



TEKNIikka JA LIIKENNE

Sähkötekniikka

Sähkövoimatekniikka

INSINÖÖRITYÖ

**RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN KUVAUS
JA
MALLITYÖSELITYS**

**Työn tekijä: Kimmo Lindberg
Työn valvoja: Tapio Kallasjoki**

Työ hyväksytty: __. __. 2010

**Tapio Kallasjoki
lehtori**



ALKULAUSE

Tämä insinööri työ tehtiin yhdessä työnantajani ISS Proko Oy:n kanssa. Haluan kiittää kaikkia projektissa mukana olleita ja siihen vaikuttaneita sekä työn valvojaa Tapio Kallasjokea Metropolia Ammattikorkeakoulusta. Erityiskiitokset haluan sanoa perheelleni jaksamisesta ja tukemisesta.

Vantaalla 2.6.2010

Kimmo Lindberg

TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Kimmo Lindberg	
Työn nimi: Rakennusautomaatiojärjestelmän kuvaus ja mallityöselitys	
Päivämäärä: 2.6.2010	Sivumäärä: 20 s. + 1 liite
Koulutusohjelma: Sähkötekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka
Työn ohjaaja: lehtori Tapio Kallasjoki	
<p>Tämä insinöörityö on jaettu kahteen osa-alueeseen, joista ensimmäinen käsittelee rakennusautomaatiojärjestelmän järjestelmäkuvauksen ja toinen on rakennusautomaatiojärjestelmän mallityöselitys.</p> <p>Syy, miksi tällainen työ on tehty, on se että rakennusautomaatiota käsittelevää kirjallisuutta on varsin vähän ja hankalasti alasta kiinnostuneen löydettävissä. Lisäksi osa kirjallisuudesta sisältää varsin vanhentunutta tietoa mm. nykyaikaisista väyläratkaisuista ja tiedon-siirrosta. Työselitykset ovat taas perinteisesti tulleet suunnittelijalta osana suunnitelma-asiakirjoja, mutta varsinkin pienten LVIA-suunnittelutoimistojen työselitykset sisältävät varsin vähän viitteitä rakennusautomaatioon. Nykypäivänä rakennusautomaatio ohjaa varsin suurta osaa rakennusten talotekniikasta, joten myös sen suunnitteluun ja suunnittelun ohjaukseen tulee käyttää enemmän resursseja.</p> <p>Järjestelmäkuvausta voidaan käyttää antamaan rakennuttajalle lisätietoa siitä, mitä nykyaikaisella rakennusautomaatiolla tarkoitetaan, ja helpottamaan päätöksen tekoa tehtäessä investointiratkaisuja. Järjestelmäkuvauksessa kerrotaan pääpiirteittäin eri kenttälaitteiden, alakeskusten ja valvomon toiminnot. Syvemmälle säätötekniisiin ratkaisuihin tai kenttälaitteiden toimintaperiaatteisiin ei tässä työssä paneuduta.</p> <p>Toisena osana työtä on rakennusautomaatiojärjestelmän mallityöselitys, jota voidaan käyttää mallina varsinaisen urakkaohjelman mukaisen työselityksen laadintaan. Työselityksestä on pyritty tekemään mahdollisimman yksiselitteinen ja selkeä. Työselityksessä kuvataan pääpiirteittäin urakan ominaispiirteet ja tilaajan vaatimukset urakoitsijan toimit-tamaa järjestelmää kohtaan. Lukijan pitää muistaa, että kyseessä on mallityöselitys, joka tulee aina päivittää kohdekohtaisilla tiedoilla.</p>	
Avainsanat: rakennusautomaatio, työselitys, talotekniikka, rakennuttajakonsultti	

ABSTRACT

Name: Kimmo Lindberg	
Title: HVAC Automation System and Work Description	
Date: 2 June 2010	Number of pages: 42
Department: Electrical Engineering	Study Programme: Electrical Power Engineering
Instructor: Tapio Kallasjoki, Senior Lecturer	
<p>The purpose of this graduate project is to create two HVAC automation documents. The first document is the HVAC automation system description and the second is an example of an HVAC automation work description.</p> <p>The driving force behind this project is that there is very little written documentation about HVAC automation and even that is outdated. Work descriptions are usually written by HVAC designers, but some smallest HVAC engineering companies include all HVAC and automation work descriptions in the one and same document with little or no reference to automation. Nowadays automation plays an important role in buildings' HVAC and electrical systems, and this is why greater emphasis must be placed on its planning and planning guidance.</p> <p>The system description provides the builder with information on what a modern HVAC automation system means as well as help for making informed investment decisions. The description explains the main principles of field devices, control sub-stations and control software.</p> <p>The work description included in this study is an example which can be used as a basis for writing the actual work description of a specific project. The work description gives details of the project's special characteristics as well as the builder's requirements.</p> <p>The reader must keep in mind that as the work description in this study is only example it must always be updated with project specific information.</p>	
Keywords: HVAC, automation, planning guidance	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
2	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN RAKENNE	2
2.1	Kenttälaitetaso	3
2.2	Alakeskustaso	3
2.3	Valvomotaso	4
3	KENTTÄLAITTEET	4
3.1	Lämpötila-anturit	5
3.2	Painelähttimet	7
3.3	Muut mittalähttimet	8
3.4	Moottoriventtiilit	9
3.5	Ilmastointipeltien toimilaitteet	11
3.6	Taajuusmuuttajat	13
4	ALAKESKUKSET	14
4.1	Prosessiasema	15
4.2	Liityntäkortit	15
4.3	Automaatioväylä	16
5	VALVOMOT	17
6	YHTEENVETO	19
	VIITELUETTELO	20
	LIITE RAKENNUSAUTOMAATION TYÖSELITYS	

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön lähtökohtana oli luoda ajanmukainen ja käyttökelpoinen rakennusautomaatiourakan työselitys, jota voitaisiin käyttää mallityöselityksenä ja kohteen erityispiirteiden mukaan tarkentaa tarvittaessa. Työselitystä voidaan käyttää myös tarvittaessa jo luonnossunnitteluvaiheessa rakennusautomaatiojärjestelmän suunnitteluohjeena. Tässä insinööriyössä käydään ensin läpi rakennusautomaatiojärjestelmän perusrakenne ja kuvataan rakenteeseen liittyvät perustoiminnot ja laitteet. Toisena osana on rakennusautomaatiojärjestelmän työselitys, joka on tarkoitettu muun suunnitelma-aineiston tueksi rakennusautomaatiourakan tarjouskysely- ja toteutusvaiheissa.

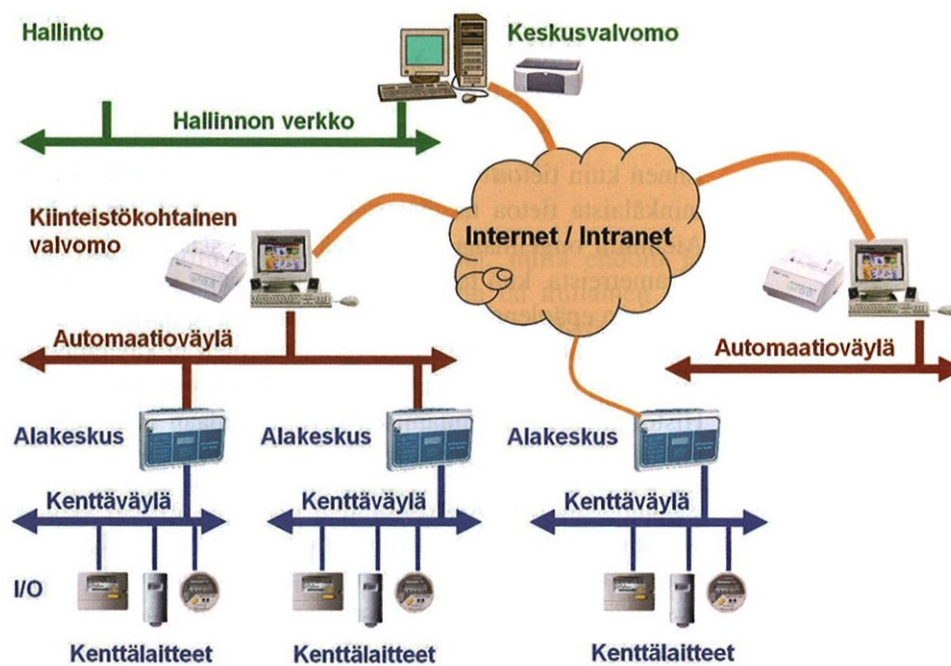
Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan taloteknisten LVIS-järjestelmien (Lämpö, Vesi, Ilma ja Sähkö) automatisointia. Automaatiolla toteutetaan kiinteistöjen olosuhteiden hallintaa, sisäilman laadun optimointia ja energian kulutuksen hallintaa. Rakennusautomaatioon voidaan käsittää kuuluvaksi myös jossain määrin kulunvalvontaan ja kiinteistön turvallisuuden liittyviä järjestelmiä.

