
TEKNINEN ERITTELY

25008346-005
KOLIN KOULUN MUUTOS
AAPIISKUKONTIE 11
83960 KOLI



16.5.2025

Sweco Finland Oy

FITEEO

Sisältö

1	<u>TIETOJA RAKENNUSKOHTEESTA.....</u>	3
2	<u>YLEISTÄ.....</u>	3
3	<u>TIETOTURVAVAATIMUKSET</u>	4
4	<u>LAITTEISTO JA KAAPELOINTI</u>	6
4.1	YLEISTÄ.....	6
4.2	VALVOMOLAITTEET	6
4.3	ALAKESKUSKÄYTTÖPÄÄTE.....	6
4.4	ETÄYHTEYS JA SIIHEN LIITTYVÄT LAITTEET	6
4.4.1	ETÄKÄYTTÖ.....	6
4.4.2	ETÄYHTEYDEN TOTEUTUS JA VAATIMUKSET	6
4.4.3	LANGATON LAAJAKAISTAMODEEMI (4/5G-MODEEMI) JA REITITIN	7
4.5	JATKOHÄLYTYSTEN SIIRTO.....	7
4.6	ALAKESKUS-, MODUULI- JA RIVILIITINKOTELOT.....	7
4.7	ALAKESKUSTEN I/O-PISTEET JA I/O-MODUULIT	8
4.8	HUONESÄÄTIMET	9
4.9	KENTTÄLAITTEET	9
4.9.1	SÄÄTÖVENTTIILIT	9
4.9.2	MAGNEETTIVENTTIILIT.....	11
4.9.3	TOIMILAITTEET	11
4.9.4	MITTAUSANTURIT.....	12
4.9.5	JÄÄTYMISVAARATERMOSTAATIT	14
4.9.6	PAINE-EROLÄHETTIMET (KANAVAPAIN, HUONEPAIN, SUODATIN-/VIRTAUSVAHTI JNE.)	14
4.9.7	PAINE-EROLÄHETTIMET (VERKOSTON PAINE, VERKOSTON PAINE-ERO JNE.).....	14
4.9.8	TERMOSTAATIT JA HYGROSTAATIT	15
4.9.9	PAIKALLISET MITTARIT	15
4.9.10	TAAJUUSMUUTTAJAT	15
4.9.11	ENERGIA- JA KULUTUSMITTARIT	16
4.9.12	LANGATTOMAT ANTURIT	18
4.9.13	ULOS ASENNETTAVAT LAITTEET	18
4.10	MERKINNÄT.....	18
4.11	KAAPELOINTI.....	19
5	<u>TIEDONSIIRTO JA VÄYLÄLIITYNNÄT.....</u>	20

5.1	TIEDONSIIRTOVERKKO	20
5.2	AVOIMET RAJAPINNAT RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄSSÄ.....	20
5.3	VÄYLÄPROTOLLAT	21
5.3.1	BACNET.....	21
6	<u>OHJELMISTO</u>	<u>22</u>
6.1	YLEISTÄ.....	22
6.2	VALVOMO-OHJELMISTO	22
6.2.1	VALVOMO-OHJELMISTON JA ALAKESKUSKÄYTTÖPÄÄTTEIDEN PERUSTOIMINNAT	22
6.2.2	VALVOMO-OHJELMISTON JA ALAKESKUSKÄYTTÖPÄÄTTEIDEN KÄYTTÄJÄTASOT	23
6.2.3	PISTEOHJELMOINTI	23
6.2.4	HÄLYTYSLUOKAT.....	24
6.2.5	AIKAOHJELMAT	24
6.2.6	RAPORTIT.....	24
6.2.7	TIEDONTALLENNUSOMINAISUUDET	26
6.3	GRAAFINEN KÄYTTÖLIITTYMÄ	26
6.4	ALAKESKUSOHJELMISTO	26
6.4.1	VALVONTATOIMINNOT	26
6.4.2	KÄYTTÖOHJELMISTOT	31
7	<u>DOKUMENTOINTI.....</u>	<u>34</u>
7.1	SUUNNITELMA-ASIAKIRJAT	34
7.2	RAKENNUTTAJAN TOIMITTAMAT LÄHTÖTIEDOT	34
7.3	URAKOITSIJAN LAATIMAT PIIRUSTUKSET	34
7.3.1	TYÖPIIRUSTUKSET	34
7.3.2	LUOVUTUSPIIRUSTUKSET.....	35
7.3.3	MUUT LUOVUTETTAVAT ASIAKIRJAT	36
7.3.4	LUOVUTUSKANSIOT.....	36
7.4	HUOLTOKIRJA.....	37

1 Tietoja rakennuskohteesta

Rakennuskohde:

**KOLIN KOULUN MUUTOS
AAPISKUKONTIE 11
83960 KOLI**

2 Yleistä

Tekninen erittely asettaa vaatimuksia laitteistolle sekä urakassa suoritettaville työtehtäville. Suunnitelma-asiakirjoissa määritellään kohteeseen asennettavat laitteistot ja järjestelmät. Kaikkia tässä asiakirjassa esitettyjä laitteita tai järjestelmiä ei välttämättä ole kohteeseen suunniteltu. Näiden laitteiden vaatimukset ovat kuitenkin sisällytetty tähän asiakirjaan mahdollisia myöhempiä lisätyö- tai jatkohankintoja varten.

3 Tietoturvavaatimukset

Tietoturva on monimutkainen ja jatkuvasti kehittyvä ala, joka koostuu sekä teknisistä ratkaisuista että prosesseista. Teknisten ratkaisujen osalta keskeisiä ovat muun muassa palomuurit, virustorjuntaohjelmistot, salausten menetelmät ja tunkeutumisen havaitsemisjärjestelmät. Nämä työkalut auttavat suojaamaan järjestelmiä ja tietoja ulkoisilta uhilta, kuten haittaohjelmilta ja kyberhyökkäyksiltä.

Prosessien näkökulmasta tietoturvaan kuuluu riskienhallinta, tietoturvapoliittikkojen laatiminen ja noudattaminen, sekä jatkuva koulutus ja tietoisuuden lisääminen organisaation ja sidosryhmien sisällä.

Kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmän tietoturvasta vastaa kiinteistön omistaja. Järjestelmätoimittajan ja urakoitsijan tulee omalta osaltaan edistää parhaiden tietoturvakäytäntöjen käyttöönottoa. Esimerkiksi urakoitsijan tulee kieltäytyä toteuttamasta etäyhteyttä ilman riittävää suojausta. Rakennusautomaatiojärjestelmän kannalta on tärkeää, että kaikki sidosryhmät ymmärtävät tietoturvan merkityksen ja noudattavat parhaita käytäntöjä.

Rakennusautomaation toteutuksessa tulee noudattaa tilaajaorganisaation tietoturvaohjeita, tässä dokumentissa esitetty ohjeita sekä alan kirjallisuudessa olevia tietoturvaan liittyviä ohjeita.

- ST-Käsikirja 17 Rakennusautomaatiojärjestelmät, luku 5
- ST-Käsikirja 22 Kiinteistöjen valvomojärjestelmät, luku 16
- ST 710.02 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien tietoturva
- ST 95.12 Rakennusten digitaalinen turvallisuus, Kiinteistön ylläpidon ohje (RT 103208)

Tietoturvastandardit: Rakennusautomaation järjestelmätoimittajan tulee noudattaa tunnettua tietoturvastandardia ja ohjeita, kuten ISO/IEC 27001. Järjestelmän tietoturva tulee voida osoittaa sertifikaatilla tai ulkopuolisen auditoijan todistuksella. Järjestelmää urakoivalle yritykselle suositellaan vahvasti näiden tietoturvastandardien ja ohjeiden noudattamista.

Tietoliikenteen suojaus: Kaikki rakennusautomaatiojärjestelmän ulkopuolelta tuleva ja lähtevä tietoliikenne tulee suojata vahvalla salauksella, kuten TLS (Transport Layer Security) tai VPN (Virtual Private Network). Ulkopuoliset yhteydet tulee sallia vain palomuurin ja liikenteen suodatusjärjestelmien (esim. Web Application Firewall, WAF) kautta.

Etäyhteydet: Etäyhteyden käyttäjien tulee tunnistautua vahvoilla menetelmillä, kuten kaksivaiheisella tunnistautumisella (2FA). Käyttöoikeuksiin ja pääsynhallintaan tulee olla määritelty tarkat tietoturvalliset prosessit. Käyttäjille tulee myöntää vain tarvittavat käyttöoikeudet (vähimmän etuoikeuden periaate). Etäyhteyksiä tulee voida rajoittaa IP-osoitteiden, ajan ja maantieteellisen sijainnin perusteella. Kaikki etäyhteyden kautta tapahtuvat toiminnot tulee kirjata lokitiedostoihin, joita valvotaan säännöllisesti epäilyttävän toiminnan havaitsemiseksi ja analysoimiseksi.

Käyttäjien tunnistaminen ja valtuutus: Järjestelmään pääsy tulee rajoittaa vain valtuutetuille käyttäjille vahvoilla tunnistautumismenetelmillä. Kaikki käyttäjätunnukset ovat henkilökohtaisia ja yleiskäyttötunnuksia ei tehdä. Käyttäjille on oltava mahdollista luoda erityyppisiä käyttäjätasoja. Käyttäjävaltuutusten hallintaa varten on oltava määriteltynä tietoturvallinen prosessi.

Järjestelmätason tunnukset: Järjestelmän oletustunnukset ja -salasanat tulee aina vaihtaa ensimmäisen kirjautumisen yhteydessä. Oletustunnuksien käyttö etäyhteydellä tulee estää. Salasanan pituusvaatimus tunnukseksi tulee olla vähintään 10 merkkiä. Salasana menee lukkoon erikseen määritellyksi ajaksi, jos se kirjoitetaan useamman kerran peräkkäin väärin. Tunnusten käyttäminen kirjataan lokiin, josta jää tiedot käyttäjien onnistuneista ja epäonnistuneista kirjautumisista. Ainoastaan järjestelmän pääkäyttäjillä on pääsy kirjautumislokiin. Jokaiselle tunnukseksi on määritetty automaattinen uloskirjautumisaika, joka määritellään erikseen.

Päivitykset ja ylläpito: Järjestelmän ohjelmistot ja laitteistot tulee pitää ajan tasalla säännöllisillä päivityksillä. Järjestelmän ohjelmistoversioita pitää voida seurata keskitetysti, ja osoittaa päivitystarpeet.

Lokitus ja valvonta: Järjestelmän tapahtumien ja käyttäjätoimintojen lokitus on pakollista. Tämä mahdollistaa epäilyttävän toiminnan havaitsemisen ja nopean reagoinnin mahdollisiin poikkeamiin.

Fyysinen turvallisuus: Laitteistojen fyysinen suojaus on tärkeää. Pääsy kriittisiin komponentteihin, kuten palvelimiin ja ohjauspaneeliin, tulee rajoittaa ja valvoa. Pilvipohjaisten valvomojärjestelmien palvelintason laitteet tulee voida tarpeen mukaan hajauttaa ja kahdentaa eri sijainteihin.

