

**Vaasan talotoimi
Pohjanmaan museo**

LVI-TYÖSELITYS

Jäähdytyspatterin lisäys IV-koneelle

Asiakirja n:o	LVI 0100b
Projekti n:o	V02096.P001
Viimeisin muutos	20.08.2019
Laadittu	20.04.2018
Laatija	EHS
Tark./Hyv.	EHS

GRANLUND OY

DI Erkka Harju-Säntti

SISÄLLYSLUETTELO

1.	RAKENNUSKOHDDE, YHDYSHENKILÖT	1
1.1.	RAKENNUSKOHDDE	1
1.2.	RAKENNUTTAJA	1
1.3.	SUUNNITTELIJAT	2
2.	LVI-JÄRJESTELMÄ- JA TEHTÄVÄKUVAUS	3
2.1.	YLEISTÄ	3
2.2.	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	3
2.3.	VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT	3
2.4.	ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT	3
2.5.	KYLMÄTEKNISET JÄRJESTELMÄT	3
2.6.	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT	3
2.7.	PURKUTYÖT	3
3.	YLEISIÄ VELVOITTEITA	3
3.1.	LVI-SUUNNITELMA	3
3.1.1.	<i>Yleistä</i>	3
3.1.2.	<i>LVI-urakat</i>	4
3.1.3.	<i>Purkutyöt</i>	5
3.1.4.	<i>LVI-urakan laatutasovaatimukset</i>	5
3.1.5.	<i>Viittaukset muihin asiakirjoihin</i>	5
3.2.	LAITTEIDEN JA MATERIAALIEN VALINTA	6
3.2.1.	<i>Rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittaminen</i>	6
3.2.2.	<i>Hyväksyttämismenettely</i>	7
3.2.3.	<i>Pumppujen mitoitusarvojen tarkistukset</i>	8
3.2.4.	<i>Nimettyjen tuotteiden korvaaminen vastaavilla</i>	8
3.2.5.	<i>Malliasennukset</i>	8
3.3.	LISÄ- TAI MUUTOSTYÖTARJOUKSET	8
3.4.	VIRANOMAISTEN TARKASTUKSET	8
3.5.	RAKENNUSAIKAISET ASIAKIRJAT	8
3.5.1.	<i>Asiakirjojen kopiointikustannukset</i>	8
3.5.2.	<i>Urakkaan sisältyvä asiakirjojen laatiminen</i>	9
3.5.3.	<i>Teknisten tilojen asennuspiirustukset</i>	9
3.5.4.	<i>Rakennusaikaisten muutosten esittäminen suunnitelmissa</i>	9
3.6.	LUOVUTUSASIAKIRJAT	10
3.6.1.	<i>Yleistä</i>	10
3.6.2.	<i>Suunnitteluasiakirjat</i>	10
3.6.3.	<i>Konekortit</i>	10
3.6.4.	<i>Konedirektiivin mukainen dokumentointi</i>	10
3.6.5.	<i>Mittauspöytäkirjat ja hyväksyttämistodistukset</i>	10
3.6.6.	<i>Laminoidut käyttöpiirustukset</i>	11
3.6.7.	<i>Sähkökytkentäkaaviot</i>	11
3.6.8.	<i>Käyttö- ja huolto-ohjeet</i>	11
3.6.9.	<i>Huoltokirjaa varten luovutettavat dokumenttiedostot</i>	11
3.7.	LUOVUTUSTARVIKKEET	12
3.8.	TAKUUAJAN KORJAUKSET JA HUOLTO	12
3.8.1.	<i>Yleistä</i>	12
3.8.2.	<i>Takuuajan huolto</i>	12
4.	ASENNUSTEKNIISIÄ VAATIMUKSIA	13
4.1.	AKUSTISET VAATIMUKSET	13
4.1.1.	<i>Yleistä</i>	13
4.1.2.	<i>Tärinän ja runkoäänen eristäminen</i>	13
4.2.	LAITTEIDEN MERKINNÄT	14
4.2.1.	<i>Ohjaus- ja valvontalaitteiden tekstit</i>	14
4.2.2.	<i>Rakennusaikaiset merkinnät</i>	14
4.2.3.	<i>Laitteiden tunnuskilvet</i>	14
4.2.4.	<i>Konekilvet</i>	15
4.2.5.	<i>Putkijohtojen merkinnät</i>	15
4.2.6.	<i>Kertasäätölaitteiden ja mittauspisteiden merkinnät</i>	15
4.2.7.	<i>Pakkasnesteverkostojen merkinnät</i>	15
4.3.	PAINEKOKEET	16

4.3.1.	Yleistä	16
4.3.2.	Lämmitys-, jäähdytys-, lämmöntalteenotto- ja käyttövesiputkistot	16
4.3.3.	Sadevesiviemärit	16
4.3.4.	Kylmäaineputkistot	16
4.4.	Putkistojen huuhtelu ja puhdistus	17
4.4.1.	Yleistä	17
4.4.2.	Huuhtelu- ja puhdistussuunnitelma	17
4.4.3.	Lämmitys-, jäähdytys- ja talteenottoverkostojen huuhtelu	18
4.4.4.	Lämmitys-, jäähdytys- ja talteenottoverkostojen puhdistus rasvoista, pintaruosteesta ym. epäpuhtauksista	18
4.4.5.	Lämmitys- ja jäähdytysvesiverkostojen korroosiosuojaus	19
4.4.6.	Pakkasnesteverkoston täyttö	19
5.	SÄÄDÖT JA MITTAUKSET	20
5.1.	YLEISTÄ	20
5.2.	VESIVIRTOJEN SÄÄTÖ JA MITTAUS	20
5.2.1.	Yleistä vesivirtojen säädoistä	20
5.2.2.	Patteriverkoston säätö	20
5.2.3.	Ilmanvaihdon lämmitys- ja jäähdytysverkostojen säätö	21
5.3.	SUORITUSARVOJEN MITTAUS	21
5.3.1.	Yleistä	21
5.3.2.	Vedenjäähdytyskoneen suoritusarvojen mittaaminen	21
5.4.	MITTAUSMENETELMÄT	21
5.4.1.	Yleistä	21
5.5.	SÄÄTÖ- JA MITTAUSTULOSTEN DOKUMENTOINTI	22
5.5.1.	Yleistä	22
5.6.	TARKISTUSMITTAUKSET	23

1. RAKENNUSKOHDE, YHDYSHENKILÖT

1.1. RAKENNUSKOHDE

Rakennuskohde:	Pohjanmaan museo
Rakennustyyppi:	Museo
Rakennustoimenpide:	jäähdytyspatterin lisäys IV-koneelle
Paikkakunta:	Vaasa
Kaupunginosa:	
Kortteli:	
Tontti:	
Postiosoite:	Museokatu 3, 65100 Vaasa

1.2. RAKENNUTTAJA

Rakennuttaja:	Vaasan talotoimi Kirkkopuistikko 26 65100 Vaasa
Puhelin:	040 836 4468
Sähköposti:	mikko.pekkarinen@vaasa.fi
Yhdyshenkilö:	Mikko Pekkari
Rakennuttajatehtävät:	Vaasan talotoimi Kirkkopuistikko 26 65100 Vaasa
Puhelin:	040 836 4468
Sähköposti:	mikko.pekkarinen@vaasa.fi
Yhdyshenkilö:	Mikko Pekkari

1.3. SUUNNITTELIJAT

LVI-suunnittelu:

Granlund Pohjanmaa Oy
Hovioikeudenpuistikko 19A
65100 Vaasa

Puhelin:
Sähköposti:
Yhdyshenkilö:

etunimi.sukunimi@granlund.fi
Erkka Harju-Säntti

Sähkösuunnittelu:

Puhelin:
Sähköposti:
Yhdyshenkilö:

Rakennusautomaatiosuunnittelu:

Granlund Pohjanmaa Oy
Hovioikeudenpuistikko 19A
65100 Vaasa

Puhelin:
Sähköposti:
Yhdyshenkilö:

etunimi.sukunimi@granlund.fi
Ari Juuti

2. LVI-JÄRJESTELMÄ- JA TEHTÄVÄKUVAUS

2.1. YLEISTÄ

Saneerauskohde on Pohjanmaan museo, museokatu 3. Saneerausalue on kellarissa sijaitseva IV-konehuone sekä museon uuden osan sisäpihalla sijaitseva terassialue.

2.2. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Lämmitysjärjestelmään ei saneerauksessa tule muutoksia.

2.3. VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT

Viemärijärjestelmään tulevat muutokset rajoittuvat konehuoneeseen. Vesijärjestelmään ei tule muutoksia.

2.4. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT

Ilmanvaihdon osalta on konehuoneen asennukset sekä IV-kone uusittu projektin edellisessä vaiheessa. Nyt IV-koneeseen jätetty jäähdytys-/kuivatuspatterivaraus otetaan käyttöön.

2.5. KYLMÄTEKNISET JÄRJESTELMÄT

Edellä mainittua jäähdytys-/kuivatuspatteria varten asennetaan museorakennuksen vanhan osan meren puoleiseen päätyyn kylmävesiasema, joka tuottaa IV-koneen tarvitseman kylmän. Putkitukset terassialueen alitse on asennettu valmiiksi. Kylmävesiaseman ja konehuoneen putkiasennukset kytketään terassin alittaviin kanaaliputkiin asennuslaatikoissa urakkarajojen mukaisesti (ks. pohjakuva G1002).

2.6. RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

Projektin edellyttämät muutokset rakennusautomaatiojärjestelmään tehdään projektin edellisen vaiheen RAU-työselityksen (P000, RAU-0600) reunaehtoja noudattaen. Muutokset esitetty säätökaaviossa.

