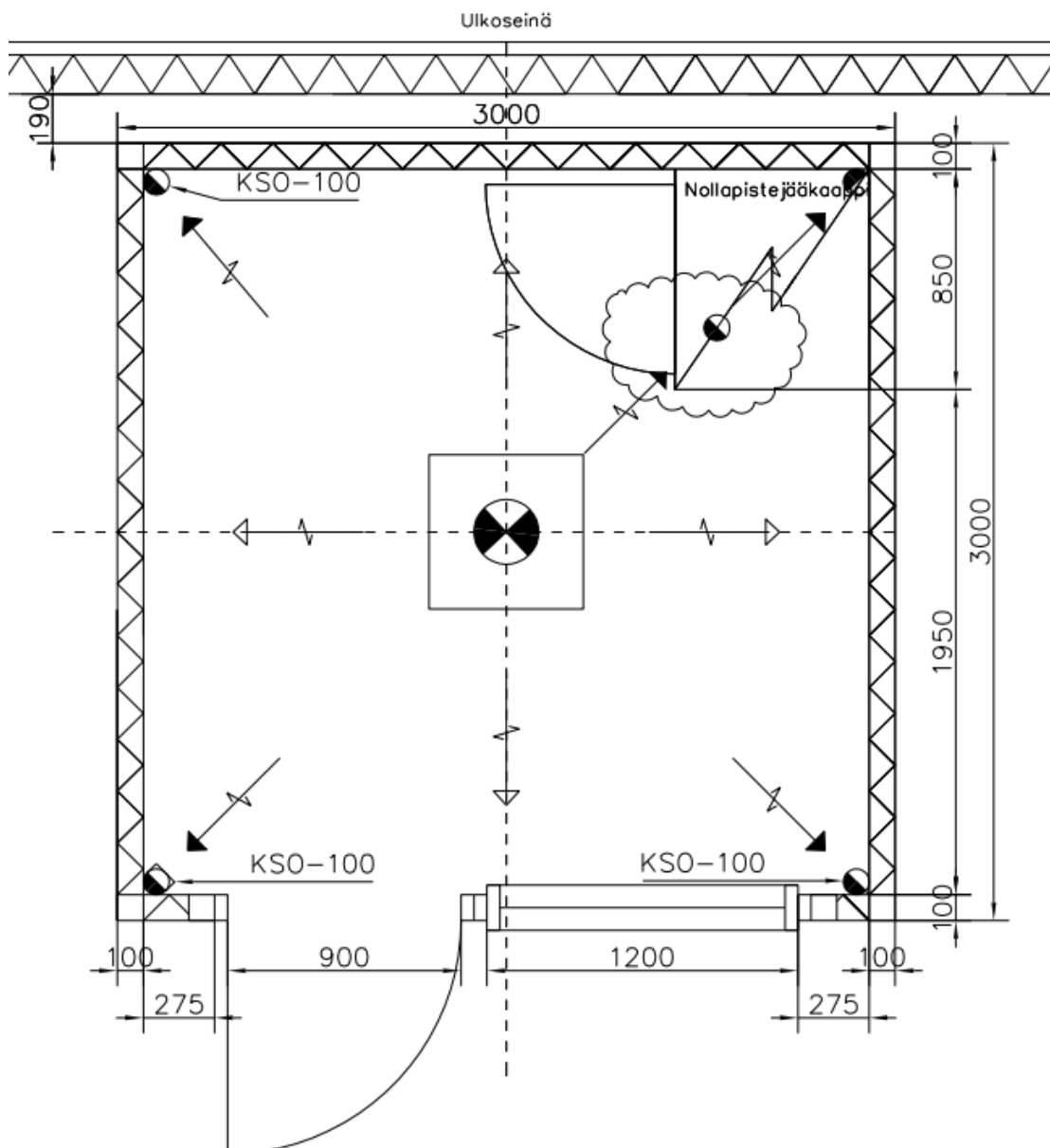
3.2 LVI

Tuotelaboratorion talotekniikan rakentamisessa ja suunnittelussa noudatetaan Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset -teosta, joka on tehty vuonna 2002. Teos määrittää yleisesti hyväksytyyn rakennustavan.



Kuva 5. Teknisen tilan IV-pohjapiirustus. Kuvan laitteet on esitetty positiotunnuksineen taulukossa 1.

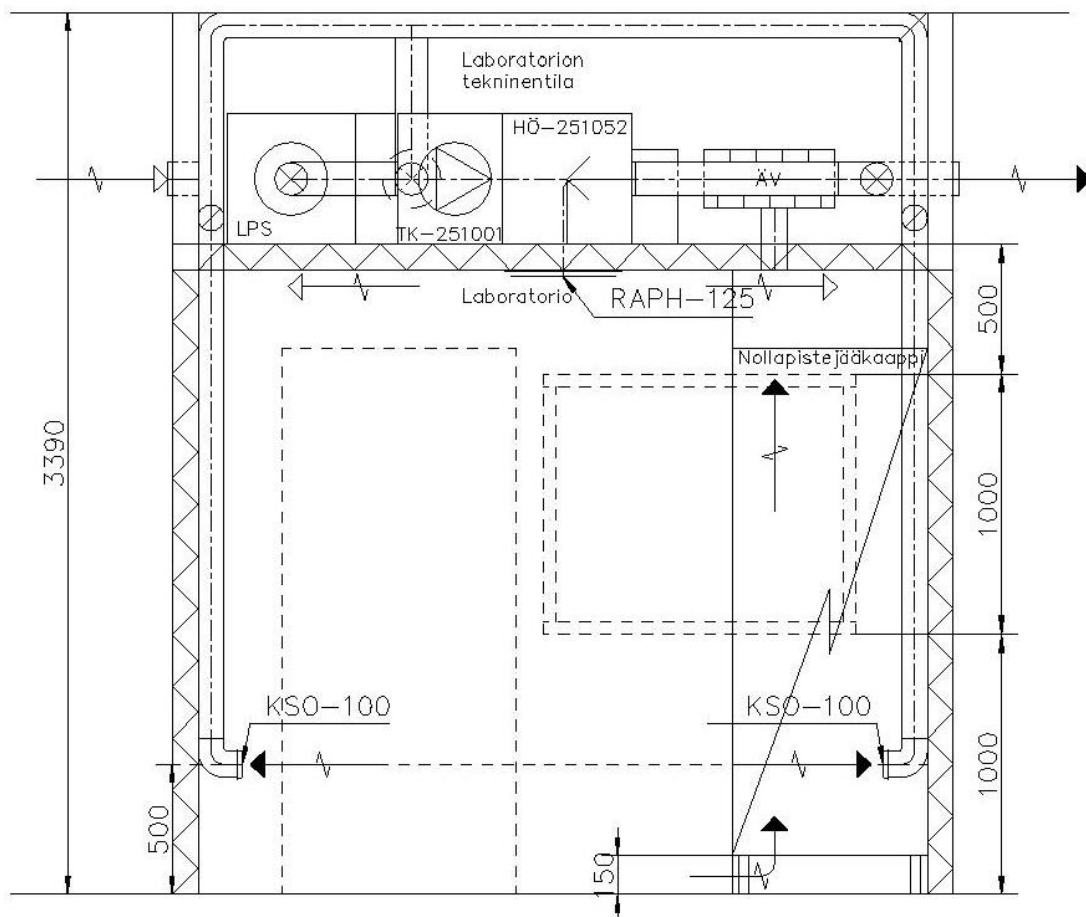
Teknisessä tilassa kaikki kanavat ja laitteet eristetään 9 mm:n solukumieristeellä ja eristyksen tarvitsema tila on huomioitava asennuksessa. Kaikki laitteet ja kanavat kiinnitetään kannakkeille asiaankuuluvalla tavalla tarvittaessa lattiaan, kattoon tai seinän runkoon.



Kuva 6. Laboratoriotilan IV-pohjapiirustus

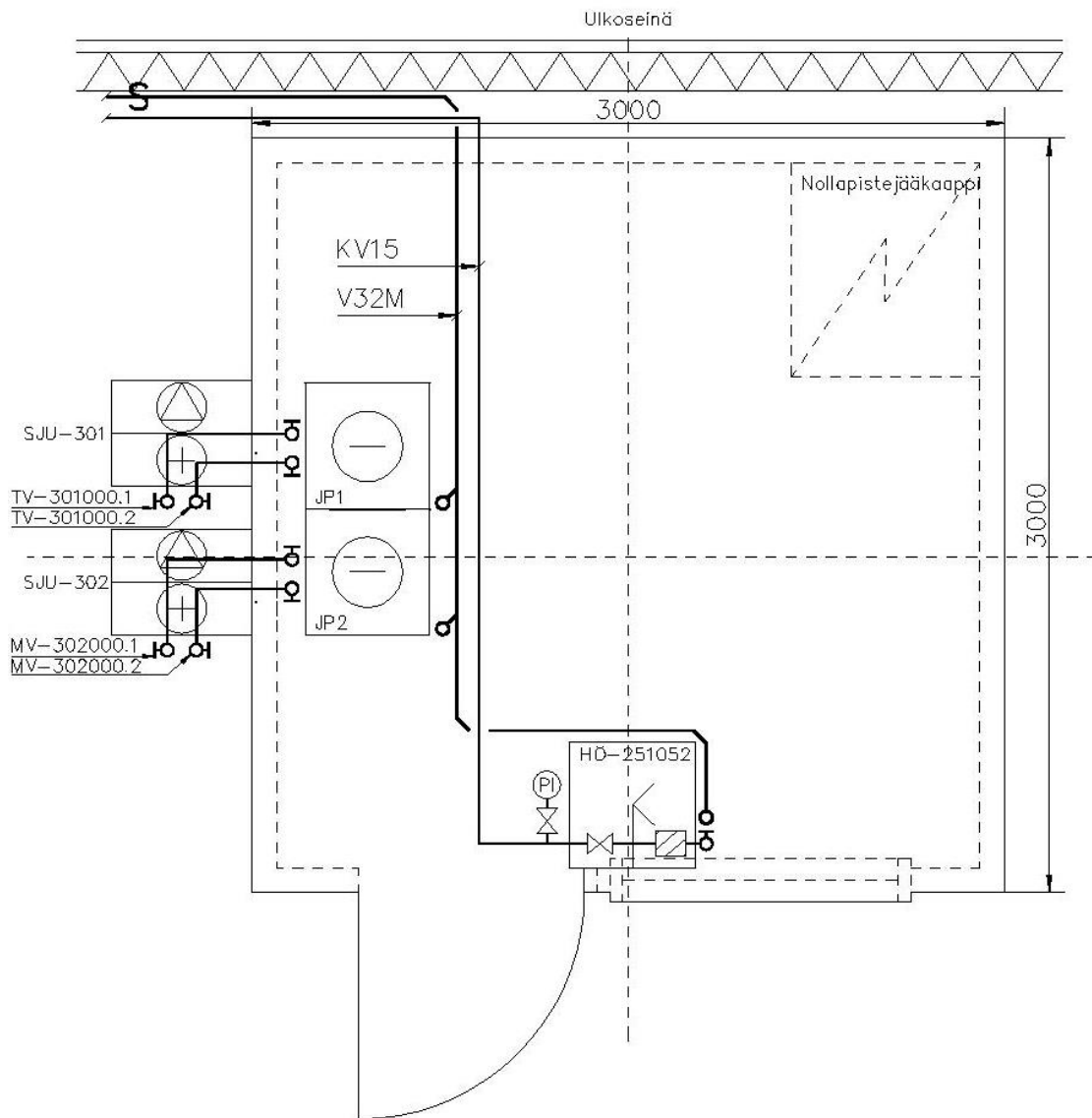
Tuloilmavirta säädetään puhaltimen kierrosnopeussäädöllä arvoon 25 l/s.

Poistoilmanvaihdon virtaus on riippuvainen kanaviston painehäviöstä. Laboratoriossa on vallitseva 2 Pascalin ylipaine. Tulo- ja poistoilman päätelaitteita ei suunnata toisiaan kohti, koska ilman oletetaan tasaantuvan homogeenisesti koko huoneessa, jos se pääsee virtaamaan tilassa.



Kuva 7. Laboratorio- ja teknisen tilan IV-pokkileikkauspiirustus

Nollapistekaapin kanava tulpataan katon sisäpinnan tasalle ja jätetään varaukseksi mahdollista myöhempää käyttöä varten. Tuloilman hajottaja sijoitetaan laboratorion keskelle katon pintaan. Poistoilmaventtiilit suunnataan kohti laboratorion keskipistettä puolen metrin korkeuteen lattiasta. Tämän kaltaisella päätelaitteiden sijoittelulla pyritään varmistamaan ilman tasainen konsentraatio huoneessa myös korkeussuunnassa.



Kuva 8. Teknisen tilan LVI-pohjapiirustus

Kylmäainelinjassa käytetään kylmäkoneikkojen SJU-301 ja SJU-302 liityntöjen mukaisia putkikokoja. Vesijohdon ja viemärin liitospaikka olemassa olevaan järjestelmään katsotaan paikan päällä esim. varaston siivouskomeroon. Asennustapa valitaan liitospaikan perusteella. Viemäriin asennetaan hajulukko laboratorion ulkopuolelle huoltovapaaseen tilaan. Vesijohto eristetään 20 mm:n villakourulla ja pinnoitetaan tai käytetään 9 mm:n solumuovieristettä. Höyrykostutin HÖ-251052 varustetaan puhdasvesisuodattimella ja huoltosuluilla.

Taulukko 1. Laiteluettelo kuvissa 5 - 8 esitetyistä LVI-teknisistä laitteista

LAITETUNNUS	LAITTEEN NIMITYS	SÄÄTÖ- KAAVIO	HUOM.
HÖ-251052	HÖYRYKOSTUTIN	AU-01	Ø 125
LPS	SÄHKÖPATTERI	AU-01	230 V Ø 125
TS-251120	YLIKUUMENEMISSUOJA	AU-01	230 V
SJU-301	JÄÄHDYTYSKOJE	AU-01	ON-OFF
SJU-302	JÄÄHDYTYSKOJE	AU-01	ON-OFF
TK-251001	EC TULOPUHALLIN	AU-01	230 V Ø 125
PK-251001	EC POISTOPUHALLIN	AU-01	230 V Ø 125
FG-251010	SÄÄTÖPELTI	AU-01	Ø 125 0-10 V
FG-251103	SÄÄTÖPELTI	AU-01	Ø 125 0-10 V
FG-251091	SULKUPELTI	AU-01	Ø 125 ON-OFF
JP1	SUOR. HÖYR. PATERI	AU-01	Ø 125
JP2	SUOR. HÖYR. PATERI	AU-01	Ø 125
TV-301000.1	MAGNEETTIVENTTIILI	AU-01	ON-OFF
TV-301000.2	MAGNEETTIVENTTIILI	AU-01	ON-OFF
MV-302000.1	MAGNEETTIVENTTIILI	AU-01	ON-OFF
MV-302000.2	MAGNEETTIVENTTIILI	AU-01	ON-OFF

3.2.1 Jäähdytys ja lämmitys

Tiloissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto ja jäähdytys, on yleensä jäähdytyksen osuus investointikustannuksissa erittäin merkittävä. Laboratorion kustannustehokkuudessa oletetaan muuttuvien parametrien olevan kallein osakokonaisuus, joten tilan suunnittelu toteutetaan jäähdytyksen ja lämmityksen sekä kostutuksen ja kuivauksen ehdoilla. Tarkastellaan ensin jäähdytystehon tarvetta.

Tarvittava jäähditysenergia saadaan seuraavasti kaavalla (Honkanen s.a., 1):

$$E = V * \rho * C_p * \Delta T \quad (1)$$

E energia [kJ]

V tilavuus [m³]

ρ tiheys [kg/m³]

C_p ominaislämpökapasiteetti [kJ/kg°C]

ΔT lämpötilanmuutos [°C]

$$E = 22,5 \text{ m}^3 * 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$E = 438,75 \text{ kJ.}$$

Laboratorio, joka jäähdytetään 30 asteesta 15 asteeseen, tarvitsee 438,75 kJ energiaa. Jäähdytettävästä lämpöenergiasta voidaan laskea edelleen tarvittava jäähdytysteho (Honkanen s.a., 1):

$$P = \frac{E}{t} \quad (2)$$

P teho [kW]

t aika [s]

$$P = \frac{438,75 \text{ kJ}}{15 \text{ min} * 60 \text{ s/min}}$$

$$P = 0,4875 \text{ kW} = 487,5 \text{ W.}$$

Jäähdytystehoksi saadaan 0,4875 kW, joka määrittää jäähdytykseen tarvittavan kylmälaitteen nimellistehon.

Jäähdytyksen laskukaavat pätevät myös lämmitykseen, sillä laboratorion lämmittäminen 15 asteesta 30 asteeseen tarvitsee yhtä paljon energiaa, kuin sen jäähdyttäminen vastaavan lämpötilaerotuksen verran. Lämmitystehoksi saadaan siis myös 0,4875 kW.

3.2.2 Ilmanvirtaus

Laboratorion ilman on kierrettävä sellaisella nopeudella, että laboratorion olosuhteita on mahdollista muuttaa kyllin nopeasti. Tämän määrittämiseksi on laskettava olosuhteiden muutokseen tarvittava ilmavirtaus. Ilmavirtaus voidaan määrittää edelleen johtamalla jäähdytyksen ja lämmityksen energian ja tehon kaavoista:

$$P = \rho * qv * Cp * \Delta T \quad (3)$$

qv tilavuusvirta [m³/s].

Kaava voidaan kirjoittaa ilmavirranmäärittämiseksi toiseen muotoon:

$$qv = \frac{P}{\rho * Cp * \Delta T}$$

$$qv = \frac{0,4875 \text{ kW}}{1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * 15^\circ\text{C}}$$

$$qv = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Tarvittavaksi ilmavirraksi saadaan siis 0,025 m³/s eli 25 l/s. Kyseinen ilmavirta on todella vähäinen edes hyvin pienelle ilmanvaihtokoneelle.

Tiedetyn ilmavirran perusteella voidaan määrittää tulo- ja poistopuhaltimen nimellisteho eli akseliteho, jonka perusteella valitaan tarvittavat puhaltimet. Nimellistehon määrittämiseksi täytyy ensin määrittää kanavistossa vallitseva kokonaispaine. Kokonaispaineen laskenta suoritetaan Bernoullin yhtälöllä seuraavasti (Seppänen, R, Kervinen, M, Parikka, I, Karkela, L, & Meriläinen 2005, 119):

$$\textit{kokonaispaine} = \frac{1}{2} * \rho * v^2 + \textit{staattinen paine} \quad (4)$$

v virtausnopeus [m/s].

Koska laboratorion sisä- ja ulkopuolella vallitsee sama staattinen paine, voidaan kaavasta jättää sen osuus pois, jolloin jää jäljelle ainoastaan dynaamisen paineen kaava:

$$\textit{dynaaminen paine} = \frac{1}{2} * \rho * v^2 \quad (5)$$

Kyseisen ilmavirran suositeltuna puhalluspäätelaitteen putkikokona voidaan käyttää 125 mm. (Aktiivinen tuloilmalaite OPTIMIX RAPB s.a, 2). Tilavuusvirralla 0,025 m³/s ja putkikoolla 0,125 m määräytyy virtausnopeudeksi 2 m/s.