Häiriönsietokyky ja palautumissuunnitelmat: Järjestelmään tulee sisällyttää häiriönsietokykyä parantavia ominaisuuksia ja selkeät palautumissuunnitelmat mahdollisten tietoturvaloukkausten varalta. Tämän tulee sisältää vähintään varmuuskopiointijärjestelmät ja hätätilanteiden toimintasuunnitelmat. Palautustoimenpiteet ja niiden toimivuus tulee testata säännöllisesti.

4 Laitteisto ja kaapelointi

4.1 Yleistä

Kohteen rakennusautomaatiojärjestelmä toteutetaan vapaasti ohjelmoitavalla rakennusautomaatiojärjestelmällä. Se koostuu väyläpohjaisesta alakeskuksesta ja siihen liitetyistä kenttälaitteista.

Järjestelmän tulee olla yhteensopiva ns. ylemmän tason järjestelmien kanssa sekä siihen tulee olla implementoitavissa kysyntäjoustoon liittyvät toiminnot.

4.2 Valvomolaitteet

4.3 Alakeskuskäyttöpäätte

Kosketusnäytöin varustettavat alakeskuskotelot/moduulikotelot tulee täyttää vähintään seuraavat tekniset vaatimukset:

- näytön koko vähintään 15”
- resoluutio vähintään 1920x1080
- Ethernet-liitäntä

4.4 Etäyhteys ja siihen liittyvät laitteet

Alakeskuskäyttöpäätteet ja alakeskukset varustetaan verkkoliitynnällä (Ethernet).

4.4.1 Etäkäyttö

Kohteen järjestelmään (pilvivalvomo tai alakeskukset) tulee voida muodostaa etäyhteys.

Etäyhteys muodostetaan suojatun yhteyden yli joko Internet-selaimella esim. Google Chrome tai laitevalmistajan omalla client-ohjelmistolla. Selainpohjaisella graafisella etäkäyttöliittymällä tulee voida tehdä samat käyttötoimenpiteet kuin paikallisvalvomossa.

4.4.2 Etäyhteyden toteutus ja vaatimukset

Urakoitsija vastaa etäyhteyden toteuttamisesta järjestelmään takuuajana. Henkilökohtaiset käyttäjätunnukset myönnetään suunnittelijoille, valvojille sekä muille tilaajan nimeämille henkilöille. Etäyhteys voidaan toteuttaa langattomasti (4G/5G) tai kiinteällä yhteydellä. Etäyhteyden tiedonsiirtonopeuden tulee olla riittävä järjestelmän sujuvaan käyttöön. Etäyhteys tulee toteuttaa salatulla yhteydellä.

Samanaikaisten etäyhteyksien lukumäärää ei tule rajoittaa ilman perusteltua syytä. Etäyhteyttä ei tule toteuttaa etätyöpöytäohjelmistolla (esim. TeamViewer).

Etäyhteyden vaatiessa erillisen ohjelmiston, urakoitsijan tulee opastaa loppukäyttäjää ohjelmiston asennuksessa ja etäyhteyden perustamisessa erillisin ohjein.

4.4.3 Langaton laajakaistamodeemi (4/5G-modeemi) ja reititin

Alakeskusten 4/5G-modeemit asennetaan alakeskuskotelon sisään DIN-kiskoon ja antenni kotelon ulkopuolelle. Modeemille/reitittimelle asetettavat vaatimukset:

- langattoman verkon protokollat: GSM, GPRS, UMTS, EDGE, HSDPA, WCDMA
- tiedonsiirtoprotokollat: Ethernet, Fast Ethernet, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
- muut ominaisuudet: Palomuurisuojaus, DHCP-tuki, NAT-tuki, VPN-tuki, DoS hyökkäyksen esto, ALG tuki, dynaaminen DNS palvelin, VPN läpäisy

4.5 Jatkohälytysten siirto

Rakennusautomaatiojärjestelmän hälytykset on voitava siirtää aika- ja pistesidonnaisesti seuraavin menetelmin:

- Tekstiviesti (GSM)
- Sähköposti
- Kolmannen osapuolen hälytyspalvelut (esim. Alerta)

Hälytysviestien tulee olla suomenkielisiä sekä selkäesti muotoiltuja. Niissä tulee esittää vähintään seuraavat asiat: Päivämäärä (pp/kk/vvvv), aikaleima (tt:mm:ss), kohteen nimi, pisteen tunnus (esim. 301TZA49), pisteen selite/kuvaus (esim. Jäätymissuojahälytys).

4.6 Alakeskus-, moduuli- ja riviliitinkotelot

Kotelot toimitetaan täydellisinä kaikkine tarvittavine toiminta- ja apuyksikköineen, mikäli muissa suunnitelma-asiakirjoissa ei ole muuta mainittu. Kaikkien alakeskusten tulee olla tekniikaltaan ja toiminnoiltaan samaa tyyppiä ja seuraavin vaatimuksin toteutettuna:

- alakeskuskotelon on oltava valmiiksi maalattu teräslevykotelo
- alakeskuskotelon oven on oltava saranoitu ja varustettu lukolla
- alakeskuskotelon koko on valittava siten, että suunniteltua I/O-pistemäärää vastaavat I/O-yksiköt mahtuvat koteloon 20 % laajennusvaralla. Kotelon kokoa valittaessa on huomioitava myös koteloon asennettavat apulaitteet.
- kotelon kokoa valittaessa on huomioitava myös koteloon asennettavat apulaitteet
- kotelon rakenteessa ja kaikissa kytkennöissä on noudatettava sähköasennusalan olemassa olevia määräyksiä ja ohjeita. Kytkentöjen tulee olla 5-johdinjärjestelmän mukaisia.
- alakeskuksen syöttöjännite 230 V/50 Hz
- alakeskuskotelon vahvavirtasyöttö on varustettava pääkytkimellä
- kotelointi vähintään IP 34, mikäli asennuspaikka ei muuta edellytä
- kotelon kaapeliläpiviennit on varustettava alakeskuksen kotelointiluokan mukaisilla tiivisteillä. Kukin kaapeli on varustettava omalla tiivisteellä.

- johtimet ja kaapelit asennettava suojattuihin johdinkouruihin, vahva- ja heikkovirta-kaapelit erilleen
- I/O-pisteet varustettava katkaistavin tai irrotettavin riviliittimin. I/O-pisteiden riviliittimet numeroidaan.
- tarvittavat apulaitteet asennetaan alakeskuskoteloon ja niiden tulee olla DIN-kiskokiinnitteisiä
- kaikki koteloidissa olevat laitteet merkitään piirustuksissa ja kaavioissa käytetyillä tunnuksilla ja varustetaan lisäksi selventävillä suomenkielisillä teksteillä (mm. TK301 jäätymisvaaran kuittauspainike, pääkytkin, muuntajat jne.)
- kotelokohtaiset dokumentit sijoitetaan kotelon ovissa oleviin taskuihin
- alakeskuskotelon varustetaan omalla johdonsuojakatkaisijalla olevalla pistorasialla käyttöpäätettä / mittalaitteita varten

4.7 Alakeskusten I/O-pisteet ja I/O-moduulit

I/O-moduulilla tarkoitetaan tässä selostuksessa laitetta, johon kenttälaitteet voidaan liittää. Moduulit voivat sijaita samassa alakeskuskotelossa järjestelmän keskusyksikön (CPU) kanssa tai ne voidaan sijoittaa alakeskuskotelon lisäksi kunkin käyttökohteen läheisyyteen tai sähkökeskuksiin. Niin sanotut etä-I/O-moduulit koteloidaan, vähintään IP34, ellei asennustilan tilaluokitus edellytä parempaa suojausta, esim. IP54.

I/O-pisteiden kenttälaitteiden tulo- ja lähtöliityntöjen liittimet tulee olla ruuviliittimiä tai jousikuormitteisia riviliitinmallisia.

I/O-pisteille (säätö-, ohjaus- ja valvontapisteille) asetettavia vaatimuksia:

2-asentosisäänmenot (DI)

- indikointi avautuvalta tai sulkeutuvalta potentiaalivapaalta koskettimelta

2-asentoulostulot (DO)

- ulostulo avautuvalta tai sulkeutuvalta potentiaalivapaalta vaihtokoskettimelta. Koskettimet 230V/5A.

mittaussisäänmenot (AI)

- standardinmukaiset mittausviestit 4...20 mA, 0...20 mA, 0...10 VDC, vastusanturit esim. Pt100, NTC20, Pt1000, Ni1000 yms.

suhteelliset ulostulot (AO)

- suhteellinen oikosulkukestoinen jänniteviesti 0...10 VDC tai 2...10 VDC

kolmipisteohjaukset

- kolmipistekosketinulostulo (avaa-seis-sulkee) toimilaitteohjauksineen

laskurisisäänmenot

- pulssitieto joko jännitteettömältä tai jännitteelliseltä kosketintoiminnalta
- laskentataajuus min 20 Hz
- pulssin kesto min 10 ms

Alakeskus on suojattava häviävän muistin ja reaaliaikakellon sekä tilastointi- ja raportointiohjelmien tarvitsemien tietojen säilyttämisen osalta jännitekatkon aikana vähintään 24 h:n ajaksi. Alakeskuksen tehonsyötön palaututtua alle 24 h:n jännitekatkoksen jälkeen, tulee alakeskuksen palautua automaattisesti käyttäjän mukaiseen toimintatilaan.

4.8 Huonesäätimet

Huonesäätimet liitetään rakennusautomaatiojärjestelmän keskusyksikköön tiedonsiirtoväylän avulla ja niiden tulee pystyä toimimaan itsenäisesti riippumatta tiedonsiirtoväylän tilasta. Huonesäätimet voivat olla joko konfiguroitavia tai vapaasti ohjelmoitavia. Niiden tulee kuitenkin pystyä suorittamaan kaikki säätökaavioissa mainitut toiminnot.

Huonesäätimien I/O-liittymöille samat vaatimukset kuin alakeskusten I/O-liittymöille.