2.7. PURKUTYÖT

Projekti ei edellytä LVI-teknisiä purkutöitä.

3. YLEISIÄ VELVOITTEITA

3.1. LVI-SUUNNITELMA

3.1.1. Yleistä

LVI-suunnitelma käsittää LVI-suunnittelun asiakirjaluettelon mukaiset suunnitteluasiakirjat ja erillisen urakkarajaliitteen.

Tämä LVI-työselitys sisältää:

- projektin yleistiedot ja LVI-järjestelmäkuvauksen
- LVI-töiden yleiset velvoitteet ja laatuvaatimukset
- LVI-töiden yleiset asennustekniset vaatimukset
- säätöjä ja mittauksia koskevat vaatimukset
- tyyppihuonekohtaiset sisäilmaston mitoitusarvot

Laitteita ja materiaaleja koskevat tiedot ilmenevät pääosin LVI-laiteluetteloista, LVI-materiaalierittelyistä ja LVI-piirustuksista.

Urakkarajat, eri urakoiden väliset velvoitteet, vastaanottomenettely sekä käyttö- ja huolto-ohjeen laadintavelvoitteet selostetaan erillisessä urakkarajaliitteessä ja urakkaohjelmassa. Tässä työselityksessä ja muissa LVI-suunnitteluasiakirjoissa on niitä koskevia täydennyksiä LVI-töiden osalta.

LVI-suunnitelmassa käytetään seuraavia nimityksiä:

Urakoitsijalla tarkoitetaan rakennuttajan sopijapuolta (LVI-urakoitsija, rakennuttajan erillishankkija jne.), joka toteuttaa LVI-suunnitelman. Muista urakoitsijoista käytetään etuliitteellä selvennettyä nimitystä (rakennusurakoitsija, sähköurakoitsija jne.).

Rakennuttajalla tarkoitetaan, paitsi urakoitsijan sopijapuolta, myös rakennuttajan edustajana toimivaa LVI-suunnittelijaa ja/tai asennustöiden valvojaa. Ko. asiantuntijoiden rakennusaikaiset tehtävät ja valtuudet ilmoitetaan urakoitsijalle erikseen.

3.1.2. LVI-urakat

LVI-suunnitelman mukaiset työt jakautuvat eri urakoihin ja hankintoihin seuraavasti:

Putkiurakka (PU)

G1 lämmitysjärjestelmät:

- lämmön tuotanto
- lämmön jakelu (lämmitys- ja lämmöntalteenottoverkostot)
- lämmönluovutus
- putki- ja laite-eristykset

G2 vesi ja viemärijärjestelmä:

- vedenkäsittelylaitteet
- vesijohtoverkostot
- jätevesien käsittely
- viemäriverkostot
- vesi- ja viemärikalusteet:
- putki- ja laite-eristykset

G4 kylmätekniset järjestelmät:

- jäähdytysvesiputkistot

- jäähdytysvesiputkistojen eristykset
- kylmäkoneistot (jäähdytyskoneet)

Ilmanvaihtourakka (IU)

G 3 Ilmastointijärjestelmät:

- ilmastointikoneeseen liittyvät koneenosat
- kanavistot
- kanavaeristykset

Rakennusautomaatiourakka (AU)

ks. erillinen rakennusautomaatioyöselitys projektin edellisestä vaiheesta: P000.

LVI-suunnitelmassa käytetään muista urakoista ja hankinnoista seuraavia nimityksiä:

- rakennuttajan erillishankinta (REH)
- rakennusurakka (RU)
- sähköurakka (SU)

Urakkaan sisältyvät kaikki LVI-suunnitelmassa esitetyt laitteet ja materiaalit täysin valmiina, paikoilleen asennettuina ja käyttökuntoon säädettyinä.

Kaikissa urakoissa noudatetaan sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien osalta Sisäilmastoluokitus 2008:n (RT 07-10946) vaatimuksia ja ohjeita, ellei suunnitelmissa ole muuta esitetty. Käytettävät luokat ovat seuraavat:

- Sisäilmastoluokka S1/S2/S3
- Rakennustöiden puhtausluokka P1/P2
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka P1/P2
- Rakennusmateriaalien päästöluokka M1/M2
- Ilmanvaihtotuotteet (kanavat, kanavaosat, säätö- ja palopellit sekä suodattimet) puhtausluokiteltuja ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokan edellyttämässä laajuudessa

Lisätietoja sisäilmastoluokituksista on saatavissa osoitteessa www.sisailmayhdistys.fi.

3.1.3. Purkutyöt

Urakoitsija on velvollinen tutustumaan purkukohteisiin paikan päällä ennen tarjouksen antamista.

Purkutyöt eivät sisälly urakkaan.

3.1.4. LVI-urakan laatutasovaatimukset

Urakka toteutetaan noudattaen viranomaisten määräyksiä ja hyvää rakennustapaa sekä käyttäen ensiluokkaisia materiaaleja.

Urakassa noudatetaan soveltuvin osin kirjan "TalotekniikkaRYL 2002, Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset" mukaista laatutasoa ja työtapoja, mikäli suunnitelmassa ei ole esitetty muita vaatimuksia.

Vesi- ja viemärijärjestelmä

Vesi- ja viemärijärjestelmiin liittyvissä asennuksissa noudatetaan ko. kunnallistekniikan liittynän toimitusehtoja ja vaatimuksia.

3.1.5. Viittaukset muihin asiakirjoihin

Urakoissa noudatetaan LVI-suunnitelman lisäksi seuraavia asiakirjoja:

- Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998
- TalotekniikkaRYL 2002, Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1: Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. (Lyhenne RakMK D1)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2: Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. (Lyhenne: RakMK D2)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D4: LVI-piirrosmerkit, ohjeet 1978. (RakMK D4)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E7: Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus. Ohjeet 2004. (Lyhenne RakMK E7)
- Sisäilmayhdistys, Sisäilmastoluokitus 2008 (RT 07-10946)
- Energiateollisuus ry, Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet, K1/2013
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A4: Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet 2000 (Lyhenne RakMK A4)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A1: Rakentamisen valvonta ja tekninen ohjeistus, määräykset ja ohjeet 2006 (Lyhenne RakMK A1)
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A2: Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat, määräykset ja ohjeet 2002 (Lyhenne RakMK A2)
- Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta (1314/94) / EU:n konedirektiivi (98/37/EY)
- Energiateollisuus ry: Rakennusten kaukojäähdytys. Yhtenäiset laatuvaatimukset, suositukset ja ohjeet J1/2014

LVI-suunnitelmassa laitteet ja materiaalit on määriteltä osittain LVI-tarvikeluettelon mukaisesti, osittain valmistajien tuotenimien ja -koodien avulla.

LVI-suunnitelman piirrosmerkit ja lyhenteet ovat pääasiassa RakMK D4:n mukaisia. Lisäksi käytetään LVI-laiteluetteloissa ja LVI-materiaalierittelyissä määriteltyjä tunnuksia.

3.2. LAITTEIDEN JA MATERIAALIEN VALINTA

3.2.1. Rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittaminen

Rakennustuotteiden olennaisiin teknisiin vaatimuksiin liittyvät tuotteiden perusominaisuudet ja niiltä vaadittavat suoritustasot on esitetty suunnitelma-asiakirjoissa.

Hankkeessa käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuden varmentamista ja toteamista varten laaditaan yhteenveto rakennustuotteittain eriteltynä. Jollei tilaajan/rakennuttajan tai rakennusvalvontaviranomaisen kanssa muuta sovita, erityisalojen vastuulliset suunnittelijat täydentävät lomakkeelle rakennustuotteiden tiedot aloitettavaa rakennus- tai työvaihetta vastaavasti.

Rakennustuotteen kelpoisuus varmistetaan rakennustuoteasetuksen 305/2011 tarkoittamaan suoritustasoilmoitukseen ja CE-merkintään perustuen jos rakennustuote kuuluu harmonisoidun tuotestandardin (hEN) soveltamisalaan tai tuote on sille annetun eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) mukainen.

CE-merkintä on oltava vähintään kaikilla niillä rakennustuotteilla, joilla on voimassaoleva em. harmonisoitu tuotestandardi ja sen siirtymäaika on päättynyt. Rakennushankkeen tilaaja/rakennuttaja edellyttää urakoitsijan huolehtivan, että hänen käyttämänsä rakennustuotteet ovat CE-merkittyjä.

Urakoitsija toimittaa kaikki kelpoisuuden toteamiseen sekä viranomaishyväksyntää varten tarvittavat CE-merkintöihin liittyvät asiakirjat tilaajalle suomen- tai

ruotsinkielisinä. CE-merkittyjen tuotteiden kelpoisuuden ja suunnitelmien mukaisuuden osoittamisesta vastaa ko. tuotteen toimittaja tai maahantuoja.

Harmonisoidun yhdenmukaisen eurooppalaisen tuotestandardin ulkopuolelle jäävien rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittamiseen voidaan käyttää seuraavia vapaaehtoisia vaihtoehtoja (laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 954/2012).

- 1) tyyppihyväksyntä
- 2) varmennustodistus
- 3) valmistuksen laadunvalvonta.

Urakoitsija toimittaa tarvittavat suomen- tai ruotsinkieliset todistukset ja selvitykset tuotteen kelpoisuudesta aiottuun käyttökohteeseen rakennuttajalle/tilaajalle hyväksyttämisen yhteydessä.

Jos rakennustuotteen kelpoisuutta ei ole varmistettu millään edellä mainittuihin varmennusmenettelyihin perustuen, on ennen tuotteen käyttämistä laadittava selvitys tuotteen kelpoisuudesta rakennuspaikkakohtaisesti. Rakennustuotteen rakennuspaikkakohtainen kelpoisuus selvitys voi perustua rakennustuotteen tutkimusraporttiin tai Euroopan talousalueella tai Turkissa annettuun hyväksyntään, rakennustuotteesta otettavaan näytteeseen tai laskentaan.

