

Joroisten lukio
Koulutie 1, 79600 Joroinen

LVI-TYÖSELOSTUS

Asiakirja n:o	LVI 001
Projekti n:o	24005
Viimeisin muutos	28.02.2025
Laadittu	28.02.2025
Laatija	IoH
Tark./Hyv.	IoH

GRANLUND OY

Ismo Heinonen

SISÄLLYSLUETTELO

1.	RAKENNUSKOHDDE, YHDYSHENKILÖT	1
1.1.	RAKENNUSKOHDDE	1
1.2.	RAKENNUTTAJA	1
1.3.	SUUNNITTELIJAT	1
2.	LVI-JÄRJESTELMÄ- JA TEHTÄVÄKUVAUS	2
2.1.	YLEISTÄ	2
2.2.	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	2
2.3.	VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT	2
2.4.	ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT	2
2.5.	KYLMÄTEKNISET JÄRJESTELMÄT	2
2.6.	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT	2
2.7.	PURKUTYÖT	2
3.	YLEISIÄ VELVOITTEITA	2
3.1.	LVI-SUUNNITELMA	2
3.1.1.	<i>Yleistä</i>	2
3.1.2.	<i>LVI-urakat</i>	3
3.1.3.	<i>Purkutyöt</i>	4
3.1.4.	<i>LVI-urakan laatutasovaatimukset</i>	4
3.1.5.	<i>Viittaukset muihin asiakirjoihin</i>	5
3.2.	LAITTEIDEN JA MATERIAALIEN VALINTA	6
3.2.1.	<i>Yleistä</i>	6
3.2.2.	<i>Rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittaminen</i>	6
3.2.3.	<i>Hyväksyttämismenettely</i>	7
3.2.4.	<i>Pumppujen mitoitusarvojen tarkistukset</i>	8
3.2.5.	<i>Nimettyjen tuotteiden korvaaminen vastaavilla</i>	8
3.2.6.	<i>Mahdolliset yhteiskannatusjärjestelmät</i>	9
3.2.7.	<i>Malliasennukset</i>	9
3.3.	LISÄ- TAI MUUTOSTYÖTARJOUKSET	10
3.4.	VIRANOMAISTEN TARKASTUKSET	10
3.5.	RAKENNUSAIKAISET ASIAKIRJA	10
3.5.1.	<i>Asiakirjojen kopiointikustannukset</i>	10
3.5.2.	<i>Urakkaan sisältyvä asiakirjojen laatiminen</i>	10
3.5.3.	<i>Teknisten tilojen asennuspiirustukset</i>	11
3.5.4.	<i>Rakennusaikaisten muutosten esittäminen suunnitelmissa</i>	12
3.6.	LUOVUTUSASIAKIRJAT	12
3.6.1.	<i>Yleistä</i>	12
3.6.2.	<i>Suunnitteluasiakirjat</i>	12
3.6.3.	<i>Laitetiedot</i>	13
3.6.4.	<i>Konedirektiivin mukainen dokumentointi</i>	13
3.6.5.	<i>Mittauspöytäkirjat ja hyväksyttämistodistukset</i>	13
3.6.6.	<i>Laminoidut käyttöpiirustukset</i>	13
3.6.7.	<i>Sähkökytkentäkaaviot</i>	14
3.6.8.	<i>Käyttö- ja huolto-ohjeet</i>	14
3.6.9.	<i>Huoltokirjaa varten luovutettavat dokumenttiedostot</i>	14
3.7.	LUOVUTUSTARVIKKEET	14
3.8.	KÄYTTÖHENKILÖKUNNAN KOULUTUS	15
3.9.	TAKUUAJAN KORJAUKSET JA HUOLTO	15
3.9.1.	<i>Yleistä</i>	15
3.9.2.	<i>Takuuajan huolto</i>	15
4.	ASENNUSTEKNISIÄ VAATIMUKSIA	16
4.1.	HITSAUSVAATIMUKSET	16
4.1.1.	<i>Muovi- ja kupariputkiasennukset</i>	16
4.1.2.	<i>RFe- ja HFe-asennukset</i>	16
4.1.3.	<i>Fe-asennukset</i>	17
4.2.	AKUSTISET VAATIMUKSET	17