Huonekohtaisista säädöistä tulee valvomoon välittyä ainakin seuraavat tiedot:

- olosuhteiden olo- ja asetusarvot
- poikkeutusarvot
- säätöulostulojen asennot
- ohjausten tilat
- hälytykset
- toimintatila

Vastaavasti valvomosta tulee voida toteuttaa seuraavat toiminnot:

- asetusarvojen muutokset
- käyttötilojen muutokset
- aikaohjelmien ohjaus
- säätö- ja asetusarvoparametrien muutokset
- hälytysrajojen ja viiveiden muutokset
- kerroskohtaiset avauspainikkeet kaikkien lämmitys- tai jäähdytysventtiilien avaamiseen kerralla

4.9 Kenttälaitteet

4.9.1 Säätoventtiilit

Yleiset vaatimukset

- mikäli jäljempänä tässä kappaleessa ei ole muuta esitetty, noudatetaan säätöventtiilien valinnassa Lämpölaitosyhdistys ry:n julkaisua K1/2020 "Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet"
- ominaiskäyrä tasaprosenttinen, ellei muissa suunnitteluasiapapereissa ole muuta mainittu
- säätöalue vähintään 50:1
- venttiilille ei saa muodostua tyhjäkäyntiä
- vuoto pienempi kuin 0,1 % k_{vs} -arvosta paine-erolla 100 kPa
- ennen venttiilien valintaa urakoitsijan on varmistettava, ettei venttiilimitoitusta ole muutettu IU:n tai PU:n toimesta
- urakoitsijan on hyväksyttävä valitsemansa venttiilit rakennuttajalla ennen niiden hankkimista

Kaukolämpöverkkoon asennettavat venttiilit

- rakennepaine vähintään 1,6 MPa
- rakennelämpötila vähintään 120 °C
- venttiilitoimilaite-yksikön sulkupaine vähintään 1,0 MPa
- kiinnitystapana laippaliitäntä
- venttiilipesä valurautaa, pallografiittivalurautaa tai valuterästä
- sulkupinnat ruostumatonta terästä tai vastaavaa

Lämpö- tai jäähdytysvesiverkkoon asennettavat venttiilit

- rakennepaine vähintään 1,0 MPa
- rakennelämpötila vähintään 120 °C
- venttiilitoimilaite-yksikön sulkupaine vähintään 0,2 MPa
- nimelliskooltaan enintään 40 mm:n venttiili voi olla kierreliitäntäinen sekä materiaaliltaan pronssi- tai punametallirunkoinen
- nimelliskooltaan yli 40 mm:n venttiilin liitäntä- ja materiaalivaatimukset kuten kaukolämpöverkkoon asennettavilla venttiileillä

Vesiglykoliverkkoon asennettavat venttiilit

- rakennepaine vähintään 1,0 MPa
- rakennelämpötila -10...+100 °C
- venttiilitoimilaite-yksikön sulkupaine vähintään 0,2 MPa
- kiinnitystapana laippaliitäntä
- venttiilin materiaalin tulee olla soveltuva käytetylle vesiglykoliliuokselle

4.9.2 Magneettiventtiilit

Vaatimukset

- suoratoimisia 0-paine-erolla toimivia venttiilejä
- rakennepaine- ja rakennelämpötilavaatimukset kuten ko. asennuspaikan säätöventtiileillä
- suuremmissa venttiileissä kuin NS25 tulee olla vaimennettu sulkeutuminen

4.9.3 Toimilaitteet

Yleiset vaatimukset

- toimilaitteeseen tulee kuulua tarvittavat nivelet, kiinnikkeet ja asennustarvikkeet
- sähkökatkostilanteessa tulee säätökaavioissa erikseen esitettyjen venttiilien ja peltien ajaa kaavioissa esitettyyn asentoon. Mikäli säätökaavioissa ei ko. toimintaa ole erikseen esitetty, noudatetaan sähkökatkostilanteissa alla olevissa kappaleessa esitettyjä vaatimuksia.
- toimilaitteessa on oltava venttiilin/pellin asennon osoittava asennonosoitin sekä käsikäyttömahdollisuus.
- suhteellisesti ohjattavien toimilaitteiden ohjausviestinä käytetään 0/4...20mA tai 0/2 ... 10 VDC ellei ko. säätökaavioissa ole muuta esitetty.
- Toimilaitteiden nopeuksien tulee olla riittävät säätöpiirien toimintaa varten ja kuitenkin enintään seuraavat:
 - o käyttövesi < 30 s
 - o lämmitysverkostot < 60 s
 - o peltimoottorit < 3 min

Venttiilin toimilaitteet

- säätöventtiili/toimilaitte -yksikön sulkupainevaatimukset on esitetty edellä kappaleessa myöhemmin tässä dokumentissa.
- lämpöverkon (mm. patteri-/IV-verkostot) säätöventtiilien tulee jäädä paikalleen sähkökatkostilanteessa
- toimilaitteessa ei saa muodostua tyhjäkäyntiä
- venttiilin karan lukitus toimilaitteeseen tulee olla sellainen, että toimilaitteen kehittäjä voima kohdistuu venttiilin karaan kumpaankin toimsuuntaan ajettaessa. Ainoastaan huonekohtaiseen säätöön liittyvät venttiilit voivat olla sellaisia, missä venttiiliin rakennettu jousi kehittää jompaankumpaan toimsuuntaan karaa liikuttavan voiman.

Peltien toimilaitteet

- säätö- ja sulkupeltien toimilaitteiden vääntömomentin tulee olla vähintään 8 Nm/pellin m², ellei muissa asiapapereissa ole muuta esitetty. Ennen toimilaitteiden hankkimista tulee urakoitsijan selvittää ilmanvaihtourakoitsijalta toimilaitteiden todellisen vääntömomentin tarve.
- tuloilmakoneiden raitis- ja jäteilmapeltien peltimoottorit varustetaan jousipalautuksella

4.9.4 Mittausanturit

Mittaustarkkuus

Mittausanturit on valittava huomioiden kaikki järjestelmän mittaus- ja näyttötarkkuuteen vaikuttavat tekijät siten, että järjestelmän kokonaismittaustarkkuus on vähintään:

- ilmanlämpötila $\pm 0,5$ °C
- veden lämpötila $\pm 0,5$ °C
- savukaasun lämpötila ± 5 °C
- suhteellinen kosteus ± 2 % Rh (mittausalue 10...90 % Rh)
- paine/paine-ero ± 2 % mittausalueesta
- valoisuustaso ± 10 lux
- hiilidioksidipitoisuus ± 40 ppm / 3 % mittausalueesta

Mittausantureiden mittausalueet, ellei toisin ole mainittu

- ulkolämpötila -40...+40 °C
- huonelämpötila 0...+40 °C
- kanavalämpötila:
 - o ennen lämmityspatteria -40...+40 °C
 - o lämmityspatterin jälkeen 0...+40 °C
- vesi 0...+120 °C
- vesi/glykoli -20...+40 °C
- savukaasun lämpötila 0...+300 °C
- ulkovaloisuusanturin mittausalue 0...1000 lux
- hiilidioksidi mittausalue 0...2000 ppm
- hiilidioksidin pitkän ajan stabiilisuus < 2 % kahdessa vuodessa
- paine-erolähtetinjien mittausalue 0...500 Pa (kanavapaine)
- paine-erolähtetinjien mittausalue 0...500 Pa (suodatin-/virtausvahti)
- paine-erolähtetinjien mittausalue -50...50 Pa (huonepaine)

- paine-erolähettimien mittausalue 0...250 kPa (verkkoston paine-ero)
- painelähettimien mittausalue 0...6 bar (verkkoston paine)
- suhteellinen kosteus 10...90 % Rh
- suhteellisen kosteuden pitkän ajan stabiilisuus:
 - o käytettäessä mittaustulosta säädössä ± 1 %Rh / kahdessa vuodessa
 - o käytettäessä mittaustulosta tarkkailuun ± 2 %Rh / kahdessa vuodessa

Antureiden aikavakion tulee olla, suojatasku mukaan lukien, < 60 s, lukuun ottamatta käyttövesianturia, jonka aikavakion tulee olla < 5 s. Kanavalämpötila-antureiden aikavakiovaatimus koskee ilmannopeutta 3 m/s.

Asennus

- anturit on asennettava siten, että ne mittaavat mahdollisimman hyvin mitattavan suureen keskimääräistä arvoa
- taipuisasta materiaalista valmistetut keskiarvoanturit on asennettava erillisen asennusvaijerin tms. varaan anturin murtumisen estämiseksi
- ulkoanturit asennetaan pohjoisseinälle helposti huollettavaan paikkaan siten, etteivät ikkunoiden, tuuletusaukkojen tms. lämpövuodot vaikuta mittaustulokseen
- huoneanturit asennetaan noin 1,7 m korkeuteen lattiasta, ellei piirustuksissa muuta ole mainittu
- kanava-antureille tehdään tarkkamittaiset reiät ja anturit/anturilaipat tiivistetään kanavaan kanavan tiiveysvaatimusten mukaisesti
- vesianturit lukuun ottamatta jäätymisvaaratermostaatin ja lämpimän käyttövesiverkkoston anturia asennetaan suojataskuihin. Suojataskujen tulee olla haponkestävää terästä (HFe), mikäli muissa suunnitteluasiapapereissa ei ole muuta mainittu.
- ulkovaloisuusanturit on asennettava siten, että keinovalolähteet eivät heikennä mittauksen luotettavuutta
- antureiden kaapeliläpiviennit tulee tiivistää siten, ettei anturin mittaustulos vääristy esim. suojaputkesta kulkeutuvan ilman vuoksi

Muut vaatimukset

- mittauskohdissa, joissa ilma on lämpötilan suhteen kerrostunutta, tulee käyttää koko pituudeltaan mittaavia ns. keskiarvoantureita, joiden tunto-osan pituus on vähintään 80 % kanavan halkaisijasta
- keskiarvoantureita käytetään aina lämmöntalteenoton ja sekoitusosan (kiertoilmakäyttö) jälkeisen tuloilman lämpötilan mittaamisessa, vaikka niitä ei erikseen olisi merkitty keskiarvoantureiksi. Muut mahdolliset keskiarvoanturit on esitetty säätökaaviossa.
- antureiden kytkinrasioiden on oltava materiaaliltaan korroosiosuojattuja sekä tyyppiltään ja kiinnikkeiltään sijoituspaikkoihin sopivia

- kanava-, vesi- ja ulkoantureiden kytkinrasioiden on oltava kotelointiluokaltaan vähintään IP 34
- putkistoihin asennettavien mittauslaitteiden on täytettävä putkistolle asetettavat vaatimukset rakennepaineen, rakennelämpötilan, liitostavan, materiaalin yms. osalta
- Huoneanturit tulee olla maalattavissa RAL sävyyn tarvittaessa.

4.9.5 Jäätymisvaaratermostaatit

Mikäli suunnitelmissa ei ole muuta esitetty, käytetään jäätymisvaaratermostaatteina elektronisia termostaatteja. Termostaattien on oltava käsiviritteisiä sekä varustettu hälytysreleillä, joissa on erilliset vaihtokoskettimet lukitus- ja hälytyspiirejä varten.

Alakeskuksissa hoidetaan ohjelmallisesti lämmityspatterin lämpötilan minimirajoitustoiminta ko. kojeen sekä käynti- että seisonta-aikana ja jäätymisvaaratermostaatti toimii ainoastaan jäätyriskatkaisijana. Termostaatit asennetaan alakeskuksiin.

Jäätymisvaaran mittausantureiden tulee olla lämmityspattereiden ripaputken sisään asennettavaa mallia. Kun lämmityspatteri on koottu useammasta lohkoista, on jokainen lohko varustettava omalla jäätymisvaaratermostaattilla. Lohkojen määrä on esitetty säätökaavioissa.

4.9.6 Paine-erolähettimet (kanavapaine, huonepaine, suodatin-/virtausvahti jne.)

Vaatimukset

- kalvotoiminen
- varustettu näytöllä
- tarkkuusvaatimus ± 2 % toiminta-alueesta. Toiminta-alue tulee valita prosessin vaatimusten mukaisesti
- mittausviesti esim. 0...10 VDC
- käyttöjännite 24 VAC
- mittausletkut asennetaan kanavistoon käyttäen tätä tarkoitusta varten valmistettuja läpivientejä ja tiivistämällä ne kanavan tiiveysvaatimusten mukaisesti
- laitteen tulee automaattisesti nollata nollapiste määrävälein
- kanavapainemittaukset varustetaan staattisen paineen mittayhteillä.
- Mittayhteen asennuspaikka tulee valita niin, että suojaetäisyydet häiriölähteistä ovat riittävän suuret.