Urakoitsija toimittaa rakennuspaikkakohtaiseen kelpoisuuteen tarvittavat suomen- tai ruotsinkieliset todistukset ja selvitykset tuotteen kelpoisuudesta aiottuun käyttökohteeseen tilaajalle/rakennuttajalle hyväksyttämisen yhteydessä.

Urakoitsijan tulee varmistaa jokaisen käyttämänsä rakennustuotteen kelpoisuus eli tuotteen CE-merkintä, kansallinen hyväksyntä ja suunnitelman mukaisuus ennen tuotteiden tilaamista/käyttämistä/kiinnittämistä rakennuskohteeseen.

Lisätietoja esim:

www.rakennusteollisuus.fi

www.teknologiateollisuus.fi

<http://www.pks-rava.fi/>

[hEN Helpdesk](#)

3.2.2. Hyväksyttämismenettely

Urakoitsijan on hyväksytettävä rakennusaikana sovittavan aikataulun mukaisesti rakennuttajalla kaikki toimittamansa laitteet ja materiaalit.

Hyväksymistä varten urakoitsijan on toimitettava rakennuttajalle tarvittavat tuotetiedot. Ne käsittävät tuotteesta riippuen mm.:

- CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus
- tyyppihyväksyntäpäätös
- muu selvitys kelpoisuuden toteutumisesta.

Sekä lopulliset mitoitusarvot seuraavista mm. laitteista:

- lämmönsiirtimet
- vedenjäähdytyskone ja lauhduttimet ja nestejäähdyttimet
- pumput ja pumppaamot
- tuottokäyrät, toimintapisteet, tehontarve ja hyötysuhteet kaikista pumpuista ja puhaltimista
- tehot, lämpötilat, nestevirrat sekä ilma- ja nestepuolen painehäviöt kaikista ilmapuhaltimien pattereista

- äänitekniset tiedot puhaltimista, vedenjäähdytyskoneesta, lauhduttimista yms. laitteista
- valmiiksi pintakäsiteltynä tuotteiden värisävyt (hyväksytetään arkkitehdillä)
- muista laitteista ja materiaaleista rakennusaikana tuotekohtaisesti sovittavassa laajuudessa lopulliset mitoitusarvot, huoltotiedot, mitta- ja painotiedot, sähkö- ja säätölaitetiedot sekä viranomaisten hyväksymistodistukset

Pumpuista ja puhaltimista valitaan ko. valmistajan vaihtoehtoisista mitoituspisteessä parhaalla mahdollisella hyötysuhteella toimiva malli.

Tyypiltään samankaltaiset tuotteet valitaan saman valmistajan tuotteista, jos LVI-suunnitelmassa ei ole muita vaatimuksia. Poikkeukset on esitettävä urakkatarjouksessa. Esimerkkejä tällaisista tuotteista ovat pumpput, lämmönsiirtimet, ilmakäsittelykoneet, ilmanvaihdon huonelaitteet, vesikalusteet, yms.

Sähkömoottorit on valittava siten, että moottorin ottama virta ei ylitä normaalikäytössä 80 % nimellisvirrasta.

3.2.3. Pumppujen mitoitusarvojen tarkistukset

LVI-suunnitelmassa annetaan pumppujen mitoituksessa käytetyt painehäviöt putkistoihin liitettävälle laitteille, kuten lämmöntalteenottopattereille, jäähdytyslaitteille jne. Ilmanvaihtourakoitsijan on ilmoitettava putkiurakoitsijalle ja rakennuttajalle ko. laitteiden lopulliset painehäviöt pumppujen mitoitusarvojen tarkistamista varten ennen pumppujen tilaamista. Laitteiden lopullisia painehäviöitä määriteltäessä on LTO- ja lauhdutuspiirien lämmönsiirtoneste huomioitava sen normaalilla käyttölämpötilalla.

Urakoitsija vastaa laitteen mitoitusarvojen mahdollisesti muuttuessa pumppujen suurentamisesta aiheutuvista lisäkustannuksista.

3.2.4. Nimettyjen tuotteiden korvaaminen vastaavilla

LVI-suunnitelmassa valmistajan tuotenimen tai -koodin avulla yksilöity tuote voidaan korvata vastaavalla, toisen valmistajan tuotteella vain rakennuttajan suostumuksella.

Urakoitsijan on osoitettava vastaavuus ja hyväksyttävä ehdotus rakennuttajalla. Vastaavuuden (tuotteesta riippuen: tekniset ominaisuudet, mitat, ulkonäkö, käyttöön ja huoltoon liittyvät seikat jne.) harkitsee rakennuttaja tuotekohtaisesti. Vastuu vaihdosta jää kuitenkin urakoitsijalle.

3.2.5. Malliasennukset

Urakoitsijan on hyväksyttävä seuraavat malliasennukset ennen asennustöiden aloittamista:

- näkyviin jäävät asennukset
- kannakejärjestelmät

3.3. LISÄ- TAI MUUTOSTYÖTARJOUKSET

Rakennuttajalle osoitetut lisä- ja muutostyötarjoukset (ks. urakkaohjelma) tulee eritellä seuraavasti:

- muutos- ja vertailuasiakirjojen numerot ja päiväykset
- muutokseen liittyvät, asiakirjakohtaiset määrälaskelmat muutos- ja vertailuasiakirjojen osalta
- asiakirjakohtaisesti eritelty, määrälaskelmiin perustuva lisätyö- ja/tai hyvityslaskelma
- muutostyötarjouksen loppusumma

Muutos- tai lisätyötarjouksen tulee sisältää kaikki muutokseen liittyvät kustannukset.

3.4. VIRANOMAISTEN TARKASTUKSET

Urakoitsija on velvollinen huolehtimaan oma-aloitteisesti, että viranomaisten tarkastukset hoidetaan ajallaan ja vastaamaan niistä aiheutuvista kustannuksista (Ks. YSE 1998). Rakennuttajalle on varattava mahdollisuus osallistua tarkastuksiin.

Sprinklerin tarkastuksissa käytettävän tarkastusliikkeen (TUKES-hyväksytty) määrittää rakennuttaja.

3.5. RAKENNUSAIKAISET ASIAKIRJAT

3.5.1. Asiakirjojen kopiointikustannukset

Urakoitsija saa urakkaan liittyvistä, LVI-suunnittelijan laatimista suunnitteluasiakirjoista neljä sarjaa paperikopioita ja lisäksi luovutusasiakirjojen laatimista varten niihin sisältyvistä piirustuksista yhden muovikuultokopiosarjan tai piirustukset sähköisessä muodossa.

Urakoitsija kustantaa mahdollisen lisäkopiointin, kaikkien laatimiensa asiakirjojen kopiointin eri osapuolille sekä luovutusasiakirjojen kopiointin.

3.5.2. Urakkaan sisältyvä asiakirjojen laatiminen

Urakoitsija on velvollinen laatimaan sovittavan aikataulun mukaisesti viranomaisten, muiden urakoitsijoiden ja rakennuttajan tarvitsemat erikoispiirustukset yms. asiakirjat, jotka eivät sisälly urakoitsijalle sopimuksen mukaan toimitettaviin asiakirjoihin.

Urakkaan sisältyy mm. seuraavien piirustuksien laatiminen:

- teknisten tilojen asennuspiirustukset (1:20)
- mittapiirustukset laitteiden alustoista ja luukkujen, kehysten, säleikköjen yms. kiinnittämisestä rakenteisiin
- säätölaittepiirustukset urakkaan sisältyvistä säätölaitteista ja niiden johdotuksista
- tarvittavilta osin leikkauspiirustukset

3.5.3. Teknisten tilojen asennuspiirustukset

Urakoitsijoiden laatimissa teknisten tilojen asennuspiirustuksissa esitetään mm. seuraavat asiat:

- laitteiden, putkistojen ja kanavistojen tarkat asennuspaikat
- laitemerkinnät
- huoltotilan tarpeet katkoviivoin
- laitteiden putkiliitosten paikat
- tarvittavat huoltotasot
- laitevalmistajien ilmoittamat laitteiden virtaustekniset suojaetäisyydet mm. säätöventtiileille, säätöpelleille, ilmapirran mittauksille, höyrykostuttimille jne.

Urakoitsijat tekevät piirustukset yhteistyössä sopien keskenään tilankäytöstä sekä kanavistojen, putkistojen, kaapelikourujen yms. risteilyistä. Pohjapiirustuksien lisäksi tehdään tarpeellisista kohdista leikkauksia ja detaljipiirustuksia.

Piirustukset laatinut urakoitsija hyväksyttää ne alustavasti rakennuttajalla, huolehtii sen jälkeen piirustuksien kierrättämisestä täydennyksiä varten muilla urakoitsijoilla, hyväksyttää valmiit piirustukset kaikilla osapuolilla ja kopioi ne sovittavan jakelun mukaisesti.

Asennuspiirustukset laaditaan eri teknisistä tiloista seuraavasti:

Jäähdytyskonehuone:

- PU laatii pohjapiirustuksen ja sitä täydentävät leikkaukset
- SU, RAU, RU ja tarvittaessa myös muut urakoitsijat täydentävät piirustuksia

3.5.4. Rakennusaikaisten muutosten esittäminen suunnitelmissa

LVI-suunnittelija laatii muutossuunnitteluasiakirjat kytkentöihin, mitoituksiin yms. vaikuttavista muutoksista, mutta ei lopullisten tuotevalintojen aiheuttamista muutoksista eikä pienehköistä, työmaalla sovittavista asennusteknisistä täsmennyksistä.