4.2.1.	<i>Yleistä</i>	17
4.2.2.	<i>Tärinän ja runkoäänen eristäminen</i>	17
4.2.3.	<i>Puhaltimet</i>	18
4.2.4.	<i>Pumput</i>	18
4.2.5.	<i>Jäähdytyslaitteet ja lämpöpumput</i>	18
4.3.	PUTKISTOJEN LÄMPÖLAAJENEMINEN.....	18
4.4.	LAITTEIDEN MERKINNÄT.....	19
4.4.1.	<i>Ohjaus- ja valvontalaitteiden tekstit</i>	19
4.4.2.	<i>Rakennusaikaiset merkinnät</i>	19
4.4.3.	<i>Laitteiden tunnuskilvet</i>	19
4.4.4.	<i>Konekilvet</i>	20
4.4.5.	<i>Putkijohtojen merkinnät</i>	20
4.4.6.	<i>Ilmanvaihtokanavien merkitseminen</i>	20
4.4.7.	<i>Kertasäätölaitteiden merkinnät</i>	20
4.4.8.	<i>Pakkasnesteverkostojen merkinnät</i>	21
4.4.9.	<i>Muut merkinnät</i>	21
4.5.	PAINEKOKKEET.....	21
4.5.1.	<i>Yleistä</i>	21
4.5.2.	<i>Lämmitys-, jäähdytys-, lämmöntalteenotto- ja käyttövesiputkistot</i>	21
4.5.3.	<i>Kylmäaineputkistot</i>	22
4.5.4.	<i>Ilmanvaihdon painekokeet</i>	22
4.6.	PUTKISTOJEN HUUHTELU JA PUHDISTUS.....	22
4.6.1.	<i>Yleistä</i>	22
4.6.2.	<i>Putkien varastointi ja käsittely kuljetuksessa ja työmaalla</i>	23
4.6.3.	<i>Huuhtelu- ja puhdistussuunnitelma</i>	23
4.6.4.	<i>Käyttövesiverkoston vesihuuhtelu</i>	24
4.6.5.	<i>Lämmitys-, jäähdytys- ja talteenottoverkostojen huuhtelu</i>	24
4.6.6.	<i>Lämmitys-, jäähdytys- ja talteenottoverkostojen puhdistus rasvoista, pintaruosteesta ym. epäpuhtauksista</i>	25
4.6.7.	<i>Pakkasnesteverkoston täyttö</i>	25
4.7.	ILMANVAIHTOKANAVIEN PUHTAUSVAATIMUKSET.....	26
4.7.1.	<i>Ilmakanavien puhdistettavuus</i>	26
4.7.2.	<i>Kanavien ja tarvikkeiden valmistus</i>	26
4.7.3.	<i>Kanavien varastointi ja käsittely kuljetuksessa ja työmaalla</i>	26
4.7.4.	<i>Kanavien ja laitteiden asennus ja suojaus työn aikana</i>	26
4.7.5.	<i>Kanavavarusteet ja päätelaitteet</i>	27
4.7.6.	<i>Tarkastukset</i>	27
4.7.7.	<i>Puhdistus</i>	27
4.8.	HUUHTELUN JA PUHDISTUKSEN DOKUMENTOINTI.....	27
5.	SÄÄDÖT, MITTAUKSET JA TESTAUKSET.....	28
5.1.	YLEISTÄ.....	28
5.2.	VESIVIRTOJEN SÄÄTÖ JA MITTAUS.....	28
5.2.1.	<i>Yleistä vesivirtojen säädöistä</i>	28
5.2.2.	<i>Patteriverkoston säätö (ei tässä kohteessa)</i>	29
5.2.3.	<i>Ilmanvaihdon lämmitys- ja jäähdytysverkostojen säätö</i>	29
5.2.4.	<i>Lämpimän käyttöveden verkoston säätö</i>	29
5.2.5.	<i>Puhallinkonvektoreiden lämmitysverkoston säätö</i>	29
5.2.6.	<i>Puhallinkonvektoreiden jäähdytysverkoston säätö</i>	29
5.2.7.	<i>Lämmöntalteenottoverkoston säätö</i>	30
5.2.8.	<i>Vesikalusteiden virtaamien säätö</i>	30
5.3.	ILMAVIRTOJEN SÄÄTÖ JA MITTAUS.....	30
5.4.	SISÄILMASTOMITTAUKSET.....	31
5.4.1.	<i>Yleistä</i>	31
5.4.2.	<i>Äänitasojen mittaus</i>	31
5.4.3.	<i>Ilman liikenopeuden mittaukset</i>	31
5.4.4.	<i>Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus</i>	31
5.4.5.	<i>Tilojen keskinäiset paine-eromittaukset</i>	31
5.4.6.	<i>Vaipan paine-eromittaukset</i>	31