4.9.7 Paine-erolähettimet (verkoston paine, verkoston paine-ero jne.)

- kalvotoiminen
- varustettu näytöllä

- tarkkuusvaatimus ± 2 % toiminta-alueesta. Toiminta-alue tulee valita prosessin vaatimusten mukaisesti
- mittausviesti esim. 0...10 VDC
- käyttöjännite 24 VAC
- Mittayhteen asennuspaikka tulee valita niin, että suojaetäisyydet häiriölähteistä ovat riittävän suuret.

4.9.8 Termostaatit ja hygrosaatit

Vaatimukset

- asetusrvojen tulee olla lukittavissa
- kytkentäpisteiden tulee olla aseteltavissa portaattomasti koko toiminta-alueella
- asetusrvot tulee olla nähtävissä °C / % Rh -asteikolla
- termostaattien tarkkuus vähintään ± 1 °C ja hygrosaatien ± 5 % Rh
- kytkinelimenä vaihtokosketin 230 V / 2 A
- asennus 1,7 m:n korkeuteen lattiasta
- paikallisohjaukseen käytettävissä termostaateissa tulee olla kapillaarianturi sekä termostaatin kotelointiluokan tulee olla vähintään IP 34. Kaapelin läpimeno on tiivistettävä kaapelitiivisteellä.

4.9.9 Paikalliset mittarit

Kanavalämpömittarit

- taulun halkaisija vähintään 100 mm
- tarkkuus ± 1 °C
- mittausalue mitattavan suureen mukaan joko esim. -30 °C...+30 °C tai 0...+60 °C
- asteikon katettava koko mittausalue

4.9.10 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajille asetettavat vaatimukset:

- taajuusmuuttajat on tarkoitettu puhaltimien ja pumppujen portaattomaan nopeuden säätöön
- taajuusmuuttajalla pitää pystyä ohjaamaan IEC-vakiomootoreita
- taajuusmuuttajan oltava tehdasvalmisteisena kotelointiluokaltaan vähintään IP34
- taajuusmuuttajan käyttöpaneelin tulee olla selväkielinen ja toteutettu suomen kielellä
- taajuusmuuttajassa oltava sisäänrakennettu RFI-suodatin koko tehoalueelle

- taajuusmuuttajan tulee täyttää EMC-direktiivin EN 55011 1B lisäksi myös tuotestandardin EN 61800-3 vaatimukset seuraavasti:
 - o C1: 50 m moottorikaapelilla johtuvien häiriöiden osalta.
 - o C2: 150 m moottorikaapelilla johtuvien sekä säteilevien häiriöiden osalta
- taajuusmuuttajassa oltava sisäänrakennettu harmonisten yliaaltojen vaimennus
- taajuusmuuttajan tehokertoimen tulee olla $>0,9$
- taajuusmuuttajassa oltava 100 % oikosulku- ja maasulkusuojaus moottorissa mahdollisesti tapahtuvan oiko- tai maasulun varalta
- taajuusmuuttajassa oltava automaattinen jälleen käynnistyminen mahdollisen sähkökatkoksen jälkeen
- taajuusmuuttajassa oltava moottorin suojausta varten ohjelmallinen lämpörele, joka kytkee moottorin pois käytöstä, mikäli moottorin laskennallinen virta ylittää ennalta asetellun raja-arvon estäen näin moottorin vioittumisen
- taajuusmuuttajassa oltava valmiina moottorin termistorin liitännämahdollisuus ilman lisälaitteita
- taajuusmuuttajassa oltava valmiit liittimet ohjausvirtapiiriin varolaitteiden (jäätymisvaaratermostaatti, pumppu, IV-hätäseis yms.) kytkemistä varten
- taajuusmuuttajaan on voitava ohjelmoida vähintään kaksi kaistanleveydeltään vapaasti säädettävissä olevaa taajuusalueita, jotka taajuusmuuttaja automaattisesti ohittaa. Tämän toiminnon avulla on tarkoitus välttää mahdollisia haitallisia resonanssitaukoja.
- taajuusmuuttajassa oltava säädettävä kytkentätaajuuden modulointi, jonka tarkoituksena on minimoida moottorista mahdollisesti kuuluva ääni pudottamalla moottorin tehoa
- taajuusmuuttajan tulee voida toimia itsenäisenä yksikkönä tai sille on voitava antaa ulkoinen taajuusohje esim. rakennusautomaatiojärjestelmällä (0–10 V, 4–20 mA)
- taajuusmuuttajan häiriöistä saatava potentiaalivapaa kosketintieto liitettäväksi esim. rakennusautomaatiojärjestelmään
- taajuusmuuttajan tulee kyetä ohjaamaan erikokoisia rinnan kytkettyjä moottoreita ja koneen pysäyttämisen käytön aikana tulee olla mahdollista ilman laukaisuvaa-
raa
- pyörimissuunnasta riippumatta taajuusmuuttajan on kyettävä tahdistumaan pyörivään moottoriin ilman laukaisua
- taajuusmuuttajassa tulee olla 360° maadoitusliittimet, koskien moottori-, signaali sekä väyläkaapeleita varten. Mikäli edellä mainittuja liittimiä ei ole, tulee käyttää erillisiä EMC-läpivientiholkkeja.
- taajuusmuuttajasta tulee löytyä väyläliitännämahdollisuus (esim. MODBUS)

4.9.11 Energia- ja kulutusmittarit

Mittareita koskevat yleiset vaatimukset:

- mittareiden tulee olla nativisti liitettävissä RAU-järjestelmään väyläliitynnällä
- jos mittarin kulutustietoa käytetään laskutukseen, tulee sen täyttää mittauslaitedi-
rektiivin vaatimukset, tai sillä tulee olla voimassa oleva Suomessa hyväksytty tyyppihyväksyntä

4.9.11.1 Lämpö- ja jäähdytysenergiamittarit

Energiamittareita koskevat seuraavat vaatimukset:

- mittarilta tulee voida lukea verkoston meno- ja paluulämpötilat ja virtaama
- mittarilta tulee voida lukea hetkellinen teho sekä kumulatiivinen energia
- mittarin tulee olla soveltuva mitattavalle nesteelle sekä lämpötilaerolle
- lämpöenergiamittarin mittausalue tulee olla 2...180 °C
- jäähdytysenergiamittarin mittausalue tulee olla 2...50 °C
- sähköinen mittausmenetelmä (ei mekaanista siipipyörää)
- suojausluokka IP34
- pienen lämpötilaeron verkostoissa (kaikki jäähdytysverkot, lattialämmitysverkosto, maalämmön latauspiirit ym.) energialaskurin tulee mitata kulutusta, kun meno-/paluulämpötilaero on suurempi kuin 0,5K
- suuren lämpötilaeron verkostoissa (patterilämmitys, IV-lämmitys, ym.) energialaskurin tulee mitata kulutusta, kun meno-/paluulämpötilaero on suurempi kuin 3K

4.9.11.2 Sähköenergiamittarit

Energiamittareita koskevat seuraavat vaatimukset:

- Suoraa mittausta voidaan käyttää, kun mittauksen etusulake on enintään 63 A ja epäsuoraa mittausta on käytettävä, kun etusulake on yli 63 A
- mittarin tulee olla tarkkuusluokkaa 1
- virtamuuntajat on asennettava kaikkiin vaiheisiin ja pienjännitevirtamuuntajien tarkkuusluokan on oltava 0,2S
- mittareilta tulee voida lukea hetkellinen teho ja kumulatiivinen energia
- mittari tulee olla asennettavissa DIN-kiskoon

4.9.11.3 Veden kulutusmittarit

Veden kulutusmittareita koskevat seuraavat vaatimukset:

- mittarin tulee olla tarkkuusluokkaa 2
- mittarin tulee olla soveltuva mitattavalle nesteelle sekä lämpötilaerolle
- mittarilta tulee voida lukea hetkellinen ja kumulatiivinen virtaama
- lämpimän veden mittausalue tulee olla 1...90 °C
- kylmän veden mittausalue tulee olla 1...50 °C

- sähköinen mittaussuunnitelma (ei mekaanista siipipyörää)
- suojausluokka IP54
- paikallisesti luettava kumulatiivinen kulutustieto

4.9.12 Langattomat anturit

Järjestelmä koostuu mittauskohteessa olevista antureista/lähetinlaitteista ja signaalit vastaanottavista tukiasemista. Tukiaseman keräämät mittaustiedot viedään valvontajärjestelmään väylän (esim. MODBUS) kautta.

Tukiaseman tulee antaa rakennusautomaatiojärjestelmälle hälytys, mikäli se ei ole saanut tunnin sisällä yhteyttä kaikkiin verkossa oleviin lähettämiin.

Lähettimet päivittävät mittaustiedot tukiasemalle välittömästi niiden muuttuessa, kuitenkin vähintään 15 minuutin välein. Pienimmät heti päivitettävät muutokset ovat vähintään:

- lämpötila $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$
- asetusarvo $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$
- kosteus $\pm 0,5 \% \text{Rh}$

Lähettimen pariston vaihtotarpeesta saadaan hälytys valvontajärjestelmään.

Langattomien antureiden käyttöönoton yhteydessä verkon toimivuus mitataan. Jos käyttöönottovaiheessa ei lopullisia kalusteita ole (lähettimet eivät ole lopullisilla käyttöpaikoilla), tehdään verkon toimivuusmittaus uudestaan, kun tilat on kalustettu. Tarvittaessa toistimia/tukiasemia lisätään siten, että kaikkiin laitteisiin saadaan luotettava yhteys.

4.9.13 Ulos asennettavat laitteet

Ulos asennettavien laitteiden osalta urakoitsijan on varmistettava mm. seuraavat asiat:

- Laitteen käyttölämpötilan tulee olla soveltuva sen asennusympäristöön vallitsevat olosuhteet huomioiden.
- Laitteen IP-luokituksen tulee olla vähintään IP54.
- Laitteen asennustavassa tulee huomioida esimerkiksi veden, lumen ja jään kertyminen laitteeseen ja sen välittömään läheisyyteen.
- Mikäli ulos asennettavassa laitteessa käytetään lisävarusteita (esim. kotelointi, keralämmitys jne.) tulee ne hyväksyttävä suunnittelijalla ja rakennuttajalla.

4.10 Merkinnät

Rakennusaikaiset merkinnät

Kaikki urakkaan sisältyvät kojeet, laitteet ja kaapelit on merkittävä heti asennuksen jälkeen. Merkinnästä tulee selvitä suunnitelmissa käytetty tunnus.

Väliaikaiset merkinnät poistetaan sen jälkeen, kun lopulliset merkinnät on asennettu paikoilleen.

Lopulliset merkinnät

Urakoitsija varustaa kaikki säätökaavioissa esitetyt järjestelmään liitetyt toimittamansa laitteet ja valvontapisteet, suunnitelman mukaisen tunnuksen ja toiminta-alueen ilmaisevalla kilvellä. Liitettäessä olemassa olevia laitteita tai järjestelmiä rakennusautomaatiojärjestelmään saneerauksen yhteydessä, urakoitsija vastaa olemassa olevien laitteiden ja järjestelmien merkitsemisestä.