Sijoitetaan lukuarvot dynaamisen paineen kaavaan (5):

$$p_{dyn} = \frac{1}{2} * 1,3 \text{ kg/m}^3 * (2 \text{ m/s})^2$$

$$p_{dyn} = 2,6 \text{ Pa}.$$

Kanavisto itsessään aiheuttaa painehäviöitä, mutta niiden merkityksen laskemisen helpottamiseksi oletetaan koko kanavistolle yhteinen painehäviö 100 Pa. Tehon määrittämisen dynaamisena paineena voidaan siis käyttää 100 Pa, koska juuri määritetty 2,6 Pa dynaamisen paineen osuus on käytännössä merkityksetön, kun lasketaan oletetuilla arvoilla, jolloin laskennan tarkkuudessa esiintyy virhettä.

Nimellisteho voidaan määrittää nyt paineen ja saadun ilmanvirtauksen perusteella seuraavasti kaavalla (Kaavakokoelma Insinöörin (AMK) Fysiikka s.a., 5):

$$P = p * qv \quad (6)$$

p paine [Pa]

$$P = 100 \text{ Pa} * 0,025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P = 2,5 \text{ W}.$$

Saatu puhallinteho on hyvin vähäinen. Voidaan ajatella, että puhaltimelle ei ole minimivaatimusta talotekniikan kokoluokassa, koska ilmanvirtausta joudutaan kuitenkin rajoittamaan puhaltimen pyörimisnopeudella. Puhallin voi siis olla esimerkiksi tyypillinen 100 W:n kanavapuhallin (Kanavapuhallin CK EC moottorilla 2012, 3).

3.2.3 Kuivaus

Ilman kosteus on riippuvainen ilman lämpötilasta (Korkeamäki s.a., 8). Järjestelmään on suunniteltu jäädytys ja lämmitys, jolloin on perusteltua tarkastella niiden yhteiskäyttöä ilman kuivaimena ja erilliseen ilmankuivaimen ei tarvitse investoida.

Määritetään annettuihin parametreihin liittyen ensiksi uudet lämpötilan raja-arvot perustuen kylläisen vesihöyryn ominaisuuksiin (liite 2). Suhteellisen kosteuden absoluuttinen kosteus voidaan laskea seuraavalla kaavalla (Korkeamäki s.a., 8):

$$RH = \rho * \% \quad (7)$$

RH Ilman suhteellinen kosteus [g/m³].

Lämpötiloille 15 °C ja 30 °C saadaan taulukossa 2 esitetyt kosteuden raja-arvot.

Taulukko 2. Ilman suhteellisen kosteuden muutos esitettynä absoluuttisena kosteutena

Ilma		Suhteellinen kosteus		Yksikkö
Lämpötila	Tiheys	100 %	20 %	
°C	g/m ³			
15	12,83	12,83	2,566	g/m ³
30	30,36	30,36	6,072	g/m ³

Verrattaessa taulukon 2 tuloksia liitteen 2 Kylläisen vesihöyryn paine ja tiheys - taulukon arvoihin huomataan, että 15 °C asteisen ilman suhteellisen kosteuden ollessa 20 % eli 2,566 g/m³ vastaa se silloin kastepisteeltään kyseistä tiheyttä ilman lämpötilalla -10 °C. Ilman lämpötilan ollessa 30 °C ja suhteellisen kosteuden ollessa

20 % on absoluuttinen kosteus $6,072 \text{ g/m}^3$ ja kastepiste saavutetaan $3 \text{ }^\circ\text{C}$ lämpötilassa.

Jäähdytyksen tehoa tarkastellaan käyttäen ilman lämpötilan arvoa $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ja sen kastepisteen $3 \text{ }^\circ\text{C}$ välistä lämpötilaeroa $27 \text{ }^\circ\text{C}$, koska se on suurempi kuin $15 - (-10) = 25 \text{ }^\circ\text{C}$. Kaavan 3 mukaisesti saadaan teho:

$$P = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,025 \text{ m}^3/\text{s} * 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P = 0,8775 \text{ kW}.$$

Uudeksi jäähdyttimen ja lämmittimen tehoksi saadaan $\approx 0,9 \text{ kW}$, jotta ilma voidaan kuivata tarvittaessa muuttamatta lämpötilaa laboratorion sisällä. Tätä tehoa voidaan käyttää järjestelmän uutena laitevaatimuksena. Lisäksi tarkastelu määrittää jäähdytinpatterille kiertävän aineen pakkasensietokyvyksi $-10 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.2.4 Kostutus

Ilman kostuttimen tehokkuus voidaan ilmoittaa sen kykyä lisätä kosteutta ilmaan. Tällöin määritetään ilman kostuttimelle tarvittava vähimmäistuotto. Absoluuttisen kosteuden muutos ajansuhteen ajatellaan laboratorion sisäilman tiheyden muutoksena ajansuhteen. Laskennassa käytetään taulukossa 2 esitettyjä suurinta ja pienintä tiheyttä ja jo aikaisemmin määrättyä 15 minuutin aikavastetta. Laskenta suoritetaan kaavalla kaasun tiheys (Seppänen ym. 2005, 131):

$$\Delta nv = \frac{V * \Delta \rho}{t} \quad (8)$$

Δnv absoluuttisen kosteuden muutos [kg/h].

$$\Delta nv = \frac{22,5 \text{ m}^3 * (30,36 - 2,566) \text{ g/m}^3}{900 \text{ s}}$$

$$\Delta nv = 0,695 \text{ g/s}$$

$$0,695 \text{ g/s} = 2,5 \text{ kg/h}.$$

Ilman kostuttimen vähimmäistuotoksi saadaan 2,5 kg/h, jotta se pystyisi muuttamaan ilman kosteuden 15 minuutissa ääripäästä toiseen.

3.2.5 Laitevaatimuksien yhteenveto

Suoritetun laskennan jälkeen voidaan koota yhteen saadut laitevaatimukset seuraavan laiseksi taulukoksi (taulukko 3):

Taulukko 3. LVI-laitteiden toiminnalliset vaatimukset

Toiminto	Suure	Yksikkö
Ilmanvirtaus	0,025	m ³ /s
	100	W
Lämmitys	0,8775	kW
Kuivaus	0,8775	kW
Jäähdytys	0,4875	kW
Kostutin	2,5	kg/h

Lopulliset laitevalinnat tehdään järjestelmän säädettävyyden näkökulmasta katsottuna. Laboratorion olosuhteiden muuttamiseen tarvittava ilmavirtaus päätetään tuottaa EC-kanavapuhaltimilla (EC = Electrically Controlled). Puhaltimien tehoksi valitaan 100 W, jolloin järjestelmän säätämiseksi varataan reilusti kapasiteettia.

Ilman jäähdytys ja kuivaus päätetään toteuttaa kahdella erillisellä koneikolla järjestelmän säätämisen helpottamiseksi. Liian monimutkaisessa järjestelmässä voi olla vaarana, että sitä ei koskaan saada toimimaan täysin halutulla tavalla.

Lämmittimen teho määräytyy ilman kuivaamiseen valitun jäähdytyskoneikon mukaan, jotta ilma voidaan jäähdyttää kyllin alhaiseen lämpötilaan kosteuden poistamiseksi, ja taas lämmittää haluttuun sisäänpuhalluslämpötilaan.

Höyrykostuttimen tuottoa on tarkoitus säätää portaattomasti, jolloin se voidaan valita yläkanttiin mitoitettuna.

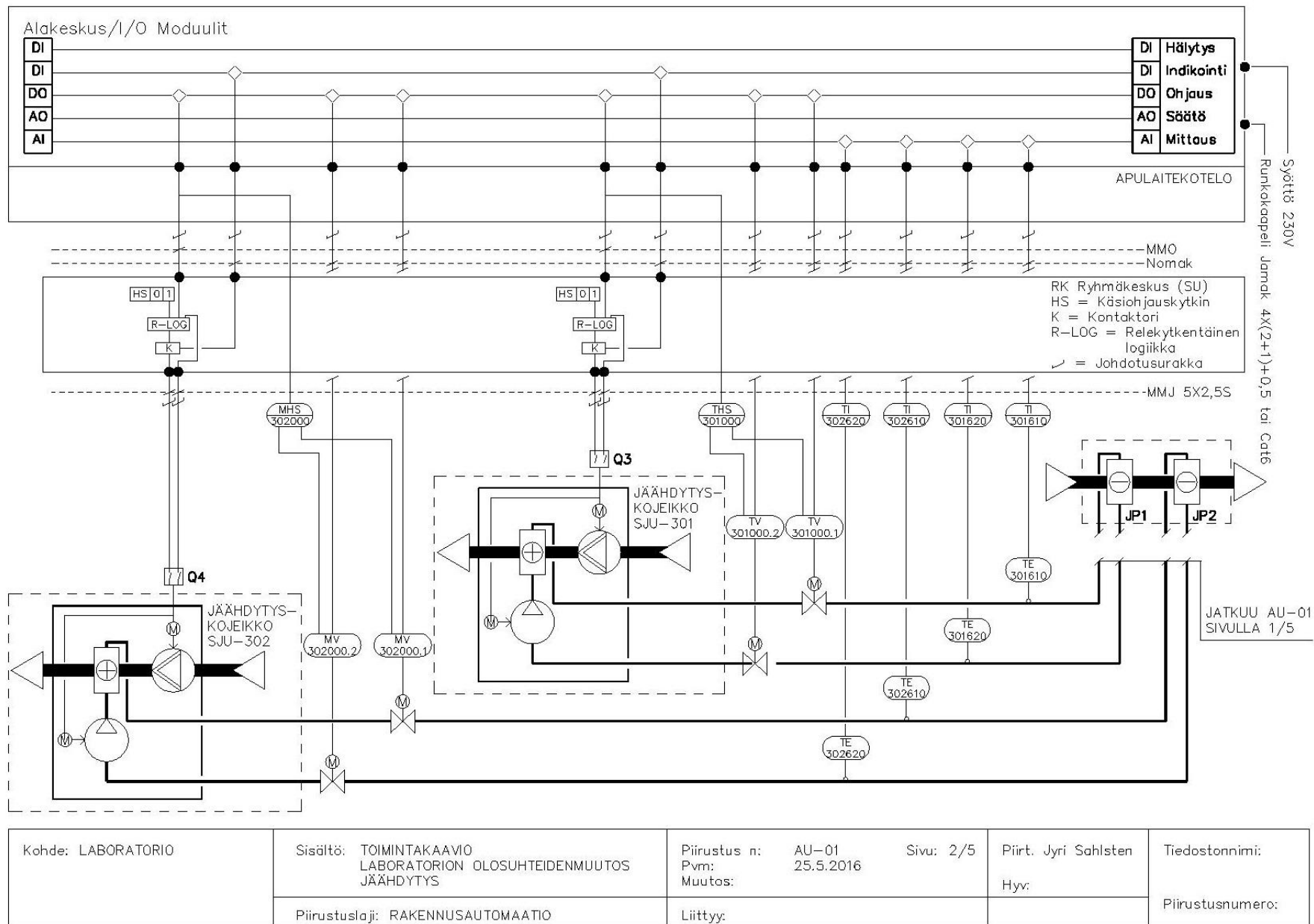
4 OHJAUSTOIMINTOJEN SUUNNITTELU

Suunnitelman tarkoituksena on antaa tarkka ja yksityiskohtainen kuvaus olosuhteiden muutokseen tarvittavista ohjaustoiminnoista. Tämän luvun kappaleessa 4.1 on selostettu tuotelaboratorion olosuhteiden muutoksen prosessin kuvaus. Kappale 4.2 käsittelee nollapistejääkaapin varausta. Tuotelaboratorion ohjaustoiminnot on kuvattu tarkemmin liitteessä 3 piirikohtaiset toimintakuvaukset. Prosessidynamiikka on esitetty graafisesti toimintakaavioissa (kuvat 9 - 11). Kuvissa esitetyistä laitteista on koottu tarkat kuvaukset piirikohtaisesti kohdassa 4.3. Tämän luvun kuvat, taulukot ja Liitteen 3 on tarkoitus helpottaa automaatiourakoitsijaa järjestelmän laitevalinnoissa, ohjelmoinnin toteutuksen työkaluksi ja tilaajan laatuvaatimusasiakirjaksi. Automaatiourakan osalta työn vastaanotto tehdään liitteen 3 mukaisesti.

Tässä luvussa esitetyt kuvat ja tekstit on laadittu lähteen Rakennusautomaation mallikaaviot, ST-esimerkit 9, (Sahlstén, 2016) mukaisesti, joita on soveltuvin osin yhdenmukaistettu kansainvälisen standardin kanssa (SFS-ISO 14617-6 2004).

4.1 Sisäilman ohjaus

Ilmanvaihtokone (kuva 9) asennetaan laboratorion katolle tekniseen tilaan. Koneelle imetään raitisilma varastosta ja jäteilma puhalletaan takaisin varastoon. Valvonta-alakeskus (VAK) kiinnitetään laboratorion ulkoseinälle. VAK yhdistetään runkoväylällä valvomopäätteeseen, joka on ikkunan alla laboratorion ulkopuolella. VAK:een tuodaan tehon syöttö laboratorion sähköryhmäkeskuksesta. Jäähdytys ja kuivaus (kuva 10) toteutetaan hermeettisillä kompressorikoneikoilla. Kompressori- ja lauhdutinyksiköt SJU-301 ja SJU-302 sijoitetaan tekniseen tilaan tai sen ulkopuolelle varastoon riippuen fyysisen tilan tarpeesta ja huollettavuudesta. Höyrystimet (JP 1 ja JP 2) ovat kanavaan asennettavia suorahöyrystyspattereita. Ilmanjäähdyttimien kytkennöille käytetään samaa VAK:sta ja sähköryhmäkeskusta (RK) kuin IV-koneelle. Jäähdyttimien lauhdelämpöä ei käytetä lämmitykseen, koska järjestelmän on tarkoitus toimia mahdollisimman tarkasti, tällöin järjestelmä on helposti ja tarkasti säädettävissä ja ohjattavissa, kun lämmitykseen ja jäähdytykseen käytetään omia laitteita.



Kuva 10. Jäähdytyksen toimintakaavio

4.1.1 Tuloilmakojeen ja poistoilmakojeen ohjaukset

TK-251001 käy manuaaliohjauksella valvomopäätteeltä. PK-251001 käy rinnan TK-251001:n kanssa. Viritysvaiheessa PK-251001:n ja TK-251001:n pyörimisnopeus on säädetty siten, että poistokanavassa vallitseva paine on 2 Pa vähemmän kuin tuloikanavassa, jolloin täytyy ottaa huomioon tulo- ja poistoelimien aiheuttamat paine-erot silloin, kun säätöpellit FG-251010 ja FG-251103 ovat suljettuina. VAK säätää suhteellisesti peltejä FG-251010 ja FG-251103 mittauksen PDT-251090 perustella pitäen laboratorion paine-eron vakiona. Laboratorion paineen noustessa avataan poistoilmapeltiä FG-251103 ja laboratorion paineen laskiessa avataan FG-251010 tuloilmapeltiä.

Jäähdytyskoneikko SJU-301 saa käynnistymisluvan (standby-asento) samalla kun tuloilmanpuhallin TK-251001 saa käskyn siirtyä käyntitilaan ja komennon mennä seisontatilaan samalla, kun tuloilmanpuhallin TK-251001 siirtyy seisontapyörimisnopeudelle.

4.1.2 Toiminta koneen käydessä

Raitisilman moottoripellit FG-251010 ja poistoilman moottoripelti FG-251103 ovat kiinni ja kiertoilmapelti FG-251091 on auki.

Lämpötilasäätimet TIC-251060 ja THS-301000 pitävät poistoilman lämpötilan asetusarvossaan mittaukseen TE-251100 perustuen. TIC-251060 säätää tarpeen mukaan lämmitystä ja THS-301000 ohjaa jäähdytystä. Poistoilman lämpötilan noustessa 0,5 °C yli asetusarvonsa antaa säädin THS-301000 jäähdytyskoneikolle SJU-301 käyntikäskyn (run-asento) ja ohjaa jäähdytyksen magneettiventtiilit HV-301000.1 ja HV-301000.2 auki asentoon. Höyrystimen yli oleva kasvanut paine-ero saa tuloilman lämpötilan laskemaan. Poistoilman saavutettua 0,3 °C alle asetusarvonsa HV-301000.1 sulkeutuu ja jäähdytyskoneikko SJU-301 sammuu, kun painekeytkin saavuttaa siihen asetetun raja-arvonsa. HV-301000.2 ohjautuu kiinni asentoon samalla, kun jäähdytyskoneikko sammuu ja järjestelmä palaa asentoon standby. Asetusarvon ollessa enemmän kuin 0,5 °C alle poistoilman lämpötilan, lämpötilasäädin TIC-251060 ohjaa lämmityspatteria lämmittämään tuloilmaa ja lämpötilan noustessa 0,3 °C yli asetusarvon sulkee lämpötilasäädin lämmityksen tehonsyötön.

Normaaliajotilassa kosteudelle ei anneta asetusarvoa. Jos ilmankosteudelle on määrätty asetusarvo, pyrkii säädin MIC-251052 tarpeen mukaan kosteuttamaan tai säädin MHS-302000 kuivaamaan laboratorion ilmaa. Kostutettaessa kosteussäädin MIC-251052 säätää poistoilman kosteusmittaukseen MI-251101 perustuen höyrykostuttimen HÖ-251052 höyryntuottoa, jolloin tuloilman kosteus lisääntyy. Ilmaa kuivattaessa ohjaa kuivaussäädin MHS-302000 jäähdytyskoneikkoa SJU-302 jäähdyttämään ilmaa ja ohjaa jäähdytyksen magneettiventtiilit HV-302000.1 ja HV-302000.2 auki asentoon, kunnes ilman suhteellinen kosteus mittauksen MI-251101 mukaan on laskenut halutulle tasolle. Poistoilman saavutettua asetusarvonsa HV-302000.1 sulkeutuu ja jäähdytyskoneikko SJU-302 sammuu, kun painekeytkin saavuttaa siihen asetetun raja-arvonsa. HV-302000.2 ohjautuu kiinni asentoon samalla, kun jäähdytyskoneikko sammuu. Kuivaus asetuksella lämpötilasäädin TIC-251060 pitää poistoilman lämpötilan sähkölämmityspatterin avulla asetusarvon mukaisesti vakiona. Kosteusasetusta varten valvomografiikkaan tehdään ryhmäohjauspainike, joka ohjaa kostutinta sekä jäähdytystä ja lämmityspatteria.

Jäähdytyspatterin JP 2 huurtumista mitataan paine-eromittauksella PDT-251070, ja jäätymisvaaran uhatessa pakko-ohjaa kuivaussäädin MHS-302000 jäähdytyksen pois päältä asetusarvosta riippumatta, jolloin höyrystimen läpi virtaa lämpimämpää laboratorion ilmaa sulattaen jäätymisvaarassa olevan patterin huurteesta. Jäätymisvaaran poistuttua palaa säädin normaaliin kuivatustoimintoon.

Silloin kun ei ole määrätty kosteudelle tai lämpötilalle asetusarvoa, on silloin raitisilman moottoripelti FG-251010 ja poistoilman moottoripelti FG-251103 auki ja kiertoilmapelti FG-251091 on kiinni. Tällöin ajaa lämpötilansäädin lämmityksen ja jäähdytyksen säätöviestin 0 %:n ja kosteussäädin höyrykostuttimen säätöviestin 0 %. Silloin laboratoriossa kiertää ainoastaan suodatettu varastossa vallitseva ilma.