5.5.	SUORITUSARVOJEN MITTAUS	32
5.5.1.	<i>Yleistä</i>	32
5.5.2.	<i>Vedenjäähdytyskoneen/lämpöpumpun suoritusarvojen mittaus</i>	32
5.5.3.	<i>Lämmöntalteenottolaitteiden suoritusarvojen mittaus</i>	32
5.5.4.	<i>Ilmanvaihtokoneiden suoritusarvojen mittaus</i>	32
5.6.	SÄÄTÖ-, MITTAUS- JA TESTAUSMENETELMÄT	32
5.6.1.	<i>Yleistä</i>	32
5.7.	SÄÄTÖ-, MITTAUS- JA TESTAUSTULOSTEN DOKUMENTOINTI	36
5.7.1.	<i>Yleistä</i>	36
5.8.	TARKISTUSMITTAUKSET	38

1. RAKENNUSKOHDE, YHDYSHENKILÖT

1.1. RAKENNUSKOHDE

Rakennuskohde:	Joroisten lukio
Rakennustyyppi:	Koulu
Rakennustoimenpide:	Ilmanvaihdon saneeraus
Paikkakunta:	Joroinen
Kaupunginosa:	402
Kortteli:	52
Tontti:	19
Postiosoite:	Koulutie 1, 79600 Joroinen
Rakennustilavuus, m ³ :	
Bruttoala, brm ² :	
Laajuustiedot eivät ole sitovia.	

1.2. RAKENNUTTAJA

Rakennuttaja:	Joroisten kunta Lentoasemantie 130 79600 Joroinen
Puhelin:	Petri Miettinen 040 661 4342 Tarja Taskinen 040 182 3843
Sähköposti:	petri.miettinen@joroinen.fi tarja.taskinen@joroinen.fi

1.3. SUUNNITTELIJAT

Granlund Oy
Kuopion aluetoimisto
Varkauden toimipiste
Kuoppakankaankatu 2 A3
78200 Varkaus

Mikko Hasanen 040 192 8967
mikko.hasanen@granlund.fi
Mikko Hasanen



2. LVI-JÄRJESTELMÄ- JA TEHTÄVÄKUVAUS

2.1. YLEISTÄ

Urakka käsittää konehuoneessa olevien koneiden saneerauksen ja lukion länsisiiven luokkatilojen ilmanvaihtolaitteiden saneerauksen suunnitelmien mukaan.

Lisäksi tarvittavat lämpöjohto-, ja viemäriverkoston (kondenssivesiputkitus) muutokset.

2.2. LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Lämmitysjärjestelmään tehdään tarvittavat ilmanvaihtokoneiden lämmityspatterien kytkennät, pumppu-, ja säätöryhmät ja runkoputkistoon tehtävät muutokset.

2.3. VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT

Ilmanvaihtokonehuoneessa johdetaan iv-koneilta kondenssivesiputkitukset ent. lattiakaivolle suunnitelman mukaan.

2.4. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT

Ilmanvaihtojärjestelmän muutokset sisältävät vanhan järjestelmän purkutyöt koneineen ja kanavistoineen. Uusien iv-koneiden asennukset kanavistoineen. Luokka-, ja muiden tilojen ilmanvaihtokanavistojen muutokset. Lisäksi tarvittavat muutokset ent. kanavistoihin (äänenvaimentimet + säätöpellit).

Lisäksi entisten käyttöön jäävien kanavistojen nuohous ja puhdistus.

2.5. KYLMÄTEKNISET JÄRJESTELMÄT

Kohteeseen ei tule kylmäteknisiä laitteita.

2.6. RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

Rakennukseen asennetaan uusi rakennusautomaatiojärjestelmä erillisten suunnitelmien mukaan.