Kilven muoto on seuraava:

<i>positio</i>	TK01TV40
<i>vaikutusalue</i>	MYYMÄLÄ
<i>selventävä teksti</i>	LÄMMITYSVENTTIILI

Tunnuskilvet tehdään kerrosmuovista, kooltaan vähintään 60*20*2 (mm). Positio-osan merkkikorkeus on 6 mm ja muiden osien merkkikorkeus 4 mm. Kaiverrettu teksti on musta ja pohja valkoinen lukuun ottamatta alas laskettuihin kattoihin tulevia kilpiä, joissa teksti on valkoinen ja pohja musta.

Käytävä- ja huonetiloihin tuleviin kilpiin kaiverretaan ainoastaan laitteen positio. Näissä kilvissä tekstin korkeus on enintään 4,5 mm. Näissä tiloissa voidaan käyttää vaihtoehtoisesti myös kuumanauhakirjoittimen tarranauhalla tehtyä positiotunnusta.

Ennen kilpien tilaamista on merkintätapa ja kilpi hyväksyttävä rakennuttajalla.

Kilvet kiinnitetään kaappeihin ja koteloihin pitävyydeltään luotettavalla tavalla eli esimerkiksi koteloon tai alas lasketuissa katoissa merkitään peiterakenteeseen ja koteloon. Antureiden yms. laitteiden kilvet kiinnitetään laitteen viereen (esim. kanavaan) siten, etteivät ne "katoa" laitetta vaihdettaessa eli esimerkiksi ketjulla tai nippusiteellä laitteeseen tai laitteen johtoon näkyviin.

Kaapeleiden merkinnät kts. sähkötyöselostus.

4.11 Kaapelointi

Valvontapisteiden ja tiedonsiirron kaapeloinnit tehdään alla lueteltuja asennusjohtoja käytäen:

- ohjaukset ja syöttö: nx1,5mm² MMJ/MMO
- käyttötilaindikoinnit, hälytykset ja pulssilaskennat: 1 pari/piste; 0,5 mm² NOMAK
- mittaukset ja analogialähdöt: 2 paria/piste; 0,5 m² NOMAK / 0,5 m² JAMAK
- huonesäätimien 24VAC tehonsyöttö: nx2, 5 s mm² MMJ
- yleiskaapelointi: sähkösuunnitelmien yleiskaapelointivaatimusten mukaisesti, esim. CAT 6 ja kun > 100 m: Kuitu, Multimode OM2, 6 Fiber
- muut väyläkaapeloinnit (esim. MODBUS RTU ja BACnet MS/TP): 0,5 m² JAMAK
- kaapeleina tulee käyttää halogeenivapaita kaapeleita.

5 Tiedonsiirto ja väyläliitynnät

Tiedonsiirto valvomon, alakeskusten ja huonesäätimien välillä on digitaalista tietoliikennettä.

Järjestelmään on liitettävä luotettava ohjelmisto, joka valvoo tiedonsiirron oikeellisuutta. Tiedonsiirrossa tapahtuvat viat ja häiriöt on ilmaistava oheislaitteilla hälytyksenä.

5.1 Tiedonsiirtoverkko

Rakennusten sisäistä alakeskusten ja valvomon välistä tiedonsiirtoa varten rakennetaan oma kaapelointi.

Järjestelmän toteutuksessa on huomioitava kaikki ne laitteet, jotka tarvitaan tiedonsiirtoverkon muodostamisessa.

Tiedonsiirtoverkon periaate on esitetty järjestelmäkaaviossa.

5.2 Avoimet rajapinnat rakennusautomaatiojärjestelmässä

Rakennusautomaatiojärjestelmä varustetaan avoimella rajapinnalla, joka mahdollistaa järjestelmän joustavan integroinnin muiden järjestelmien ja laitteiden kanssa. Rajapinnan tulee noudattaa jotain yleisesti käytössä olevaa avointa standardia. Rajapinnan dokumentaatio tulee laatia siten, että rajapinnan käyttö ja ylläpito on helppoa ja tehokasta. Ennen järjestelmän luovutusta rajapinta otetaan käyttöön ja testataan, jotta varmistetaan sen toimivuus ja yhteensopivuus muiden järjestelmien kanssa. Suunnittelussa ja toteutuksessa otetaan huomioon tietoturva, käyttöoikeudet sekä standardien noudattaminen.

Rajapinnan kautta luetaan rakennusautomaatiojärjestelmän kaikki pisteet, sekä fyysiset että ohjelmalliset. Rajapinnan tulee tukea seuraavia kyselyitä:

- Yksittäisen pisteen tilan kysely
- Kaikkien pisteiden tietojen kysely

Rakennusautomaatiojärjestelmä toimii tiedonsiirrossa palvelimena (server) ja kyselevä palvelu toimii asiakasroolissa (client). Tiedonsiirtorajapinta voi olla valvomossa tai alakeskuk- sessa. Käytettävä rajapinta hyväksytetään ennen toteutusta.

Suositteluvia rajapintoja ovat esimerkiksi:

- REST (tiedon esitysformaatti esim. JSON)
- OPC UA
- BACnet
- MQTT

5.3 Väyläprotollat

5.3.1 BACnet

Rakennettaessa BACnet-toteutukseen perustuvia järjestelmiä, järjestelmän tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- järjestelmän tiedonsiirron tulee perustua EN ISO 16484-5 -standardin mukaiseen tiedonsiirtoprotokollaan (BACnet)
- kaikkien väylään liitettävien laitteiden tulee olla BTL sertifioituja
- alakeskusten tulee olla B-BC profiilin mukaisia (BACnet Building Controller)
- alakeskusten tulee tukea myös B-BBMD toimintoa (BACnet Broadcast Management Device)
- taajuusmuuntajien ja huonesäätimien tulee täyttää B-ASC profiilin vaatimukset
- toimintaselostuksessa määritellyt pisteet ja toiminnot tulee olla BACnet-protokolla muodossa.

6 Ohjelmisto

6.1 Yleistä

Järjestelmän ohjelmiston tulee olla hajautettu. Kaikkien kiinteistön toimintaan vaikuttavien ohjelmien tulee sijaita alakeskuksissa niin, etteivät tiedonsiirto- tai keskusyksikön häiriöt vaikuta alakeskusten toimintaan ja että alakeskus voidaan tarvittaessa irrottaa muusta järjestelmästä ja käyttää sitä itsenäisesti (lukuun ottamatta joitakin ko. kiinteistössä / laitoksessa hyödynnettäviä yhteisiä pisteitä kuten esim. ulkolämpötilamittaus).

Järjestelmän ohjelmiston tulee olla suomenkielistä sekä sillä tulee olla mahdollisuus liittyä ns. ylemmän tason valvontajärjestelmään valitun rajapinnan kautta.

Järjestelmän toiminnan tulee olla riittävän nopeaa niin, ettei hälytysten aktivoituminen tai annettujen käskyjen toteutuminen täydelläkään kapasiteetilla ylitä 5 sekuntia.

Järjestelmän ohjelmarakenteen on oltava modulaarinen niin, että ohjelmiston käyttöönotto, käytön muuttaminen ja laajentaminen voidaan suorittaa häiritsemättä muiden alakeskusten toimintaa.

Järjestelmän toimintaan ja ohjelmistoon tulee liittyä diagnostiikkaohjelma, joka paljastaa kenttälaitteisiin, laitteistoihin, tiedonsiirtoon ja ohjelmistoon tulleen vian laadun ja sijainnin. Esiintyneet viat ja käyttöhäiriöt ilmaistaan oheislaitteissa hälytyksinä ja huoltoilmoituksina.

Järjestelmään tulee kuulua ohjelma, joka huolehtii alakeskusten ja keskusyksikön kellon-aikojen synkronista sekä automaattisesta kesä- ja talviajan muutoksesta.

6.2 Valvomo-ohjelmisto

6.2.1 Valvomo-ohjelmiston ja alakeskuskäyttöpäätteiden perustoiminnot

Rakennusautomaatiojärjestelmän valvomo-ohjelmiston tulee olla niin selväpiirteinen ja havainnollinen, että käyttäjä kykenee sen avulla käyttämään ja muuttamaan eri kohteisiin määritettyjä ohjelmia ja niiden parametrejä.

Valvomo-ohjelmiston kautta tulee voida suorittaa ainakin seuraavat toiminnot:

- valvontapisteiden tilakyselyt
- kaksiasentopisteiden käsiohjaukset
- suhteellisten ulostulojen käsiohjaukset
- pisteiden asetusarvojen, hälytysrajojen sekä viiveiden muuttaminen
- käyttäjätasojen ja ohjelmointitasojen muuttaminen
- hälytyspriorisoinnin ja luokittelun muuttaminen
- alakeskusten päivämäärien ja kellon-aikojen asetus ja synkronointi
- historiaseurannan ja kulutusraportoinnin esitys ja tallennus sekä taulukko- että diagrammimuodossa
- valvomo- ja alakeskusohjelmien ja tallennettujen tietojen varmuuskopiointi

Alakeskuskäyttöpäätteiden kautta tulee voida suorittaa ainakin seuraavat toiminnot:

- valvontapisteiden tilakyselyt
- kaksiasentopisteiden käsiohjaukset
- suhteellisten ulostulojen käsiohjaukset
- hälytyspriorisoinnin ja luokittelun muuttaminen
- pisteiden asetusarvojen, hälytysrajojen sekä viiveiden muuttaminen
- alakeskusten päivämäärien ja kellonaikojen asetus ja synkronointi
- historiaseurannan ja kulutusraportoinnin esitys ja tallennus sekä taulukko- että diagrammimuodossa

6.2.2 Valvomo-ohjelmiston ja alakeskuskäyttöpäätteiden käyttäjätasot

Järjestelmän luvaton käyttö estetään käyttäjäkohtaisten salasanojen ja käyttäjätunnusten avulla. Käyttäjätason avulla määritellään kullekin käyttäjälle tarpeenmukaiset käyttöoikeudet järjestelmän käyttämistä varten.

Käyttäjätasoa on oltava vähintään neljä, jaoteltuna esim. seuraavasti:

- 1. taso: Katseluoikeudet, jolla voidaan esittää hälytys- ja käyttötilanteet sekä mitausarvot
- 2. taso: Huollon käyttöoikeudet, joilla voidaan suorittaa 1. tason lisäksi tiettyjen asetusarvojen muutokset (esim. aikaohjelmat sekä sisään puhalluslämpötilojen asetusarvot)
- 3. taso: Laajat käyttöoikeudet, joilla voidaan suorittaa 1. ja 2. tasojen toimintojen lisäksi muutkin asetusarvomutokset, sekä esimerkiksi muokata edellä mainittuja käyttöoikeuksia.
- 4. taso: Täydet käyttöoikeudet, joilla sallitaan kaikki järjestelmän muokkaamiseen tarvittavat toimenpiteet.

Käyttäjätunnukset tulee olla luotavissa kohdekohtaisesti siten, että määritelty osa valvomografiikasta ja toiminnoista on piilotettavissa tunnuksen käytöstä. Lisäksi jokaisesta asetusarvo- tai parametrimuutoksesta on voitava lukea ns. täydellinen historia, pitäen sisällään muutoksen aikaleiman, muutoksen tehneen käyttäjän, sekä muutosta edeltäneen asetusarvon.