Sellaiset LVI-suunnitelmissa esiintymättömät muutokset, joilla saattaa olla merkitystä rakennuksen tuleville käyttäjille, merkitään luovutusasiakirjoihin. Niitä ovat mm. lopulliset tuotetiedot, piiloon jäävien kanavien ja putkien sijoitusmuutokset sekä alakattojen yläpuolelle tms. paikkoihin piiloon jäävien sulku- ja linjasäästöventtiilien, säätöpeltien, puhdistusluukkujen yms. putkisto- ja kanavistovarusteiden todelliset paikat.

Urakoitsijalla tulee olla työmaalla kaikista urakkaan liittyvistä LVI-suunnitteluasiakirjoista kopiosarja, johon urakoitsija merkitsee luovutusasiakirjoissa esitettävät täsmennykset heti asentamisen jälkeen. Ajan tasalla oleva asiakirjasarja muutosmerkintöineen on pyydettäessä esitettävä rakennuttajalle.

3.6. LUOVUTUSASIAKIRJAT

3.6.1. Yleistä

Urakoitsijan paperikopioina toimittamat luovutusasiakirjat sijoitetaan sisällysluettelolla ja välilehdillä varustettuina rengaskansioihin.

Asiakirjojen ryhmittely kansioihin, niiden sisällysluettelot, kansioden malli yms. luovutusasiakirjojen sisältöön ja ulkoasuun liittyvät asiat on hyväksyttävä ennakkoon rakennuttajalla.

Huoltokirjan laadinnassa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan A4, 'Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje' (lyhenne RakMK A4), määräyksiä ja ohjeita sekä RT 18-107 13 'Toimitilakiinteistön huoltokirjan laadinta'-kortissa esitettyjä ohjeita.

3.6.2. Suunnitteluasiakirjat

Loppupiirustuksiin korjataan/täydennetään seuraavat kohdat:

- Asiakirjaluettelo täydennetään urakoitsijan laatimilla piirustuksilla (esim. konehuonekuvat)
- Otsikkotauluihin lisätään urakoitsijan logo
- Piirustuksista poistetaan urakkarajat, muutosnuolet, purettavat laitteet, tarpeettomat lisätekstit, jne.
- Piirustukset päivätään ja varustetaan merkinnällä "LOPPUPIIRUSTUS"

Urakoitsija laatii viimeisimpään piirustussarjaan käsin (ns. punakynäversio) kohdissa "Rakennusaikaiset muutokset" ja "Laitteiden merkitseminen" selostetut täydennykset ja muutokset. Suunnittelija korjaa AutoCad-piirustuksiin kaikki yllämainitut korjaukset ja täsmennykset. Urakoitsija toimittaa logonsa suunnittelijalle dwg-formaatissa.

Luovutusasiakirjoihin sisältyvistä CAD-piirustuksista suunnittelija toimittaa yhden sarjan digitaalimuodossa (dwg) CD-levylle tallettuna.

LVI-suunnitelmaan sisältyvistä asiakirjoista ja muista tulosteista LVI-suunnittelija toimittaa urakoitsijan kustannuksella urakoitsijalle kaksi seläkkeillä varustettua paperikopiosarjaa liitettäväksi luovutusasiakirjoihin.

Yllämainituista luovutusasiakirjoista tulostetaan ja toimitetaan rakennuttajalle kaksi paperikopiosarjaa sijoitettuna rengaskansioihin sekä digitaalimuotoiset tallenteet.

3.6.3. Konekortit

Urakoitsija luovuttaa valmiiksi täytetyt konekortit kaikista urakkaan kuuluvista laitteista. Niitä toimitetaan kaksi sarjaa sijoitettuina rengaskansioihin. Konekorttien malli on rakennuttajan hyväksymä malli.

3.6.4. Konedirektiivin mukainen dokumentointi

Urakoitsijat toimittavat konedirektiivin mukaiset vaatimuksenmukaisuusvakuutukset.

3.6.5. Mittauspöytäkirjat ja hyväksyttämistodistukset

Seuraavia asiakirjoja luovutetaan kaksi sarjaa sijoitettuina rengaskansioihin:

- viralliset hyväksymistodistukset, kuten paineastoiden katsastustodistukset, jne.
- painekokeiden pöytäkirjat kohdan "Painekokeet" mukaisesti
- pöytäkirjat putkistojen huuhteluista, pesuista, suojattujen verkostojen suojauksen tasosta ja ilmanvaihtokanavistojen sisäpuolisesta puhdistuksesta
- säätö- ja mittauspöytäkirjat kohdan "Säädöt ja mittaukset" mukaisesti
- urakkaan kuuluvien säätölaitteiden viritys- ja asetusarvopöytäkirjat

Seuraavat asiakirjat toimitetaan kansioihin viimeistään takuuaikana, ks. myös kohta "Säädöt ja mittaukset":

- pöytäkirjat lämmitys-, LTO-, jäähdytys- ja lauhdutusverkostojen tarkistusmittauksista (puhtaus ja suojauksen taso, pakkasnesteverkostojen pitoisuustaso)
- pöytäkirjat jäähdytysjärjestelmän tehomittauksista

3.6.6. Laminoidut käyttöpiirustukset

- Urakoitsija toimittaa ja kiinnittää ko. teknisten tilojen seinille rakennuttajan kanssa sovittaviin paikkoihin seuraavat piirustukset muoviin valonkestävästi laminoituina:
- jäähdytysjärjestelmän toimintakaavio

3.6.7. Sähkökytkentäkaaviot

Urakkaan kuuluvista ryhmä- ja ohjauskeskuksista toimitetaan kolme sarjaa pää- ja piirikaavioita. Yksi sarja sijoitetaan ao. ryhmäkeskuksiin muovitaskussa, muut kaksi sähköurakoitsijan luovutuspiirustuskansioihin.

3.6.8. Käyttö- ja huolto-ohjeet

Urakoitsija toimittaa urakkaan sisältyville laitteille suomenkieliset käyttö- ja huolto-ohjeet, joista käyvät ilmi:

- määrääjain laitteille ja lämmönsiirtonesteille tehtävät tarkastukset ja huollot
- asetusarvojen seuranta sekä säätö-, varo- ja hälytystoimintojen kokeilu (mitä tarkistetaan tai kokeillaan ja miten)
- yksityiskohtaiset huolto- ja korjausohjeet toimenpiteistä, jotka käyttöhenkilökunta voi tehdä itse, esimerkiksi laakerien ja nivelien voitelu, puhaltimien kiilahihnojen vaihto jne.
- toimintaohjeet käyttöhenkilökunnalle poikkeus- ja häiriötilanteiden varalle
- varaosaluettelot ja yhteystiedot varaosien toimittajista
- ohjeelliset käyttöikätaavoitteet, kunnossapitokaksot ja -toimenpiteet

Ohjeita luovutetaan kaksi sarjaa sijoitettuina rengaskansioihin. Ohjeiden pitää olla havainnolliset ja suomenkieliset. Valmistajien käsikirjoista liitetään ohjeisiin vain ko. laitteita koskevat sivut.

Ohjeista luovutetaan yksi sarja (tarvittavilta) osin ylläpidon hallintajärjestelmää / huoltokirjaa varten, mihin liitettävät käyttö- ja huolto-ohjeet luovutetaan myös tiedostomuodossa.

Käyttö- ja huolto-ohjeista luovutetaan lisäksi yksi sarja ylläpidon hallintajärjestelmää / huoltokirjaa varten paperimuotoisena, rengaskansioihin sijoitettuina.

3.6.9. Huoltokirjaa varten luovutettavat dokumenttiedostot

Urakoitsija toimittaa ja laatii atk-pohjaista ylläpidon hallintajärjestelmää (huoltokirja) varten seuraavat dokumentit CD-ROM-levykkeille tallennettuina:

- 'käyttö- ja huolto-ohjeet'-kohdassa esitetyt dokumentit
- luovutuskansioluettelon kansiokohtaisilla sisällysluetteloilla varustettuna
- luettelot luovutettavista työkaluista, vaihtosarjoista ja varaosista
- tiedot (toimittajaluettelon) luovutettavien laitteiden, työkalujen, vaihtosarjojen ja varaosien toimittajista yhteystietoineen
- tiedot takuuajan töiden ja huoltojen vastuuhenkilöistä yhteystietoineen

CD-ROM-levyynä tulee käyttää tunnettujen valmistajien tuotteita. Toimitettavat CD-ROM-levyt tulee tarkastaa virustentarkastusohjelmalla ennen rakennuttajalle toimittamista.

CD-ROM-tarraan tulee merkitä:

- kohteen nimi
- levyn järjestysnumero
- tiedostojen viimeisin luontipäivä
- tiedostojen tekijä

3.7. LUOVUTUSTARVIKKEET

Urakoitsijan on toimitettava erikoistyökalut, joita tarvitaan käyttöhenkilökunnan suorittamissa huolto- ja korjaustoimenpiteissä.

Kaikille ilmankäsittelykoneiden suodattimille toimitetaan yksi täydellinen varasarja. Suodattimien on oltava pakkauksissa, joihin on merkitty niiden tyyppi ja erotusaste. Merkintöjen ja konekorttitietojen avulla eri laitteille on voitava valita oikeat suodattimet.

Kaikille kiilahihnakäyttöisille koneille toimitetaan varahihnat. Niissä tulee olla nimilaput, joista selviää laite, johon hihna on tarkoitettu.

Kiertopumpuille toimitetaan varasarjat (pumpun tiivisteet, juoksupyörä ja moottori valmiiksi asennettuina) seuraavasti, yksi varasarja pumppumallia kohti:

- tuloilmakoneiden jäähdytyksen pääpumppu

Kaikista luovutettavista työkaluista, vaihtosarjoista ja varaosista laaditaan luettelo, johon merkitään luovutettavat tarvikkeet, niiden lukumäärä, tekniset tiedot ja laitteet, joihin ne on tarkoitettu. Luettelo varustettuna rakennuttajan kuittauksella liitetään urakoitsijan käyttö- ja huolto-ohjekansioihin.