4.1.3 Toiminta koneen pysäytysvaiheessa

Kun tuloilmakone saa pysäytysohjauksen, jäähdytyspiirien magneettiventtiilit HV-301000.1 ja HV-302000.1 ohjataan kiinni, jonka jälkeen jäähdytyskompressorit pysäytetään painekeytkimien mukaan. Kompressorien pysähtymisen yhteydessä magneettiventtiilit HV-301000.2 ja HV-302000.2 ohjataan kiinni sekä lämmityspatterin tehonsäätimen syöttöjännite katkaistaan. Tulopuhallin TK-251001 hidastuu seisontapyörimisnopeuteen esim. 10 %, ja poistopuhallin pysähtyy kokonaan (tässä vaiheessa ei säädetä huoneen ylipainetta). Raitisilman ja poistoilman moottoripellit FG-251010 ja FG-251103 ajetaan auki

ja kiertoilmapelti FG-251091 ajetaan kiinni. Lämmityspatterin vastukset eivät tarvitse jälkikäyntijäähdytystä, koska tulopuhallinta ei pysäytetä kokonaan.

4.1.4 Toiminta koneen seisonta-aikana

Pysäytysvaiheen jälkeen tulopuhallin jää seisonta pyörimisnopeudelle esim. 10 % ja poistopuhallin on pysähtyneenä, moottoripellit FG-251010 ja FG-251103 jäävät auki ja kiertoilmapelti FG-251091 jää kiinni eikä tilassa säädetä ylipainetta.

Jäähdytyskojeilla SJU-301 ja SJU-302 kompressoreilla ei ole käyntilupaa ja niihin liittyvät magneettiventtiilit ovat kiinni. Lauhduttimien puhaltimet eivät pyöri.

4.1.5 Ohjaukset ja lukitukset

Kytkenöillä tarkoitetaan kaapeloinnin välityksessä toteutettuja liityntöjä ohjaustoimintoja varten. Ohjaustoiminnot ovat jaoteltu ohjauksiin ja lukitusohjauksiin. Ohjauksella tarkoitetaan päälle ja pois -toimintoa tai auki ja kiinni -toimintoa. Lukitusohjaukset ovat suojatoimintoja, jotka aiheuttavat pakko-ohjauksia henkilöiden ja laitteiden suojaamiseksi. Lukitusohjauksista aiheutuu myös hälytys.

Sähkökeskukseen on kytketty seuraavat lukitustoiminnot siten, että kone ei saa käydä, jos jotkin seuraavista ehdoista ovat voimassa:

- Sähkölämmityspatterin ylikuumenemissuoja TSA-251120 on hälytystilassa ja lämmityspatterin vastukset tarvitsevat jälkikäyntijäähdytystä. Puhaltimia varten asennetaan viivästysrele, joka koneen sammutustilanteessa pitää puhaltimet 5 minuuttia käynnissä, jonka jälkeen koneet pysähtyvät.
- Jokin tai useampi turvakytkimistä on auki asennossa (Q1 – Q6).
- Hätäpysäytyspainike on painettuna.

VAK:n on kytketty seuraavat lukitustoiminnot siten, että kone ei saa käydä, jos jotkin seuraavista ehdoista ovat voimassa:

- Puhaltimien ohjaukskontaktorit on kytketty niitä vastaaviin turvakytkimiin (Q5 ja Q6).
- Jäähdytyskoneikkojen ohjaukskontaktorit on kytketty niitä vastaaviin turvakytkimiin (Q3 ja Q4).

- Höyrykostuttimen ohjauskontaktori on kytketty sitä vastaavaan turvakytkimeen (Q2).
- Sähköpatterin ohjauskontaktori on kytketty sitä vastaavaan turvakytkimeen (Q1).
- Lämmityspatterin tehosäätimeen EC-251060 kytkeytyy syöttöjännite vain TK-251001:n ollessa käynnissä.
- Tuloilman höyrykostuttimeen HÖ-251052, jäähdytyskoneikkoihin SJU-301 ja SJU-302 sekä sähköpatterin ohjauskeskukseen kytkeytyy syöttöjännite vain TK-251001:n ollessa käynnissä.
- Ylikuumenemissuoja TSA-251120 katkaisee tehosäätimen EC-251060 syöttöjännitteen. Käsikäyttöisen ylikuumenemissuojan on sijaittava konetilassa.

Sisäilman ohjauksen ohjelmallisesti toteutetut lukitukset ja hälytykset:

- Tulo- ja poistoilman lämpötilan ylärajahälytys tapahtuu 35 °C:ssa. Lämpötilojen alarajahälytys tapahtuu 10 °C:ssa. Vastaavista lämpötiloista aiheutuu lukitukset 40 ja 5 °C:ssa.
- Kylmäainepiirien korkea- ja matalapainepuolen lämpötiloista aiheutuvien lukituksien osalta noudatetaan laitetoimittajan antamia suositusarvoja. Lämpötilojen ylä- ja alarajahälytys tapahtuu esimerkiksi 3 - 5 °C ennen lukitusta.
- Kaikista ohjauspisteistä on tapahduttava ristiriitahälytys.
- Suodattimien likaantumishälytys PDT-251011 ja PDT-251102, joka osoittaa suodattimien vaihdon tarvetta.
- Ilmanvirtaushälytys PDT-251002 ja PDT-2510030 osoittaa puhaltimien huollon tarvetta.
- Jäähdytyspatterista JP 2 jäätymisvaarahälytys PDT-251070 ja siitä on tapahduttava lukitus säätimelle MHS-302000.
- IV-hätäpysäytys ja palohälytys siirtyvät ohjelmallisesti alakeskukseen ja RK:n lukituskontaktorille K4, joka pysäyttää koneen sen ohjaustilasta ja tavasta riippumatta.
- Tulo- ja poistoilmamoottoripeltien toiminta on lukittu ohjelmallisesti tuloilmapuhaltimeen TK-251001.
- Poistopuhaltimen PK-251001, höyrykostuttimen HÖ-251052, jäähdytyskoneikkojen SJU-301 ja SJU-302 sekä sähkölämmityksen ohjauskeskukset ovat lukittu tulopuhaltimeen TK-251001.

4.1.6 Hälytykset

Hälytystoiminnoilta vaaditaan seuraavia ominaisuuksia:

- Valvomossa tulee olla tieto kuittaamattomasta hälytyksestä.
- IV-hätäpysäytys kuitataan ensin ko. painikkeelta avaimella tai työkalulla paikallisesti ja vasta sitten se on mahdollista kuitata valvomosta.
- Lukitushälytyksen kuitauksen jälkeen IV-koneen ja jäähdytyskojeiden toiminta palautuu ohjelman mukaiseen tilaansa.

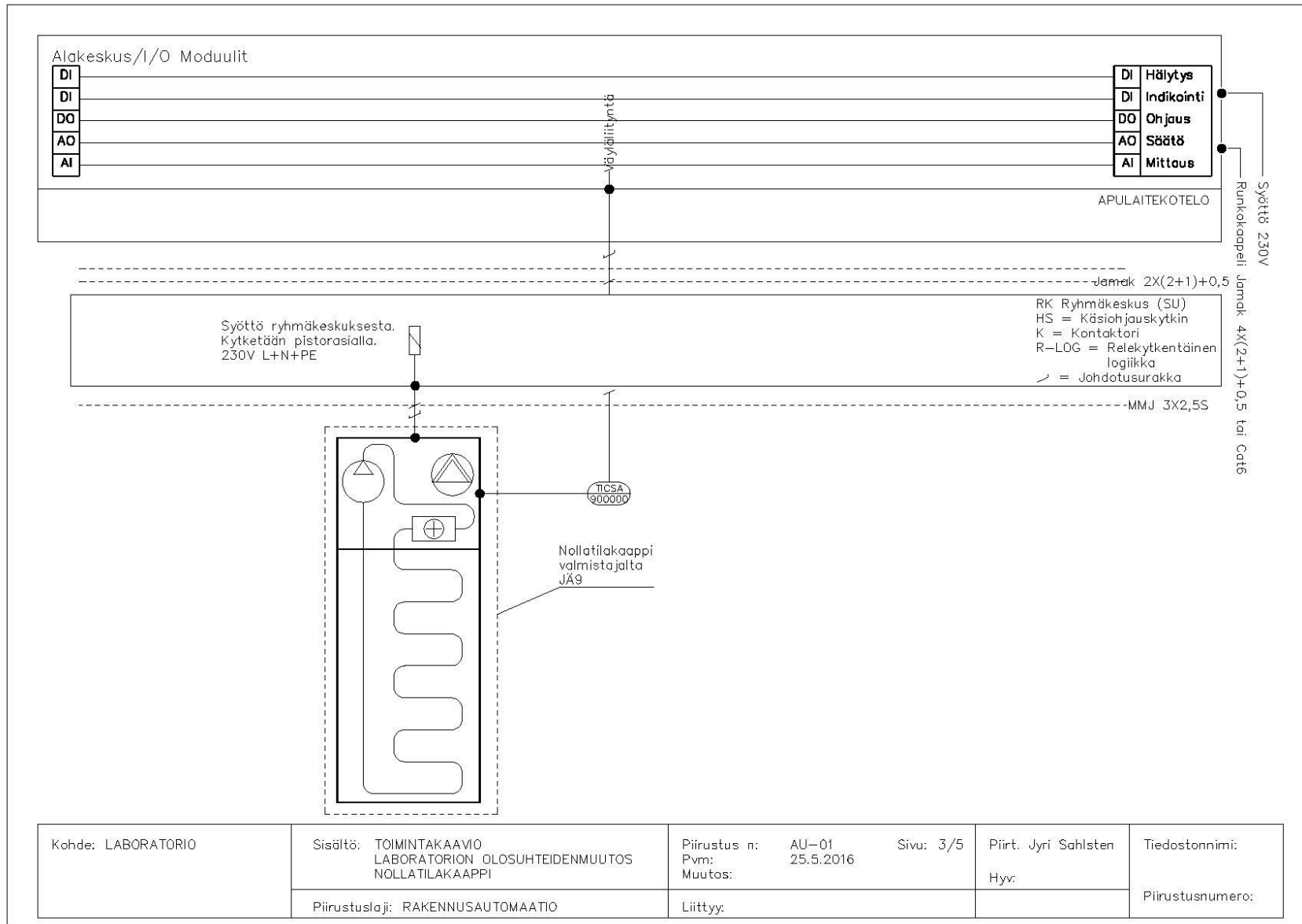
4.1.7 Historiaseuranta

Järjestelmässä on aina seurannassa seuraavat mittaukset, säädöt ja ohjaukset rullaavasti ja saatavissa esimerkiksi 3 edelliseltä viikolta:

- säätöpiirien asetusarvot
- säätöpiirien säätöön vaikuttavat mittaukset
- säätöpiirien toimilaitteiden asentotiedot (AO)
- Ilmanvirtausmittaukset PDT-251002 ja PDT-2510030
- Painemittaukset PDT-251011 ja PDT-251102 suodattimien puhtauden seuranta
- Kylmäainepiirien lämpötilamittaukset
- Tuloilmapuhaltimen TK-251001, poistopuhaltimen PK-251001 ja jäähdytyskoneikkojen SJU-301 ja SJU-302 käyttötuntilaskenta kumuloivalla laskurilla ja aseteltavalla hälytysrajalla.

4.2 Keskilämpötilan ohjaus

Keskilämpötilakaappia (kuva 11) JÄ9 varten tehdään varaus, jotta se voidaan liittää myöhemmin tilaajan haluama ajankohtana järjestelmään. Laitteistona käytetään ravintola käyttöön tarkoitettua keskilämpötilakaappia. Kaappi on itsestään seisova ja sille varataan tila laboratorion oven vastaiselle seinälle ikkunattomaan nurkkaukseen. Kaappi on varustettu väyläliitynnällä esimerkiksi Modbus. Kaapin kytkennöille käytetään samaa VAK:a ja sähköryhmäkeskusta kuin IV-koneelle. Kaappi asennetaan siirrettäväksi laitteeksi.



Kuva 11. Nollatilakaapin toimintakaavio

4.2.1 Ohjaukset

Keskilämpötilakaapin käynnistys ja sammutus tehdään valvomosta. Kaapin lämpötilan asetusarvoa pystyy muuttamaan valvomosta ja käsin kaapin omasta käyttöpaneelistä.

4.2.2 Toiminta kaapin käydessä

Kaapin sisälämpötilan asetusarvoa pystyy muuttamaan portaattomasti (-5 - 12 °C). Kaapin oma sisäinen automatiikka TICSA-900000 muuttaa kaapin sisälämpötilan annetun asetusarvon mukaisesti.

4.2.3 Ohjelmalliset lukitukset, hälytykset ja kuittausmenettely

Kaapin oman automatiikan (TICSA-900000) mukaiset hälytykset ja lukitukset. Hälytykset näkyvät myös valvomossa. Hälytykset säilyvät valvomossa aktiivisina, kunnes ne poistuvat kaapin omasta automatiikasta, jonka jälkeen ne voi kuitata valvomosta. Kaappi käynnistyy automaattisesti sähkökatkoksen jälkeen ja jatkaa oman ohjelmansa mukaista toimintaa.

4.2.4 Historiaseuranta

Järjestelmässä on aina seurannassa seuraavat mittaukset, säädöt ja ohjaukset rullaavasti ja saatavissa esimerkiksi 3 edelliseltä viikolta:

- Lämpötilan asetus- ja mittausarvo kaapin omasta automaatiojärjestelmästä väylän välityksellä
- Häiriöhälytykset kaapin omasta automaatiojärjestelmästä väylän välityksellä

4.2.5 Väylän liitântätiedot

VAK:sta keskilämpötilakaapille annetaan käy ja seis ohjausviesti ja säätöviesti. Kaappi ilmoittaa VAK:n häiriöhälytyksistä ja lämpötilatiedon.

4.3 Ohjaustoimintojen piiriyhteenveto

Ohjaustomminnot ovat laadittu piiriluetteloksi (taulukko 4), jossa tarkennetaan laitteiden määrittelyä. Taulukossa on laitepositioittain eritelty laitteen nimitys, mittaus- ja säätöviestin alue sekä laitteiden liitettävyyden järjestelmään. Taulukkoa täydentää liite 3. Lopulliset laitevalinnat ja kustannusarvio tehdään tämän kappaleen määrittelyn mukaisesti.

Taulukko 4. Ohjaustoimintojen piiri- ja laiteluettelo

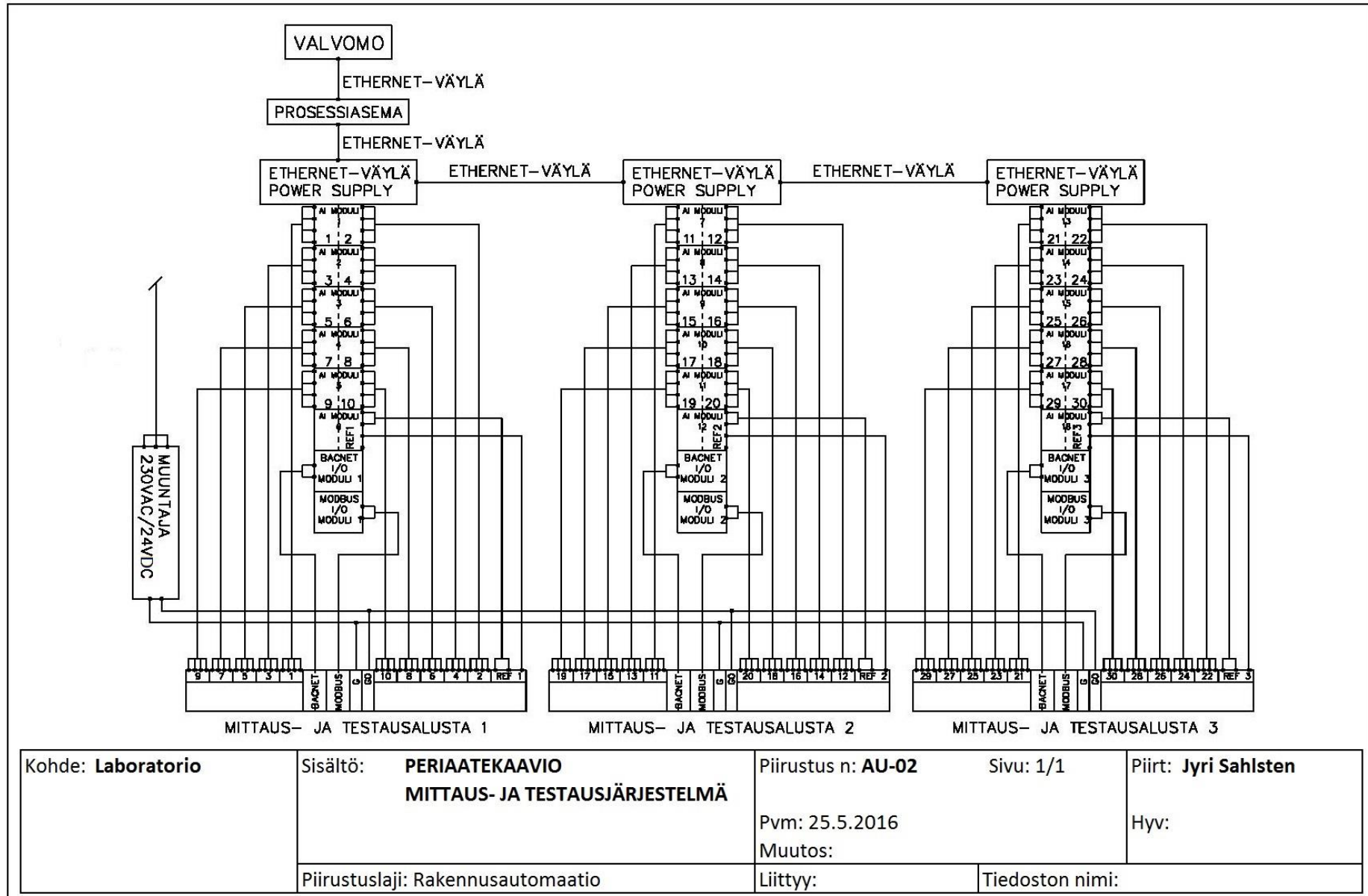
Laitepositio	Laitteen nimitys	Mittausalue	Kalibr.alue
FIC-251001	Laboratorion ilmapuhallus		
TK-251001	EC tulopuhallin	0...10 VDC	0...100 %
AO-251001.1	Analogilähtö		
DO-251001.1	Binäärilähtö		
DI-251001.1	Binääritulo		
PK-251001	EC poistopuhallin	0...10 VDC	0...100 %
AO-251001.2	Analogilähtö		
DI-251001.2	Binääritulo		
PDI-251002	Ilmavirtausvahti tulopuhallin		
PDT-251002	Paine-erolähetin	0...10 VDC	0...2500 Pa
AI-251002	Analogitulo		
PDI-251003	Ilmavirtausvahti poistopuhallin		
PDT-251003	Paine-erolähetin	0...10 VDC	0...2500 Pa
AI-251003	Analogitulo		
PDC-251010	Raitisilmapelti		
FG-251010	Säätöpelti NO	0...10 VDC	0...100 %
AO-251010	Analogilähtö		
PDI-251011	Suodatinvahti tulo		
PDT-251011	Paine-erolähetin	0...10 VDC	0...500 Pa
AI-251011	Analogitulo		
TI-251030	Lämpötila ennen jäähdytystä		
TE-251030	Lämpötilamittaus	803,1...1194,0 ohm	-50...70 °C
AI-251030	Analogitulo		
TI-251040	Lämpötila ennen lämmitystä		
TE-251040	Lämpötilamittaus	803,1...1194,0 ohm	-50...70 °C
AI-251040	Analogitulo		
TI-251050	Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila		
TE-251050	Lämpötilamittaus	803,1...1194,0 ohm	-50...70 °C
AI-251050	Analogitulo		
MI-251051	Tuloilman sisäänpuhalluskosteus		
MT-251051	Kosteuslähetin	0...10 VDC	0...100 %RH
AI-251051	Analogitulo		
MIC-251052	Laboratorion ilman kostutus		
HÖ-251052	Höyrykostutin	0...10 VDC	0...100 %