2.7. PURKUTYÖT

Urakkaan kuuluu tarvittavat purkutyöt lvi-järjestelmien osalta. Kaikki tarpeettomat putkistot, varusteet, laitteet ja kanavistot puretaan. Purettavat ja muutettavat järjestelmät määritellään rakennuspaikalla. Osa vanhoista kanavistoista jää käyttöön.

3. YLEISIÄ VELVOITTEITA

3.1. LVI-SUUNNITELMA

3.1.1. Yleistä

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

Tämä LVI-työselostus sisältää:

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

Laitteita, materiaaleja ja eristeitä koskevat tiedot ilmenevät pääosin LVI-laiteluetteloista, LVI-materiaalierittelyistä ja LVI-piirustuksista. Tyyppihuonekohtaiset sisäilmaston mitoitusarvot ilmenevät erillisestä asiakirjasta Sisäilmaston mitoistiedot.

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

Rakennuttajalla tarkoitetaan, paitsi rakennuttajan 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

LVIAS-suunnitelmat muodostavat yhden urakkakokonaisuuden, johon sisältyy kaikki suunnitelmissa esitetyt laitteet ja materiaalit täysin valmiina, paikoilleen asennettuina ja käyttökuntoon saatettuina ja säädettyinä.

Putkiurakka (PU)

G1 lämmitysjärjestelmä

- lämmön jakelujärjestelmään tehtävät muutokset
- uudet pumppu-, ja säätöryhmät iv-koneelle (lämmitys)
- putki- ja laite-eristykset

G4 kylmätekniset järjestelmät:

- ei sisällä järjestelmän laitteita

Ilmanvaihtourakka (IU)

G 3 Ilmastointijärjestelmät:

- ilmastointikoneet
- ilmastointikoneisiin liittyvät koneenosat
- kanavistot varusteineen
- huonelaitteet
- kanavaeristykset
- erityisjärjestelmät



Jäähdytysurakka (JU)

G4 Kylmätekniset järjestelmät:

- ei ole tässä urakassa

Rakennusautomaatiourakka (AU)

ks. erillinen rakennusautomaatiotyöselostus

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 saatettuina ja säädettyinä. Ennen eristystyön aloittamista urakoitsijan tulee tarkistaa ajantasaisesta arkkitehtisuunnitelmasta mitkä tilat ovat poistumisteitä.

Kaikissa urakoissa noudatetaan sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien osalta Sisäilmastoluokitus 2018:n (RT 07-11299) vaatimuksia ja ohjeita, ellei suunnitelmissa ole muuta esitettyä. Käytettävät luokat ovat seuraavat:

- Sisäilmastoluokka S1/S2/S3
- Rakennustöiden puhtausluokka P1/P2
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka P1
- 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.

Kohteen LVI-laitteiden tai niiden putkistojen eristeissä on mahdollisesti asbestia tai muita haitta-aineita. Haitta-aineista suoritetaan erillinen kartoitus.

Edellisen kartoituksen perusteella tehtävä haitta-ainepurku ja mahdolliset ilmoitukset viranomaisille suoritetaan voimassa olevien asetusten mukaan.

Purkumenetelminä käytetään tapauskohtaisesti parhaiten soveltuvia hyväksi rakennustavaksi todettuja purkumenettelyjä.

Purkutyöt (asbesti) eivät sisälly urakkaan.

3.1.4. LVI-urakan laatutasovaatimukset

Urakka toteutetaan noudattaen viranomaisten määräyksiä ja hyvää rakennustapaa sekä käyttäen ensiluokkaisia materiaaleja. Asennuksissa noudatetaan laitetoimittajan ohjeita.

Urakassa noudatetaan soveltuvin osin kirjan "TalotekniikkaRYL 2021 (puuttuvilta osin 2002), Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset" mukaista laatutasoa ja työtapoja, mikäli suunnitelmassa ei ole esitetty muita vaatimuksia.

Urakoitsija hyväksyytilaajalla kirjallisen laadunvarmistussuunnitelman ennen asennustöiden aloittamista. Suunnitelman tulee sisältää malliasennukset sekä LVI-järjestelmien testaukset järjestelmittäin ja vaiheittain huomioiden muiden hankkeen urakoiden vaiheet. Urakoitsijoiden keskinäisetkin testaukset dokumentoidaan.

LVI-töille asetetaan sekä hyväksytetään tilaajalle vastaavat työnjohtajat.