6.2.3 Pisteohjelmointi

Jokaiselle järjestelmän pisteelle (fyysiselle ja ohjelmalliselle) ohjelmoidaan ainakin seuraavat tiedot:

- pistetunnus
- pisteen seliteteksti
- pisteen arvo/tila

- SI-yksikkö
- hälytyspisteille toimintaohje tarvittaessa
- raja-arvot
- hälytyspisteille kiireellisyysluokka
- hälytyspisteille hälytysviive

Pistetekstit laaditaan yhtenäistä tapaa noudattaen, joka urakoitsijan on hyväksyttävä ti-laajalla ennen pistetekstien ohjelmointia. Valvontapisteiden ja pisteryhmien yksilöintiin käytetään kohteessa käytettävää pistetunnusjärjestelmää.

Hälytyksen tapahtuessa, esitetään hälytys, sen täydellinen pistetunnus, sekä mahdollinen toimintaohje erillisessä hälytysikkunassa järjestelmän grafiikalla.

6.2.4 Hälytysluokat

Hälytysvalvonta tapahtuu luokkajakoisesti. Samanaikaisesti tulleet hälytykset tulostetaan kiireellisyysjärjestyksessä. Hälytysluokkia on kolme:

- kiireellinen hälytys (luokka 1) (BACnet hälytysluokka 2)
- vikahälytys (luokka 2) (BACnet hälytysluokka 3)
- huoltoilmoitus (luokka 3) (BACnet hälytysluokka 4)

Alustavat hälytysluokat on esitetty säätökaavioissa. Lähtökohtaisesti kaikki luokan 1 hälytykset ovat ns. jatkohälytyksiä.

Hälytysten kuittausoikeus tulee voida määrittää käyttäjäkohtaisesti siten, että kukin hälytys tulee voida kuitata vain määrätyn käyttäjän toimesta.

Hälytykset on voitava kytkeä tarvittaessa yksinkertaisin toimenpitein (siirtymättä esimerkiksi ohjelmointitilaan) pois käytöstä huoltotöiden tms. ajaksi. Hälytysestoista on saatava pistekohtainen raportti.

6.2.5 Aikaohjelmat

Aikaohjelmien tekniset vaatimukset:

- Järjestelmään tulee pystyä muodostamaan vuorokausi-viikkoaikaohjelmat poikkeustapahtumineen
- Järjestelmään tulee pystyä muodostamaan kalenteriaikaan (päivämäärä) perustuvat aikaohjelmat
- Järjestelmään tulee tuntea yleiset arkipyhä- ja muut erikoisjuhlapäivät (esim. jouluaatto, itsenäisyyspäivä jne.) vähintään 15–20 vuotta eteenpäin.

6.2.6 Raportit

Kulutusseuranta

Raporteissa tulostetaan määrämittauksiin perustuvat kulutustiedot (mm. vesi, lämpöenergia, sähköenergia). Raportointi tapahtuu kuukausitasolla sekä kumulatiivisena vuoden alusta. Raportissa tulee tulostua myös edellisen vuoden vertailukulutukset kuukausitasolla ja kumulatiivisena.

Vähintään seuraavat tiedot raportoidaan kulutusseurantaraporteissa:

Lämpö-, jäähdytys- ja sähköenergia

- kulutettu energia/kk
- kulutettu energia vuoden alusta
- edellisen vuoden energiakulutus
- vertailu tavoite-energiälaskelmiin

Käyntiaikalaskentaraportti

Raporteissa tulostetaan suunnitelmissa esitettyjen kojeiden käyntiajat. Lisäksi järjestelmä antaa automaattisesti huoltoilmoituksen, kun asetettu käyntiajan raja-arvo on saavutettu. Käyttäjän tulee yksinkertaisin toimenpitein voida nollata raporttiin kertyneet käyntiajat.

Käyttötilatiedon perusteella lasketaan valvontapisteluettelossa esitetyille laitteille kumulatiivinen käyttöaika, joka tulee olla nollattavissa haluttaessa. Kaksi tai useampi nopeuksisille puhaltimille lasketaan ko. koneen kokonaiskäyntiaikaa (ei eri nopeuksia erikseen).

Ilmanvaihdon lämpö- ja jäähdytysenergian kulutuslaskenta

Puhaltimien ilmamäärämittaustiedon ja iv-koneen pattereiden tulo- ja jättopuolella olevien kanavalämpötilamittausten ja ulkolämpötilamittauksen perusteella valvontajärjestelmä laskee kaikille ilmanvaihtokoneiden LTO-, lämmitys- ja jäähdytyspattereille hetkellisen tehon. Konekohtaisten laskentojen lisäksi lasketaan koko kiinteistön ilmanvaihdon LTO-, lämmitys- ja jäähdytysteho. Laskennat liitetään mittausseurantaan ja kulutusseurantaraportointiin.

Ilmanvaihdon SFP-laskenta

Taajuusmuuttajilta saatavan hetkellisen kW-tiedon ja puhaltimien ilmamäärämittaustiedon perusteella valvontajärjestelmä laskee kaikille ilmanvaihtokoneille konekohtaisen SFP-luvun. Liitettyjen koneikkojen tietojen perusteella lasketaan myös koko kiinteistön kokonais-SFP-luku. SFP-laskennat liitetään mittausseurantaan ja kulutusseurantaraportointiin.

Jäähdytyksen kylmäkerroin (COP/EER)

Vedenjäähdytysjärjestelmän kuluttama sähköteho ja tuotettu jäähdytysteho tallennetaan, ja tiedon perusteella lasketaan jäähdytyskoneen/järjestelmän COP (coefficient of performance). Seuranta liitetään kulutusseurantaraportointiin.

6.2.7 Tiedontallennusominaisuudet

Järjestelmän tulee pystyä keräämään kaikkien (myös väylän yli luettavat ja kirjoitettavat) valvontapisteiden tila-, ohjaus- ja mittaustiedot. Tiedonkeruu voi tapahtua joko siten, että valvomo-ohjelmisto käy jatkuvasti lukemassa valvottavan pisteen tilan tai vaihtoehtoisesti alakeskuksen muistiin voidaan kerätä tietty tietomäärä, jonka valvomo-ohjelmisto käy määräväleihin (esim. kerran vuorokaudessa) lukemassa kiintolevylle.

Vaatimukset datan tallennukselle:

- samaan trendiryhmään samanaikaisesti liitettävien pisteiden määrä vähintään 10 kpl
- kaikkien tallennusten näytteenottoväli aseteltavissa

Tallennettu tieto voidaan tulostaa käyttöpäätteellä raporteina pistekohtaisesti, pistetyypeittäin tai pisteluokittain koottuina ja ajallisesti rajattuina. Tulostuksessa tulee käydä ilmi pisteen tunnus, tiedon tyyppi (mittaus, hälytys, tila, jne.), päivämäärä, kellonaika sekä tila/arvo.

Järjestelmän tulee voida siirtää tallennetut tiedot jatkokäsiteltäviksi yleisesti saatavilla olevaan taulukkolaskentaohjelmaan (esim. Excel).

6.3 Graafinen käyttöliittymä

Järjestelmän käyttö tapahtuu graafisen käyttöliittymän avulla.

Graafisen käyttöliittymän mallina noudatetaan ST kortin ST 721.01 sekä hankkeen oman grafiikkakuvaohjeen mukaista mallia, ellei toisin mainita.

Ennen ohjelmointitöiden aloittamista tulee hyväksyttää rakennuttajalla ja suunnittelijalla käyttöliittymä sekä grafiikkakuvamallit.

Yllä mainituissa dokumenteissa esitetyt vaatimukset kuvaavat vähimmäistasoa, missä laajuudessa järjestelmän toimintaan liittyvät parametrit tulee esittää grafiikalla. Esitystavoista, kuten esimerkiksi pop-up -ikkunoiden käyttämisestä erillisten asetusarvosivujen sijasta, sovitaan järjestelmävalinnan jälkeen.

6.4 Alakeskusohjelmisto

Rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmiston tulee olla niin hajautettu, että valvontakohdeiden normaaliin käyttöön liittyvien ohjelmien tulee sijaita alakeskuksissa.

6.4.1 Valvontatoiminnot

Alakeskusten tulee jatkuvasti valvoa siihen liittyvien valvontapisteiden tilaa ja päivittää omat käyttöohjelmansa näillä tiedoilla.

Valvontapistetietojen päivitysnopeuden on oltava riittävän nopea nopeimmillekin säätöprosesseille (<0,5 s).

Alakeskuksiin liittyvät valvontapisteet muodostuvat fyysisistä I/O-pisteistä ja ohjelmallisista pisteistä.

Fyysisiä pisteitä ovat alakeskuksiin johdetut pisteet:

- 2-asento sisäänmenot DI
- 2-asento ulostulot DO
- mittaussisäänmenot AI
- suhteelliset ulostulot AO
- kolmipisteulostulot DO
- laskurisisäänmenot CI(DI)

Ohjelmallisia pisteitä ovat ohjelmallisesti muodostetut pisteet kuten esimerkiksi:

- raja-arvohälytykset
- säätöparametrit (asetusarvot, suhdealueet jne.)
- laskentatulokset (keskiarvot, hyötysuhteet, käyttötunnit jne.)
- ristiriitahälytykset
- laskentaparametrit jne.
- suunnitelmissa erikseen määriteltävät muut erillispisteet.

Ohjelmallisiksi pisteiksi luetaan myös väyläliityntöjen välityksellä luetut tai kirjoitetut tiedot.

Järjestelmän tulee käsitellä sekä fyysisiä että ohjelmallisia pisteitä samanlaisina pistetietoina.

6.4.1.1 Ohjaukset (DO)

Järjestelmällä on voitava suorittaa sekä kaksi- (ON-OFF) että kolmitilaisia (1/1–1/2-OFF) käyttötilaohjauksia. Ulosmenevänä ohjauksena on voitava käyttää sekä askel- että impulssiohjausta.

6.4.1.2 Tilatieto (DI)

Tilatieto ilmaisee kojeen tms. todellisen käyttötilan.

Käyttötilavalvonta toteutetaan sekä kaksitilaisena (käy-seis, päällä-pois) että kolmitilaisena (nopea-hidas-seis, täysi-puoli-pois).

6.4.1.3 Mittaukset (AI)

Mittauksia suoritetaan sekä järjestelmän omilla anturivahvistinpiireillä että standardiviesteillä (esim. 0/2...10 V, 0/4...20 mA) toimivilla mittausarvolähettimillä.

Kullekin standardiviestille on oltava erikseen aseteltavissa mittausalue, anturityyppi, skaalaus, kalibrointi ja SI-järjestelmän mukainen laatua osoittava tunnus.

6.4.1.4 Suhteelliset ulostulot (AO)

Kullekin suhteelliselle ulostulolle (säätölähdölle) asetellaan erikseen toiminta-alue, toimisuunta, skaalaus ja SI-järjestelmän mukainen laatua osoittava tunnus.

6.4.1.5 Kolmipisteulostulot

Kolmipisteulostuloja (avaa-seis-sulkee) käytetään ohjaamaan erikoissovellutuksiin tarkoitettuja toimilaitteita (maininta aina erikseen säätökaavioissa).