AO-251052	Analogilähtö		
DI-251052	Binääritulo		
TIC-251060	Laboratorion ilman lämmitys		
EC-251060	Tehonsäädin	0...10 VDC	0...100 %
AO-251060	Analogilähtö		
DI-251060	Binääritulo		
PDI-251070	Ilmankuivauspatterin huurrevahti		
PDT-251070	Paine-erolähetin	0...10 VDC	0...500 Pa
AI-251070	Analogitulo		
PDI-251090	Huonepaine		
PDT-251090	Paine-erolähetin	0...10 VDC	-50...50 Pa
AI-251090	Analogitulo		
FS-251091	Kiertoilmapelti		
FG-251091	ON/OFF Sulkupelti NC		
DO-251091	Binäärilähtö		
TI-251100	Laboratorion poiston lämpötila		
TE-251100	Keskiarvolämpötilamittaus	4 x 803,1...1194,0 ohm	-50...70 °C
AI-251100	Analogitulo		
MI-251101	Laboratorion poiston kosteus		
MT-251101	Kosteuslähetin	0...10 VDC	0...100 %RH
AI-251101	Analogitulo		
PDI-251102	Suodatinvahti poisto		
PDT-251102	Paine-erolähetin	0...10 VDC	0...500 Pa
AI-251102	Analogitulo		
PDC-251103	Jäteilmapelti		
FG-251103	Säätöpelti NO	0...10 VDC	0...100 %
AO-251103	Analogilähtö		
TSA-251120	Ylikuumenemissuoja		
TS-251120	Lämpötilamittaus		
DI-251120	Binääritulo		
HxSA-251210	IV-hätäseis		
HxS-251210	ON/OFF IV-hätäseispainikekytkin		
DI-251210	Binääritulo		
DO-251210	Binäärilähtö		
THS-301000	Laboratorion ilman jäähdytys		
HV-301000.1	SJU-301 kylmäaineen meno ON/OFF - magneettiventtiili		
DO-301000.1	Binäärilähtö		
HV-301000.2	SJU-301 kylmäaineen paluu ON/OFF - magneettiventtiili		
DO-301000.2	Binäärilähtö		
DO-301000.3	Binäärilähtö		
DI-301000	Binääritulo		
TI-301610	SJU-301 kylmäaineen menolämpötila		
TE-301610	Lämpötilamittaus	803,1...1194,0 ohm	-50...70 °C
AI-301610	Analogitulo		
TI-301620	SJU-301 kylmäaineen paluulämpötila		
TE-301620	Lämpötilamittaus	803,1...1194,0 ohm	-50...70 °C

AI-301620	Analogitulo		
MHS-302000	Laboratorion ilman kuivaus		
HV-302000.1	SJU-302 kylmäaineen meno ON/OFF- magneettiventtiili		
DO-302000.1	Binäärilähtö		
HV-302000.2	SJU-302 kylmäaineen paluu ON/OFF- magneettiventtiili		
DO-302000.2	Binäärilähtö		
DO-302000.3	Binäärilähtö		
DI-302000	Binääritulo		
TI-302610	SJU-302 kylmäaineen menolämpötila		
TE-302610	Lämpötilamittaus	803,1...1194,0 ohm	-50...70 °C
AI-302610	Analogitulo		
TI-302620	SJU-302 kylmäaineen paluulämpötila		
TE-302620	Lämpötilamittaus	803,1...1194,0 ohm	-50...70 °C
AI-302620	Analogitulo		
TICSA- 900000	Nollatilakaappi		
Piirien lkm:	27	Fyysisten pisteiden lkm:	39

5 TUOTEMITTAUSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tässä luvussa esitetty järjestelmä on periaatteellinen suunnitelma tuotteiden testaamiseksi ja niistä laadittavien kalibrointitodistuksien tuottamisen automatisoimiseksi. Suunnitelmaa ei ole laadittu erityisesti minkään standardin mukaiseksi ja sen tarkoituksena on ainoastaan esittää tilaajan asettamat vaatimukset yksiselitteisesti, jotta automaatiourakoitsijoiden olisi mahdollista laatia suunnitelma omista laiteratkaisuistaan ja tehdä tarjous sen pohjalta. Järjestelmä on tarkoitettu itsenäiseksi ja muista ohjausjärjestelmistä irralliseksi kokonaisuudeksi.



Kuva 12. Mittaus- ja testausjärjestelmän kytkentöjen ja kaapeloinnin periaatekaavio valvonta-alakeskukseen

Tuotealustat eivät kuulu automaatiourakkaan, mutta VAK:n ja alustojen väliset kaapeloinnit ja kytkennät VAK:een sekä tuotteiden monitorointiin tarvittava ohjelmointi, käyttöönotto ja kalibrointi kuuluvat automaatiourakkaan.

5.1 Valvonta-alakeskus

Laboratorion mittausjärjestelmä on määrä toteuttaa mahdollisimman yksinkertaiseksi käyttää. Mittausjärjestelmä toteutetaan siten, että siinä käytetään omaa prosessiasemaa ja ohjelmaa, jolloin tiedonkeruujärjestelmästä tulee yksinkertainen, selkeäkäyttöinen ja testaustilanteista luotettavia.

Valvomoalakeskus sijoitetaan ikkunan viereiselle seinälle laboratorion ulkopuolelle. Tuotteiden mittaus- ja testausjärjestelmän kytkennöille käytetään samaa VAK:sta ja sähköryhmäkeskusta kuin laboratorion olosuhteidenmuutokselle. Testattavia tuotteita tulee voida monitoroida valvomopäätteeltä. Valvomopäätte sijoitetaan VAK:n viereen ikkunan edessä olevalle pöydälle.

5.2 Tuotteiden mittaus- ja testausalusta

Mittausjärjestelmä koostuu tuotteiden mittaus- ja testausalustasta (MTA), fyysisistä kytkentäpisteistä, kaapeloinneista, prosessiasemasta ja siihen liittyvistä valmistajakohtaisista laiteratkaisuista sekä kytkennöistä (kuva 13). Tuote-erän kalibrointi on suunniteltu siten, että sen toteutukseen ei tarvita työkaluja ja järjestelmä on kaikkien tuotantotyöntekijöiden helppo, nopea ja turvallinen käyttää ja sen käyttö on opittavissa nopeasti jo parilla käyttökerralla.

Alustana käytetään pinnoitettua puista rakennuslevyä, jonka mitat ovat esimerkiksi 50 cm x 150 cm ja paksuus 2 – 3 cm. Jokaiseen alustaan mahtuu 10 tuotetta. Alustoja mahtuu yhteen mittaukseen samanaikaisesti 3 kappaletta, eli 30 tuotetta on mahdollista kalibroida yhtäaikaisesti. Alustan asettelu järjestetään siten, että tuotteet ja kytkennät sijoitetaan levyn etupuolelle ja kaikki riviliittimien väliset kaapeloinnit sijoitetaan levyn

kääntöpuolelle, jolloin ilmavirtaus tuotteille häiriintyisi mahdollisimman vähän, mutta kaikkiin fyysisiin kytkentäpisteisiin on kuitenkin esteetön pääsy.

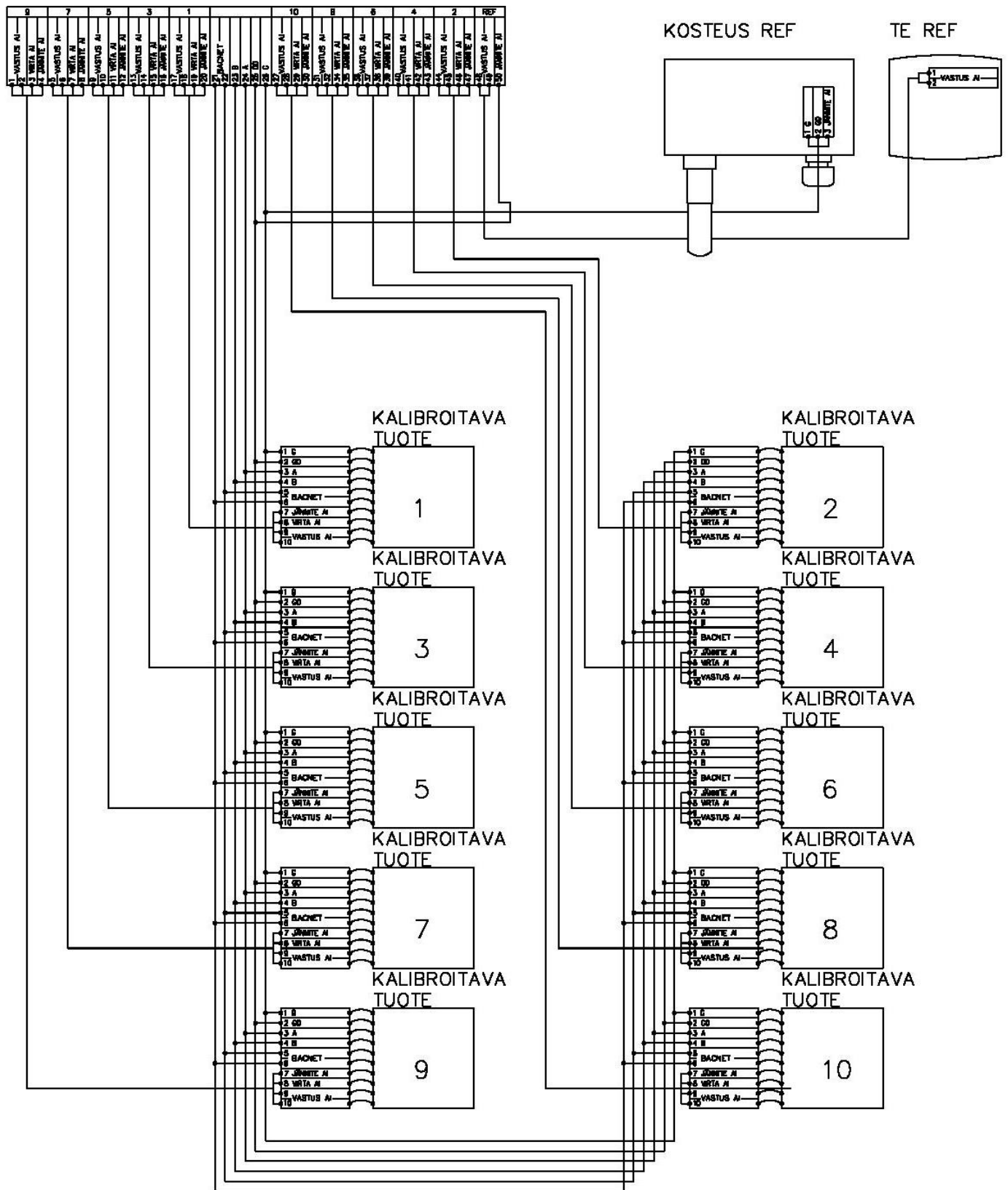
Kalibroitavia tuotteita varten käytetään eri tuotteen kotelointipohjaa vastaavaa kiinnitysmoduulia. Kiinnitysmoduuleja varten toteutusvaiheessa suunnitellaan pikakiinnitysratkaisu, jolloin kalibroittavien tuotteiden alustaan kiinnittämisessä ei tarvita erillisiä ruuveja, joka nopeuttaa ja helpottaa kalibrointitilannetta.

Alustassa on valmiina riviliittimet tuotteen kytkemistä varten, joihin on kiinteästi kiinnitetty esim. 10 cm:n kytkentäkaapelit, jotka voidaan liittää ilman ruuvausta testattavan tuotteen liittimiin.

Jokaisen tuotteen riviliittintä kohtaan sijoitetaan pistokepohja alustalevyn yläkulmaan, jolloin kokonaisen alustan liittäminen prosessiasemaan on nopeaa ja vaivatonta. Lisäksi pistokeliitosta muokataan sellaiseksi, että niitä ei ole mahdollista liittää väärin liittimiin ilman työkaluja, vaan jokaisesta tuotteen kytkentäpisteestä kulkee koko matkalla oma erillinen kytkentäjohdin aina prosessiaseman IO (Inputs and Outputs) -kortteille asti. Mittausjärjestelmän toimivuuden ja automatiikan kannalta on hyvin tärkeää, että jokaisesta tuotepohjasta tulee aina ennalta määritetty mittaustieto mittaushjelmaan.

Jokainen testausalusta on varustettu lämpötilan ja kosteuden mittareferenssilähettimeillä, jolloin voidaan olla varmoja siitä, että tuotteet ja referenssi sijaitsevat aina samoissa olosuhteissa, jolloin mittausten vertailua voidaan pitää luotettavana.

Alustassa kiertävät jokaiselle tuotteelle Modbus- ja Bacnet-väyläkaapelit sekä 24 VDC tehonsyöttökaapeli siten, että topologiaaltaan alustan jokainen tuote on rinnankytkennässä toisiinsa nähden. Väyläkaapelit ja tehonsyöttökaapeli liittyvät alustan yläkulman pikaliitinryhmään. Prosessiasemassa tulee olla liityntä Bacnet- sekä Modbus-väylää varten. Testattavia tuotteita ei kuitenkaan koskaan kytketä samanaikaisesti molempiin väyliin. Liityntävalmius tulee olla kiinteä molempiin väyliin sekä tehonsyöttöön kalibroinnin nopean ja helpon käytön varmistamiseksi. Valvomoalakeskus tulee varustaa 230 VAC / 24 VDC muuntajalla.



Kuva 13. Tuotteiden mittaus- ja testausalustan periaatepiirustus

Mittaus- ja testausjärjestelmään tulee sen rakenteesta johtuen muodostumaan sisäistä vastusta, joka tulee huomioida järjestelmän ohjelmoinnissa.

Järjestelmä pitää ennen käyttöönottoa kalibroida siten, että tuotteita kalibroitaessa järjestelmä mittaa ainoastaan tuotteiden aiheuttamaa vastusta. Ilman järjestelmän kalibrointia esimerkiksi termoelementillä varustetut anturit näyttäisivät väärää lämpötilan arvoa, koska järjestelmän sisäinen vastus vääristäisi mittaustulosta. Järjestelmän kalibroinnista tulee toimittaa kalibrointitodistus tilaajalle.

5.2.1 Mittaukset ja ohjaukset

Tuotteiden kalibroinnin aloitus ja lopetus toteutetaan sekvenssinä valvomosta. Kaikkia tuotteiden mittauspisteitä ja referenssejä monitoroidaan jatkuvana mittauksena.

5.2.2 Toiminta kalibroinnin aikana

Kun tuotteet on asetettu ja kytketty testausalustoihin painetaan valvomosta aloita kalibrointi-painiketta, minkä jälkeen järjestelmä alkaa seurata olosuhteiden muuttumista ilmanvaihtosäätökaaviossa esitettyjen mittalähettimien TI-251100 ja MI-251101 perustuen. Kun olosuhteiden muutos on tasaantunut (ei muutosta yli ± 1 °C tai 5 %rh 60 sekunnissa) alkaa järjestelmä koota historiatietoa kalibrointitapahtumasta. Tuotteiden kalibrointi kestää 5 minuuttia (tämän arvon tulee olla käyttäjän vapaasti muutettavissa), jonka jälkeen järjestelmä tallentaa tapahtumasta taulukkolaskentapohjaisen esimerkiksi Microsoft Excel tai vastaavan kanssa yhteensopivan dokumentin ennalta määrättyyn kohteeseen valvomotietokoneen kiintolevyllä. Kalibroinnin päätteeksi järjestelmä sekvenssin mukaan lopettaa mittauspisteiden historiatiedon keruun ja jää odottamaan uutta kalibrointitapahtumaa.

5.2.3 Ohjelmalliset lukitukset ja hälytykset

Järjestelmä ilmoittaa hälytyksenä, kun kalibrointitapahtuma on päättynyt. Hälytystä ei tarvitse kuitata, mutta siitä jää tieto historiaseurantaan.

Testausalustojen mittauksien äkillinen muutos (± 1 °C tai 5 %RH alle 30 s.) kalibroinnin aikana aiheuttaa kalibrointitapahtuman lukituksen ja hälytyksen. Mittausjärjestelmä käynnistyy uudestaan automaattisesti sähkökatkoksen tai

lukituksen jälkeen, mutta kalibrointitapahtuma ei saa käynnistyä automaattisesti uudelleen.

5.2.4 Historiaseuranta

Järjestelmässä on aina seurannassa seuraavat mittaukset ja ohjaukset rullaavasti ja saatavissa esimerkiksi 3 edelliseltä viikolta:

- kalibrointisekvenssin aloitus- ja lopetuspainike
- kalibroinnin lopetushälytykset
- lämpötilan ja kosteuden asetus- ja mittausrvo TI-251100 ja MI-251101
- häiriöhälytykset.

5.2.5 Väylän liitântätiedot

Tuotteiden testausalustasta VAK:n tuotteiden mittaustiedot Modbus- ja Bacnet-väylillä. Tuotteet pitää olla vapaasti liitettävissä ja irrotettavissa väylään ilman, että tarvitsee tehdä laitekohtaisia konfigurointeja.

5.3 Lokitiedon tallennus ja käsittelyohjelma

Lokitiedon käsittelyjärjestelmä toteutetaan Excel-tilukkolaskentaohjelmalla. Ohjelma on auki toisella näytöllä automaation vieressä. Ohjelman tarkoituksena on käsitellä kalibroitavista tuotteista saatu mittaustieto, järjestää ja osoittaa oikeaan tuotteeseen oikea lokitieto ja tuottaa koko prosessista tuotekohtainen fyysinen tallennettu dokumentti. Ohjelma pitää olla helposti muokattavissa, jotta siihen pystyy tekemään tarvittaessa lisäyksiä ja laajennuksia, mutta se tulee olla suojattu normaalissa käytössä, jolloin siihen ei olisi mahdollista tehdä vahingollisia, joko tahallisia tai tahattomia, muutoksia, jotka voisivat vaarantaa ohjelman toimivuuden.

5.3.1 Aloitusvalikko

Käynnistettäessä ohjelman, aukeaa ensimmäisenä aloitusvalikko. Aloitusvalikosta on mahdollista hakea jokin jo valmis projekti (olemassa oleva kalibrointi) tietokannasta tai luoda uusi projekti. Vanhojen projektien

hakeminen voi olla joskus tarpeellista, jos asiakas esimerkiksi haluaa uuden kopion todistuksesta tai, jos halutaan tehdä tarkempaa tarkastelua kalibroinneista esimerkiksi laitteiston vianetsinnän yhteydessä. Valittaessa luu uusi projekti, aukeaa kalibroitavien tuotteiden valintavalikko.