Työselityksen tarkoituksena on kuvata urakkalaskentavaiheessa yhdessä kohteen suunnitelmien kanssa mahdollisimman tarkasti ne vaatimukset, joita tilaaja asettaa kohteen rakennusautomaatiojärjestelmälle ja siihen liittyviin kenttälaitteisiin, alakeskuksiin, valvomon, ja näiden väliseen tiedonsiirtoon. Lisäksi työselityksessä kuvataan asennustapoihin, toimivuus- ja viranomaistarkastuksiin, sekä takuuajan toimenpiteisiin liittyvät tehtävät.

2 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN RAKENNE

Tässä luvussa kuvataan rakennusautomaatiojärjestelmän rakennetta ja esitetään tärkeimmät osat tehtäväalueensa mukaan.

Rakennusautomaatiojärjestelmä voidaan jaotella pääpiirteittäin kolmeen eri tasoon. Alimman ja lähimpänä varsinaista prosessia on kenttälaitetaso, seuraavana tasona voidaan käsittää alakeskustaso ja ylimpänä valvomotaso. (Kuva 1.)



Kuva 1. Rakennusautomaation hierarkia [1, s.12.]

2.1 Kenttälaitetaso

Kenttälaitetasoksi käsitetään rakennusautomaatiojärjestelmän kenttälaitteet, jotka voidaan karkeasti jakaa mitta- ja toimilaitteisiin. Mittalaitteita ovat esimerkiksi lämpötila- ja kosteusanturit, painelähettimet ja erilaiset muut mittalähettimet, kuten valoisuuslähetin. Toimilaitteita ovat taas puolestaan venttiili- ja peltimoottorit, ilmamääräsäätimet ja taajuusmuuttajat.

2.2 Alakeskustaso

Alakeskuksiin, joskus käytetään termiä valvonta-alakeskus, VAK, liitetään mitta- ja toimilaitteet. Alakeskuksen prosessiasema kerää mittalaitteiden antamat tiedot ja välittää ohjauskäskyt prosessin eri toimilaitteille. Alakeskuksen prosessiasema sisältää normaalisti kaikki ohjelmat, joita tarvitaan sen ohjaamien prosessien toimintaan. Myös mittaviestien muuntaminen SI-järjestelmän mukaiseksi suureeksi ja tarvittavat laskennat tapahtuvat alakeskuksessa. Alakeskukset voidaan varustaa tarpeesta riippuen käyttöpäätteellä, jolla prosessien seuranta ja perusasetusten teko on mahdollista. Nämä käyttöpäätteet ovat harvoin käyttöliittymältään graafisia, joten niiden käyttö ei anna havainnollista kuvaa koko prosessin tilasta.

Alakeskukset ovat automaatioväylän välityksellä yhteydessä sekä keskenään, että kohteen valvomoon. Tiedonsiirto eri alakeskusten välillä voi tapahtua järjestelmästä riippuen joko suoraan tai valvomon välityksellä.

2.3 Valvomotas

Rakennusautomaatiojärjestelmän kolmas taso voidaan käsittää muodostuvan valvomoista. Valvomo toimii rajapintana ihmisen ja järjestelmän välillä, tästä voidaan käyttää termiä HMI, Human Machine Interface. [1, s.13.] Valvomotasolla prosessien seuraaminen tapahtuu prosessikaaviografiikoista, joissa havainnollistetaan erilaisin symbolein prosessien tiloja. Lisäksi valvomoissa voi olla ominaisuutena viikko- tai vuorokausiseuranta, johon voidaan liittää haluttuja mittaus- tai ohjauspisteitä. Valvomotasolla voidaan myös kerätä loki-tiedostoa asetusarvoihin tehdyistä muutoksista, hälytyksistä ja siitä, kuka käyttäjistä muutokset on tehnyt. Tämä seuranta helpottaa mahdollisten vikatilanteiden selvittelyä.

Valvomotasolla tapahtuu myös hälytysten jälleensiirto eteenpäin esimerkiksi vartiointiliikelle tai huoltoyhtiön päivystäjälle GSM-puhelimeen. Valvomotasolla voivat myös eri järjestelmät olla yhteydessä keskenään internetin yli ja tietoja voidaan siirtää ns. keskusvalvomoon.

Nykyaikaisissa rakennusautomaatiojärjestelmissä voi valvomo- ja alakeskus-tasojen rajapinta olla häilyvä, varsinkin tapauksissa, joissa alakeskuksen prosessiasema on toteutettu kosketusnäytöllä varustetulla PC-tietokoneella ja käyttäjän näkemä käyttöliittymä on identtinen alakeskuksessa ja varsinaisessa valvomossa.

3 KENTTÄLAITTEET

Rakennusautomaatiojärjestelmän kenttälaitteiksi voidaan käsittää oikeastaan lähes kaikki kentällä olevat ja prosessiin liitetyt ja prosessia ohjaavat laitteet. Näitä ovat lämpötilanturit, paine- ja paine-ero-lähettimet, kosteus- ja hiilidioksidilähettimet, venttiilimoottorit, sulku- ja säätöpeltimoottorit ja taajuusmuuttajat. Erilaisia kenttälaitetyyppejä voi olla lukematon määrä, mutta tässä käydään läpi yleisimmät laitteet.

3.1 Lämpötila-anturit

Tyypillisimmin lämpötilojen mittaamiseen käytetään vastukseen perustuvia antureita. Näitä ovat esimerkiksi NTC10k, PT1000 ja Ni1000, nämä kaikki perustuvat lämpötilan muutoksen aiheuttamaan vastuksen muuttumiseen. Vastusanturia käytettäessä on otettava huomioon myös kaapeloinnin vaikutus vastukseen, tämä yleisesti ottaen kierretään käytämällä riittävän suurella ominaisvastuksella varustettua anturia, esimerkiksi NTC10k on 10 kilo-ohmin vastuksella varustettu anturi (Taulukko 1.). Tällöin kaapeloinnin aiheuttamalla vastuksella ei ole merkittävää vaikutusta mittaustarkkuuteen. Tyypillisimmin lämpötila-anturin tarkkuus on, käytetystä mittauselementistä riippumatta, $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$.

Taulukko 1. Pro dual TEAT NTC 10 -anturin vastustaulukko [2]

Lämpötila/vastus -taulukko: tarkkuus $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ (25°C :ssa)

LT $^{\circ}\text{C}$	NTC 10 / Ω	LT $^{\circ}\text{C}$	NTC 10 / Ω
120	389.0	25	10000.0
100	680.0	20	12490.0
90	917.7	15	15710.0
80	1258.0	10	19900.0
75	1480.0	5	25400.0
70	1752.0	0	32650.0
65	2082.0	-5	42340.0
60	2488.0	-10	55330.0
55	2968.0	-15	72980.0
50	3603.0	-20	97070.0
45	4368.0	-25	130400.0
40	5327.0	-30	177000.0
35	6532.0	-40	336500.0
30	8057.0	-50	670100.0

Eri mittauksiin tulee käyttää siihen suunniteltua anturityyppiä. Veden lämpötilanmittauksissa anturit asennetaan suojataskuun, joka tarvittaessa täytetään vielä lämpöä johtavalla aineella, esimerkiksi pii-tahnalla. (Kuva 2.)



Kuva 2. Suojataskuun asennettava vesianturi Pro dual

Ilmastointijärjestelmissä olisi suositeltavaa käyttää kanava-anturina anturia, jonka pituus olisi ainakin $\frac{1}{3}$ kanavan halkaisijasta, tällöin päästään parempaan mittaustarkkuuteen ja vältetään kanavien reunojen aiheuttamien pyörteiden vaikutus. Mikäli on epäily, että ilma pääsee kerrostumaan mittauspisteen kohdalla, tulisi käyttää niin sanottua keskiarvoanturia. (Kuva 3.)



Kuva 3. Siemens QAM22 -kanava-anturi

Huonelämpötiloja mitattaessa anturia valittaessa tulee ottaa huomioon tilojen olosuhteet, siksi on olemassa omat anturityypit huonelämpötilan ja esimerkiksi pesutilan lämpötilojen mittaukseen.

3.2 Painelähettimet

Yleisimmin käytetyt painelähettimet ovat vesi- ja ilmanpainelähtimiä. Molempiin käyttökohteisiin on saatavana sekä yli- tai alipainetta mittaavia ja paine-eroa mittaavia lähtimiä. (Kuva 4.) Painelähtimien mittaviestinä käytetään yleensä joko 0 (2)...10 VDC tai 4...20 mA -mittaviestiä skaalattuna mitta-alueelle.

Painelähtimen valinnassa tulee ottaa huomioon mitatun prosessin paine, ja mitoittaa mittalähtin sille alueelle, jotta päästään mahdollisimman tarkkaan mittaustulokseen.



Kuva 4. Vesiverkoston paine-erolähtin Proqual

3.3 Muut mittalähettimet

Muita rakennusautomaatiojärjestelmissä yleisesti käytettäviä mittalähettimiä ovat kosteuslähettimet, hiilidioksidi- ja hiilimonoksidilähettimet, ilmanvirtauslähettimet ja valoisuuslähettimet. Myös kaikkien näiden lähettimien mittaviestit ovat yleensä 0 (2)...10 VDC tai 4...20 mA -mittaviestiä skaalattuna mitta-alueelle.