3.8. TAKUUAJAN KORJAUKSET JA HUOLTO

3.8.1. Yleistä

Takuuehdot ja takuuajan pituus ilmenevät urakkaohjelmasta. (Mikäli muita velvoitteita ei ole, takuuajan pituus on 2 vuotta ja takuuehdot YSE 1998:n mukaiset.)

YSE 1998:n mukaisesti urakoitsija on velvollinen kustannuksellaan korjaamaan kaikki takuuajana ilmenevät virheet ja puutteet.

Takuuajana urakkaan sisältyvät takuuehtojen mukaisten korjausten lisäksi kohdassa "Takuuajan huolto" luetellut huoltotoimenpiteet.

Kaikki takuuajana suoritettaviin korjaus- ja huoltotoihin liittyvät kustannukset, kuten matka- ja lähetyskulut, sisältyvät urakkaan.

Urakoitsijan on otettava yhteys laitoksen vastuunalaiseen hoitajaan ennen korjaus- ja huoltotöiden aloittamista. Käynnistä on luovutettava raportti, josta käy ilmi korjatut tai huolletut laitteet, yksilöity kuvaus niille suoritetuista toimenpiteistä sekä käytetyt varaosat ja tarvikkeet. Raporttiin on saatava käyttöhenkilökunnan edustajan kuittaus. Kuitatusta raportista liitetään kopio huoltokirjakansioon.

3.8.2. Takuuajan huolto

Urakoitsijan on suoritettava takuuajana kaikki suosituksiensa sekä urakkaan sisältyvien laitteiden valmistajien suosituksien mukaiset määräaikaisten huoltotoimenpiteet. Huollon tulee käsittää vähintään seuraavaa:

Kaksi kertaa vuodessa:

- puhaltimien, pumppujen, moottorien ja muiden pyörivien laitteiden laakeriäänien, tärinän ja lämpenemisen tarkistus sekä tarvittaessa voitelu, huolto tai korjaus
- urakkaan sisältyvien säätö- ja valvontalaitteiden toiminnan ja asetusarvojen tarkistus sekä tarvittaessa huolto tai korjaus
- ilmanvaihdon suodattimien puhtauden tarkistus ja ilmoitus käyttöhenkilökunnalle niiden vaihdon tarpeesta; vaihdon tekee käyttöhenkilökunta
- jäähdytyslaitteiden määräaikaishuolto

Kerran vuodessa:

- pumppujen, säiliöiden yms. käynnistys-, pysäytys- ja hälytysrajojen tarkistus ja tarvittaessa korjaus
- pumppujen, putkistoliitosten ja venttiilien tiivisteiden tarkistus ja tarvittaessa korjaus; vesikalusteiden tiivisteiden vaihdon suorittaa kuitenkin käyttöhenkilökunta
- putkistojen roskasuodattimien puhdistus
- vesi- ja pakkasnestejärjestelmien puhtaus ja pakkasnest- ja korroosionsuojajien pitoisuuksien mittaaminen ja tarvittaessa po. aineiden lisäys verkostoon, varmistettava että lisätäyttö suoritetaan samalla nesteellä, mitä verkostossa on, tai nestevalmistajan varmistamalla vastaavalla nesteellä.

Kaksi kertaa vuodessa tapahtuvien huoltojen väli on 4...8 kuukautta. Viimeinen huoltokäynti on suoritettava aikaisintaan 1½ kuukautta ennen takuuajan päättymistä.

Huoltotöissä tarvittavat voiteluaineet, tiivisteet yms. kuuluvat urakkaan.

Tehdyt takuuajan toimenpiteet dokumentoidaan. Takuuajan huolloista esitetään tehdyt toimenpiteet, toteutusajankohta, tekijä, muut tehdyt toimenpiteet ja havainnot. Toimenpideraportti tai kopio liitetään huoltokirjakansioon.

4. ASENNUSTEKNISIÄ VAATIMUKSIA

4.1. AKUSTISET VAATIMUKSET

4.1.1. Yleistä

Laiteluettelossa on esitetty laitekohtaiset suurimmat sallitut äänen tehotasot sekä laitteiden vaimentimien vaimennusarvot. Näillä arvoilla tilakohtaiset äänivaatimukset toteutuvat.

Urakoitsija vastaa, että sallittuja äänitasoja ei ylitetä laitteiden toimiessa suurimmalla teholla (poikkeukset on mainittu LVI-laiteluettelossa).

Urakoitsijan on ennen asennustöitä tarkistettava suunnitelmissa esitetyt äänenvaimennusratkaisut laitteiden todellisten ääniteknisten ominaisuuksien mukaan ja vas-

tattava mahdollisten muutosten aiheuttamista kustannuksista. Suunnitelmiin tehtävät muutokset on hyväksyttävä rakennuttajalla.

4.1.2. Tärinän ja runkoäänen eristäminen

Kaikki laitteet, joissa on pyöriviä, jaksottain toimivia tai muuten runkoääntä aiheuttavia osia, on asennettava oikein mitoitettujen tärinäneristimien varaan siten, että laitteiden ja rakennuksen rungon välillä ei ole mitään jäykkää yhteyttä.

Tärinävaimennus voidaan jättää pois laitteista, joiden pyörimisnopeus on pieni ja laitteesta aiheutuva runkoääni merkityksetön. Urakoitsija vastaa silloinkin vaadittavan äänitason saavuttamisesta.

Rakennusurakoitsija tekee suunnitelmissa esitetyt laitteiden teräsbetonialustat urakoitsijan ohjeiden mukaan. Urakoitsija hankkii ja asentaa kaikki tärinäneristimet ja niiden teräsosat

Tärinäneristimet ovat kumia, muovia tai teräsjousia. Ne *hyväksytetään rakennuttajalla* ja mitoitetaan siten, että saavutetaan riittävä runkoäänen ja tärinän eristys.

Mitoitusperuste on seuraava:

$$f / f_0 > 2.5$$

$$f_0 < 8 \text{ Hz}$$

$$f = \text{laitteen alin häiriötaajuus [Hz]}$$

$$f_0 = \text{koko värähtelevän massan ominaistaajuus [Hz]}$$

Jos tärinäneristimille asennettavien laitteiden alla on teräsrakenne tai joustava betonirakenne, vaimennusratkaisu tulee hyväksyttävä rakennuttajalla ja rakennuttajan vaatiessa myös akustisella suunnittelijalla (mitoituksessa otetaan tällöin huomioon myös alusrakenteen resonanssitaajuus. Betonialusta jätetään yleensä pois).

Sprinklerilaitteiden osalta noudatetaan voimassa olevia sääntöjä. Liittimien on oltava palamattomista aineista, ei kumia.

Vaimentimille sijoitettujen laitteiden putkiliitokset ja sähkösyötöt tehdään joustavin välisin. Pienten putkien yhdistäminen voidaan tehdä siten, että liitosputki muodostaa vapaasti *liikkuvan* silmukan. Suurissa putkistoissa käytetään joustavia putkiliittimiä.

Joustavat putkiliittimet asennetaan siten, että liittämiin ei muodostu vetojännityksiä. Urakoitsijan on hyväksyttävä rakennuttajalla liittämiin kohdistuvien aksiaalivoimien kompensointiratkaisut.

Erikoistapauksissa voidaan rakennuttajan suostumuksella käyttää myös muita kuin edellä esitettyjä vaimennusratkaisuja. Urakoitsija vastaa rakennuttajan vaatiessa niiden hyväksyttämistä akustisella suunnittelijalla.

4.2. LAITTEIDEN MERKINNÄT

4.2.1. Ohjaus- ja valvontalaitteiden tekstit

Ohjaus- ja valvontalaitteiden yms. käyttö- ja huoltohenkilökunnalle tarkoitettujen tekstien tulee olla suomenkieliset. Yksikköjen tulee olla SI-järjestelmän mukaiset.

4.2.2. Rakennusaikaiset merkinnät

Kaikki tunnuskilvillä varustettavat laitteet merkitään välittömästi asentamisen jälkeen väliaikaisin merkinnöin, joista käyvät ilmi laitteiden tunnuksat ja asennuspäivämäärät.

Merkinnät tehdään esimerkiksi huopakynällä (veteen liukenematon väri) laitteisiin hyvin kiinnittyvälle teipille. Urakoitsijan on huolehdittava, että po. merkinnät säilyvät

kunnes tunnuskilvet on asennettu ja poistettava ne ja kaikki muut väliaikaiset merkinnät sen jälkeen.

4.2.3. Laitteiden tunnuskilvet

Kaikki LVI-laiteluettelossa esiintyvät laitteet, ohjauskeskukset, säätölaitteet, tuntoelimet yms. koodatut laitteet varustetaan tunnuskilvillä.

Tunnuskilpiin merkitään LVI-laiteluettelon mukainen tunnus, laitteen nimi sekä käyttötarkoitus tai palvelualue.

Tunnuskilvet tehdään valkoisesta kerrosmuovista, jolle kaiverrettava teksti näkyy mustana. Tekstin korkeus on noin 10 mm. Kilvet kiinnitetään yhdenmukaisella tavalla laitteeseen tai laitteen viereen, tarvittaessa erilliselle alustalle.