Kaukolämpö

Kaukolämpöön liittyvissä asennuksissa noudatetaan lämmöntoimittajan toimitusehtoja.

Vesi- ja viemärijärjestelmä

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

3.1.5. Viittaukset muihin asiakirjoihin

Urakoissa noudatetaan LVI-suunnitelman lisäksi seuraavia asiakirjoja:

- 132/1999 Maankäyttö- ja rakennuslaki 117 §, 117 b, c, d, f, g, h, i, j §
- 796/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. 360/2019 muutos kohtiin 5§ ja 6§.
- 782/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta
- Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998
- TalotekniikkaRYL 2021 (puuttuvilta osin 2002), Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- Ympäristöministeriön asetus (1047/2017) rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista
- Ympäristöministeriön asetus (1009/2017) uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta
- Ympäristöministeriön asetus (796/2017) rakennuksen ääniympäristöstä
- LVIA- ja sammuuslaitteistojen piirrosmerkit (RT 103684)
- Ympäristöministeriön asetus (848/2017) rakennusten paloturvallisuudesta
- Sisäilmayhdistys, Sisäilmastoluokitus 2018 (RT 07-11299)
- Energiateollisuus ry, Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet, K1/2021
- Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje: Laki laajarunkoisten rakennusten rakenteellisen turvallisuuden arvioinnista (300/2015)
- Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä (216/2015)
- Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokien määräytymisestä (214/2015)
- Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008) / EU:n kone-direktiivi (2006/42/EY)
- Energiateollisuus ry: Rakennusten kaukojäähdytys. Yhtenäiset laatuvaatimukset, suositukset ja ohjeet J1/2014
- Ympäristöministeriön asetus (1010/2017) uuden rakennuksen energiatehokkuudesta



- Ympäristöministeriön asetus (4/13) rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä
- Hitsit standardin SFS-EN ISO 5817 mukaan
- Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet RIL 107-2022
- Talotekniikan oppaat, Talteka, <https://www.talotekniikkainfo.fi/>
- Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus RT 10-11301
- Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely, Tehtävät ja dokumentointi RT 10-11302
- Ympäristöministeriö/A-Insinöörit: Rakennusten paine-erojen mittausohje, loppuraportti 14.10.2019

Kun työkohde on painelaite tai painelaitetoimitus, tulee huomioida painelaitedirektiivin PED 2014/68/EU vaatimukset. Mikäli koko kohde tai osa siitä on painelaitedirektiivin 2014/68/EU alainen, tulee hitsaukselle ja sen suunnittelulle, hyväksymisille, valmistuksen valvonnalle, pätevyyksille ja dokumentaatiolle lisävaatimuksia.

LVI-suunnitelmassa laitteet ja materiaalit on määritelty osittain LVI-laiteluettelon mukaisesti, osittain valmistajien tuotenimien ja -koodien avulla. Lisäksi käytetään LVI-laiteluetteloissa ja LVI-materiaalierittelyissä määriteltyjä tunnuksia.

3.2. LAITTEIDEN JA MATERIAALIEN VALINTA

3.2.1. Yleistä

Ks. LVI-laiteluettelon ”Laitetyyppikohtaiset vaatimukset”.

TATE-järjestelmissä yleistyvien, paikallisten etähallintajärjestelmien (Bluetooth, Wifi, NFC yms.) tulee olla tuotteen asennushetkellä vahvalla salasanalla suojattuja. Salasanan tulee sisältää kirjaimia ja numeroita, ja olla pituudeltaan vähintään kahdeksan merkkiä. Rakennuttaja määrittää salasanan, ja sen asettaminen laitteisiin sisältyy laitehankinnan sisältäneeseen urakkaan.

3.2.2. 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, rakennuttajan edustajat 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 maahantuojia.

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.

Käyttöveden kanssa kosketuksissa olevilla materiaaleilla on oltava tyyppihyväksyntä.

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 näytteen 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 suunnitelmanmukaisuus ennen tuotteiden tilaamista/käyttämistä/kiinnittämistä rakennuskohteeseen.

Lisätietoja esimerkiksi:

www.rakennusteollisuus.fi

www.teknologiateollisuus.fi

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

[hEN Helpdesk](#)

3.2.3. Hyväksyttämismenettely

Urakoitsija hyväksyttää laiteluetteloissa esitetyt laitteet tilaajan määrittämän menettelytavan mukaisesti.