Kosteuslähettimiä (Kuva 5.) käytetään huonetilojen ja ilmanvaihtokanavien suhteellisen kosteuden mittaamiseen. Jäähdytystilanteissa kosteuslähettimien mittatuloksen perusteella lasketaan kastepistelämpötila, jonka alle jäähdytyslinjan lämpötilaa ei saa laskea, jotta välttyttäisiin kondenssiongelmilta.



Kuva 5. Kosteuslähetin QFA Siemens

Hiilidioksidilähettimiä käytetään kokoontumistilojen ja hiilimonoksidiantureita esimerkiksi autotallien ilmanvaihdon tehostusantureina, eli mikäli anturin mittaustulos ylittää asetellun rajan tehostetaan tilan ilmanvaihtoa suunnitelman mukaisesti.

Ilmanvirtauslähettimillä mitataan ilman virtausnopeutta kanavassa. Liian suuri ilmanvirtausnopeus aiheuttaa helposti ääniongelmia, joten ilmanvirtauslähettimillä voidaan tarkkailla, että nopeudet pysyvät suunnitelluissa rajoissa.

Valoisuuslähettimet mittaavat nimensä mukaisesti valoisuutta joko ulko- tai sisätiloissa. Valoisuuslähettimien antaman mittaustiedon perusteella rakennusautomaatiojärjestelmä voi ohjata ulko- ja sisätilojen valaistusryhmiä suunnitellun valontarpeen mukaan.

3.4 Moottoriventtiilit

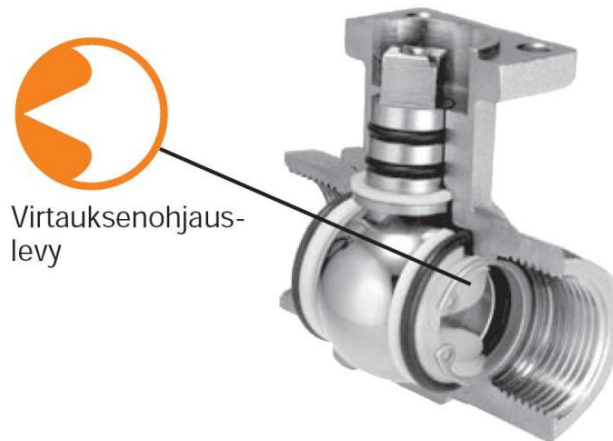
Moottoriventtiilit ovat rakennusautomaatiojärjestelmän ohjaamana toimivia venttiileitä, joita käytetään vesi- ja vesi-glykoli-verkostoissa lämpötilan säätöön.

Yleisimmin käytetty on säätömoottoriventtiili, jolla tarkoitetaan 2- tai 3-tieventtiiliä, jota käytetään lämpötilan säätöön eri prosesseissa. Venttiilin moottori on sähkökäyttöinen ja suhteellisesti ohjattu 0(2)...10 VDC ohjausviestillä. Säädettävästä prosessista riippuen voidaan myös mahdollisesti käyttää on-off-ohjauksella tai ns. 3-pisteohjauksella olevia toimimoottoreita.

Itse venttiilit ovat rakenteeltaan joko karaventtiileitä tai palloventtiileitä. Karaventtiilissä virtauksen säätö tapahtuu luistia liikuttamalla ylös-alas-suunnassa. Karaventtiili voi olla tyypiltään sulkuventtiili tai säätöventtiili.

Palloventtiilissä virtauksen säätö tapahtuu kääntämällä venttiilin sisällä olevaa halkaistun pallon muotoista luistia akselinsa ympäri. Mitä suurempi kääntökulma sitä suurempi virtaus venttiilin läpi pääsee. Palloventtiilit ovat perinteisesti olleet käytössä sulkuventtiileinä niiden hyvien sulkuominaisuuksien vuoksi. Viimeaikoina ovat laitevalmistajat kehittäneet

säätökäyttöön sopivia palloventtiileitä. Niissä veden virtaus saadaan säädettyä tarkasti venttiilin sisäänrakennetun virtauksenohjauslevyn avulla ja näin saadaan tasaprosenttinen virtauskäyrä. (Kuva 6.)



Kuva 6. Belimo CCV-säätöpalloventtiilin rakenne [3]

Myös palloventtiiliä voidaan käyttötarkoituksen ja valitun moottorin mukaan ohjata joko suhteellisesti ohjattuna 0(2)...10 VDC ohjausviestillä tai käyttää on-off-ohjauksella tai ns. 3-pisteohjauksella olevia toimimoottoreita.

Muita moottoriventtiilityyppejä ovat niin sanotut läppäventtiilit, joissa läppää kääntämällä joko suljetaan tai sallitaan veden virtaus, näitä käytetään esimerkiksi jäähdytysjärjestelmissä sulkuventtiileinä on-off-ohjauksella varustettuna.

Myös magneettiventtiilit voidaan lajitella kuuluviksi moottoriventtiileihin, niissä venttiilin moottorina toimii sähkömagneettinen kela, joka jännitteen saadessaan joko vetää venttiilin kiinni, tai päästää auki. Magneettiventtiileitä käytetään nopeita toimintoja vaativissa prosesseissa, joissa on tärkeää saada venttiili seuraamaan ohjausta nopeasti auki tai kiinni. Tällaisia ovat esimerkiksi lämmitys-puhallinkonvektorin lämmityslinjan venttiilin ohjaus auki ulko-oven avautuessa tai vesivuotohälytyksen sattuessa vuotavan linjan sulkeminen.

3.5 Ilmastointipeltien toimilaitteet

Ilmastointipeltien toimilaitteilla (Kuva 7.) ohjataan ilman kulkua halutun mukaan. Toimilaitteet voivat olla joko on-off-tyyppisiä sulkupeltien ohjauslaitteita tai jatkuvasäätöisiä toimilaitteita. Ilmastointikoneiden raitisilma- ja poistoilmapellit ovat tyypillisesti sulkupeltejä, jotka avautuvat koneen käynnistyessä ja sulkeutuvat koneen pysähtyessä. Usein sulkutoiminto suunnitellaan jousitoimiseksi, jolloin saadaan pellit kiinni myös sähkökatkosta tai jostain muusta vikatilanteesta huolimatta. Sulkupeltejä voidaan käyttää myös ns. vyöhykepelteinä, joilla ohjataan ilmaa haluttuihin tiloihin käyttötilanteen mukaan. Jatkuvasäätöisiä peltimoottoreita käytetään säätämään prosesseja, kuten esimerkiksi rekuperatiivisessa lämmöntalteenottojärjestelmässä ohjaamaan ristivirtaustyyppisen levylämmönvaihtimen säätöpeltien toimintaa, tai ns. lisäilmapelien ohjauksessa lisäämään tai rajoittamaan ilmanvaihtoa käyttötilanteen mukaan.

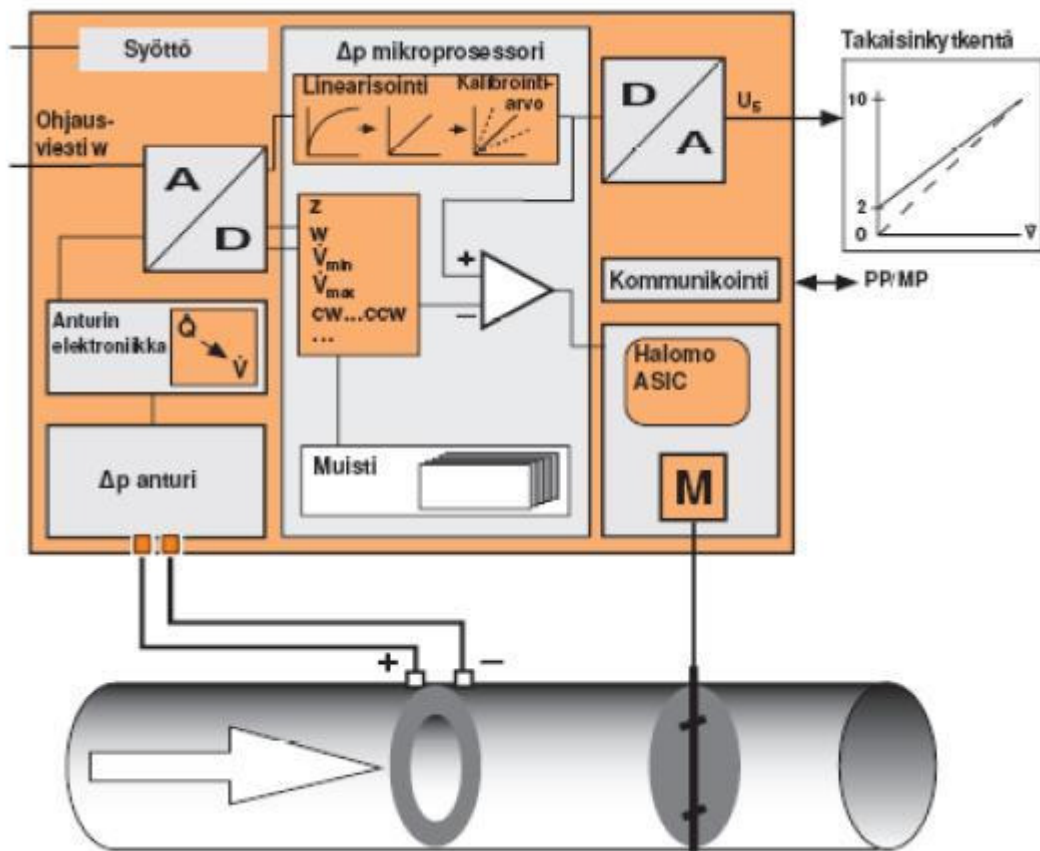


Kuva 7. Peltimoottori Siemens

Myös ilmamääräsäädin, IMS, voidaan käsittää luettavaksi eräänlaiseksi ilmastointipellin toimilaitteeksi. Ilmamääräsäätimeen kuuluu lisäksi oma mittaus- ja säätöosa, joka antaa ohjausviestin peltimoottorille, jotta haluttu ilmamäärä saavutetaan. (Kuva 8.)