5.3.2 Kalibroitavan tuotteen valinta

Valintavalikossa on valittavissa kaikki Pro dual Oy:n valmistamat kalibroitavat tuotteet, mitkä mittaavat joko lämpötilaa tai kosteutta. Tuotteen valinnan jälkeen ohjelma suorittaa taustalla hakutoiminnon, jossa haetaan kyseisen tuotteen kalibroitodistuksen pohja sekä haetaan anturin tai antureiden parametritaulukko, jonka jälkeen ohjelma siirtyy hakemaan lokitietoa automaatiojärjestelmän kalibroititapahtumasta.

5.3.3 Lokitiedon haku

Lokitietoa haetaan samasta kohteesta, jonne automaatiojärjestelmä on määritetty tallentamaan kalibroititapahtumat. Kohdekansiosta haetaan aina uusinta taulukkolaskentatiedostoa. Lokitiedon haku ei onnistu, jos tiedostoa ei ole tallennettu oikeaan osoitteeseen. Jos osoitteessa on uudempia lokitietoja, jolloin kalibroitaville tuotteille osoitetaan väärän tapahtuman lokitiedot. Haun onnistuessa aukeaa se näkymättömään ikkunaan tiedonkäsittelyä varten.

5.3.4 Kalibroitodistuksen automaattitäyttö

Näkymättömästä ikkunasta lokitiedot siirtyvät automaattisesti kalibroitodistukseen. Mittaus- ja testausalustalla jokainen kalibroitava tuote on numeroidussa pohjassa, ja vastaavasti mittaustiedot on tallennettu lokitiedostoon samalla tavalla jokaisen tuotteen numeroinnin alle. Kalibroitiohjelma avaa yhtä monta kalibroitodistuksen sivua, kuin on aktiivisia kalibroitavia tuotenumeroitakin. Jokaiselle sivulle siirretään numerointia vastaavat tiedot siten, että mitatut parametrit skaalataan matemaattisen mallin mukaan joko lämpötilaksi tai kosteudeksi. Kalibroitodistukseen siirretään myös lokitiedostoon tallennettu referenssin parametrit sekä viritysolosuhteet kohtaan ilmanvaihtosäätökaaviossa esitettyjen mittalähettimien TI-251100 ja MI-251101 mitta-arvot.

5.3.5 Tapahtuman esikatselu ja tulostaminen

Täytetyt kalibrointitodistuksien sivut näkyvät ohjelmassa ”Page brake preview -tilassa”, jossa on mahdollista tarkastella kalibrointitapahtumaa. Ohjelma korostaa visuaalisesti, jos jokin tuote ei ominaisuuksiltaan vastaa datalehdissä ja tuoteluetteloissa annettuja arvoja. Kun on varmistuttu, että kalibrointitapahtuma on onnistunut ja tuotteet ovat laatuvaatimusten mukaisia, voidaan painaa tulosta projekti-painiketta, jonka jälkeen kalibrointitodistukset dokumentoidaan paperisiksi tallenteiksi. Jokaisesta projektista tulostetaan kaksi yhtäläistä sarjaa, joista toinen on tarkoitettu asiakkaalle ja toinen Pro dual Oy:n omaa arkistointia varten.

Projektin tulostamisen yhteydessä ohjelma tekee myös tallenteen tietokoneen kovalevylle, josta se on avattavissa uudestaan aloitusvalikon hae projekti-painikkeella. Projektin tallennettuaan ohjelma palaa aloitusvalikkoon ja jää odottamaan seuraavaa tapahtumaa.

6 KUSTANNUSARVIO

Tässä luvussa käsitellään tuotetestauslaboratorion investoinnin kustannuksia, eikä siihen näin ollen sisälly käytöstä aiheutuvia kuluja. Arvion on määrä olla mahdollisimman tarkka, jotta Pro dual Oy pystyisi käyttämään sitä suoraan omassa budjetoinnissaan. Soveltuvien osien kustannusarvio on tehty massalaskentana, jolloin laitehankintojen hinnat ovat tarkistettu tukkutoimittajien hinnastoista, muutoin kustannusarvio on toteutettu tarjouskyselyinä. Tässä luvussa esitetyt hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa.

6.1 Rakennusurakka

Laboratorioprojektiin liittyvä pienen rakennusurakan kustannusarvio toteutetaan kustannusarviokyselyllä paikallisiin rakennusalan yrityksiin Rakennus-Pakera Oy ja Ruotsinsalmen Rakennus Oy.

Rakennusurakan kustannusarvion oikeellisuuden arvioimiseksi käytetään rakennusalan indeksihintoja (liite 4). Indeksihinnat ovat rakentamisen keskiarvokustannuksia. Projektin rakennusurakka koostuu pääasiassa

välipohja-, sisäseinä- ja eristysten, oven ja ikkunan osalta ulkoseinärakentamisesta. Indeksihinnoista liitteeseen on koottu kyseisiä kokonaisuuksia koskevia työ- ja materiaalikustannuksia. Kyselyn vastauksia on esitetty taulukossa 5, johon on laskennallisesti ja arvioimalla määritetty vertailuhinta perustuen indeksihintoihin. (Suomirakentaa.fi 2016.)

Taulukko 5. Rakennusurakan materiaali- ja työkustannukset eriteltynä

<u>urakoitsija</u>	<u>kustannusarvio</u>	<u>mat. %</u>	<u>työ %</u>	<u>mat. €</u>	<u>työ €</u>
Rakennus-Pakera Oy	10 000,00 €	62 %	38 %	6 229,93 €	3 770,07 €
Ruotsinsalmen Rakennus Oy	ei kustannusarviota	-	-	-	-

Vertailun vuoksi rakennusurakan työtuntimääräksi arvioidaan 80 h, joka vastaa kahden rakennusmiehen viikon työtuntimäärää ja tuntiveloitushinnaksi 50 €. Työn hinnaksi saadaan tällöin 4000 €. Rakennusurakan materiaaleista ei ole tehty massalaskua, mutta Rakennustieto Oy:n indeksitietojen ja Rakennus-Pakera Oy:n kustannusarvioon perustuen vertailun mukaan rakennusurakan kokonaishinnaksi voidaan määrittellä 10 000 €. Ruotsinsalmen Rakennus Oy ei antanut kustannusarviota.

6.2 Kylmäurakka

Laboratorion olosuhteiden muutokseen tarvittava kylmäurakka on jaoteltu siten, että tarvittavan laitteiston määrittelyn ja hinnoittelun on tehnyt kylmäalan tukkuliike Oy Combi Cool Ab, jolla on oletettavasti kylmälaitteiston mitoittamiseen tarvittavat ohjelmistot ja kokemus, jolloin on pyritty varmistumaan siitä, että tarvittava laitteisto on oikein mitoitettu ja, että kustannusarvio on varmasti paikkansapitävä. Jäähdytyslaitteiston asennuksen kustannusarvio on tilattu paikalliselta kylmäalan pätevyysrekisteriin listatulta yritykseltä Freotek Oy:ltä (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto 2016). Liitteessä 5, Jäähdytys ja kuivauskoneikko on esitetty Oy Combi Cool Ab:n laitevalinnat ja hinnoittelu.

Freotek Oy on hinnoitellut laboratorion laitteiston asennuksen kotitalouskylmiönä, jolle käytetään pakettihinnoittelua. Pakettihinta pitää sisällään asennukseen tarvittavat materiaalit, kuten putket ja eristeet, mutta työn poikkeavuudesta johtuen urakka hinnoitellaan kuitenkin tuntityönä. Freotek Oy arvioi asennuksen hinnaksi 1000 - 2000 euroa.

Käyttämällä Oy Combi Cool Ab:n laitteistoa sekä korjauskertoimella kompensoitua hintaa ja Freotek Oy:n arvioimaa laitteiston suurempaa asennushintaa saadaan koko urakan hinnaksi 4732 €.

6.3 LVI-urakka

Liitteessä 6 esitetään yksityiskohtainen LVI-urakan hinnoittelu. Olosuhteiden muutokseen tarvittavien LVI-laitteiden ja materiaalien osalta suoritetaan massalasku ja niiden asentamiseksi kuluva aika on määritetty työehtosopimuksessa (Talotekniikka-alan ja LVI-toimialan työehtosopimus 2016). Liitteen materiaalien hinnoittelu on määritetty tukkuhintojen perusteella (Ahlsell 2016).

LVI-urakan kustannuksen saa laskemalla materiaalien asentamiseen menevät ajat yhteen ja kertomalla saatu summa LVI-töiden tuntiveloitushinnalla. Tuntiveloitushintana käytetään 48,98 €/h (LVI-Ässä Ky Rautio 2013). LVI-urakka voidaan tiivistää alla esitetyksi taulukoksi.

Taulukko 6. LVI-urakan materiaali- ja työkustannukset eriteltynä

<u>urakoitsija</u>	<u>kustannusarvio</u>	<u>mat. %</u>	<u>työ %</u>	<u>mat. €</u>	<u>työ €</u>
-	8 808,46 €	50 %	50 %	4 397,44 €	4 411,02 €

LVI-urakalle lasketaan vielä korjauskerroin, jotta voidaan varmistua työhön varattavan budjetin riittävydestä. Korjauskertoimena käytetään 10 %:a kustannusarvion kokonaissummasta, jolloin kokonaiskustannusarvioksi saadaan noin 9 700 €.

6.4 Sähköurakka

Laboratorioprojektiin liittyvä pienen sähköurakan kustannusarviota ei toteuteta kustannusarviokyselyyn perustuen, koska laboratoriosta ei ole laadittu sähköurakointipiirustuksia, niiden vähäisen merkityksen vuoksi. Lisäksi ei ole määritetty, tekeekö automaatiourakoitsija myös sähköasennukset vai tilataanko sähköasennukset joltakin muulta ulkopuoliselta toimijalta. Sähköurakan kustannusarvio on toteutettu suorittamalla massalasku projektin muihin piirustuksiin ja luvussa 2 määritettyjen valaistuksen vaatimuksiin perustuen. Lisäksi on huomioitu asennustarvikkeita, kuten kytkentäkaapeleita, asennushyllyjä, ryhmäkeskus jne. Massalaskun hinnoittelu on tehty tukkuhintojen (Sähkötuote 2016) mukaan ja laskelma on esitetty liitteessä 7. Materiaalikustannuksien lisäksi voidaan laskea asennustyön hinta olettamalla työtuntimääräksi 36 h:a eli kahden miehen työtunnit kahdelta päivältä. Tuntiveloitushintana käytetään 50 €, jolloin asennustyön hinnaksi määräytyy 1600 €.

Taulukko 7. Sähköurakan materiaali- ja työkustannukset eriteltynä

<u>urakoitsija</u>	<u>kustannusarvio</u>	<u>mat. %</u>	<u>työ %</u>	<u>mat. €</u>	<u>työ €</u>
-	3 579,05 €	64 %	36 %	2112,65 €	1 600,00 €

Sähköurakalle lasketaan varmuudenvuoksi korjauskerroin eli virhemarginaali, jonka suuruuden ajatellaan olevan 10 % loppusummasta. Ottaen huomioon korjauskertoimen sähköurakan kokonaiskustannukseksi voidaan määritellä noin 4000 €.

6.5 Automaatiourakka

Automaatiourakoiden AU-01 ja AU-02 kustannusarvio on teetetty automaatiokonsultilla, joka on hinnoitellut automaatiourakat Siemensin järjestelmän mukaan. Kustannusarvion laskemisen helpottamiseksi on tehty kaapeliluettelo, joka on esitetty liitteessä 8. Kustannusarvio on tehty kahdelle eri IO-pistemäärälle. Toinen on täysi suunnitelmien mukainen IO-pistemäärä 160 kpl (taulukko 8) ja toinen kustannusarvio 130 IO-pisteelle (taulukko 9),

jossa on siis supistettu mittaus- ja testausalustojen IO-pistemäärää kolmellakymmenellä. Hinnoittelu on toteutettu 25 %:n katteella. Hinnoittelussa on määritetty staattiset kulut, kuten VAK ja valvomo, joiden hinta pysyy vakiona tässä kokoluokassa (0 – 200 IO-pistettä). Kenttälaitteista ainoastaan 3 kpl peltimoottoreita sisältyy kustannusarvioihin.

Taulukko 8. Kustannusarvio 90 pisteen tuotteiden mittaus- ja testausalustalla

Valvomo	
PC	
24 ” näyttö	
Näppäimistö ja hiiri	
Väritulostin	
200-pisteinen järjestelmä Siemens DESIGO-IO	
Kahden käyttäjän WEB -lisenssi	
	4 800,00 €
AU kaapelointi	
	4 500,00 €
Valvonta-alakeskus	
VAK-laitekaappi	
Proessori	
IO-moduulit	
Ohjelma	
12 kpl grafiikkakaavioita	
	ei eritelty

Automaatiourakan kustannus kokonaispistemassalla 130 kpl IO-pistettä on 27300,00 €

Taulukko 9. Kustannusarvio 2, 120 pisteen, tuotteiden mittaus- ja testausalustalla

Valvomo	
sama kuin yllä	
	4 800,00 €
AU-kaapelointi	
	4 600,00 €
Valvonta-alakeskus	
Proessori ja kenttä sama kuin yllä	
IO-moduuleita ja työtä enemmän	
17 kpl grafiikkakaaviota	
	ei eritelty

Automaatiourakan kustannus kokonaispistemassalla 160 kpl IO-pistettä on 30 500,00 €

Automaatiourakoita voidaan vertailla keskenään esimerkiksi ilmoittamalla yhden IO-pisteen hinta. Dynaamisista kuluista suuntaa antava pistekohtainen kustannus voidaan määrittää saatujen kustannusarvioiden perusteella seuraavasti:

$$(Kustannus [160 IO-pistettä] - kustannus [130 IO-pistettä]) / (160 kpl - 130 kpl)$$

Yhden IO-pisteen hinnaksi saadaan 106,60 €.

Produal Oy:n on määrä toimittaa automaatiourakkaa koskien seuraavat mittaja toimilaitteet (taulukko 10 ja 11).

Taulukko 10. Tilaajan toimitettavien toimilaitteiden luettelo

laitepositio	nimi	hinta
TK-251001	EC TULOPUHALLIN	322,00 €
PK-251001	EC POISTOPUHALLIN	322,00 €
FG-251010	SÄÄTÖPELTI	69,40 €
FG-251103	SÄÄTÖPELTI	69,40 €
FG-251091	SULKUPELTI	69,40 €

Taulukon 10 hinnat ovat määritetty lähteen Ahlsell_Ivi_hinnasto_(2016) mukaan.

Taulukko 11. Tilaaajan toimitettavien mittalaitteiden luettelo

laitepositio	nimi	tuotenumero	määrä	yksikkö
PdT-(251011, 251070, 251090, 251102)	PEL-N	1131111	4	kpl
PdT-(251002, 251003)	PEL 2500-N	1131211	2	kpl
TE-(251030, 251040, 251050)	TEK PT 1000	1174040	3	kpl
TE-251100	TEKA PT 1000– 500	1174170	1	kpl
TE-(301610, 301620, 302610, 302620)	TEPK PT 1000	1174240	4	kpl
ME-(251051, 251101)	KLK 100-N	1132241	2	kpl
TI	KLM 0/60	1240040	3	kpl
TI	KLM -40/40	1240030	1	kpl
EC-251060	BAK 64	1140010	1	kpl
	RY 1-U	1183040	1	kpl

Yllä esitettyjen mitta- ja toimilaitteiden kokonaiskustannus on 1177,20 €.

Tuotteiden mittaus- ja testausalustojen mittareferenssien hintana käytetään liitteessä 1 esitettyjen mittareferenssien hintoja, koska suunnitelman laatinut henkilö on tilannut ko. mittalähettä Pro dual Oy:lle kalibrointikäyttöön aikaisemminkin, joten oletetaan hintojen olevan paikkansa pitäviä.

3 x lämpötilareferenssi Delta ohm 2127 (Temperature and humidity datalogger transmitters indicator regulator Manual 2011).

hinta: 2100 €

3 x kosteusreferenssi mittatilaan Rotronicilta (HYDROFLEX7 – HF7 s.a.).

hinta: 3000 €

Koko automaatiourakka on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12. Automaatiourakan erittely

nimi	Hinta
automaatiourakointi	30 500,00 €
Produal Oy:n toimitettavat mitta- ja toimilaitteet	1 177,20 €
Mittareferenssit	5 100,00 €

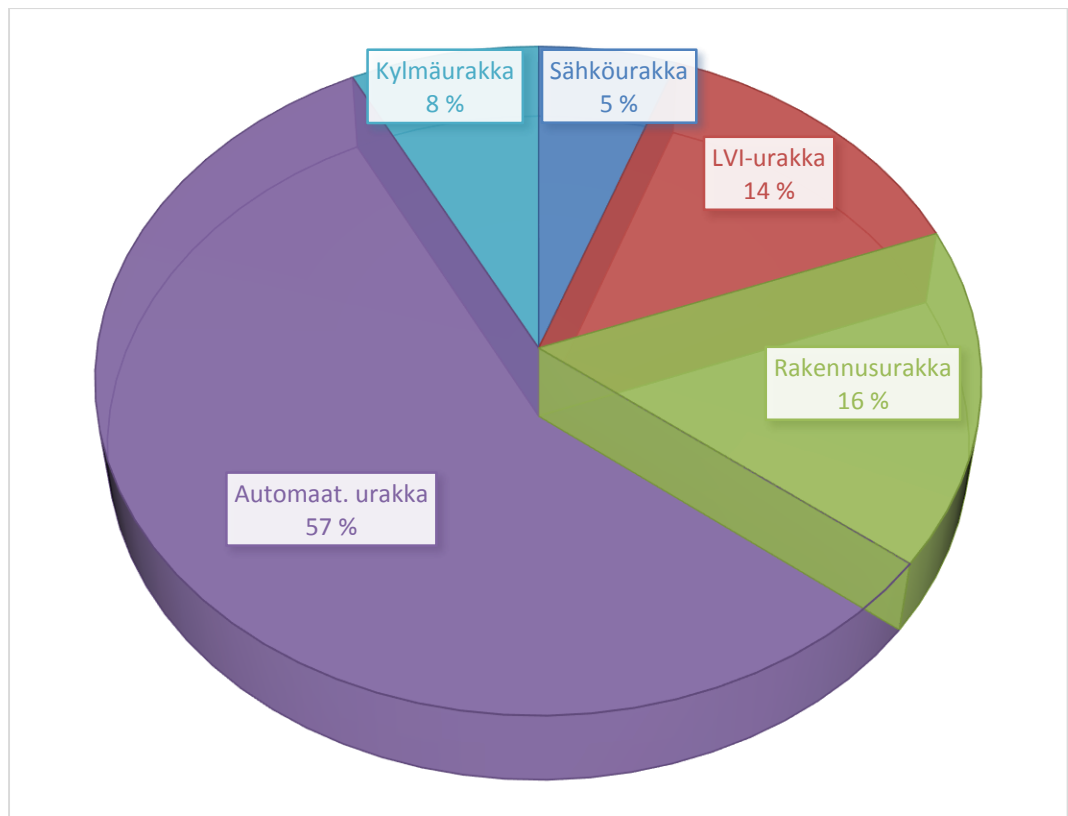
Koko kustannus 36 777,20 €

6.6 Yhteenveto

Kustannusarvion kokonaiskustannus saadaan, kun lasketaan kaikki urakka-alueiden kustannukset yhteen. Kokonaiskustannuksessa on huomioitu korjauskertoimella kompensoidut hinnat, jotta voidaan varmistua kustannusarvion riittävydestä. Tuotetestauslaboratorion kokonaiskustannus selviää kuitenkin lopullisesti vasta, kun laboratorio on joskus saatu valmiiksi. Kustannusarvio on laadittu siten, että se ylittää todellisen kustannuksen, eikä budjetin ylitystä pääsisi tapahtumaan. Laboratorion kaikki kustannukset on esitetty alla taulukko 13 ja kuva 14.