4.2.4. Konekilvet

Säiliöissä, pumpuissa, lämmönsiirtimissä, ilmapuhaltimissa ym. laitteissa tulee olla tunnuskilpien lisäksi konekilpi, josta käy ilmi valmistaja (ja maahantuoja), valmistusvuosi, tekniset arvot sekä tyyppimerkintä, jonka perusteella laitteen tiedot ovat löydettävissä valmistajan luetteloista. Konekilvissä käytetään laitteiden todellisia teknisiä arvoja, jos ne poikkeavat suunnitteluarvoista. Konekilvet on kiinnitettävä siten, että ne jäävät eristeiden päälle.

4.2.5. Putkijohtojen merkinnät

Putkijohdot merkitään SFS-standardin 3701 mukaisesti virtausnuoliteipein, joiden väri ja teksti osoittavat verkoston käyttötarkoituksen tai palvelualueen, esimerkiksi: Ilmanvaihdon lämmitys, menojohdo.

Teippejä liimataan putkiin siten, että ne voidaan tunnistaa vaivatta. Niitä tulee olla esimerkiksi teknisissä tiloissa, kellarikäytävillä yms. paikoissa noin 5 m välein, venttiilien vieressä, seinälävistyksien molemmin puolin, putkijohtojen huoltotasoilla, kaikkien tarkastusluukkujen kohdalla jne.

4.2.6. Kertasäätölaitteiden ja mittauspisteiden merkinnät

Urakoitsija merkitsee kaikki piirustuksissa ilman yksilöllistä tunnusta olevat kertasäätöventtiilit ja ilmanvaihdon säätö- ja palopellit yms. kertasäätölaitteet sekä ilmavirran mittauspisteet rakennuttajan kanssa sovittavan tunnusjärjestelmän mukaisesti. Urakoitsija lisää tunnukset myös luovutuspiirustuksiin.

Em. kohteet varustetaan hyväksytysti suoritettua säätötyötä jälkeen tunnusmerkinnöin, joista ilmenevät yksilölliset laitetunnukset ja säätöarvot. Ilmanvaihdon osalta merkinnöissä tulee olla myös ilmavirta ja mitattu paine-ero.

Kertasäätöventtiilien merkitsemiseen käytetään läpinäkyvästä muovista valmistettuja, avattavia kotelaitteita. Niiden sisään sijoitetaan konekirjoitetut merkintätiedot. Kotelot kiinnitetään venttiileihin ketjulla tai ohuella nippusiteellä.

Ilmanvaihdon kertasäätölaitteiden ja ilmavirran mittauspisteiden merkinnöissä voidaan käyttää myös kanavistoon kiinnitettäviä tarroja.

4.2.7. Pakkasnesteverkostojen merkinnät

Verkoston täyttökohta varustetaan kerrosmuovista valmistetulla tunnuskilvellä, johon kaiverretaan seuraava teksti:

PAKKASNESTEJÄRJESTELMÄ

(Järjestelmätunnus, palvelualue)

Tilavuus: dm^3
Pitoisuus: tilavuus-%
Nesteen kaupanimi:
Nesteen runkoaine:
Pakkasenkestävyys: $^{\circ}\text{C}$
Seossuhde tarkistettava: välein
Puhtaus ja korroosion kesto tarkistettava: välein

Täyttöastian neste ja sen pakkaskesto on oltava sama kuin verkoston neste.

4.3. PAINEKOKEET

4.3.1. Yleistä

Painekokeiden suoritus sekä niissä tarvittavat apu- ja mittalaitteet sisältyvät urakkaan. Painekokeet tehdään rakennuttajan valvomana ja niille tulee saada rakennuttajan hyväksyntä. Piiloon jäävät putkistot ja kanavistot koepainetaan ennen peittämistä.

Urakoitsija laatii rakennuttajalle painekokeista pöytäkirjat. Putkistojen osalta pöytäkirjassa esitetään:

- mittausajankohta
- urakoitsija
- mittaaja
- mitattava verkosto-osuus
- koepaine
- hyväksyjän allekirjoitus

Ilmanvaihdon painekokeiden pöytäkirjat tehdään rakennusvalvontaviranomaisten ohjeiden mukaisesti.

4.3.2. Lämmitys-, jäähdytys-, lämmöntalteenotto- ja käyttövesiputkistot

Painekokeet tehdään yleensä vedellä. Pakkasen estäessä veden käytön se voidaan korvata pakkasnesteliuksella (ei kuitenkaan käyttövesiverkostossa). Tässä tapauksessa putkisto huuhdellaan huolellisesti vedellä heti kokeen jälkeen.

Lämmönsiirto-putkistojen painekoe tulee ajoittaa siten, että putkisto voidaan heti kokeen jälkeen huuhdella, puhdistaa ja täyttää lopullisella lämmönsiirtonesteellä.

Pakkasnesteliuos on jätettävä, jonka poistaminen on suoritettava ao. määräysten mukaan.

Kaukolämpöputkistojen painekokeet tehdään lämmöntoimittajan ohjeiden mukaan. Painekoeaika on kaksi tuntia. Käytettävät paineet eri verkostojen ylimmissä osissa ovat:

- jäähdytys 0,6 MPa

Koepaine on kuitenkin valittava siten, että se ei ylitä verkostoon liitettyjen laitteiden suunnittelupainetta.

Laitteet, joilla on muuta järjestelmää alhaisemmat rakennepaineet, erotetaan pois koepaineen ajaksi (esimerkiksi neulaputkesta tehdyt lämmöntalteenottopatterit).

4.3.3. Sadevesiviemärit

Sadevesiviemärien alapääts suljetaan ja putkisto täytetään vedellä, kuitenkin enintään 10 m korkeuteen saakka. Paineekoeaika on kaksi tuntia.

4.3.4. Kylmäaineputkistot

Mikäli toimitettavasta jäähdytyslaitteesta on tehtaan koestuspöytäkirjat paine- ja vakuumikokeesta, niin laitteen putkistoille (koneen sisäiset) ei suoriteta painekoetta. Mikäli tällaista ei ole tai jos järjestelmässä todetaan olevan vuoto, tehdään painekoe seuraavasti:

Painekoe tehdään ensisijaisesti typen avulla. Koepaine on 2,4 MPa ja sitä pidetään yllä, kunnes kaikki saumat on tarkastettu vuotosprayn avulla. Sen jälkeen koepaineaika on lisäksi 2,0 tuntia. Mikäli painekokeessa todetaan vuoto eikä sitä saada paikannettua, niin tällöin alkupaine muodostetaan kylmäaineen ja loppupaine typen avulla. Koepaine on 2,4 MPa ja sitä pidetään yllä, kunnes kaikki saumat on tarkastettu kylmäaineelle soveltuvalla vuodonetsintälaitteella.

Sen jälkeen verkostoon pumpataan alipaine. Jäännöspaine saa olla enintään 150 Pa. Kun on todettu paineen pysyneen pumppaamatta 10 tunnin ajan, verkosto voidaan täyttää kylmäaineella.

Alipainekokeesta tehdään pöytäkirja, johon merkitään edellä esitetyn lisäksi:

- höyrystimen pintalämpötila tai huonelämpötila
- lauhduttimen pintalämpötila tai huonelämpötila
- jäännöspaine 1 tunnin välein ja kellonaika.

4.4. Putkistojen huuhtelu ja puhdistus

4.4.1. Yleistä

Urakoitsija laatii suunnitelman verkostojen huuhtelusta ja puhdistuksesta pesuaineella sekä hyväksyttää sen rakennuttajalla tai hänen edustajallaan ennen töiden aloittamista. Verkostojen huuhtelu ja puhdistus tehdään rakennuttajan valvomana ja niille on saatava rakennuttajan hyväksyntä. Huuhtelu ja puhdistus on pyrittävä suorittamaan nopeasti ja pienellä vesimäärällä (n. 2 - 3 x verkoston tilavuus), jotta vältetään turhalta korroosiolta. Erityisesti on vältettävä kastuneen verkoston pitämistä tyhjänä.

Putkistohuuhtelussa poistetaan suurempikokoiset epäpuhtaudet putken sisältä ja putkiston pesussa poistetaan hienompijakoinen aines, rasvat yms. pesuaineen avulla. Putkiston pesu tehdään silloin, kun putkistoihin tai niiden varusteisiin on todettu jäävän sellaisia epäpuhtauksia, joita ei voida poistaa vesihuuhtelun avulla.

Kaikki rakennusaikaiseen käyttöön otettavat uusien verkostojen osat on huuhdeltava tai puhdistettava ennen käyttöönottoa. Lopullisten verkostosuodattimien on oltava asennettuina ennen näiden verkosto-osien käyttöönottoa. Mikäli verkostoja otetaan käyttöön useassa osassa, on kukin verkosto-osa puhdistettava erikseen ennen pääverkostoon liittämistä.

4.4.2. Huuhtelu- ja puhdistussuunnitelma

Verkostojen puhdistus - ja huuhtelusuunnitelmassa tulee esittää mm. seuraavaa (kuvaus on ohjeellinen):

- Huuhdeltavat putkiverkostot tai niiden osat ja huuhtelun ja pesun ajankohta
- Huuhteluyhteiden määrä ja sijoitus. Putkiverkostossa tulee olla riittävä määrä huuhteluyhteitä (huuhteluveden syöttöä ja poisottoa varten) huomioiden riittävä virtausnopeus (yli 2,0 m/s putkessa) ja sen todentaminen huuhtelun aikana.