Rakennusautomaatiojärjestelmä antaa yleensä IMS:lle asetusröviestinä 0(2)...10 VDC.

Haluttu asetusrövi on yleensä riippuvainen huoneen lämpötilasta ja / tai hiilidioksidista.



Kuva 8. Periaatekaavio Ilmamääräsäätimen toimintaperiaatteesta Belimo MV-D2 [4]

3.6 Taajuusmuuttajat

Rakennuksen LVI-järjestelmissä taajuusmuuttajia käytetään yleisesti ilmanvaihtokoneiden puhaltimien tehon ja nopeuden säätämiseen. Lisäksi taajuusmuuttajaohjattujen pumppujen käyttö on yleistynyt jäähdytys- ja lämmityslinjojen paine-eron säädön helpottamiseksi. Taajuusmuuttajat voidaan liittää rakennusautomaatiojärjestelmään kahdella eri tavalla, käyttäen joko fyysisiä I/O-pisteitä tai liittymällä suoraan digitaaliseen automaatiöväylään. Fyysisiä I/O-pisteitä käytettäessä tarvitsee jokaista liityntää varten varata alakeskuksesta tarvittava määrä pisteitä ja jokainen piste tarvitsee oman signaalikaapelinsa. Digitaalista väylää käytettäessä kaikki liityntäpisteet ovat ohjelmallisia.

Tyypillisesti taajuusmuuttajaa varten tarvitaan rakennusautomaatiojärjestelmästä viisi liityntäpistettä. Ohjauspiste, jolla annetaan taajuusmuuttajan käyntilupa. Asetusarvopiste antaa tyypillisesti 0...10 VDC-viestillä halutun lähtötaajuuden. Lisäksi tilatietopisteet taajuusmuuttajan käyntitilalle ja hälytystiedolle ja mittauspiste taajuustiedon takaisinkytkentää varten.

4 ALAKESKUKSET

Alakeskus, VAK, koostuu yleisesti ottaen prosessiasemasta ja liityntäkorteista. Prosessiasema käsittelee saatuja tietoja ja ohjaa prosesseja. Liityntäkorteilla on omat liityntäpihteensä mittaus-, asetusarvo-, tilaindikointi- ja ohjauspisteille. Alakeskukset sijoitetaan yleensä lähelle ohjattavaa prosessia, kuitenkin siten, että yksi alakeskus voi ohjata esimerkiksi useampaa ilmanvaihtokonetta ja lämmönsiirrinpakettia. (Kuva 9.)



Kuva 9. Alakeskus Siemens

4.1 Prosessiasema

Alakeskukseen sijoitettu prosessiasema sisältää järjestelmää käyttöönotettaessa sinne ohjelmoidut pistetietokannat ja tarvittavat ohjelmistot säädettävien ja ohjattavien prosessien ohjaamiseen. Rakennusautomaatiossa käytettävät prosessiasemat ovat yleisesti tyyppiltään ns. vapaasti ohjelmitavia, tarkoittaen, että järjestelmään voidaan ohjelmoida juuri siihen optimoitu sovellus, eivätkä itse prosessiaseman omat toimilohkot luo rajoitteita ohjelmistoille. Tarvittavien ohjelmien ja toimintojen tarkempi kuvaus on rakennusautomaatio-suunnittelijan aina kirjoitettava suunnitelmiin kuuluviin säätökaavioihin. Yleiskuvaukset prosessien eri ohjelmista voidaan tarvittaessa liittää myös mukaan työselitykseen.

Prosessiasema voidaan myös varustaa käyttöpääteellä, josta voi tehdä prosessiin ohjauksia ja asetusarvojen muutoksia sekä tarkastella mittaus- ja hälytyspisteiden tiloja.

4.2 Liityntäkortit

Kenttälaitteiden liityntä alakeskukseen tapahtuu prosessiasemaan liitettyjen liityntäkorttien välityksellä. Liityntäkorteissa on omat liityntäpisteet mittaus-, asetusarvo-, tilaindikointi- ja ohjauspisteille. Liittäminen tapahtuu yleensä liittämällä kenttälaitteelta tuleva kaapeli riviliittimille, joista on yhteys liityntäkorttiin. Alakeskuksen sisäinen rakenne vaihtelee riippuen järjestelmästä, eikä työselityksellä ole tarkoitus puuttua tässäkään kohtaa järjestelmän yksityiskohtiin.

Liityntäkorttien ja riviliitinten sijoittelussa alakeskuksen sisään tulisi ottaa huomioon sähköturvallisuusnäkökohdat siten, että 230 VAC ja 24 VDC ohjausjännitteitä käsittelevät kortit olisivat toisista erillään selkeästi merkittyinä, jolloin virhekytkentöjen vaara pienenee.

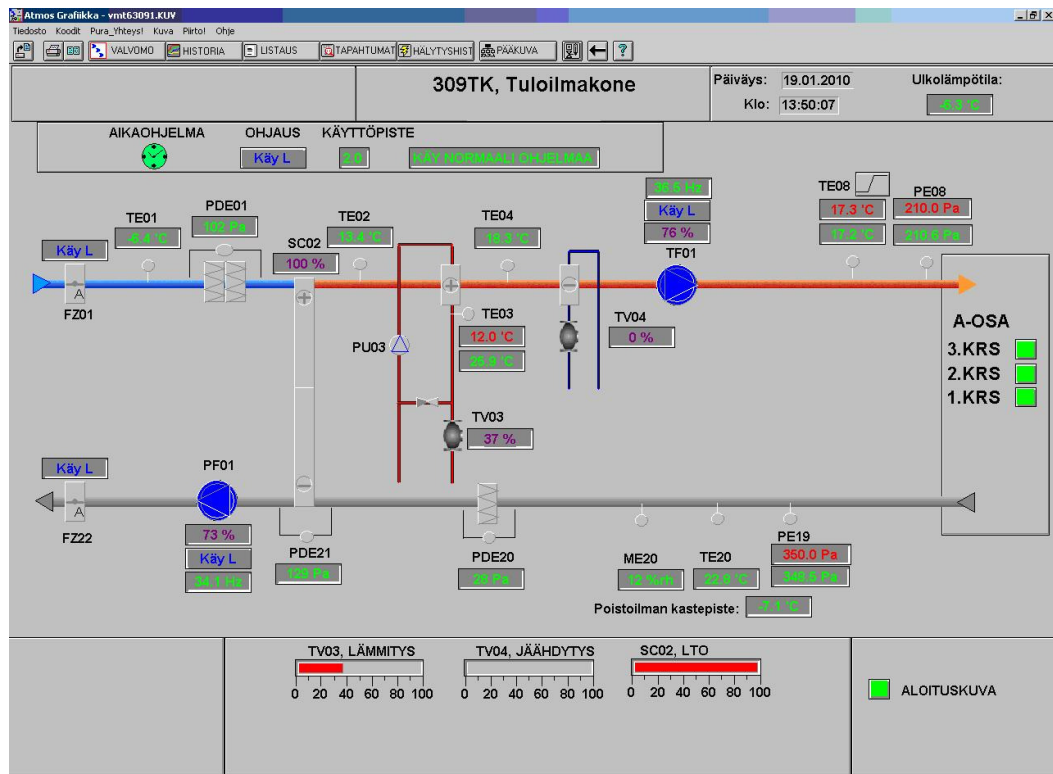
4.3 Automaatiöväylä

Alakeskus kommunikoi toisiin samassa järjestelmässä oleviin alakeskuksiin rakennusautomaatiöväylän välityksellä. Väylä voi olla tyypiltään joko niin sanottu sarjaväylä, kuten esimerkiksi RS232- tai RS485-väylä, jokin automaatioprotokollaa käyttävä, esimerkiksi Modbus-väylä tai pakettipohjainen Ethernet-väylä. Yleensä myös valvomo on liitetty samaan automaatiöväylään ja on näin yhteydessä kaikkiin väylän alakeskuksiin. Samaa automaatiöväylään voidaan mahdollisesti liittää myös kenttälaitteita suoraan, kuten taajuusmuuttajia ja esimerkiksi huonekohtaisia yksikkösäätimiä. Viimeaikainen kehitys on vienyt järjestelmät kohti hajautetumpia järjestelmiä, jolloin myös käytetyn automaatiöväylän tiedonsiirtokapasiteettiin tulee kiinnittää yhä enemmän huomiota.