Taulukko 13. Urakka-alueiden kustannusyhteenveto

Sähköurakka	4 000 €
LVI-urakka	9 700 €
Rakennusurakka	10 000,00 €
Automaatiourakka	36 777,20 €
Kylmäurakka	4 732,00 €
Yhteensä	65 209,2 €



Kuva 14. Urakka-alueiden kustannuserittely prosentteina esitettynä

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöstä on pidetty lopetuspalaveri Produal Oy:ssä 26.8.2016, jossa oli samat osanottajat kuin aloituspalaverissa 10.5.2016. Palaverissa todettiin, että työn lopputulos vastaa hyvin aloituspalaverissa esitettyjä keskeisiä vaatimuksia olosuhteiden muutettavuudesta ja stabiiliudesta. Lisäksi työssä on esitetty toimiva ratkaisu tuotteiden testaamiseen ja kalibrointitodistuksien automatisoituun tuottamiseen. Suunnitelma on huomattavasti kattavampi, toimivampi ja yksityiskohtaisempi, kuin tuotekehitysosaston laatima suunnitelma vuodelta 2014 (liite 1).

Toiminnallisuudesta tinkimättä tuotelaboratorion kustannukset kohoavat kuitenkin suhteellisen korkeiksi. Tosin varsinkin automaatiourakassa on mahdollista säästää tinkimättä kuitenkaan olennaisesti toiminnallisuudesta. Lisäksi tuotemittausjärjestelmä on suunniteltu muuteltavaksi siten, että se on mahdollista toteuttaa pienemmällä IO-pistemäärällä, jos katsotaan, että ei ole aluksi tarvetta tuotteiden näin laaja-alaiselle testaamiselle yhtäaikaaisesti. Pienemmällä IO-pistemäärällä olisi mahdollista säästää kokonaiskustannuksissa huomattava osuus. Tuotemittausjärjestelmää voi laajentaa myöhemmin isommalle IO-pistemäärälle, jos tarvetta siihen alkaa esiintyä. Palaverissa kyseenalaistettiin myös rakennusurakan oikeellisuus.

Opinnäytetyöllä on ollut myös toinen Produal Oy:stä riippumaton päämäärä. Ohjausjärjestelmän suunnittelussa on pyritty ratkaisemaan myös kiinteistöautomaation yhtä yleistä havaittua ongelmaa eli, miten niistä olisi mahdollista saada standardien mukaisia nykyisen vakiintuneen suunnittelu- ja asennustavan periaatteen sijasta. Nykyisessä suunnittelutavassa on paljon suunnittelijakohtaisia eroja, joka aiheuttaa paljon tulkinnanvaraa eikä lopullinen kokonaisuus välttämättä täytä kaikkia asiakkaan tarpeita. Tästä aiheutuu paljon korjaus- ja lisätöiden tarvetta työmailla sekä ylimääräisiä kuluja urakan kaikille osapuolille. Lisäksi urakat saattavat myöhästyä suunnitelmien epäselvyydestä johtuen.

LÄHTEET

Ahlsell_lvi_hinnasto_1.8.2016. Oy Ahlsell Ab. Saatavissa:

<https://www.ahlsell.fi/Palvelut/Hinnastopalvelut/Excel-hinnastot/> [Viitattu: 15.8.2016]

Aktiivinen tuloilmalaite OPTIMIX RAPB, RAOB. s.a. Fläkt Woods Oy.

Saatavissa: <http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=93b39d54-29e9-4403-b966-a675ee1c2a07> [viitattu 5.6.2016].

Future Plus. 2011. TECHNICAL DATA 201109. Porkka Finland Oy.

Saatavissa:

http://www.porkka.co.uk/docs/Technical_data_Future_Plus_201109_EN.pdf [viitattu 27.5.2016].

Honkanen, H. s.a. Lämpöenergia. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Saatavilla:

http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/KAT_L%C3%84MP%C3%96ENERGIA.pdf [viitattu 18.5.2016]

HYDROFLEX7 – HF7. s.a. Rotronic. Saatavissa:

<http://www.rotronic.com/en/hygroflex7-hf7.html> [viitattu 20.7.2016].

Ilmatieteenlaitos. s.a. Ilman kosteus. Saatavissa:

<http://ilmatieteenlaitos.fi/ilman-kosteus> [viitattu 18.5.2016].

Kaavakokoelma Insinöörin (AMK) Fysiikka, osa 1. 2012. Lahden Teho-Opetus

Oy. Saatavissa: <http://www.teho-opetus.net/kaavat/kaavat1.pdf> [viitattu 5.6.2016].

Kanavalämmitin. s.a. Oy Meyer vastus ab. Saatavissa:

<http://www.meyervastus.fi/content/products/pdf/Kanaval%E4mmittimet.pdf> [viitattu 9.8.2016].

Kanavapuhallin CK EC moottorilla. 2012. Onnline Professional. Saatavissa:

http://onninen.procus.fi/documents/original/13631/7/0/Onnline_kanavapuhallin-CK_EC_Brochure_a4_112012.pdf [viitattu 12.7.2016].

Korkeamäki, T. s.a. Kosteus. Rakentamisfysiikkaa lämpökuvaajille. Hämeen ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <http://www.kuntoarviot.net/files/8047.pdf> [viitattu 18.5.2016].

LVI-piirrosmerkit, ohjeet. 1978. Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D4 Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1934-d4.pdf> [viitattu: 9.6.2016]

LVI-Ässä Ky Rautio. 2013. Asennushinnasto. Saatavissa: <http://www.lviassa.fi/asennushinnasto.html> [viitattu 10.8.2016].

Produal Oy. s.a.a. Yritys. Saatavissa: <http://www.produal.com/fi/about-us/> [viitattu 29.9.2016]

Produal Oy. s.a.b. Ilmavirran ja lämpötilan ohjausratkaisut. Saatavissa: <http://www.produal.com/fi/applications/air-flow-temperature-control-applications-2/> [viitattu 28.9.2016]

Rakennustieto Oy. s.a. Rekisteriseloste. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/index/rekisteriseloste.html> [viitattu 26.7.2016].

Sahlstén, T. 2016. Rakennusautomaation mallikaaviot, ST-esimerkit 9. Sähköinfo Oy.

Seppänen, R, Kervinen, M, Parikka, I, Karkela, L, & Meriläinen, P. 2005. maol taulukot. 2.–8. painos. Helsinki: Otava.

SFS-ISO 14617-6. 2004. Kaavioissa käytettävät piirrosmerkit. Osa 6: Mittaus- ja ohjaustoiminnot.

Suomirakentaa.fi. 2016. Tee kustannuslaskenta todelliselta pohjalta. Saatavissa: <http://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/ok-suunnittelu/kustannusarvion-tekeminen> [viitattu 26.7.2016].

SUUNTA. 2009. Chiller Oy:n asiakaslehti 1/2009. Saatavissa: http://www.chiller.fi/doc/fi/SUUNTA_01_09.pdf [viitattu 26.5.2016].

Sähkötuote.fi. 2016. Saatavissa: <http://sahkotuote.fi/kauppa/> [Viitattu: 12.8.2016]

Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2002. Rakennustieto.

Talotekniikka-alan ja LVI-toimialan työehtosopimus 20.3.2014–28.2.2017. P. 2016. Oy Fram Ab.

Temperature and humidity datalogger transmitters indicator regulator Manual. REV. 1.2. 2011. Delta Ohm. Saatavissa: http://www.deltaohm.com/ver2012/index.php?main_page=product_info&cPath=1_57&products_id=271 [viitattu 14.7.2016].

Torkkel, S. 2016. Kynnysarvot 1.1.2016 alkaen. Hankinnat.fi. Saatavissa: <http://www.hankinnat.fi/fi/julkinen-hankinta/kynnysarvot/Sivut/default.aspx> [viitattu 18.7.2016].

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). 2016. Kylmäalan pätevyysrekisteri. Saatavissa: <http://rekisterit.tukes.fi/fi/Urakoitsijat/Toiminnanharjoittajat> [viitattu 3.8.2016].

U-arvotaulukko, uudisrakentaminen, Ulkoseinät. s.a. SPU-eristeet. Saatavissa: http://spu.studio.crasman.fi/pub/Website+material/PDF+and+other+files/Own+instructions%2C+manuals%2C+brochures%2C+material/SPU_US_uudis10.pdf [viitattu 10.6.2016].

WISE - Modbus RTU Tekninen dokumentaatio suunnittelijoille ja asentajille. 2011. Oy Swegon Ab. Saatavissa: http://www.swegon.com/Global/PDFs/Flow%20control/WISE/_fi/WISENetwork-m.pdf [viitattu 15.8.2016].

R&D -osaston suunnitelma 2014

Testihuone – määrittely	kustannus
<p>14.10.2014/TH</p> <p>Yleinen speksi</p> <p>Tilaa voidaan käyttää R&D testitilana sekä tuotannon yhden pisteen tarkkojen huonelämpötila (ja RH) kalibrointitodistuksien tekemiseen</p> <p>Stabiili tila, jossa ei hallitsemattomia säteilylämmön lähteitä, lämmön siirtymisiä tai lämmön johtumisia</p> <p>Lämpötila mahdollista säätää välillä 15...30C</p> <p>Huonekorkeus? Vallitsevat olosuhteet, kosteusprosentti >20%</p> <p>Erillinen koppi omalla ilmanvaihtokoneella.</p> <p>Kalibrointivalmius esim. 30 kosteuslähetintä kerrallaan</p> <p>Demotila</p> <p>(paine-ero, valoisuus...)</p>	
Huoneen rakenne - timpuri urakka	5 400 €
<p>Alajuoksu, kertopuurunko, alas laskettu katto kertopuusta. 5cm mineraalivillaeriste</p> <p>Pinta-ala esim. 2,5 x 3,5 m = 9m²</p> <p>10 cm mineraalivilla; Lämpömassa mahdollisimman pieni Lämmitys / jäähdytys mahdollinen kohtuullisessa ajassa</p> <p>vähintään yksi seinä (mittalaiteseinä) lastulevyä tai vaneria (helppo ruuvata laitteita)</p> <p>Kelluva lattia? Purettavuus ja siirrettävyys?</p> <p>Työ</p> <p>Materiaalit</p>	<p>2 400 €</p> <p>3 000 €</p>
Ohjauslaitteet - sähköurakka	3 060 €

Ohjauslaitteiden ohjaus kytkettävissä pois halutun pisteen saavuttamisen jälkeen (olosuhteiden stabiloituminen).	
Pääkytkin tilan ulkopuolella. Lisäksi kaikille laitteille erillinen kytkin tilan ulkopuolelle	
Seinälle puhallin, leveä hajoitussuutin. Nopeus säädettävissä ja mitattavissa (IVL). Kierrättää sisäilmaa. EC-moottori? Lämmitys vaikutus minimiksi.	1 500 €
Toiselle puolelle vastaava imusuutin = laminaarivirtaus	-
Lämmityspatteri (t)	150 €
Jäähdytyspalkki (tai erillinen ilmastointilaitte)	300 €
Loistelamppu	100 €
halogeeni kohdelamppu	50 €
Asennustyö	960 €
Mittalaitte järjestelyt - sähköurakka	4 630 €
Seinällä upotettuja rasioita 10 kpl rinnakkain 10cm välein	50 €
Kaapeloinnit kaapien sisälle (seinälle) ja sieltä ulos. Parikierretty, parikohtainen vaippa + kaapelin vaippa. 2x4x0,5+0,5 kaapelointeja 3 kpl = 12 paria	40 €
ML SER kaapelointi ulos kaapista	50 €
putkivarauksia tuleville kaapeloinneille	50 €
24Vac / 10A tehon syöttö tilan ulkopuolella. Johdotus mittalaiteseinälle	200 €
asennustyö	240 €
Mittahuoneen PC ja dataloggeri *)	4 000 €
Referenssilaitteet	3 100 €
3 x Lämpötilareferenssi 0,1C (2xilma ja 1xvesi) - Delta ohm 2127 (nyt tuotannossa 0,3C mallit, jotka soveltuvat tarkastuksiin)	2 100 €
1 x kosteusreferenssi mittatilaan	1 000 €
olemassa olevien laitteiden hyödyntäminen?	
*) Mittahuoneen PC ja dataloggeri	20 190 €

Hommaan varattu oma verkkoon kytketty läppäri

Dataloggeri, jossa Pro ohjelma (kalibrointimahdollisuus)

Oma kalibrointiloggaus ohjelma ja jiggit **)

****) Oma loggausohjelma ja jiggit**

Sama ohjelma ja systeemi soveltuvat sekä lämpökaapissa (TEP, TEA, TEK...), että testihuoneessa tehtäviin loggauksiin (HDH, TEHR, KLH...)

Tuotetyypit kohtaiset, (esim. lämpötilakiekot) kalibrointijiggit, joista johdotus ulos. (neulat: power, signaali, modbus, UART)

Jigin ja kaapeloinnin välillä liitin, jotta jigin voi vaihtaa testitilaan

Jigissä testineulat eri tuotteiden tarpeisiin. Numeroinnilla ja merkintöjen avulla saadaan loggeri kytkettyä oikeisiin neuloihin (tilan ulkopuolella)

Ohjelmaan asetetaan montako laitetta kytketty

Ohjelma seuraa milloin lämpötila on asettunut vakaaksi (referenssi ja tai mitattavat laitteet)

Kun lämpötila asettunut, logataan referenssi sekä vuorollaan kalibroittavat laitteet

Ohjelma loggaa delta ohm mittarin lukeman (sarjaliikenne)

Ohjelma tallentaa lukemat Exceliin tms. numerojärjestyksessä (Jigin paikat numeroitu)

Ohjelma ilmoittaa, kun erä on kalibroitu

Sarjanumeron luku ja kiinnittäminen kalibrointitulosteeseen

Testeriliitynnän UART nastat kortin TOP puolella, jolloin yo jigi pääsee niihin kiinni

Sulautetussa ohjelmassa sarjanumeron kysely ja palautus (KPEL tyyllisesti)

Ohjelman jalostus siten, että ohjelma lukee sarjanumeron ja liittää sen tallettamiinsa kalibrointituloksiin

Kylläisen vesihöyryn paine ja tiheys

Lämpötila °C	Paine mbar	Tiheys g/m ³	Lämpötila °C	Paine mbar	Tiheys g/m ³
-15	1,91	1,60	24	29,82	21,77
-14	2,08	1,74	25	31,66	23,04
-13	2,25	1,87	26	33,6	24,36
-12	2,44	2,02	27	35,64	25,76
-11	2,65	2,19	28	37,78	27,22
-10	2,87	2,36	29	40,04	28,75
-9	3,1	2,54	30	42,41	30,36
-8	3,35	2,74	35	56,21	39,6
-7	3,62	2,95	40	73,74	51,14
-6	3,91	3,17	45	95,81	65,43
-5	4,22	3,41	50	123,3	82,98
-4	4,55	3,66	55	157,4	104,3
-3	4,9	3,93	60	199,2	130,2
-2	5,27	4,21	65	250	161,2
-1	5,68	4,52	70	311,6	198,1
0	6,105	4,85	75	382,8	261,5
1	6,57	5,19	80	473,4	293,3
2	7,06	5,56	85	578,1	353,3
3	7,58	5,95	90	701	423,5
4	8,13	6,36	95	845,1	504,5
5	8,72	6,8	100	1013,25	597,8
6	9,35	7,26	110	1433	826,7
7	10,02	7,75	120	1985	1122
8	10,73	8,27	130	2701	1497
9	11,48	8,82	140	3614	1967
10	12,28	9,41	150	4760	2548
11	13,12	10,01	160	6181	3260
12	14,02	10,66	170	7920	4122
13	14,97	11,34	180	10027	5158
14	15,58	12,07	190	12550	6393
15	17,04	12,83	200	15550	7858
16	18,17	13,63	220	23200	11610
17	19,36	14,47	240	33480	16760
18	20,63	15,37	260	46940	23760
19	21,69	16,3	280	64940	33280
20	23,37	17,29	300	85920	46300
21	24,86	18,33	320	112900	64550
22	26,43	19,42	360	186740	143500
23	28,08	20,57	374,15	221290	315000

Piirikohtaiset toimintakuvaukset

Piiriluettelo

FIC-251001	2
PDI-251002	4
PDI-251003	5
PDC-251010	6
PDI-251011	7
TI-251030	8
TI-251040	9
TI-251050	10
MI-251051	11
MIC-251052	12
TIC-251060	13
PDI-251070	14
PDI-251090	15
FS-251091	16
TI-251100	17
MI-251101	18
PDI-251102	19
PDC-251103	20
TSA-251120	21
HXSA-251210	22
THS-301000	23
TI-301610	25
TI-301620	26
MHS-302000	27
TI-302610	29
TI-302620	30
TICSA-900000	31

FIC-251001Laboratorion ilmavirtaus**Toimintamoodit ja toiminta**

Ilmanvaihdon säädön ja ohjauksen pääpiiri. Piiri ohjaa ilmanvaihdon käyntitilaan tai seisontatilaan.

Manuaali: Operaattori antaa käskyn käyntitila / seisontatila. Mahdollisuus muuttaa tulopuhaltimen pyörimisnopeuden asetusarvoa (TK-251001). Mahdollisuus muuttaa poistopuhaltimen pyörimisnopeutta. (PK-251001).

Käyntitilassa molemmat puhaltimet pyörivät asetetulla käyntitilan pyörimisnopeudella. Seisontatilassa ainoastaan tulopuhallin pyörii asetetulla seisontapyörimisnopeudella. Pyörimisnopeuksien asetusarvot määritetään ilmavirtauselimien virityksen yhteydessä.

Lukitukset

Ylikuumenemissuoja (TSA-251120) sammuttaa puhaltimet 5 minuutin viiveen jälkeen.

Tiedot muihin piireihin

FS-251091

TSA-251120

PDC-251010

PDC-251103

Hälytykset

Turvakytkin Q5 on auki

Turvakytkin Q6 on auki

Ristiriitahälytys

Parametrit

EC tulopuhaltimen (TK-251001) pyörimisnopeus 0...100 %

EC poistopuhaltimen (PK-251001) pyörimisnopeus 0...100 %

Liitännät

DO-251001.1 -käyntitilaan / seisontatilaan

AO-251001.1 TK-251001 -säätöviesti 0...10 VDC

DI-251001.1 TK-251001 -indikointi

AO-251001.2 PK-251001 -säätöviesti 0...10 VDC

DI-251001.2 PK-251001 -indikointi

Ohjauspaikka

Valvomo

Käsitöryhmittely ryhmäkeskuksessa

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

PDI-251002

Ilmavirtausvahti tulopuhallin

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

-

Hälytykset

Tulopuhallin (TK-251001) ei pyöri. Mittausviesti alle 10 Pa.