- Ennen huuhtelua kaikki kertosäätö- ja säätöventtiilit sekä patteriventtiilien yms. esisäädöt asetellaan täysin auki -asentoon
- Verkostojen huuhtelun ja puhdistuksen ajaksi tulee herkästi likaantuvat varusteet ja laitteet, kuten jäähdytyspalkit, magneettiventtiilit ymv., kytkeä pois verkostosta sulkemalla venttiilit
- Huuhtelu aloitetaan verkoston yläosasta edeten verkostoa alaspäin ja mieluiten myös virtaussuuntaa kääntämällä
- Kerroksissa huuhdellaan ensin runkoputket ja tämän jälkeen kytkentäjohtot ja laitteet
- Seuraavaksi huuhdellaan pystynousut
- Tämän jälkeen huuhdellaan alimman kerroksen runkoputkistot ja lopuksi kytkentäjohtot ja laitteet
- Seuraavaksi puhdistetaan verkostojen kaikki roskasuodattimet ja sivuvirtasuodattimiin vaihdetaan puhtaat suodatinpatruunat
- Huuhtelun lopuksi otetaan näyte huuhteluvedestä analysoitavaksi jatkotoimenpiteitä varten
- Huuhteluväsinäytteen perusteella arvioidaan huuhtelun onnistuminen tai sen uusimisen tai putkiston pesun tarve jatkotoimenpiteenä (käyttövesiputkistoja ei yleensä pestä)
- Mikäli putkisto pestään huuhtelun jälkeen, pesun aikana puhdistettavaan verkostoon lisätään tarkoitukseen soveltuvaa pesuainetta ja pesutulosta seurataan ottamalla näytteitä pesuliuoksesta (ks. kohta 4.4.6)
- Verkoston pesun jälkeen putket huuhdellaan vedellä pesuainejäämien yms. poistamiseksi
- Hyväksytyn huuhtelun tai puhdistuksen jälkeen putkisto täytetään välittömästi lopullisella lämmönsiirtonesteellä tai vedellä sekä tarkistetaan painetaso ja ilmataan huolellisesti
- Käytetyn huuhteluveden määrä kirjataan
- Huuhteluista pidetään pöytäkirjaa, joka liitetään luovutusdokumentteihin.

Verkostojen huuhtelun ja puhdistuksen onnistumisessa arvioidaan seuraavia kriteereitä huuhteluveden näytteestä:

- Aistinvarainen havainto, ei havaittavaa väriä, sakkaa yms.
- Suodattimien puhtaus
- Huuhteluvedessä ei saa olla öljyä tai rasvoja
- Nesteiden sähkönjohtavuus enintään käyttöveden taso + 10 mS/m
- PH-arvo käyttöveden taso + 1
- Liuenneiden metallien (Cu ja Fe) pitoisuus normaalitasoa

4.4.3. Lämmitys-, jäähdytys- ja talteenottoverkostojen huuhtelu

Verkostot huuhdellaan kohdassa 4.4.2 kuvatulla tavalla ja pääsääntöisesti käyttövedellä. Tarvittavat huuhteluyhteet sisältyvät urakkaan.

Verkostohuuhtelut tehdään kohdan 4.4.2 mukaan putkistolle tai sen osuudelle siten, että suurimmassa putkessa saavutetaan putken virtausnopeudeksi vähintään 2,0 m/s. Huuhteluväsinäytteenä todennetaan vesimittarin avulla.

Virtausnopeuden kasvattamiseksi ja kaikkien verkoston haarojen riittävän huuhtelun varmistamiseksi verkostot jaetaan huuhtelua suoritettaessa sulkuventtiilien avulla osiin.

4.4.4. Lämmitys-, jäähdytys- ja talteenottoverkostojen puhdistus rasvoista, pintaruosteesta ym. epäpuhtauksista

Alla kuvattu putkistojen pesu soveltuu sekä uusille että vanhoille saneeratteville verkostoille ja se tehdään, mikäli huuhtelun yhteydessä otettu huuhteluväsinäyte ei täytä sille asetettuja vaatimuksia. Ennen pesua suoritetaan huuhtelu tai muu mekaaninen puhdistus kohdan 4.4.2 mukaan.

Kiertopiirien säätöarvot asetellaan esisäätöarvoihin sekä lukitaan kaikki verkostossa olevat säätö- ja magneettiventtiilit auki ja irrotetaan termostaatit, millä varmistetaan virtaamien kiertäminen kaikissa kiertopiireissä

Varmistetaan, että käytettävä pesuaine soveltuu verkostoon eikä se vahingoita sitä tai sen osia (esim. tiivisteet, suodattimet yms.). Käytettävän pesunesteen tulee olla vähävaahoista ja sen puhdistusteho ja pitoisuus pitää olla mitattavissa. Käyttöturvallisuutta ja tiivistemateriaalien kestoja ajatellen pesuliuoksen pH pitää olla lähes (± 2) käyttöveden tasolla. Mahdolliset puhdistustyön jälkeiset pesuainejäämät eivät saa olla haitallisia verkoston materiaaleille. Pesujäte pitää voida laskea viemäriin jätevesilain mukaisesti.

Verkoston tilavuus määritetään oikean pesuaineen annostelun vuoksi. kiertopumpun käydessä verkostoon pumpataan pesuainetta ja mittauksin varmistetaan pesuaineen tasainen pitoisuus verkoston kaikissa osissa. Pesuaineen annetaan (annostelusta ja lämpötilasta riippuen) kiertää verkostossa vähintään 1-3 vrk, lämpösuositus $+40^{\circ}\text{C}$. Verkoston riittävästä valvonnasta puhdistuksen aikana on huolehdittava.

Varmistetaan pesuaineen valmistajan ohjeen mukaisin mittauksin epäpuhtauksien liukeneminen.

Puhdistuksen jälkeen verkosto huuhdellaan laimennushuuhteluna siten, että verkoston paine säilyy normaalina. Huuhtelua jatketaan kunnes veden johtokyky ja pH ovat verkoston kaikissa osissa lähes käyttöveden tasolla (max käyttövesi + 10 mS/m ja pH + 1) ja huuhteluvesi on kirkasta ja vaahtoamatonta. Tarvittaessa lisäohjeet pesuaineen valmistajalta.

Paisunta-astiat huuhdellaan erikseen. Tarkistetaan mahdollisten suodattimien ja sihtien puhtaus. Varmistetaan putkiston tiiveys ja suoritetaan ilmaus.

Verkoston korroosiosuojaus tehdään välittömästi hyväksytyn huuhtelutuloksen jälkeen kohdan 4.4.8 mukaisesti tai pakkasnestetäyttö kohdan 4.4.9 mukaisesti.

Käytetty pesuaine ja sen määrä, huuhteluveden määrä, työvaiheet sekä mittaustulokset kirjataan työkorttiin. Näyte kiertovedestä talletetaan.

4.4.5. Lämmitys- ja jäähdytysvesiverkostojen korroosiosuojaus

Ennen verkoston suojausta tulee varmistaa verkoston puhtaus kohdan 4.4.2 mukaan. Verkoston kiertovedestä otetaan näyte ja analyysin perusteella urakoitsija laatii suojaussuunnitelman verkostojen korroosiosuojauksesta ja hyväksyytään sen rakennuttajalla tai hänen edustajallaan ennen töiden aloittamista.

Käytettävän korroosionestoaineen pitää olla LVI-talotekniikan vaatimuksia vastaava rakenne- ja tiivistemateriaalien sekä käyttöturvallisuuden osalta. Korroosiosuojauksen taso suojattaville metalleille pitää olla mitattavissa.

Korroosionestoaine lisätään verkostoon välittömästi verkoston huuhtelun jälkeen. Lisäyksen jälkeen tarkistetaan verkoston painetaso ja suoritetaan ilmaus. Käytetty suojausaine ja sen määrä sekä mittaustulokset kirjataan työkorttiin. Näyte kiertovedestä talletetaan.

Työkorttiin sekä verkoston välittömään läheisyyteen kirjataan

- verkoston tunnistetiedot
- tiedot korroosionestoaineesta
- nesteen kunnossapidosta vastaava.

Ensimmäinen suojaustason mittaus suoritetaan kaksi kuukautta täytöstä. Analyysin perusteella täydennetään suojausta, mikäli reagoimatonta suoja-ainetta on valmistajan vaatimusta vähemmän.

4.4.6. Pakkasnesteverkoston täyttö

Ennen verkoston suojausta tulee varmistaa verkoston puhtaus kohdan 4.4.2 mukaan. Yleensä pelkkä vesihuuhtelu ei ole riittävä puhdistustoimenpide, vaan putkisto pestään pesuaineella. Puhdistuksen jälkeen verkoston kiertovedestä otetaan näyte ja analyysin perusteella urakoitsija laatii suojaussuunnitelman verkostojen korroosiosuojauksesta ja hyväksyytään sen rakennuttajalla tai hänen edustajallaan ennen töiden aloittamista. Pakkasneste lisätään välittömästi hyväksytyn huuhtelun tai puhdistuksen jälkeen.

Käytettävän etyleeniglykoli-pohjaisen pakkasnesteen tulee olla teollisesti valmistettua ja lisääineistettua siten, että LVI-talotekniikan asettamat vaatimukset korroosiosuojauksesta, vuotamattomuudesta, käyttöturvallisuudesta ja käyttöiästä täyttyvät. Pakkasnesteen korroosiosuojauksen tason ja pakkaskeston pitää olla mitattavissa.

Säädetään liuosväkevyys vaadittuun arvoon (pakkaskesto $\pm 2^{\circ}\text{C}$) tasaisesti verkostoon. Tasoittumista seurataan mittauksilla. Täyttöastia täytetään valmiilla seoksella.

Käytetty pakkasneste, verkoston tilavuus, työvaiheet sekä mittaustulokset kirjataan työkorttiin. Näyte kiertovedestä talletetaan.

Työkorttiin sekä verkoston välittömään läheisyyteen kirjataan

- verkoston tunnistetiedot
- tiedot pakkasnesteestä
- nesteen kunnossapidosta vastaava.

Kahden viikon sekä kahden kuukauden jälkeen mitataan nesteen pakkaskesto sekä korroosionsuojaustaso valmistajan ohjeen mukaisesti.