Rakennusautomaation työselityksessä ei tulisi ainakaan uudisrakennuksen kohdalla määrittellä ennakkoon tiukasti väylätyyppejä, sillä toteuttajasta riippuen voi väylätyypiksi tulla mikä tahansa yllä mainituista. Rakennusautomaatiojärjestelmissä ei ainakaan vielä ole päästy yhteiseen standardiin käytetystä kenttäväylästä, vaan lähestulkoon jokainen laitevalmistaja käyttää hieman toisistaan poikkeavaa väyläratkaisua.

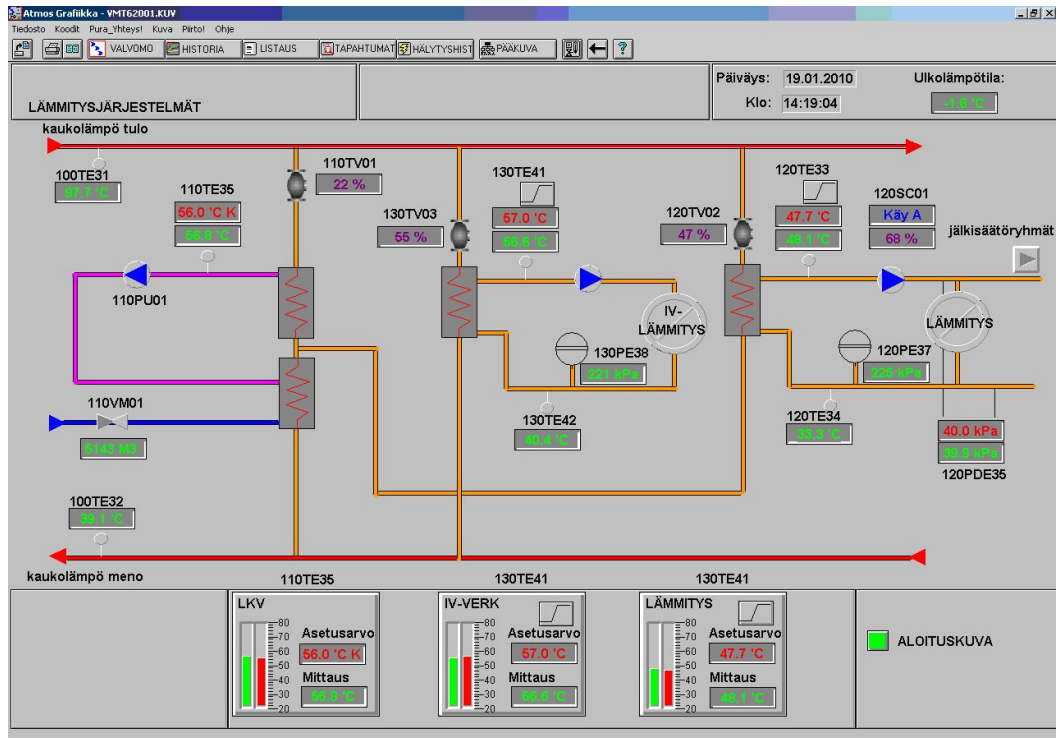
5 VALVOMOT

Valvomotasolla tapahtuu suurin osa käyttäjän ja järjestelmän välisestä kontaktista. Tästä kontaktista voidaan käyttää termiä HMI, Human Machine Interface. Valvomotasolla prosessien seuraaminen tapahtuu prosessikaaviografiikoista tietokoneen näytöllä. (Kuva 10.)



Kuva 10. Tyypillinen IV-koneen prosessigrafiikka. Atmostech.

Eri prosesseista on järjestelmässä prosessikohtaiset graafiset sivut, joista voidaan ohjata esimerkiksi ilmastointikoneiden ja lämmönjakolaitteiden (Kuva 11.) toimintoja sekä tarkkailla järjestelmään liitettyjä ns. erillishälytyspisteitä kuten palonilmaisimia, vuotovesihälytyksiä ja rikosilmoittimia. Lisäksi valvomosta voidaan tarkkailla ja tulostaa energiankulutusraportteja ja historiatietoja eri pisteiden trendeistä. Laajoissa kohteissa valvomoon on voitu lisätä vielä erilliset paikantamiskaaviokuvat, joissa esitetään kunkin pisteen fyysinen sijainti.



Kuva 11. Malli lämmönjakojärjestelmän prosessigrafiikasta. Atmos.tech.

Myös jatkohälytysyhteydet on perinteisesti liitetty valvomoon, josta mahdolliset hälytykset siirtyvät ennalta ohjelmoidun mukaisesti joko kiinteistöhuollolle tai vartiointiliikkeeseen.

Yleisesti jokaisella laitetoimittajalla on oma, vain heidän järjestelmäänsä yhteensopiva valvomo-ohjelmisto. Tämä aiheuttaa varsinkin suuria kiinteistömassoja sisältävissä kohteissa ongelmia, mikäli kaikki rakennusautomaatiojärjestelmät eivät ole saman laitetoimittajan toimittamia. Se on lisännyt avoimien internet-selainpohjaisten käyttöliittymien suosiota. Tällaisissa järjestelmissä perinteisesti valvomotietokoneen sisältämät grafiikkakuvat ja energiankulutusraportit ovat tallennettuna prosessiasemaan integroituun palvelimeen, joka on puolestaan liitetty internetiin. Valvomon käyttö tällaisissa tapauksissa tapahtuu suoraan minkä tahansa tietokoneen internet-selaimella ottamalla yhteys haluttuun kohteeseen. Internetin yli tapahtuvassa liikennöinnissä on aina omat tietoturvariskinsä olemassa, joten sitä käytettäessä on palomuri- ja virustorjuntaohjelmistot oltava kunnossa sekä valvomossa, että etäkäyttäjällä.

6 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli tehdä rakennusautomaatiojärjestelmän järjestelmäkuvaus, joka selventää sekä rakennuttajalle automaatiojärjestelmän perusvaatimukset että antaa esimerkkimallit yleisimmin käytetyistä kenttälaitteista ja niiden toimintaan esitetyistä vaatimuksista.

Järjestelmäkuvauksessa on kerrottuna peruseriaatteet alakeskusten liityntäpisteistä, ohjelmointikapasiteetista ja liittymisestä automaatioväylään. Lisäksi valvomon sisältämät toiminnot ja käyttöliittymät, joilla käyttäjä käyttää järjestelmää.

Toisena osana työtä toteutettiin liitteenä oleva rakennusautomaatiojärjestelmän työselitys. Sitä kirjoittaessa otettiin huomioon tyypillisimpiä rakennushankkeissa ilmeneviä ristiriitoja eri urakoiden ja hankintarajojen välillä ja pyrittiin ainakin rakennusautomaatiojärjestelmän työselityksestä tekemään niin yksiselitteinen, ettei siitä johtuvia epäselvyyksiä ilmenisi. Tiedostettuna ongelmana on kuitenkin se, että nykyaikaisessa rakennushankkeessa jokainen suunnitteluosa-alue suunnitellaan yleensä eri suunnittelutoimistoissa, ja jokainen suunnittelutoimisto tekee omat työselitykset.

Tätä työtä tulisi jatkaa siten, että myös putki-, ilmanvaihto- ja sähköurakoiden työselitykset tehtäisiin tässä olevan työselityksen rinnalle. Niiden tekoon kuitenkin tarvitaan omien alojensa asiantuntijat, jotka osaavat ottaa huomioon alakohtaiset erityisvaatimukset.

Yllämainituista ristiriidoista johtuen onkin muodostunut käytännöksi, että rakennuttajakonsultit pyrkivät käymään läpi yhdessä kaikki suunnitelma-asiakirjat ennen urakoitsijavalintaa, jotta varsinaisessa urakkavaiheessa välttyttäisiin suurilta epäselvyyksiltä laitehankintojen ja muiden velotteiden osalta.

VIITELUETTELO

- [1] Kiinteistöjen valvomojärjestelmät ST-käsikirja 22 2008 Sähkötieto ry
- [2] Produal Oy [verkkodokumentti, viitattu 25.5.2010] saatavissa:
http://www.produal.fi/files/815_TEAT_NTC10.pdf
- [3] Belimo Oy [verkkodokumentti, viitattu 28.5.2010] saatavissa:
http://www.belimo.fi/pdf/R-sarjan_CCV-saatopalloventtilit.pdf
- [4] Belimo Oy [verkkodokumentti, viitattu 28.5.2010] saatavissa:
http://www.belimo.fi/pdf/MV-D2-MP_toiminta.pdf