Parametrit

0...2500 Pa

Liitännät

AI-251002 Mittausviesti 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

PDI-251003

Ilmavirtausvahti poistopuhallin

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

-

Hälytykset

Poistopuhallin (PK-251001) ei pyöri. Mittausviesti alle 10 Pa.

Parametrit

0...2500 Pa

Liitännät

AI-251003 Mittausviesti 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

PDC-251010Raitisilmapelti (Normally Open)**Toimintamoodit ja toiminta**

Manuaali: Operaattori määrää säätöviestin raitisilman säätöpellille.

Automaatti: Säädin säätää säätöpeltiä (FG-251010) huonepainemittauksen (PDI-251090) mukaan.

Paineen laskiessa huoneessa alle 0 Pa, säätöpelti avautuu. Paineen ollessa huoneessa yli 0 Pa, pysyy säätöpelti kiinni.

Lukitukset

FIC-251001 seisontatila aiheuttaa lukituksen (säätöpelti pakko-ohjautuu tällöin auki asentoon).
Ylikuumenemissuoja TSA-251120 aiheuttaa lukituksen (säätöpelti pakko-ohjautuu tällöin auki asentoon).

Tiedot muihin piireihin

FIC-251001

TSA-251120

PDI-251090

Hälytykset

-

Parametrit

0...100 %

Liitännät

AO-251010 säätöviesti 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

PDI-251011

Tuloilman suodatinvahti

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

-

Hälytykset

Tukkoisuushälytys, suodattimen yli oleva paine-ero on yli 300 Pa.

Parametrit

0...500 Pa

Liitännät

AI-251011 Mittausviesti 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TI-251030

Lämpötila ennen jäähdytystä

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

-

Hälytykset

-

Parametrit

-50...70 °C

Liitännät

AI-251030 vastusarvomittaus

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TI-251040

Lämpötila ennen lämmitystä

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

-

Hälytykset

-

Parametrit

-50...70 °C

Liitännät

AI-251040 vastusarvomittaus

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TI-251050

Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

-

Hälytykset

-

Parametrit

-50...70 °C

Liitännät

AI-251050 vastusarvomittaus

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

MI-251051

Tuloilman sisäänpuhalluskosteus

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

-

Hälytykset

-

Parametrit

0...100 %

Liitännät

AI-251051 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

MIC-251052

Laboratorion ilman kostutus

Toimintamoodit ja toiminta

Manuaali: Operaattori määrää säätöviestin höyrykostuttimelle.

Automaatti: Säädin säätää höyrykostuttimen (HÖ-251052) höyryntuottoa laboratorion poiston kosteusmittauksen (MI-251101) mukaan.

Ilman suhteellisen kosteuden laskiessa huoneessa alle asetetun arvon, pyrkii höyrykostutin lisäämään tuloilmaan kosteaa höyryä. Ilman suhteellisen kosteuden ollessa yli asetusarvon, höyrykostutin ei kostuta ilmaa ja sen säätöviesti on 0 VDC.

Lukitukset

Ylikuumenemissuoja TSA-251120 sammuttaa höyrykostuttimen välittömästi.

Tiedot muihin piireihin

MI-251101

TSA-251120

Hälytykset

Turvakytkin Q2 on auki

Ristiriitahälytys

Parametrit

0...100 %

Liitännät

AO-251052 säätöviesti 0...10 VDC

DI-251052 indikointi

Ohjauspaikka

Valvomo

Käsi käyttökytkin ryhmäkeskuksessa

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TIC-251060

Laboratorion ilman lämmitys

Toimintamoodit ja toiminta

Manuaali: Operaattori määrää säätöviestin sähkövastuspatterille.

Automaatti: Säädin säätää tuloilman sähkövastuspatterin sähkötehonsyöttöä (EC-251060) laboratorion poiston lämpötilamittauksen (TI-251100) mukaan.

Ilman lämpötilan laskiessa huoneessa alle asetetun arvon, pyrkii sähkövastuspatteri lisäämään tuloilmaan lämpöenergiaa. Ilman lämpötilan ollessa yli asetuservon, lämmitin ei lämmitä ilmaa ja sen säätöviesti on 0 VDC.

Lukitukset

Ylikuumenemissuoja TSA-251120 sammuttaa tuloilman sähkövastuspatterin välittömästi.

Tiedot muihin piireihin

TI-251100

TSA-251120

Hälytykset

Turvakytkin Q1 on auki

Ristiriitahälytys

Parametrit

0...100 %

Liitännät

AO-251060 säätöviesti 0...10 VDC

DI-251060 indikointi

Ohjauspaikka

Valvomo

Käsi käyttökytkin ryhmäkeskuksessa

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

PDI-251070

Tuloilman suodatinvahti

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

MHS-302000

Hälytykset

Huurteisuushälytys, patterin yli oleva paine-ero on yli 300 Pa.

Parametrit

0...500 Pa

Liitännät

AI-251070 Mittausviesti 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

PDI-251090

Huonepaine

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

PDC-251010

PDC-251103

Hälytykset

Huonepaineen ylärajahälytys. Paine-ero tulo- ja poistokanavan välillä 10 Pa

Huonepaineen alarajahälytys. Paine-ero tulo- ja poistokanavan välillä -5 Pa

Parametrit

-50...50 Pa

Liitännät

AI-251090 Mittausviesti 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

FS-251091

Kiertoilmapelti (Normally Close)

Toimintamoodit ja toiminta

Manuaali: Operaattori määrää kiertoilmapellin auki tai kiinni asennon

Automaatti: Laboratorion ilmavirtaussäädin (FCI-251001) ohjaa sulkupeltiä (FG-251091).

Sulkupelti ohjautuu auki, kun ilmavirtaussäädin on käyntitilassa ja kiinni, kun kiertoilmasäädin on seisontatilassa.

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

FIC-251001

Hälytykset

-

Parametrit

-

Liitännät

DO-251091 Sulkupellin ohjausviesti.

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TI-251100

Poistoilmanlämpötila

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

TIC-251060

THS-301000

Hälytykset

Huonelämpötilan ylärajahälytys 35 °C

Huonelämpötilan alarajahälytys 10 °C

Parametrit

-50...70 °C

Liitännät

AI-251100 vastusarvomittaus

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

MI-251101

Poistoilmankosteus

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

MIC-251052

MHS-302000

Hälytykset

-

Parametrit

0...100 %

Liitännät

AI-251051 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

PDI-251102

Poistoilman suodatinvahti

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

-

Hälytykset

Tukkoisuushälytys, suodattimen yli oleva paine-ero on yli 300 Pa.

Parametrit

0...500 Pa

Liitännät

AI-251102 Mittausviesti 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

PDC-251103

Jäteilmapelti (Normally Open)

Toimintamoodit ja toiminta

Manuaali: Operaattori määrää säätöviestin jäteilmaman säätöpellille.

Automaatti: Säädin säätää säätöpeltiä (FG-251103) huonepainemittauksen (PDI-251090) mukaan.

Paineen noustessa huoneessa yli 2,5 Pa, säätöpelti avautuu. Paineen ollessa huoneessa alle 2,5 Pa, pysyy säätöpelti kiinni.

Lukitukset

FIC-251001 seisontatila aiheuttaa lukituksen (säätöpelti pakko-ohjautuu tällöin auki asentoon).

Ylikuumentemissuoja TSA-251120 aiheuttaa lukituksen (säätöpelti pakko-ohjautuu tällöin auki asentoon).

Tiedot muihin piireihin

FIC-251001

TSA-251120

PDI-251090

Hälytykset

-

Parametrit

0...100 %

Liitännät

AO-251103 säätöviesti 0...10 VDC

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TSA-251120

Sähkövastuspatterin ylikuumenemissuoja

Toimintamoodit ja toiminta

Automaatti: Lämpötilamittauksen TS-251120 noustessa siihen määritettyyn raja-arvoonsa, antaa ylikuumenemissuoja siitä binäärisen mittaustiedon.

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

FIC-251001

PDC-251010

MIC-251052

TIC-251060

PDC-251103

THS-301000

MHS-302000

Hälytykset

Sähkövastuspatterin ylikuumenemishälytys

Parametrit

-

Liitännät

DI-251120 hälytys

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

HxSA-251210

IV-hätäseispainikekytkin

Toimintamoodit ja toiminta

Automaatti: Kun IV-hätäseispainikekytkin on painettuna, irrottaa se silloin sähköryhmäkeskuksen IV-hätäseiskontaktorin (K4) koskettimet. Tällöin laboratorion kaikkien toimilaitteiden sähkönsyöttö katkeaa välittömästi.

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

IV-hätäseiskontaktori K4

Hälytykset

IV-hätäseispainike on painettuna.

Parametrit

-

Liitännät

DI-251210 indikointi

DO-251210 IV-hätäseiskontaktori K4

Ohjauspaikka

Laboratorion ulkoseinässä

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

THS-301000

Laboratorion ilman jäähdytys

Toimintamoodit ja toiminta

Manuaali: Operaattori määrää tuloilman jäähdytyskoneikon SJU-301 käy tai seis tilaan sekä magneettiventtiilien 301000.1 ja HV-301000.2 auki ja kiinni asennon.

Automaatti: Poistoilman jäähdytyskoneikkoa SJU-301 ohjataan laboratorion poiston lämpötilamittauksen (TI-251100) perusteella.

Poistoilman jäähdytyskoneikko SJU-301 sää käyntiin ohjauksen laboratorion poiston lämpötilamittauksen (TI-251100) ollessa 0,5 °C yli asetusarvonsa. Samalla ohjautuu jäähdytyksen magneettiventtiilit HV-301000.1 ja HV-301000.2 auki asentoon. Poistoilman saavutettua 0,3 °C alle asetusarvonsa HV-301000.1 sulkeutuu. Jäähdytyskoneikko SJU-301 sammuu, kun sen sisäinen painekeytkin saavuttaa siihen asetetun raja-arvonsa. HV-301000.2 ohjautuu kiinni asentoon samalla, kun jäähdytyskoneikko sammuu.

Lukitukset

Ylikuumenemissuoja TSA-251120 sammuttaa tuloilman jäähdytyskoneikon välittömästi.

Kylmäaineen menolämpötilan TI-301610 ylä- ja alarajalukitukset sammuttavat jäähdytyskoneikon välittömästi.

Kylmäaineen paluulämpötilan TI-301620 ylä- ja alarajalukitukset sammuttavat jäähdytyskoneikon välittömästi.

Tiedot muihin piireihin

TI-251100

TSA-251120

TI-301610

TI-301620

Hälytykset

Turvakytkin Q3 on auki

Ristiriitahälytys

Parametrit

-

Liitännät

DO-301000.1 Kylmäaineen meno ON/OFF -magneettiventtiilin ohjausviesti

DO-301000.2 Kylmäaineen paluu ON/OFF -magneettiventtiilin ohjausviesti

DO-301000.3 Jäähdytyskoneikon ohjausviesti

DI-301000 Jäähdytyskoneikon indikointi

Ohjauspaikka

Valvomo

Käsitöryhmäkeskuksessa

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TI-301610

SJU-301 kylmäaineen menolämpötila

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

THS-301000

Hälytykset

Kylmäaineen menolämpötilan ylä- ja alarajahälytys

Parametrit

-50...70 °C

Liitännät

AI-301610 vastusarvomittaus

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TI-301620

SJU-301 kylmäaineen paluulämpötila

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

THS-301000

Hälytykset

Kylmäaineen paluulämpötilan ylä- ja alarajahälytys

Parametrit

-50...70 °C

Liitännät

AI-301620 vastusarvomittaus

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

MHS-302000

Laboratorion ilman kuivaus

Toimintamoodit ja toiminta

Manuaali: Operaattori määrää tuloilman kuivauskoneikon SJU-302 käy tai seis tilaan sekä magneettiventtiilien 302000.1 ja HV-302000.2 auki ja kiinni asennon.

Automaatti: Poistoilman kuivauskoneikkoa SJU-302 ohjataan laboratorion poiston kosteusmittauksen (MI-251101) perusteella.

Poistoilman kuivauskoneikko SJU-302 saa käyntiin ohjauksen laboratorion poiston kosteusmittauksen (MI-251101) ollessa 5 %RH yli asetusarvonsa. Samalla ohjautuu kylmäainepiirin magneettiventtiilit HV-302000.1 ja HV-302000.2 auki asentoon. Poistoilman saavutettua asetusarvonsa HV-302000.1 sulkeutuu. Kuivauskoneikko SJU-302 sammuu, kun sen sisäinen paineakytkin saavuttaa siihen asetetun raja-arvonsa. HV-302000.2 ohjautuu kiinni asentoon samalla, kun kuivauskoneikko sammuu.

Lukitukset

Ylikuumenemissuoja TSA-251120 sammuttaa tuloilman jäähdytyskoneikon välittömästi.

Kylmäaineen menolämpötilan TI-302610 ylä- ja alarajalukitukset sammuttavat kuivauskoneikon välittömästi.

Kylmäaineen paluulämpötilan TI-302620 ylä- ja alarajalukitukset sammuttavat kuivauskoneikon välittömästi.

Tiedot muihin piireihin

MI-251101

TSA-251120

TI-302610

TI-302620

Hälytykset

Turvakytkin Q4 on auki

Ristiriitahälytys

Parametrit

-

Liitännät

DO-302000.1 Kylmäaineen meno ON/OFF -magneettiventtiilin ohjausviesti

DO-302000.2 Kylmäaineen paluu ON/OFF -magneettiventtiilin ohjausviesti

DO-302000.3 Kuivauskoneikon ohjausviesti
DI-301000 Kuivauskoneikon indikointi

Ohjauspaikka

Valvomo

Käsi käyttökytkimet ryhmäkeskuksessa

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TI-302610

SJU-302 kylmäaineen menolämpötila

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

MHS-302000

Hälytykset

Kylmäaineen menolämpötilan ylä- ja alarajahälytys

Parametrit

-50...70 °C

Liitännät

AI-302610 vastusarvomittaus

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TI-302620

SJU-302 kylmäaineen paluulämpötila

Toimintamoodit ja toiminta

-

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

MHS-302000

Hälytykset

Kylmäaineen paluulämpötilan ylä- ja alarajahälytys

Parametrit

-50...70 °C

Liitännät

AI-302620 vastusarvomittaus

Ohjauspaikka

-

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

TICSA-900000Nollatilakaappi**Toimintamoodit ja toiminta**

Automaatti: Keskilämpötilakaapin käynnistys ja sammutus valvomosta. Kaapin sisälämpötilan asetusarvoa pystyy muuttamaan portaattomasti ja oma sisäinen automatiikka muuttaa kaapin sisälämpötilan annetun asetusarvon mukaisesti.

Lukitukset

-

Tiedot muihin piireihin

-

Hälytykset

-

Parametrit

-5 ...12 °C

Liitännät

Modbus -väyläliityntä

Ohjauspaikka

Valvomo

Käsi käyttöpaneeli

Historia

Päivitetty 2.9.2016 Jyri Sahlstén

Rakentamisen kustannukset 2014

<i>Ulkoseinä ja julkisivupinnoite</i>	17 290	11 270	28 560
VÄLI- JA YLÄPOHJARAKENTEET	mat.	työ	yht.
<i>Välipohjarakenteet</i>	1 870	1 520	3 390
ULKO-OVET JA IKKUNAT	mat.	työ	yht.
<i>Ulko-ovet</i>	2 800	540	3 340
<i>Ikkunat</i>	9 990	1 440	11 430
SISÄSEINÄT JA KATTOVERHOUS	mat.	työ	yht.
<i>Huonetilojen seinäverhoukset</i>	1 240	2 690	3 930
<i>Sisäkattoverhoukset</i>	1 790	2 270	4 060
SISÄSEINÄ- JA KATTOPINNOITTEET	mat.	työ	yht.
<i>Huonetilojen seinätasoitteet ja -pinnoitteet</i>	2 760	3 020	5 780
<i>Kattotasoitteet ja -pinnoitteet</i>	680	1 160	1 840
LATTIAN PINTARAKENTEET JA PINNOITTEET	mat.	työ	yht.
<i>Huonetilojen lattiat</i>	5 420	2 620	8 040
<i>Kustannukset yhteensä</i>	43 840	26 530	70 370
<i>Prosenttiosuus kokonaiskustannuksesta</i>	62 %	38 %	100 %
LÄMMITYS	mat.	työ	yht.
<i>Ilmalämpöpumppu</i>	<u>260</u>	<u>120</u>	<u>380</u>
VESI- JA VIEMÄRITYÖT	mat.	työ	yht.
<i>Vesi- ja viemäryöt</i>	<u>6 170</u>	<u>4 300</u>	<u>10 470</u>
ILMANVAIHTO	mat.	työ	yht.
<i>Yhteensä</i>	<u>6 650</u>	<u>2 130</u>	<u>8 780</u>
SÄHKÖ-, TELE- JA INFOTEKNIikka	mat.	työ	yht.
<i>Yhteensä</i>	<u>8 830</u>	<u>5 780</u>	<u>14 610</u>
<i>Kustannukset yhteensä</i>	21 910	12 330	34 240
<i>Prosenttiosuus kokonaiskustannuksesta</i>	64 %	36 %	100 %

Jäähdytys ja kuivauskoneikko

Jäähdytyskojeikko

nimi	tunnus	määrä	yksikkö	Hinta	Yhteensä
Höyrystinpatteri	Lloyd Coils - mittatilaus	1	kpl	150,00 €	150,00 €
Kompressorikoneikko	CAJN 4452 YHR	1	kpl	800,00 €	800,00 €
Paisuntaventtiili + suutin	Danfoss T2 - 0	1	kpl	79,00 €	79,00 €
Magneettiventtiili	Danfoss EVR 3	2	kpl	90,00 €	180,00 €

Kuivauskoneikko

nimi	tunnus	määrä	yksikkö	Hinta	Yhteensä
Höyrystinpatteri	Lloyd Coils - mittatilaus	1	kpl	150,00 €	150,00 €
Kompressorikoneikko	CAJN 4492 YHR	1	kpl	1 015,35 €	1 015,35 €
Paisuntaventtiili + suutin	Danfoss T2 - 0	1	kpl	79,00 €	79,00 €
Magneettiventtiili	Danfoss EVR 3	2	kpl	90,00 €	180,00 €