6.4.1.6 Laskurisisäänmenot

Laskurisisäänmenoja käytetään määrämittaustuloksiin. Määrämittaukset toteutetaan kumulatiivisena laskentana ao. energiamittarin antamien laskentapulssien perusteella.

Määrälaskennan tulee tapahtua vähintään kuusinumeroisesti. Desimaalipilkun paikka tulostuksessa tulee olla määrättävissä sen mukaan mitä laatuysikköä käytetään.

Laskentataajuus vähintään 20 pulssia/s, maksimissaan 25 pulssia/s, kun pulssin kesto on minimissään 10 ms.

Järjestelmään tulee olla aseteltavissa laskennan alkuarvoksi sama luku, joka on vastavassa paikallisessa määrämittarissa. Käyttöpäätteeltä tulee olla nähtävissä sekä määrämittarin lukema että kumulatiivisen laskennan tulos.

6.4.1.7 Hälytysvalvonta

Hälytyksiä tulee voida muodostaa fyysisistä (DI) ja ohjelmallisista pisteistä.

Fyysisestä pisteestä saatava hälytys (DI) tulee hälytyskoskettimen tilamuutoksen perusteella.

Ohjelmalliset hälytykset tehdään käyttäen fyysisiä ja/tai ohjelmallisia pisteitä. Seuraavat ohjelmalliset hälytykset tulee voida muodostaa:

Ristiriitahälytys

Syntyy, kun pisteen käyttötila ei vastaa pisteen viimeistä ohjauskäskyä. Ohjauskäskyn lisäksi ristiriitahälytys tulee voida sitoa myös jonkin toisen pisteen käyttötilaan (esim. tulopuhaltimen käyntiin lukitun poistopuhaltimen ristiriitahälytys).

Raja-arvohälytys mittauspisteille / kokonaismäärille / kumulatiivisille käyntiajoille

Syntyy, kun pisteen mittausarvo / kokonaismäärä / kumulatiivinen käyntiaika ylittää (alittaa) ohjelmoidun kiinteän raja-arvon.

Liukuva raja-arvohälytys mittauspisteelle

Syntyy, kun pisteen mittausarvo ylittää (alittaa) ohjelmoidun raja-arvon, jonka suuruus riippuu määrätyn algoritmin mukaan jonkin toisen mittauspisteen arvosta (esim. patteriverkoston menoveden lämpötilahälytys).

Hälytyspisteet

Hälytyspisteiden (fyysiset ja ohjelmalliset) toiminta on tarvittaessa lukittava muiden valvontapisteiden tiloihin/arvoihin siten, että hälytykset estetään tapauksissa, jolloin niiden aiheellisuus riippuu jonkin toisen pisteen tilasta/arvosta. Esimerkiksi tuloilmakoneen lämmöntalteenoton hyötysuhdehälytys saa syntyä vain silloin, kun säätö on ohjannut lämmöntalteenoton täydelle teholle ja hyötysuhde on alle raja-arvon. Mikäli joko pääsäätö tai huurteenesosäätö on rajoittanut lämmöntalteenoton tehoa, ei hälytystä saa syntyä.

Em. tapauksissa on hälytyspisteiden toimintaan lisättävä tarvittaessa lisäksi viive, jotta tarpeettomilta hälytyksiltä vältytään. Myös muiden pisteiden toiminnasta riippumattomiin, itsenäisesti toimiviin hälytyspisteisiin on tarvittaessa voitava ohjelmoida viive.

Mikäli hälytysraja riippuu valvottavan järjestelmän tilasta, tulee kullekin eri tilalle ohjelmoida omat hälytysrajat. Esimerkiksi 2-nopeuksisen tuloilmakoneen suodattimen paine-eromittaukseen perustuvalla suodatinhälytykselle tulee ohjelmoida omat hälytysrajat sekä 1/1-teholle että 1/2-teholle.

Järjestelmän omien ohjauksien jälkeen estetään siitä mahdollisesti aiheutuvat raja-arvo, yms. hälytykset. Tällaisia ovat esim. lämmitysverkoston yö-/päiväasetusarvon muutoshetken jälkeinen hälytys.

Raja-arvohälytykset, joihin ilmastointi yms. prosessista johtuen ei tietyissä ilmasto-olosuhteissa pystytä vaikuttamaan, estetään tai raja-arvoa muutetaan ohjelmallisesti. Esim. tuloilman liukuva ylärajahälytys estetään tai sitä nostetaan, kun ulkolämpötila on suurempi kuin tuloilman asetusarvo, jos IV-koneessa ei ole jäähdytystä.

Suunnitelmiin on määritelty hälytysten raja-arvot. Käyttöönoton yhteydessä urakoitsija tarkistaa arvot siten, että toteutuneiden laitevalintojen ja kohteelle ominaisten olosuhteiden mukaiset täsmennykset otetaan huomioon.

Mikäli muissa suunnitelmissa ei ole muuta mainittu, ohjelmoidaan kaikille esitetyille asetusarvojen mittauksille säätöpoikkeamahälytykset sekä hälytysviiveet seuraavasti:

mittaus	säätöpoikkeama	viive
lämpötila, sis. puhallus	±1,5 K	5 min
lämpötila, huone	±5 K	5 min
lämpötila, neste	±3 K	2 min
paine-ero, huoneilma	±10 %	5 min
paine-ero, kanava	±10 %	5 min
paine-ero, neste	±10 %	2 min
suht. kosteus, kanava	±10 %-yks	10 min
suht. kosteus, huone	±5 %-yks	30 min

Mikäli muissa suunnitelmissa ei ole muuta mainittu, ohjelmoidaan kaikille esitetyille mittauksille ylä- ja alarajahälytykset sekä hälytysviiveet seuraavasti:

mittaus	alaraja	yläraja	viive
suht. kosteus, kanava	10 % Rh	80 % Rh	15 min
suht. kosteus, huone	10 % Rh	80 % Rh	60 s (anturivika)
lämpötila, sis. puhallus	+10°C	+35 °C	5 min
lämpötila, poistoilma	+15°C	+45 °C	5 min
lämpötila, huone	+15°C	+35 °C	5 min
paine, neste	100 kPa		30 s
paine, neste		250 kPa	5 min

Kaukolämpölaitteiden hälytykset, hälytysrajat sekä viiveet Suomen Kaukolämpö ry:n ohjeen mukaan, mikäli suunnitelmissa ei ole muuta mainittu.

Hälytyspisteen toiminta on voitava tarvittaessa sitoa aikaohjelmaan siten, että hälytys esitetään toimimasta aikaohjelman määräämänä aikana. Samoin hälytykset on voitava kytkeä tarvittaessa yksinkertaisin toimenpitein (siirtymättä esimerkiksi ohjelmointitilaan) pois käytöstä huoltotöiden tms. ajaksi.

Hälytysvalvonta tapahtuu luokkajakoisesti. Hälytysluokkia on vähintään kolme:

- kiireellinen hälytys (luokka 1)
- vikahälytys (luokka 2)
- huoltoilmoitus (luokka 3)

Mikäli muissa suunnitelmissa ei ole muuta mainittu, ohjelmoidaan hälytysluokat seuraavasti:

Kiireelliset hälytykset:

- palo- ja palovaara
- hissi
- murto
- jäätymisvaaratermostaatti
- lämmityspatterin kiertopumppu
- lämmitysverkoston paine
- IV-verkoston häiriö
- jäätymisvaara (huonelämpö, jäähdytysvesi)
- väylä- ja alakeskusvika

Vikahälytykset:

- pumppujen ja puhaltimien ristiriita
- lämpötila, paine, pitoisuus ym.
- sähköhjausten ristiriita

Huoltohälytykset:

- suodatinvahdit
- käyntiaika
- hyötysuhde

Urakoitsijan tulee tarkastaa hälytysluokat tilaajalta ennen ohjelmointitöiden aloittamista.

6.4.2 Käyttöohjelmistot

Alakeskuksen ohjelmat tulee luokitella eri prioriteettitasoille niin, että samaa pistettä voi ohjata vain ohjelma, jonka prioriteetti on korkein.

Ohjelmien yksityiskohtaiset toiminnot on täsmennetty säätökaavioiden toimintaselostuksissa.

6.4.2.1 Tapahtumaohjelmat

Tapahtumaohjelmia käytetään fyysisten ja ohjelmallisten pisteiden ohjauksiin, joissa ohjelman käynnistymisen ehto on määrätty.

Ehtoparametreinä ohjelmassa voivat olla fyysiset tai ohjelmalliset pisteet, aikaohjelmat, vuorokauden ajat, kalenteriaika, mittaukset jne.

6.4.2.2 Jaksottaiskäyttöohjelmat

Jaksottaiskäyttöohjelmat ohjaavat käy/seis -pisteitä aikaohjelman sisällä määritettyjen aikajaksojen mukaisesti. Aikajaksojen lukumäärä sekä käy- ja seis -tilojen pituuksien tulee olla erikseen aseteltavissa.

Jaksottaiskäyttöohjelmia voidaan myös käyttää kuormituksen (esim. huonelämpötilan) ohjaamana. Tällöin ohjelma muuttaa jaksojen sisällä käy-seis-aikojen suhdetta kuormitusta kuvaavan suureen (esim. huonelämpötilan) ohjaamana.

6.4.2.3 Porrastetun käynnistyksen ohjelma

Ohjelma käynnistää siihen liittyvät kojeet yksitellen hidastettuna palauttaen ne ao. käyttöohjelmien edellyttämään tilaan. Käynnistyskäsky annetaan ulkoisen tapahtuman perusteella, joita ovat esimerkiksi tilan muutos, hälytys tai ohjelmallinen tapahtuma.

6.4.2.4 Säätöohjelmat

Säätöohjelmilla toteutetaan LVI-järjestelmien säätö ns. DDC-säätöinä.

Säätöohjelman tulee voida ohjata mitä tahansa järjestelmän alakeskukseen liitettyä ohjauspistettä tai muuttaa sen ohjelmistossa olevaa tai vaadittua ohjelmallista pistettä tai parametria.

Säätöohjelmille asetettavia vaatimuksia:

- P-, PI-, PID-säädöt
- sarjasäätö vähintään 5 portaalle; kullekin aseteltavissa omat säätöparametrit
- kaskadisäädöt
- kompensointisäädöt; kompensoinnin vaikutus tulee olla määriteltävissä murtoikäyrällä (aseteltavissa vähintään 5 pisteen avulla)
- min- ja Max-- rajoitustoiminnot; vähintään 2 kpl/säätöpiiri
- asetusrvon siirto "kuollut alue" portaiden välillä (esim. lämmitys/jäähdytys)
- mittauksen min-, max- ja keskiarvoalinnat
- aseteltavat viiveet
- säätöohjelmien säätöaikavälin (säädön mittauksien ja ohjauksien päivitysnopeus) on tarvittaessa oltava ≤ 1 s

Kaikki säätöpiiri- ja säätöfunktio- ja säätömuodostukset sekä parametrien määritykset tulee voida suorittaa käyttöpaneelin näppäimistöä. Syötetyt säätöohjelmat tallennetaan myös keskusyksikön massamuistille nopeaa uudelleen latausta varten alakeskushäiriöiden jälkeen.

Ilmastointijärjestelmien säädön toiminnan tulee täyttää SFS-standardeissa [SFS 5768](#) ja [SFS 5769](#) esitetyt ilmastointijärjestelmien säädön toiminnalle asetettavat vaatimukset.