Mallikiinteistö Oy
00100 Helsinki
Rakennusautomaation
työselitys

Kimmo Lindberg

SISÄLLYSLUETTELO

1. Rakennushankkeen tiedot
 - 1.1 Kohde ja sijainti
 - 1.2 Kiinteistön käyttäjä
 - 1.3 Rakennuttaja
 - 1.4 Rakennuttajakonsultti ja valvonta
 - 1.5 Suunnittelijat ja asiantuntijat
2. LVIA-järjestelmät
 - 2.1 Yleistä
 - 2.2 Lämmitysjärjestelmät
 - 2.3 Vesi- ja viemärijärjestelmät
 - 2.4 Ilmanvaihtojärjestelmät
 - 2.5 Rakennusautomaatiojärjestelmät
 - 2.6 Muut LVI-järjestelmät
3. Rakennusautomaatiojärjestelmä
 - 3.1 Järjestelmän yleiset vaatimukset
 - 3.2 Valvomolaitteet
 - 3.3 Alakeskukset
 - 3.4 Kenttälaitteet
 - 3.5 Huonesäätölaitteet
4. Yleiset vaatimukset
 - 4.1 Urakat
 - 4.2 Hankintarajat
 - 4.3 Suunnitelmapiirrustukset
 - 4.4 Työpiirrustukset
 - 4.5 Merkinnät
 - 4.6 Loppupiirrustukset ja luovutusmateriaali
5. Vastaanotto
 - 5.1 Yleistä
 - 5.2 Vastaanoton aikataulu
 - 5.3 Toimintatarkastukset
 - 5.4 Toimintakokeet
 - 5.5 Säädot ja mittaukset
 - 5.6 Yhteiskoekäyttö
 - 5.7 Vastaanotto
6. Käyttöönotto
 - 6.1 Käytönopastus
 - 6.2 Takuuajan toimenpiteet
 - 6.3 Takuutarkastukset

1. Rakennushankkeen tiedot

Huom! Kaikki kohdat päivitettävä kohteen tietojen mukaisiksi

1.1 Kohde ja sijainti

Kohteen nimi:	Mallikohde
Rakennustyyppi:	Toimistorakennus
Rakennustoimenpide:	Uudisrakennus
Rakennustilavuus:	XXX XXX rm³
Bruttoala:	XXX XXX brm²
Osoite:	Mallikatu 1A 00100 Helsinki

1.2 Kiinteistön käyttäjä

Malliyritys Oy Ab	
PL 1111	
00100 Helsinki	
Yhdyshenkilö:	Maija Mallikas
	sähköposti
	puhelinnumero

1.3 Rakennuttaja

Kiinteistöosakeyhtiö Mallikohde Oy

PL 2222

00100 Helsinki

Yhdyshenkilö:

Malli Rakennuttaja

sähköposti

puhelinnumero

1.4 Rakennuttajakonsultti ja valvonta

Mallikonsultti

PL 111

00100 Helsinki

Projektipäällikkö:

XXXXX YYYYY

LVI-valvoja:

XXXXX YYYYY

Sähkövalvoja:

XXXXX YYYYY

RAU-valvoja

XXXXX YYYYY

1.5 Suunnittelijat ja asiantuntijat

Arkkitehtisuunnittelu:

Malliarkkitehti

xxxx xxxx xxxx

Rakennesuunnittelu:

Mallirakenne

yyyy yyyy yyyy

Talotekninen suunnittelu:

Sähkösuunnittelu:

Ins.tsto.Malli

zzzz zzzz zzzz

LVIA-suunnittelu:

Ins.tsto.Malli

zzzz zzzz zzzz

2. LVIA- järjestelmät

2.1 Yleistä

Urakan kohteena on kohde- ja sijaintitiedoissa kuvatun uudisrakennuksen rakennusautomaatiojärjestelmän hankinta.

Urakka koostuu tontille rakennettavasta 3-kerroksisesta toimistorakennuksesta ja maanalaisista pysäköintitiloista.

2.2 Lämmitysjärjestelmät

Rakennus liitetään Helsingin Energian kaukolämpöverkkoon. Mittauskeskus ja lämmönsiirtimet sijaitsevat kellarikerroksessa olevassa lämmönjakohuoneessa.

Lämmönjakokeskus varustetaan kolmella erillisellä lämmönsiirtimellä seuraavia käyttötarkpeita varten: patterilämmitys, ilmanvaihdon lämmitys ja lämpimän käyttöveden valmistus.

Kaikkien verkostojen pumput ovat taajuusmuuttajaohjattuja kaksoispumppuja automaattisella vuorottelutoiminnolla ja paineensäädöllä varustettuna.

Verkostojen paisuntajärjestelmät ovat suljettuja.

Lämmitysjärjestelmän radiaattorit ja konvektorit varustetaan termostaattisilla patteriventtiileillä.

Jäähdytys- ja lämmityspuhallinkonvektorit varustetaan moottoriventtiilein, joita ohjataan huoneilman lämpötilan perusteella.

Huonetilojen lämpötilojen tavoitearvot ja lämmitystavat on esitetty lämmitysuunnitelmissa.

2.3 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Käyttöveden talojohto liitetään Helsingin Veden katuvesijohtoon ja johdetaan lämmönjakohuoneeseen. Päävesimittari sijaitsee lämmönjakohuoneessa.

Pikapalopostit asennetaan toimisto- ja pysäköintitiloihin.

Sadevedet johdetaan tontin sadevesiverkostoon. Sadevesikaivot varustetaan sähkölämmityksellä.

Pysäköintitilat liitetään hiekan-, öljyn- ja bensiininerottimien kautta jätevesijärjestelmään.

Jätevedet viemäroidään jätevesipumppaamoon, joka varustetaan kahdella pumpulla ja vuorotteluautomatiikalla.

Tonttviemäri liitetään Helsingin Veden sekavesiviemäriin.

2.4 Ilmanvaihtojärjestelmät

Rakennus varustetaan koneellisella ilmanvaihdolla. Tilakohtaiset mitoitusarvot on esitetty ilmanvaihtosuunnitelmissa.

Ilmanvaihtokoneiden jako on pääpiirteittäin seuraava:

- 1TK/PK palvelee toimistorakennuksen kerroksia 2-3.
- 2TK/PK palvelee toimistorakennuksen kerrosta 1
- 3PK/PK palvelee paikoitustiloja ja kellarikerrosta

Ilmanvaihtokoneet varustetaan konekohtaisella suodatuksella, lämmön talteenotolla, sekä jäähdytys- ja lämmitystoiminnoilla.

Ilmanvaihtolaitteiden toimintojen tarkemmat kuvaukset löytyvät rakennusautomaation sää-
tökaavioista.

2.5 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Rakennus varustetaan valvonta-alakeskuksiin perustuvalla säätö- ja valvontajärjestelmällä.

Valvontajärjestelmään liitetään ilmanvaihto, lämmitysjärjestelmät ja jäähdytysjärjestelmä.

Lisäksi järjestelmään tulee valvomo, josta järjestelmää voidaan hallita graafisen käyttöliittymän kautta. Valvomosta hälytykset siirretään GSM-modeemilla ja valvomon etäkäyttö tulee olla mahdollista Internetin yli.

2.6 Muut LVI-järjestelmät

Kohteeseen tulee iv-konehuoneeseen sijoitettava itsenäisesti oman automatiikkansa ohjaama vedenjäähdytyskone.

Jäähdytysverkostoja on kaksi: ilmanvaihtokoneiden jäähdytysvesiverkko ja puhallinkonvektoreiden jäähdytysvesiverkko.

3. Rakennusautomaatiojärjestelmä

3.1 Järjestelmän yleiset vaatimukset

Järjestelmä toteutetaan vapaasti ohjelmoitavalla DDC-pohjaisella rakennusautomaatiojärjestelmällä ja siihen liitetyillä alakeskuksilla ja valvomolla.

Järjestelmän periaatteellinen rakenne esitetään järjestelmäkaaviossa.

Kiinteistön valvomon lisäksi järjestelmää on voitava käyttää myös Internet-selaimella. Valvomo varustetaan tätä yhteyttä varten ADSL-liitynnällä ja ajanmukaisilla viruksentorjunta- ja palomuuriohjelmistoilla.

Järjestelmäkaaviossa on kuvattu tiedonsiirron periaatteellinen rakenne.

Kaikki kohteen sisäisissä tiedonsiirtoyhteyksissä tarvittavat kaapeloinnit, laitteet ja ohjelmat sisältyvät urakkaan.

Tiedonsiirtoverkon on toimittava luotettavasti siten, että tiedonsiirtovirheistä tulee ilmoitus valvomoon ja mahdollisen sähkökatkon jälkeen tiedonsiirtoverkko palautuu käyttöön ilman häiriöitä.

Koko tiedonsiirtoverkon toiminnallinen vastuu kuuluu rakennusautomaatiourakoitsijalle.

3.2 Valvomolaitteet

Valvomon keskusyksikön on oltava Windows-pohjainen. Keskusyksikkö tulee varustaa järjestelmän kannalta riittävän suurella keskusmuistilla ja tallennuskapasiteetilla.

Valvomon näyttö tulee olla TFT-tyyppinen ja sen koko tulee olla vähintään 20".

Lisäksi valvomo tulee varustaa Windows Office -ohjelmistolla raporttien käsittelyä varten.

Valvomoon liitetään laservärikirjoitin raporttien ja hälytysten tulostamista varten.

Valvomon keskusyksikkö ja tiedonsiirtolaitteet liitetään urakkaan kuuluvaan UPS-laitteeseen, joka takaa virtakatkon sattuessa virranannon 30 min ajan.

3.3 Alakeskukset

Urakkaan kuuluvat alakeskukset toimitetaan täydellisinä kaikkine tarvittavine liityntämoduleineen, apuyksikköineen ja tarvittavine tiedonsiirtolaitteineen.

Alakeskusten tulee täyttää niille asetetut EMC-vaatimukset.

Alakeskusten asennuspaikka ja etäisyydet tulee valita kuten sähköalan määräyksissä ja standardeissa on sanottu.