Korjauskerroin 1,1

Laitteiston kustannus 2731,7 €

LVI-urakan hinnoittelu

materiaalit								IV	LVI	eristys	aika
nimi	tunnus	LVI-koodi	koko	määrä	yksikkö	Hinta	Yhteensä	aika h/yks			yhteensä
kulma 90°	sinkitty	8100094	Ø 100	11,0	kpl	9,09 €	100,0 €	0,18			2,0
t-yhde	sinkitty	8100184	Ø 100	3,0	kpl	16,67 €	50,0 €	0,28			0,8
kulma 90°	sinkitty	8100096	Ø 125	6,0	kpl	11,11 €	66,7 €	0,18			1,1
supistus	sinkitty	8100428	Ø 125 - 100	1,0	kpl	8,28 €	8,3 €	0,18		0,6	0,8
t-yhde	sinkitty	8100190	Ø 125	2,0	kpl	18,58 €	37,2 €	0,28			0,6
äänenvaimennin 600 mm	sinkitty	8325803	Ø 125	2,0	kpl	72,32 €	144,6 €	0,37			0,7
Halton tuloilmahajoittaja	TRB	8607104	Ø 125	1,0	kpl	155,84 €	155,8 €	1,98			2,0
kierresaumattukanava	sinkitty	8103310	Ø 100	23,0	m	8,69 €	199,9 €	0,18			4,1
kierresaumattukanava	sinkitty	8103311	Ø 125	8,5	m	9,80 €	83,3 €	0,18			1,5
poistoventtiili	KSO	8713533	Ø 100	4,0	kpl	18,79 €	75,2 €	0,3			1,2
tuloventtiili	KTS	8713537	Ø 100	1,0	kpl	31,71 €	31,7 €	0,3			0,3
poistoventtiili	KSO	8713534	Ø 125	1,0	kpl	21,21 €	21,2 €	0,3			0,3
tuloventtiili	KTS	8713538	Ø 125	1,0	kpl	32,22 €	32,2 €	0,3			0,3
venttiilikaulus	KKT	8713902	Ø 100	5,0	kpl	5,05 €	25,3 €	0,3			1,5
venttiilikaulus	KKT	8713903	Ø 125	2,0	kpl	5,45 €	10,9 €	0,3			0,6
sisätulppa	sinkitty	8100644	Ø 100	1,0	kpl	5,05 €	5,1 €	0,18			0,2
aktiivihiiisuodatinpatruuna	Watman NCP-10	3614426	9-3/4"	1,0	kpl	28,90 €	28,9 €				0,0
suodatinpatruunan runko	Watman FP3 9	3614491	9-3/4"	1,0	kpl	40,50 €	40,5 €		0,3		0,3
palloventtiili	messinki	3713504	1/2"	3,0	kpl	13,65 €	41,0 €		0,3		0,9
kulma 90°	Cu	1539105	15 mm	10,0	kpl	2,99 €	29,9 €				0,0
putki	Cu	1581114	15 mm	40,0	m	7,78 €	311,2 €		0,4		15,2
kulma 90°	PVC	2440241	32 mm	12,0	kpl	2,93 €	35,2 €				0,0
y-haara	PVC	2460431	32 mm	1,0	kpl	5,25 €	5,3 €				0,0
putki	PVC	2421031	32 mm	40,0	3 m	3,36 €	134,4 €		0,08		3,3
kulma 90°	solukumi 19 mm	3128561	Ø 100	7,0	kpl	16,50 €	115,5 €			0,6	4,2
kulma 90°	solukumi 19 mm	3128562	Ø 125	6,0	kpl	18,50 €	111,0 €			0,7	4,2
levyrulla	solukumi 19 mm	3125612	Ø 100	7,2	m ²	36,14 €	261,1 €			0,51	3,7
levyrulla	solukumi 19 mm	3125612	Ø 125	3,3	m ²	36,14 €	120,6 €			0,69	2,3

materiaalit								IV	LVI	eristys	aikayhteensä
nimi	tunnus	LVI-koodi	koko	määrä	yksikkö	Hinta	Yhteensä	aika h/yks			
villakouru	20 mm	3121502	15 mm	1,0	pakkaus	219,00 €	219,0 €			0,34	0,3
kannake	teräs	8353110	Ø 100	20,0	kpl	3,45 €	69,0 €			0,15	3,0
kannake	teräs	8353112	Ø 125	10,0	kpl	3,99 €	39,9 €			0,15	1,5
kannake	teräs (kumieriste)	3232044	15 mm	26,7	kpl	3,49 €	93,1 €				0,0
kannake	muovi	3225574	32 mm	26,7	kpl	0,62 €	16,4 €				0,0
suodatinlaatikko	sinkitty	8082904	Ø 125	2,0	kpl	53,00 €	106,0 €	1,11		2,898	8,0
sähkövastuspatteri	kanava		Ø 125 0,9 kW	1,0	kpl	500,00 €	500,0 €	1,32		2,898	4,2
ylikuumenemissuoja	patteri		1 kW	1,0	kpl	- €	- €				0,0
höyrykostutin	Nordman ES4		Ø 125 0-2,5 kg/h	1,0	kpl	1 072,27 €	1 072,3 €	1,11	2	2,898	6,0
EC kanavapuhallin	Onnline		230 V Ø 125	2	kpl		- €	0,48		2,898	6,8
säätöpelti	Swegon		Ø 125 0-10 V	2	kpl		- €	0,6		0,69	2,6
sulkupelti	Swegon		Ø 125 ON-OFF	1	kpl		- €	0,6		0,69	1,3
suorahöyrystinpatteri	Lloyd Coils		Ø 125 0,9 kW	1	kpl		- €	1,32		2,898	4,2

IV-URAKAN NORMITUNTITAUUKKO

Mom. 1. PYÖREÄT KANAVAT JA OSAT

Sarake	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Halkaisija		- 50 mm	50 - mm							
D cm	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH
- 125	0,18	0,37	0,58	0,18	0,48	1,98	0,37	0,28	0,70	0,23
- 200	0,21	0,40	0,63	0,30	0,53	1,98	0,40	0,30	0,75	0,26
250	0,25	0,48	0,75	0,35	0,58	1,98	0,48	0,36	0,90	0,31
315	0,28	0,60	0,93	0,44	0,75	1,98	0,60	0,45	1,13	0,35
400	0,32	0,68	1,06	0,53	0,96	2,84	0,68	0,51	1,28	0,40
500	0,41	0,84	1,34	0,67	1,03	2,84	0,85	0,63	1,58	0,51
630	0,54	1,08	1,69	0,80	1,46	2,84	0,96	0,80	2,00	0,68
800	0,60	1,30	2,04	1,07	1,98	3,97	1,30	0,97	2,43	0,75
1000	1,02	1,60	2,48	1,34	2,65	3,97	1,59	1,18	2,90	1,28
1250	1,34	1,98	2,92	1,79	3,44	3,97	1,87	1,33	3,33	1,68

1. Eristämätön kanava
2. Eristetty kanava ÄE, LE, PE - 50 mm
3. Eristetty kanava ÄE, LE, PE 50 - mm
4. Eristämätön, KY, TY, LKP, TULPPA, EP, ulkoliitin kanavasta < 1 m, SP, YHDEPL
5. Eristetty KY, TY, MY, LKP, LKT, TP, EP, JATKO, kylmäkätuste-pantaliitos
6. Ulospuhallinhajoittaja, Esim. Eyma
7. Äänenvaimennin
8. Eristämätön haara, saapasosa
9. Eristetty haara, saapasosa
10. Suutinkanava

KONEOSIEN NORMITUNTITAUUKKO

Sarake	1	2	3	4	5	6
Rivi	NH	NH	NH	NH	NH	NH
1.	1,11	1,32	2,04	2,36	2,68	3,01
2.	1,41	1,69	2,69	3,06	3,49	3,94
3.	1,66	1,96	2,95	3,35	3,74	4,14
4.	1,66	1,96	2,95	3,35	3,74	4,14

OSAT

1. Sälepelti, väliosa, kostutin
2. Patteri
3. Äänenvaimennin
4. Puhallin

Jälkilämmityspatteri ja jäähdytyspatteri hinnoitellaan kanavassa kulkevan ilmamäärän mukaan taulukosta.

KOKO mm	1	2	3	4	5	6	7
	NH	NH	NH	NH	NH	NH	NH
100	0,50	0,85	0,60	0,78	0,30	0,90	1,20
125	0,50	0,91	0,60	0,78	0,30	0,90	1,20
160	0,60	1,00	0,80	1,04	0,32	0,90	1,60
200	0,60	1,05	0,80	1,04	0,34	1,00	1,60
250	0,60	1,14	0,80	1,04	0,38	1,00	1,60
315	0,60	1,48	0,95	1,5	0,43	1,00	1,90
400	0,73	1,70	1,10	1,7	0,50	1,21	2,20
500	0,98	1,93	1,28	1,9		1,81	2,56
630	1,25	2,38	1,60	2,5		2,42	3,20
800	1,43		1,88	3,2			
1000	1,76		2,23	3,6			
1250	2,16		2,57	4			
1400	2,55		2,94				
1600	3,01		3,31				
1800	3,46		3,67				
2000	3,97		4,05				
2400	4,40		4,43				

1. Tulo ja poistosäleiköt
2. Piennopeusjakolaite
3. Palopelti, E-luokka, pyöreät ilmamääräsäätimet
4. Palopelti, EI-luokka
5. Tulo ja poistiventtiilit
6. Paineenalennus ja liitäntälaatikot
7. Tulo- ja poistoilmavirtasäädin, esim. Halton HHW

PIENKOJEET

Laite	NH /kpl	
Talotuuletin, Liesikupu, Tuuletin		2,28
VSS iv-koje. Kanavat hinnoitellaan taulukon mukaan		3,70
Tuulikaappikoje		3,40
Pientalo LTO kone seinämalli, alle 40 kg		5,00
Äänieristyspatja asennettuna kaikki koot		1,99
Kiertoilma-koje		1,92
Jäähdytyskoje		1,92
Kanavapuhallin 100 - 160		0,48
Kanavapuhallin 200 - 315		0,64
Kohdepoistopuhallin kone		1,75
Kohdepoistopuhallimen "kärsä"		2,50
Höyrykostuttimen LVI-asennusajaksi määritetään		2,0 NH

IIA1 Solukumieristys suljetuissa kuiluissa ja konehuoneissa letkusta tai levystä liimattuna

Putken ulko Ø mm	Solukumieristysten paksuus, mm					
	6	10	13	19	25	32
0 – 36	0,42	0,42	0,42	0,55	0,55	0,55
37 – 54	0,42	0,42	0,42	0,55	0,55	0,59
55 – 76	0,42	0,42	0,44	0,56	0,59	0,66
77 – 114	0,51	0,54	0,57	0,69	0,75	0,82
115 - 146	0,69	0,72	0,75	0,87	0,93	1,00
147 - 178	0,80	0,83	0,86	1,00	1,06	1,13
179 - 220	1,02	1,05	1,08	1,24	1,30	1,37
245	1,18	1,21	1,24	1,41	1,47	1,54
273	1,31	1,34	1,37	1,55	1,61	1,68
324	1,55	1,58	1,61	1,81	1,87	1,94
365	1,69	1,72	1,75	1,97	2,03	2,10
406	1,92	1,95	1,98	2,22	2,28	2,35
508	2,39	2,42	2,45	2,73	2,79	2,86

IIA1 taulukon solueristystä koskevat lisähinnoittelut

Kulma, mikäli se tehdään taivuttaen ilman leikkauksia, 0,75 jm.
 Kulma, mikäli se tehdään letkua tai levyä leikkaamalla, 2 jm.
 Haara, sisältää tarpeelliset leikkaukset 0,5 jm haaraputken mukaan.
 Mikäli 3. -kohdassa haaraputken koko on yli 70 mm, kokonaishinta 1,20 yks.
 Mikäli 3. -kohdassa haaraputken koko on yli 115 mm, lisähinta 3. -kohdan lisäksi 0,80 yks.
 Supistuskartion teko levystä leikkaamalla 0,60 yks.
 Eristeen leikkaus tai kovertaminen sekä kannakekohtaan liimattavat erilliset erityssuikaleet, yhteensä 0,15 yks.

KUPARIPUTKET JA KOMPOSIITTIPUTKET

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki kupariputket lukuun ottamatta putkia, jotka on normiajoitettu muissa 2 §:n momenteissa.

Sarake	1	2	3
	Kupariputket	Kupariputket puristamalla	Komposiittiputket
Ulkohalkaisija Du	Sisälle NH/m	Sisälle NH/m	Sisälle NH/m
- 22	0,38	0,30	0,30
- 35	0,43	0,34	0,35
- 54	0,50	0,40	0,40
- 64	0,55	0,44	0,44
- 76,1	0,60	0,48	0,48
- 88,9	0,65	0,52	0,52
- 114,3	0,70	0,56	0,56
- 139,7	0,80	0,64	0,64
- 168,3	0,90	0,72	0,72

Mineraalivillakouruilla tehdyt eristystyöt

IA 1 Valmiiksi päällystettyjen kourujen kiinnitys langalla ja teippaamalla

Putken ulko Ø mm	Mineraalivillakourujen paksuus, mm			
	50	60	80	100
0 – 36	0,34	0,35	0,38	0,41
37 – 54	0,35	0,37	0,42	0,44
55 – 76	0,40	0,41	0,45	0,48
77 – 114	0,44	0,46	0,49	0,54
115 – 146	0,47	0,49	0,54	0,57
147 – 178	0,52	0,53	0,58	0,62
179 – 220	0,58	0,59	0,66	0,69
245	0,60	0,64	0,68	0,74
273	0,65	0,68	0,74	0,78
324	0,73	0,77	0,80	0,87
365	0,79	0,81	0,89	0,95
406	0,85	0,89	0,96	1,03
508	0,93	0,99	1,04	1,12

Suurempien putkien sekä säiliöiden eristyshinta määräytyy seuraavasti:

	mm	yks./m ²
Eristysvahvuus	6-15	1,61
Eristysvahvuus	15-32	1,87

MUOVISET VIEMÄRITLIITOSTAVASTA RIIPPUMATTA, PAINEMUHVIPUTKET JA *PÖLYNIMURIPUTKISTOT

Sarake	1	2
Ulkohalkaisija Du	Sisälle NH/m	Ulos NH/m
- 75	0,25	0,15
- 110	0,28	0,17
- 160	0,30	0,19
- 200	0,33	0,21
- 250	0,39	0,23
- 315	0,44	0,25
- 400	0,50	0,30
- 500	0,61	0,36
- 630	0,72	0,39

Sähköurakan massalasku

nimi	tunnus	koodi	määrä	yksikkö	hinta	yhteensä
Asennuskaapeli MMJ 5X2,5 S		SFS 2091:2011	3	50 m	129,00 €	387,00 €
Ryhmäkeskus RY5E15U 50A IP34 FE	RK	3417419	1	kpl	383,00 €	383,00 €
Kontaktori Xpole - Z- SCH230/25-40	R-Log	35 873 79	6	kpl	45,30 €	271,80 €
Kontaktori 1SBL157001R1310 ABB	K	3706222	6	kpl	35,50 €	213,00 €
Ilmastointikytkin P220- 640400-003 A-0-1/2-1/1 KA	HS A 0 1	3607345	2	kpl	27,00 €	54,00 €
Hätä-/seis-painike	K4	3605060	1	kpl	100,00 €	100,00 €
Auki/kiinni-kytkin ONA01PB	HS 0 1	3650001	3	kpl	27,80 €	83,40 €
Turvakytkin KUM 316 U	Q 1-6	3600456	6	kpl	26,40 €	158,40 €
Ohjauskaapeli MMO 7X1,5 S		S-0412022	10	m	2,30 €	23,00 €
Asennushylly KRC-50		1431280	5	2 m	12,00 €	60,00 €
Loistelamppuvalaisin 8128/218 OK		4120489	3	kpl	32,90 €	98,70 €
LED-PUTKIVALAISIN 150 50W			1	kpl	146,90 €	146,90 €
HALOGEENISARJA 3X20W MESSINKI			1	kpl	28,55 €	28,55 €
3-VÄÄNTÖKYTKIN		2000273	1	kpl	98,00 €	98,00 €
Kytkin 2 lisäliitintä		2006525	1	kpl	6,90 €	6,90 €
Koko kustannus						2112,65 €

Kaapeliluettelo automaatiourakan laskemista varten

AU-01					
KAAPELITYYPPI	MISTÄ	MIHIN	PITUUS	HUOMAUTUS	SISÄLTYY
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	FG 1	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	FG 10	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	PdTI 1	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	FG 9	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	TE 3	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	EC PK 251	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	PdTI 11	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	PdTI 10	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	PdTI 7	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	TE 4	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	EC 6	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	TSA 12	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	PdTI 5	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	EC TK 251	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	HÖ 1	10 m		AU

KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	TE 5	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	MEI 10	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	MEI 5	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	TE 10	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	PdTI 9	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	HV 1.1	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,6	VAK	HV 1.2	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	HV 2.1	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,6	VAK	HV 2.2	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	TE 61	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	TE 62	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	TE 63	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	TE 64	10 m		AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	HxS 21	10 m	FYYSINEN PAIKKA TARKENNETAAN PAIKANPÄLLÄ	AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	RK	5 m	PK 251 KONTAKTORI	AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	RK	5 m	TK 251 KONTAKTORI	AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	RK	5 m	LÄMMITYSPATTERI SLK KONTAKTORI	AU

KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	RK	5 m	HÖ 1 KONTAKTORI	AU
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	RK	5 m	SJU 301 KONTAKTORI	AU
Jamak 2 x ((2 + 1) + 1) x 0,5	VAK	0-PISTE JK.	10 m	VÄYLÄLIITYNTÄ	AU
MMO 7 X 2,5 S	VAK	RK	5 m	IV-HÄTÄSEIS K 4	AU
MMO 7 X 2,5 S	VAK	RK	5 m	TK 251 R-LOG (OHJAUS)	AU
MMO 7 X 2,5 S	VAK	RK	5 m	SJU 301 R-LOG (OHJAUS)	AU
MMO 7 X 2,5 S	VAK	RK	5 m	SJU 302 R-LOG (OHJAUS)	AU
MMO 7 X 2,5 S	RK	TSA 12	10 m	TSA 12 R-LOG (LUKITUS)	SU
MMJ 5 X 2,5 S	RK	Q 1	10 m	LÄMPÖPATTERI TURVAKYTKIN (SYÖTTÖ JA INDIKOINTI)	SU
MMJ 5 X 2,5 S	RK	Q 2	10 m	HÖ 1 TURVAKYTKIN (SYÖTTÖ JA INDIKOINTI)	SU
MMJ 5 X 2,5 S	RK	Q 3	10 m	SJU 301 TURVAKYTKIN (SYÖTTÖ JA INDIKOINTI)	SU
MMJ 5 X 2,5 S	RK	Q 4	10 m	SJU 302 TURVAKYTKIN (SYÖTTÖ JA INDIKOINTI)	SU
MMJ 5 X 2,5 S	RK	Q 5	10 m	TK 251 TURVAKYTKIN (SYÖTTÖ JA INDIKOINTI)	SU
MMJ 5 X 2,5 S	RK	Q 6	10 m	PK 251 TURVAKYTKIN (SYÖTTÖ JA INDIKOINTI)	SU
YHTEENSÄ					
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5			295 m		
Jamak 2 x ((2 + 1) + 1) x 0,5			10 m		
MMO 7 X 2,5 S			30 m		
MMJ 5 X 2,5 S			60 m		
AU-02					
YHTEENSÄ					
KLMA 4 x 0,8 tai Nomak 2 x 2 x 0,5 + 1 x 0,5	VAK	MTA	330	VAKISTA TESTAUSALUSTAN PISTOKELIITTIMIIN (SIS. REF)	AU
Jamak 2 x ((2 + 1) + 1) x 0,5	VAK	MTA	30	VAKISTA TESTAUSALUSTAN PISTOKELIITTIMIIN (MODBUS JA BACNET)	AU
MMJ 3 X 2,5 S	VAK	MTA	15	VAKISTA TESTAUSALUSTAN PISTOKELIITTIMIIN (24 VDC)	AU