Kaksinopeuksisten tuloilmakoneiden kummallakin nopeudella tulee olla omat säätimensä, joilla on omat, aseteltavissa olevat viritysparametrit.

Lämmitysjärjestelmien säädön toiminnan tulee täyttää Lämpölaitosyhdistys ry:n julkaisun [K1/2020 "Rakennusten kaukolämmitys, Määräykset ja ohjeet"](#) mukaiset lämmitysjärjestelmien säädön toimintavaatimukset.

6.4.2.5 Laskentaohjelmistot

Laskentaohjelmistoilla lasketaan mittausrvoista projektikohtaisia suureita sekä muodostetaan järjestelmän sisällä riippuvuuksia ja yhtälöitä, joita ei ole otettu huomioon edellä selostetuissa ohjelmissa.

Ohjelmistoilla tulee voida laskea kaikki matemaattiset perusfunktiot ja ratkaista loogisia lausekkeita. Tyypillisiä sovellutuksia ovat mm:

- keskiarvon laskenta
- liukuvien raja-arvojen laskenta
- LTO:n hyötysuhteen laskenta
- astepäiväluvun laskenta

- pysyvyyden laskenta
- jne.

Laskentaohjelmien tuloksia tulee voida käyttää ohjelmallisina pisteinä ja niiden sisältämää tietoa käsitellä ja hyödyntää järjestelmässä fyysisten pisteiden kaltaisina.

6.4.2.6 Alakeskusten diagnostiikkaohjelmisto

Alakeskuksiin tulee sisältyä niiden toimintaa valvova ohjelmisto, joka paljastaa alakeskuk- sessa ja niihin liitetyissä antureissa esiintyvät toimintahäiriöt. Toiminnon tulee valvoa myös väyläliityntäisten laitteiden ja alakeskuksen kommunikointia. Havaitut häiriöt ilmaistaan oheislaitteille tulostuvalla hälytyksellä.

Ainakin seuraavien häiriöiden tulee paljastua ohjelmiston toimesta ja tulostua hälytyksinä:

- viestinsiirtohäiriöt (kiireellinen jatkoon siirtyvä hälytys)
- alakeskusmoduulien toimintahäiriöt (kiireellinen jatkoon siirtyvä hälytys)
- alakeskuksen vika tai häiriötila (kiireellinen jatkoon siirtyvä hälytys)
- mittausviestin poistuminen alueelta
- väyläliikennöintiyhteyden katkeaminen.

Järjestelmähälytykset tulee voida tarvittaessa lähettää eteenpäin.

7 Dokumentointi

7.1 Suunnitelma-asiakirjat

Mikäli toteutusperiaatteet ja asennustapa eivät käy selville hankekohtaisista suunnitelma-asiakirjoista tai mikäli ne ovat tulkinnanvaraisia, on urakoitsija velvollinen selvittämään ne ennen asennustöiden aloittamista.

7.2 Rakennuttajan toimittamat lähtötiedot

Urakoitsija on velvollinen selvittämään rakennuttajalta ennen ohjelmointitöiden viimeistelyä ohjelmointityössä tarvittavat lähtötiedot kuten esimerkiksi:

- aikaohjelmien käynnistys- ja pysäytysajat
- käyntiaikalaskentaan perustuvien huoltohälytysten hälytysrajat
- teknisessä erittelyssä esitettyjen mittausten hälytysrajojen ja -viiveiden lisäksi tarvittavat muiden mittausten hälytysrajat ja -viiveet
- hälytystulostuksiin liittyvät toimintaohjeet

7.3 Urakoitsijan laatimat piirustukset

Työ- ja loppupiirustusten laadinnassa ja dokumentoinnin yksityiskohdista tulee sopia rakennuttajan kanssa.

Piirustukset tulee laatia voimassa olevien SFS-standardien mukaisesti.

7.3.1 Työpiirustukset

Urakoitsijan tulee täydentää ja tarvittavilta osin korjata suunnitelmapiirustukset käyttämiään laitteita ja asennuksia vastaaviksi, mikäli urakoitsija on toteutuksessaan poikennut tehdyistä suunnitelmista.

Urakoitsijan on lisäksi tehtävä tarvittavat työpiirustukset asennustöidensä suorittamista varten. Työpiirustukset tulee tehdä siten, että rakennuttaja ja muut urakoitsijat voivat niiden perusteella tehdä omia asennuksiaan koskevat työpiirustukset ja asennussuunnitelmat.

Urakoitsijan on tehtävä ainakin seuraavat piirustukset ja selvitykset:

- laitteiden, alakeskusten sekä mm. huonesäätimien johdotus- ja kytkentäpiirustukset
- alakeskusten kokoonpanopiirustukset mittoineen sekä piirikaaviot
- järjestelmäkuva täydennettynä urakoitsijan laitevalinnoilla ja kaapeloinneilla
- laite- ja venttiililuettelot, joista ilmenee laitteiden tunnus, valmistaja, tyyppi ja tekniset tiedot
- luettelo 230 V ja sen yli jännitesyötön tarvitsemista laitteista

Työmaalla tulee aina olla ajantasainen piirustussarja, johon merkitään asennusaikaiset muutokset sekä muutospäivämäärä ja muutoksentekijän allekirjoitus.

Urakoitsija tekee työn aikana **suunnittelijan** laatimiin suunnitelmiin punakynäkorjaukset Korjaukset siirtää piirustuksiin tilaajan määrittelemä taho.

7.3.2 Luovutuspiirustukset

Luovutuspiirustukset tehdään suunnitelma- ja työpiirustuksia täydentämällä ja korjaamalla sekä tarvittaessa uudestaan piirtämällä.

Luovutuspiirustuksiin merkitään teksti luovutuspiirustus, sekä päiväys. Korjatut piirustus-sarjat toimitetaan rakennuttajalle.

Säätökaavioihin tulee täydentää valittujen säätöventtiilien tekniset arvot sekä koneiden ja järjestelmien vaikutusalueet tulee tarkentaa urakkasuorituksen loppuvaiheen tilannetta vastaaviksi. Kaikki urakka-aikana suunnitelma- ja työpiirustuksiin tulleet muutokset ja täydennykset siirretään luovutuspiirustuksiin.

Piirustuksien sähköisessä muodossa olevat alkuperäisversiot luovutetaan rakennuttajalle sähköisellä tallennusmedialla (esim. muistitikku).

Urakoitsijan tulee luovuttaa ainakin seuraavat luovutuspiirustukset:

- alakeskusten, moduuli- ja riviliitinkoteloiden piste-, kaapeli- ja kytkentäluettelot
- hankkimiensa ja asentamiensa laitteiden piiri- ja johdotuskaaviot
- alakeskusten ja koteloiden sekä konehuoneiden ulkopuolisten säätö- ja kenttälaitteiden paikantamisiirustukset esitettynä tasokuvissa, joissa on esitetty myös tiedonsiirtolaitteiden sijainnit ja verkoston fyysinen rakenne
- säätökaaviot sisältäen mm. järjestelmäkaaviot
- säätö- ja virityskäyrät parametreineen (esim. rakennusautomaatiojärjestelmän mittausseurannan avulla laaditut käyrät mittausseurantaohjeen mukaisesti)
- taajuusmuuttajien käyttöönottoparametrit tallennettuna sähköisenä taajuusmuuttajavalmistajan ohjelmiston ymmärtämässä muodossa. Mikäli ohjelmisto ei ole yleisesti saatavilla, tulee ohjelmisto toimittaa sähköisenä.
- venttiililuettelot
- ns. älykkäiden venttiilien (esim. "energiaventtiilit") parametrit
- laiteluettelot ja -erittelyt
- huonesäätöluettelo sisältäen laitteiden sijainnit ja tyypit
- reitittimien ja toistimien tyypit sekä määrät ja sijainnit
- viranomaisten leimoilla varustetut lupapiirustukset ja niihin liittyvät luvat
- viranomaisten tarkastuspöytäkirjat
- kohteesta laaditut tarkastuspöytäkirjat
- listaus hälytyspisteiden hälytysrajoista ja viiveistä

- antureiden kalibrointipöytäkirjat.

Urakoitsijan tulee toimittaa tarvittaessa kaikista luetelluista dokumenteista paperikopiot jäljempänä kohdassa "Luovutuskansiot" esitetyssä laajuudessa.

Dokumentit toimitetaan **rakennuttajalle hyväksyttäväksi** ennen niiden luovutusta.

7.3.3 Muut luovutettavat asiakirjat

Luovutuspiirustusten lisäksi tulee urakoitsijan toimittaa:

- kohteen alakeskusohjelmistojen varmuuskopiot
- laite-esitteet sekä käyttöohjeet kaikista urakkaan kuuluvista laitteista
- huolto- ja hoito-ohjeet; huollon tarve ja suoritustapa
- järjestelmän kohdekohtaiset käyttöohjeet

Järjestelmän sekä siihen kuuluvien laitteiden ja ohjelmien käyttöohjeet tulee laatia eri käyttäjätasojille ja päätteille eriteltynä niin yksityiskohtaisesti, että niiden avulla voidaan suorittaa kaikki normaalit käyttötoimenpiteet.

Kaiken luovutettavan materiaalin tulee olla suomenkielistä.

7.3.4 Luovutuskansiot

Urakoitsija laatii seuraavat kiinteistökohtaiset luovutuskansiot:

alakeskuskohtaiset kansiot (1 sarja)

- alakeskuskohtaisiin kansioihin kerätään luovutuspiirustusten mukaiset dokumentit **lukuun ottamatta:**
 - o säätö- ja virityskäyrät parametreineen (esim. rakennusautomaatiojärjestelmän trendi-seurannan avulla laaditut käyrät)
 - o viranomaisten leimoilla varustetut lupapiirustukset ja niihin liittyvät luvat
 - o viranomaisten tarkastuspöytäkirjat
 - o kohteesta laaditut tarkastuspöytäkirjat
 - o antureiden kalibrointipöytäkirjat.

Alakeskuskohtaiset kansiot sijoitetaan valvonta-alakeskusten oviin.

järjestelmäkohtaiset laminoidut säätökaaviot

Laminoidut säätökaaviot jokaisesta IV-koneesta, lämmitysjärjestelmästä sekä jäähdytysjärjestelmästä kiinnitetään kunkin em. järjestelmän viereen.

kohdekohtaiset kansiot (2 sarjaa)

Kohdekohtaisiin kansioihin kerätään luovutuspiirustusten mukaiset dokumentit.

7.4 Huoltokirja

Urakoitsijan on toimitettava vähintään suomenkieliset käyttö- ja huolto-ohjeet, konekortit, esitteet, piirustukset sekä mittauspöytäkirjat kahtena sarjana kansioissa viimeistään käyttöönottotarkastuksessa. Kaikessa huoltokirjamateriaalissa noudatetaan tilaajan ohjeistusta materiaalin sisällöstä, laajuudesta ja toimittamisesta.

Urakoitsijoiden on toimitettava myös kaikki edellä mainitut luovutusdokumentit myös sähköisessä muodossa huoltokirjaa varten. Suositeltava tallennusmuoto on Microsoftin Office-perusohjelmistomuoto.