Keskukset on kiinnitettävä tukevasti asennusalustaansa, tarvittaessa käyttäen soveltuvia asennuskiskoja ja kehikkoja.

Alakeskusten sähköiset liitynnät on varustettava katkaistavin riviliittimin.

Tilavarauksissa on varauduttava vähintään 30 % laajennusvaraan.

Heikko- ja vahvavirtaosat on erotettava toisistaan ja merkittävä kosketusvaaralliset paikat.

Alakeskukset varustetaan PC-huoltopääteliitännällä.

Alakeskusten liityntämoduleiden on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- 2-asentosisäänmenot (DI) -indikointi avautuvalta tai sulkeutuvalta potentiaalivapaalta koskettimelta
- 2-asentoulostulot (DO) -potentiaalivapaalta vaihtokoskettimelta (NO/NC), koskettimen virrankesto 10 A/ 250 V
- Mittaussisäänmenot (AI) -standardin mukaiset mittausviestit 0(4)..20 mA, 0-10 VDC ja vastusanturit kuten Ni1000, NTC10k
- Asetusarvoullostulot (AO) -suhteellinen jänniteviesti 0(2)..10 VDC, tai suhteellinen virtaviesti 4...20 mA

Alakeskus on varustettava muistivarmennuksella siten, että sähkökatkon jälkeen ohjelma palautuu katkoa edeltävään tilaansa automaattisesti. Muistivarmennuksen on kestettävä vähintään 72 h mittainen yhtäjaksoinen katko.

3.4 Kenttälaitteet

Urakoitsijan tulee hyväksyttää tilaajan edustajalla ja suunnittelijalla käytettäväksi esittämänsä kenttälaitteet.

Seuraavassa esitetään yleisiä kenttälaitteita koskevia vaatimuksia.

Mittausanturit:

- Kenttälaitteiden kaapelien läpiviennit tulee varustaa holkkitiivisteellä tiloissa, joissa on vaara kosteudelle.
- Kaikille mittauspisteille tulee alakeskusohjelmassa määritellä mittauskohtainen kalibrointimäärittely.
- Lämpötilamittausten tulee saavuttaa $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ kokonaismittaustarkkuus.
- Painemittausten tulee saavuttaa ± 10 Pa mittaustarkkuus.
- Vesianturit asennetaan ruostumatonta terästä oleviin suojataskuihin.
- Lämpimän käyttöveden anturia ei asenneta suojataskuun ja sen aikavakion on oltava < 5 s.
- Jäätymisvaaratermostaatin anturi asennetaan lämmityspatterin ripaputkeen paluupuolen tukin kautta.
- Kanavissa, joissa lämpötilakerrostuminen on suurta, käytetään riittävän pitkällä mittausosalla varustettua keskiarvoanturia.
- Huoneanturien kotelointi ja ulkonäkö tulee hyväksyttää rakennuttajalla ja arkkitehdillä ennen asentamista.
- Ulkolämpötila-anturi sijoitetaan, mikäli suunnitelmissa ei toisin määrätä, rakennuksen pohjoisseinälle, luokse päästävään paikkaan ja suojataan tarvittaessa auringonsuojalipalla.

Säätöventtiilit:

- Kaukolämpöjärjestelmään liitettävät säätöventtiilit on hyväksyttävä energialaitoksella.
- Vesi-glykoliverkostoihin asennettavien venttiilien tulee olla laippaliitoksella varustettuja.
- Toisipuolelle asennettavat venttiilit, joiden nimelliskoko on 40 mm tai pienempi, voivat olla kierreliitäntäisiä.
- Säätöventtiilien virtaamat ja painehäviöt on määritelty LVI-laiteluettelossa.
- Venttiilien toimilaitteiden tulee olla standardiviestillä ohjattavia, ellei laiteluettelossa ole toisin määritelty.
- Toimilaitteiden nopeuksien tulee olla riittävät säätöpiirien toimintaa varten. Riittävänä nopeutena voidaan pitää käyttövedessä < 30 s, muissa verkostoissa ja säädöissä < 2 min.
- Toimilaitteet tulee varustaa käsiohjauslaitteella, jolla voidaan ohittaa sähköinen ohjaus.

Peltimoottorit:

- Toimilaitteiden vääntömomentin tulee olla vähintään 5 Nm/ pellin m².
- Toimilaitteiden tulee palautua sähkökatkotilanteessa kiinni-asentoon jousivoimalla.
- Toimilaitteiden toimitukseen tulee kuulua tarvittavat nivelet, vivustot ja kiinnikkeet.
- Toimilaitteet varustetaan asennonosoittimilla.

3.5 Huonesäätölaitteet

- Huonesäätölaitteiden toimintaperiaatteet esitetään säätökaavioissa.

- Huonekohtaiset säätölaitteet liitetään automaatiiväylän kautta osaksi rakennusautomaatiojärjestelmää siten, että kaikki tiedot huonekohtaisista laitteista ovat luettavissa ja aseteltavissa järjestelmän valvomosta. Huonekohtaiset säätölaitteet esitetään myös valvomon tasografiikoissa.

- Säätölaitteista saatavia mittaustuloksia tulee voida käyttää hyväksi muissa rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmissa ja säädöissä. Lisäksi tiedot tulee voida liittää trendi- ja historiaseurantaohjelmiin.

- Väylän kapasiteetti tulee mitoittaa siten, että siihen voidaan lisätä vähintään 30 % lisää säätimiä. Laajennusvara tulee huomioida myös säätölaitteiden sähkönsyötön mitoittamisessa.

- Automaatiiväylän tulee perustua yleisesti käytössä olevaan väyläprotokollaan ja liitettävien laitteiden tulee olla väylästandardin mukaisia.

- Huonesäätimien tulee toimintaperiaatteeltaan olla vähintään PI-säätimiä.

- Tuntoelimet tulee varustaa tavoitelämpötilan asettelupotentiometrillä.

- Puhallinkonvektoreita ohjaavat tuntoelimet varustetaan nopeudenvälintakytkimellä.

- Yhden säätimen tulee voida ohjata useampaa toimilaitetta /säätöporras.

- Ilmamääräsäätimistä liitetään huonesäätölaitteisiin takaisinkytkentätietona ilmamäärän mittaustulos.

4. Yleiset vaatimukset

4.1 Urakat

Urakan kohde, pääurakoitsija ja muut sivu-urakoitsijat esitetään urakkaohjelmassa.

Urakkarajat ja urakoitsijoiden väliset velvoitteet esitetään urakkarajaliitteessä.

4.2 Hankintarajat

Rakennusautomaatiourakkaan kuuluvat kaikki tässä työselityksessä ja muissa suunnitelma-asiakirjoissa mainitut tehtävät ja laitteet kaikkine tarvittavine töineen, jotta laitos on vastaanottohetkellä valmis suunnitelmien edellyttämässä laajuudessa.

Rakennusautomaatiourakoitsija vastaa automaatiöväylän suunnittelusta ja dokumentoinnista ja kenttäväylän toiminnasta.

Kaikki automaatiöväylän toimintakuntoon saattamiseksi tarvittavat laitteet, reitittimet, muuntajat yms. kuuluvat rakennusautomaatiourakkaan.

Asennustyöt on tehtävä hyvää asennus- ja työtapaa noudattaen. Käytettävien tarvikkeiden on täytettävä tämän suunnitelman vaatimukset. Kaikki toimitettavat laitteet on toimitettava asennustilojen edellyttämällä tavalla koteloituna.

Urakassa noudatetaan urakkasopimuksen ja RAU-suunnitelmien lisäksi seuraavia asiakirjoja:

- Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998
- Talotekniikka RYL2002, Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- Suomen kaukolämpö ry, Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet K1/2003

4.3 Suunnitelmapiiirustukset

Suunnitelma-asiakirjat ovat ohjepiiirustuksia hankinnan laadun ja laajuuden määrittelyä varten. Urakoitsijan tulee täydentää suunnitelmat vastaamaan käytettyjä laitteita.

4.4 Työpiiirustukset

Asennustöidensä suorittamista varten urakoitsijan tulee tehdä tarvittavat työpiiirustukset. Ne tulee tehdä siten, että muut urakoitsijat voivat niiden perusteella tehdä omia asennuksiin koskevat suunnitelmansa.

Rakennusautomaation työpiiirustuksissa tulee esittää ainakin seuraavat asiat:

- Kytkentäkuva josta ilmenee VAK:n sisäiset kytkennät ja johdotukset
- Kenttälaitteiden kytkentä- ja johdotustiedot
- Alakeskuksen I/O-pisteiden liityntätiedot
- Huonesäätölaitteiden kytkentä- ja johdotustiedot

Lisäksi urakoitsijan tulee laatia:

- Laiteluettelot, joista selviää käytettyjen laitteiden laitetiedot
- Venttiililuettelo, joissa on venttiilien tekniset tiedot positioiden mukaan
- Huonesäätö- ja alakeskusväylää varten tarkennettu järjestelmäkaavio, josta selviää käytetyt kaapelityypit, välilytkentäpaikat ja kenttälaitteet

Työpiiirustukset tulee esittää ja hyväksyttää sekä suunnittelijalla että valvojalla.