5. SÄÄDÖT JA MITTAUKSET

5.1. YLEISTÄ

Urakoitsija hankkii säädöissä ja mittauksissa tarvittavat mittalaitteet sekä laatii mittauksista pöytäkirjat. Säädöt ja mittaukset tehdään rakennuttajan valvomana ja työlle on saatava rakennuttajan hyväksyntä.

5.2. VESIVIRTOJEN SÄÄTÖ JA MITTAUS

5.2.1. Yleistä vesivirtojen säädöistä

Säätötyö voidaan aloittaa, kun verkostot on kytketty, huuhdeltu, täytetty ja ilmattu.

Lämmitysverkostojen säätöön liittyvät huonelämpötilamittaukset on tehtävä ulko-lämpötilan ollessa alle -5°C .

LVI-suunnitelmissa on esitetty vesivirrat ja vesivirtoja vastaavat paine-erot. Lasketut säätöarvot asetellaan venttiileihin ja vesivirrat mitataan seuraavassa esitetyllä tavalla.

Urakoitsija tarkistaa lämmitysverkostojen säädöt seuraavana talvena, riippumatta takuuaian pituudesta, ja tekee säätöihin tarvittavat korjaukset vaadittujen huonelämpötilojen saavuttamiseksi.

Urakoitsijan niin halutessa suunnittelija toimittaa urakoitsijalle urakoitsijan laskuun esitetyt mittauspöytäkirjojen alustat paperitulosteina ja Excel-tiedostona. Kyseiset tiedostot täydennetään lopullisilla mittaustiedoilla.

5.2.2. Patteriverkoston säätö

1. Patteriventtiileistä irrotetaan termostaattiosat ja niihin asetellaan lasketut, alustavat esisäätöarvot. Turhia kuristuksia on vältettävä.
2. Linjasäätöventtiileihin asetellaan lasketut, alustavat säätöarvot. Turhia kuristuksia on vältettävä.
3. Lukitaan kaikki verkostossa olevat säätö- ja magneettiventtiilit täysin auki.
4. Mitataan verkoston kaikkien linjasäätöventtiilien vesivirrat ja merkitään ne mittauspöytäkirjaan (alustavat mittausarvot vaihtoehtoisesti piirustuksiin). Ensimmäisellä kierroksella ei vielä muuteta säätöarvoja.
5. Muutetaan tarvittaessa mittauksien perusteella linjasäätöventtiilien säätöarvoja yhtäaikaaisesti koko verkostossa.
6. Toistetaan vaiheita 4 ja 5 kunnes saavutetaan LVI-suunnitelmassa esitetyt linjasäätöventtiilien vesivirrat.
7. Ilmanvaihtojärjestelmä, jossa tuloilman lämpötila tai ilmavirta muuttuu lämpökuormien mukaan (ohjaus poistoilmasta tai huoneesta), säädetään puhaltamaan vakioilma ilmaa tai koneet pysäytetään säädön ajaksi.
8. Mitataan talviaikana huonelämpötilat kohdan "Sisäilmastomittaukset" mukaisesti.
9. Hienosäädetään tarvittaessa patteriventtiileitä ja linjasäätöventtiileitä vaadittujen huonelämpötilojen saavuttamiseksi.
10. Mitataan kaikki huonelämpötilat uudelleen ja kirjataan patteriventtiilien säätöarvot mittauspöytäkirjaan.
11. Mitataan linjasäätöventtiilien paine-erot ja vesivirrat uudelleen. Lukitaan venttiilit ja kirjataan säätöarvot mittauspöytäkirjaan.
12. Verkostoissa, joissa käytetään taajuusmuuttajaohjattuja pumppuja, kokonaisvesivirtaa ei saa kuristaa linjasäätöventtiileillä vaan pumpun pyörimisnopeutta muuttamalla.

5.2.3. Ilmanvaihdon lämmitys- ja jäähdytysverkostojen säätö

1. Kuten radiaattoriverkosto, kohdat 2...6 ja 12.
2. Mitataan linjasäätöventtiilien paine-erot ja vesivirrat. Lukitaan venttiilit ja kirjataan säätöarvot.

5.3. SUORITUSARVOJEN MITTAUS

5.3.1. Yleistä

Suoritusarvomittaukset tehdään urakoitsijan laatiman ohjelman mukaisesti. Ohjelmalle tulee saada rakennuttajan hyväksyntä.

5.3.2. Vedenjäähdytyskoneen suoritusarvojen mittaus

Vedenjäähdytyskoneen suoritusarvot mitataan kesäolosuhteissa käyttäen lämpökuormana rakennuksen ilmanvaihdon lämmitysverkostoa ja/tai radiaattoriverkostoa. Tarvittaessa mittaukset tehdään takuuajana.

5.4. MITTAUSMENETELMÄT

5.4.1. Yleistä

Alla mainitut tarkkuusvaatimukset sisältävät sekä mittauksien poikkeaman että menetelmän epätarkkuudesta johtuvan poikkeaman.

Mittausvälineiden tulee olla kalibroituja. Pyydettyäessä on esitettävä voimassa oleva kalibroitodistustiedote (enintään 6 kk vanha).

Muut vaatimukset, ks. RakMK D2.

Ilman lämpötila:

Mittausmenetelmä:	Digitaalinen lämpömittari, näytön tarkkuus $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$
Tarkkuusvaatimus:	$\pm 0,2^{\circ}\text{C}$
Huomautukset:	Huonelämpötilat mitataan 1,5 m korkeudelta, 1,5 m ulkoseinän keskikohdalta (kulmahuoneissa 1,5 m etäisyydeltä molemmista ulkoseinistä) ovien ja ikkunoiden ollessa kiinni

Suhteellinen kosteus:

Mittausmenetelmä:	Elektroninen tai mekaaninen psykrometri (ensisijainen menetelmä) tai kapasitiivinen kosteusmittari
Tarkkuusvaatimus:	± 2 %-yksikköä
Huomautukset:	

Nestevirrat:

Mittausmenetelmä:	Digitaalinen paine-eromittari (mittaus kertosäätöventtiileistä). Laitteen tarkkuusvaatimus ± 2 % virtaamaan.
Tarkkuusvaatimus:	Kokonaisnestevirrat $-3...+8$ % Laitekohtaiset nestevirrat ± 10 %

Kanavien ilmavirrat:

Mittausmenetelmä:	Standardi SFS 5512, ensisijaisesti monipistemittaus pitot-putken ja digitaalisen manometrin avulla
Tarkkuusvaatimus:	Kokonaisilmavirrat $-3...+8$ % Huonelaitekohtaiset ilmavirrat ± 12 %
Huomautukset:	sallituista poikkeamista huolimatta huonetilojen painesuhteiden tulee olla suunnitelmien mukaiset

Ilman liikenopeus oleskeluvyöhykkeellä:

Mittausmenetelmä:	Alhaisten virtausnopeuksien (alle 0,1 m/s) mittauksiin soveltuva elektroninen mittari (ei siipipyöranemometri) Näytön tarkkuus ± 1 cm/s
Tarkkuusvaatimus:	Laitteen tarkkuus 5% näytöstä

Äänitasot:

Mittausmenetelmä:	Standardi SFS 5517, kohta 5
Tarkkuusvaatimus:	± 2 dB (A)
Huomautukset:	Äänenpainetaso ylittyessä mitataan taajuuskaistat ja taustamelu.

Lämmitys- jäähdytystehot:

Mittausmenetelmä:	Monipistemittaus, rekisteröitävä mittalaitteisto, mittausjakso vähintään 2 h
Mittauspisteet:	Vedenjäähdytyskone 2 kpl Verkosto 2 kpl Ulkolämpötila 1 kpl

Tarkkuusvaatimus: ± 10 %
Huomautukset:

5.5. SÄÄTÖ- JA MITTAUSTULOSTEN DOKUMENTOINTI

5.5.1. Yleistä

Säädöistä ja mittauksista laaditaan puhtaaksikirjoitetut pöytäkirjat taulukon muotoon. Kaikista pöytäkirjoista tulee ilmetä seuraavat perustiedot:

Kaikki mittaukset:

- mittausajankohta, urakoitsija, mittaaja
- käytetty mittari ja mittausmenetelmä
- säädön ja mittauksen kohde, huoneen ja laitteen yksilöllinen tunnus
- mittarin lukemat
- suunnitellut ja mitatut arvot

Rekisteröivien mittalaittein suoritetuista monipistemittauksista tulostetaan mittausjaksolta käyrästä ja tehokalkelmat pöytäkirjojen liitteinä.

Putkiverkostot yleisesti:

- vesivirrat ja mitatut paine-erot
- kertosäätöventtiilien malli, koko ja säätöarvo
- huomautukset asennusteknisesti epäedullisista mittauspaikoista

Vedenjäähdytyskone:

- kylmäainepiirin kuuma- ja imukaasun paineet osoittavasta painemittarista ja sitä vastaavat kylästymislämpötilat
- jäähdytysveden tuleva ja lähtevä lämpötila
- liuoslauhduttimien lämpötilat
- jäähdytysvesivirta
- lauhdutuspiirin nestevirta
- lauhdutuspiirin pakkasnesteliuoksen pitoisuus
- vedenjäähdytyskoneen ottama sähkövirta

5.6. TARKISTUSMITTAUKSET

Kun urakoitsija on luovuttanut rakennuttajalle yo. säätö- ja mittauspöytäkirjat, tehdään tarkistusmittauksia pistokoeluonteisesti. Mittaukset suorittaa urakoitsija mittalaitteillaan rakennuttajan läsnäollessa. Rakennuttaja voi halutessaan käyttää myös omia mittalaitteitaan.