4.5 Merkinnät

Kaikki rakennusautomaatiourakkaan kuuluvat laitteet tulee merkitä heti asennuksen jälkeen. Merkinnästä tulee selvitä suunnitelmissa käytetty tunnus.

Työn aikana voidaan käyttää väliaikaista merkintää, mutta merkinnät on urakoitsijan poistettava heti, kun lopulliset merkinnät on asennettu.

Lopulliset merkinnät tehdään tunnuskilvillä, joista ilmenee suunnitelmien mukainen positiotunnus ja vaikutus- tai toiminta-alue. Tunnuskilvet tehdään kerrosmuovista kaivertamalla. Teksti on musta, vähintään 6 mm korkuinen, ja pohja on valkoinen.

Tunnuskilvet tulee kiinnittää siten, etteivät ne katoa laitetta vaihdettaessa. Piiloon jäävät laitteet merkitään lisäksi näkyviin tulevalla tunnuskilvellä.

Merkintätapa on hyväksyttävä rakennuttajalla.

4.6 Loppupiirustukset ja luovutusmateriaali

Loppupiirustuksista tulee selvitä samat asiat kuin työ- ja suunnitelmapiirustuksista.

Urakoitsija on velvollinen tekemään muutokset ja täydennykset suunnitelma- ja työpiirustuksiin, ts. tekemään tarkepiirustukset eli ns. punakynäsarjat, joiden perusteella suunnittelija päivittää suunnitelmapiirustuksista loppupiirustukset. Urakoitsija liittää nämä piirustukset luovutusasiakirjoihin.

Luovutusasiakirjojen tulee sisältää edellä mainittujen loppupiirustusten ja työpiirustusten lisäksi ainakin seuraavat suomenkieliset asiapaperit:

- Laite-esitteet käytetyistä laitteista teknisine tietoineen

- Kaikkien toimitettujen laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet
- Koestus-, säätö- ja virityspöytäkirjat
- Koekäyttöpöytäkirjat
- CD-levykkeelle tallennettuna järjestelmän ohjelmointitiedot, lopulliset ohjelmalliset listaukset ja varmuuskopion valvomografiikoista
- Kaikki urakoitsijan laatimat tiedostot sekä suunnittelijan laatimat tiedostot CD-levykkeelle tallennettuna.

Lisäksi urakoitsija toimittaa jokaisen rakennusautomaatioon liitetyn prosessin yhteyteen toimintakaavion ja toimintaselostuksen laminoituna.

Urakoitsija on lisäksi velvollinen laatimaan tilaajan huoltokirjaa varten määrittelemät dokumentit.

5. Vastaanotto

5.1 Yleistä

Väli- ja vastaanottotarkastuksiin osallistuvien urakoitsijan edustajien on tunnettava laitteet ja niiden asennukset.

Tarkastuksien tarkoituksena on saada lopputulokseksi toimiva laitos ja todeta virheet ja puutteet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Lisäksi välitarkastuksilla voidaan todeta töiden eteneminen sovitun aikataulun mukaisesti.

5.2 Vastaanoton aikataulu

Urakoitsijat laativat pääurakoitsijan johdolla ja rakennusautomaatiourakoitsijan esityksen perusteella aikataulun vastaanotolle. Aikataulusta tulee ilmetä sekä urakoitsijoiden omat toimintatarkastukset järjestelmäkohtaisesti, sekä varsinaiset rakennuttajan toimintakokeet.

5.3 Toimintatarkastukset

Urakoitsijat suorittavat keskinäiset toimintatarkastuksensa ennen varsinaisten toimintakokeiden aloittamista. Tarkastusten edellytykset ja tarkastettavat toiminnot ovat samat kuin varsinaisissa toimintakokeissakin.

Toimintatarkastuksissa tarkastetut asiat ja huomiot tulee dokumentoida ja esittää tilaajalle.

5.4 Toimintakokeet

Toimintakoe suoritetaan urakoitsijoiden toimintatarkastuksen jälkeen.

Toimintakokeiden aloituksen edellytyksenä on, että laitteet on asennettu ja ne saavat virtansa lopullisia yhteyksiä pitkin. Lisäksi tarkastettavat laitteet ja tilat on siivottu ja niissä ei suoriteta kokeita haittaavia töitä.

Toimintakokeissa todetaan laitteiden suunnitelma-asiakirjoissa määritellyt toiminnot, kuten, pyörimissuunnat, pakkokytkenät ja hälytykset, varolaitteiden toiminnot, valvontapisteiden ja ohjelmallisten toimintojen toiminta.

Hyväksytysti suoritettujen toimintakokeiden jälkeen IV- ja LVV -urakoitsijat voivat aloittaa omien järjestelmiensä mittaus- ja säätötyöt.

5.6 Yhteiskoeikäyttö

Yhteiskoeikäytössä tarkastellaan järjestelmän toimintaa normaaleissa olosuhteissa. Rakennusautomaatiourakoitsijan tulee laatia yhteiskoeikäyttöohjelma ja hyväksyttää sen tilaajalla.

Yhteiskoeikäytön suorittamisesta rakennusautomaatiourakoitsija laatii kirjallisen selostuksen, joka liitetään vastaanottopöytäkirjaan.

Hyväksytyyn yhteiskoeikäytön edellytyksenä on, että järjestelmä toimii ohjelmassa määrättyllä tavalla ilman häiriöitä yhtäjaksoisesti vähintään 2 viikon ajan.

5.7 Vastaanotto

Vastaanottotilaisuudessa todetaan urakan valmius ja että kaikki edeltävät tarkastukset on suoritettu, käyttöhenkilökunnan koulutus on annettu ja loppudokumentointi on luovutettu.

Tarkastuksissa rakennuttajalta huomaamatta jääneet virheet ja puutteet eivät vapauta urakoitsijaa vastuusta ja korjausveloitteesta.

6. Käyttöönotto

6.1 Käytönopastus

Urakoitsijan tulee järjestää rakennuttajan nimeämille henkilöille rakennusautomaatiojärjestelmää koskevaa koulutusta siten, että käyttöhenkilöstö pystyy itsenäisesti huolehtimaan laitteistojen oikeasta käytöstä, kunnossapidosta ja pienehköistä huoltotoimenpiteistä.

Urakoitsija on velvollinen laatimaan koulutusohjelman ja hyväksyttämään sen rakennuttajalla ennen laitoksen valmistumista ja käyttöönottoa. Koulutusohjelma tulee jakaa teoreettisen ja käytännönkoulutuksen kesken esimerkiksi seuraavasti:

- Järjestelmän yleisesitys 4 h
- Järjestelmän käyttökoulutusta 4 h
- Asennus- ja kunnossapitokoulutusta vastaanottovaiheessa 8 h
- Kertauskoulutus ensimmäisen takuuvuoden aikana 8 h
- Kertauskoulutus toisen takuuvuoden lopussa 4 h

6.2 Takuuajan toimenpiteet

Takuun osalta noudatetaan pääasiallisesti YSE1998:n vaatimuksia.

Rakennusautomaatiourakan takuu aika kestää vastaanotosta 2 vuotta.

Takuuajalle on määritelty 4 kappaletta ennakkohuoltoja, joiden suorittamisen väli tulee olla vähintään 4 ja korkeintaan 8 kuukautta.

Lisäksi urakoitsijan tulee tarvittaessa viipymättä ja omalla kustannuksellaan korjata sellaiset viat, jotka ilmaantuvat puutteellisen tai virheellisen työn tai materiaalivian johdosta.

Urakoitsijan tulee toimittaa valvomoon huoltopäiväkirja, johon käyttäjä merkitsee havaitsemansa virheet ja puutteet. Samaan päiväkirjaan urakoitsija merkitsee tekemänsä toimenpiteet ja selvityksen vian syystä.

Takuuajan ennakkohuolto sisältää aina vähintään seuraavat toimenpiteet:

- Huoltopäiväkirjassa esiintyvien vikojen korjaaminen
- Kiireellisten hälytysten ja varolaitteiden toiminnan tarkastus kenttälaitteelta asti
- Toimilaitteiden toimintakuntoisuuden tarkistus
- Kalibrointia vaativien mittaus-lähettimien kalibrointi
- Ohjelmistotallenteen varmuuskopion päivitys
- Hälytysten jälleenantojärjestelmän toiminnan tarkastus

Urakoitsija laatii huoltokäynnistä raportin josta ilmenee käynnin syy, ajankohta, havaitut viat ja tehdyt toimenpiteet. Käyttäjän edustaja kuittaa raportin allekirjoituksellaan.

Takuuajan päättyessä urakoitsija luovuttaa tilaajalle järjestelmän ohjelmointiin ja muuhun ylläpitoon tarvittavat ns. master-salasanat.

6.3 Takuutarkastus

Takuutarkastus suoritetaan kerran vuodessa. Takuutarkastuksessa todetaan, että urakoitsija on täyttänyt takuuajan velvoitteensa kuten takuuajan huollot ja että järjestelmä on toiminut moitteettomasti. Mikäli takuutarkastuksessa havaitaan, että takuuajan velvoitteet ovat suorittamatta, on tilaajalla oikeus jatkaa takuuaikaa kunnes urakoitsija esittää velvoitteet suoritetuiksi.