Urakoitsijan on hyväksyttävä 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 suoritusasoilmoitus
- tyyppihyväksyntäpäätös
- muu selvitys kelpoisuuden toteutumisesta.



Sekä lopulliset mitoitusarvot hyötysuhteineen seuraavista mm. laitteista:

- ilmapuhaltuskoneet sekä SFP-laskelmat (yksittäinen laite ja järjestelmäkokonaisuus)
- lämmöntalteenottolaitteet
- lämmönsiirtimet
- pumput
- tuottokäyrät, toimintapisteet, tehontarve ja hyötysuhteet kaikista pumpuista ja puhaltimista
- tehot, lämpötilat, nestevirrat sekä ilma- ja nestepuolen painehäviöt kaikista ilmapuhaltuskoneiden pattereista
- äänitekniset tiedot puhaltimista, vedenjäähdytyskoneesta, lauhduttimista yms. laitteista
- valmiiksi pintakäsiteltyjen 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 vaihtoehtoista mitoitusasteessa 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 pumput, lämmönsiirtimet, ilmapuhaltuskoneet, ilmanvaihdon huonelaitteet, vesikalusteet, yms.

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

3.2.4. Pumppujen mitoitusarvojen tarkistukset

LVI-suunnitelmassa annetaan pumppujen mitoituksessa käytetyt painehäviöt putkistoihin liitettäville laitteille, kuten lämmöntalteenottopattereille, jäähdytyslaitteille jne. Ilmanvaihdon urakoitsijan 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.

3.2.5. Nimettyjen tuotteiden korvaaminen vastaavilla

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

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

Urakoitsija vastaa vaihdon aiheuttamista kokonaiskustannuksista.

3.2.6. Mahdolliset yhteiskannatusjärjestelmät

Piirustuksissa merkittyjen yhteiskannatusalueiden osalta kannatus tehdään EC3 mukaisesti CE-merkittyjä ja/tai EC3-mukaiset kapasiteetit omaavia kiskojärjestelmiä ja niihin liittyviä tehdasvalmisteisia osia käyttäen, esim. XXXX-kiskoasennusjärjestelmä. Tehdasvalmisteisia kannatusjärjestelmiä ei saa korvata muulla tavalla tehdyillä kannakkeilla. Kannatusjärjestelmän toimittaja vastaa kannatuksen mitoittamisesta ja asennuspiirustusten laatimisesta.

Kannatusjärjestelmän toimittaja on velvollinen toimittamaan vastaavalle rakennesuunnittelijalle EC3:n ohjeiden mukaisesti tehdyt suunnitelmat koskien järjestelmän kapasiteettia taipumiseen. Suunnitelmista tulee käydä ilmi vähintään pohjarakenne, ankkurikohtaiset kuormitukset, ankkurointitapa sekä dokumentoitu kannatuksen kapasiteetti kuormituksiin verrattuna.

- Käytäväkannatus on toteutettava kehäratkaisuna niin, että pystyprofiileista ei siirry voimia väliseiniin.
- Turvahyllyt on sijoitettava muun tekniikan yläpuolelle. Mikäli paikoitellen tätä ei voida toteuttaa tai jos samaan järjestelmään asennetaan palotilanteessa toimintakunnon säilyttäviä järjestelmiä, on tällöin kannatusratkaisu suunniteltava erikseen vaativimman järjestelmän palonkestävyysvaatimukset huomioiden.
- Tekniikkatunneliin toteutettavissa raskaammissa kannatuksissa huomioidaan lisäksi, että järjestelmä on portaattomasti säädettävissä toteutuksen sekä mahdollisten muutostöiden aikana ilman tulitöitä. Tekniikkatunnelin kannatusjärjestelmän tulee lisäksi olla kuumasinkitty (kuumasinkityksen minimipaksuus 65µm). Lisäksi tekniikkatunneleiden kannatuksen käytetty kapasiteetti on ilmoitettava tulevien lisäyksien huomioimiseksi.
- Betonivaluun jätettävää kannatuskiskojärjestelmää käytettäessä, esim. XXXX, rakennesuunnittelija toimittaa asennuskiskojen paikannuskaavion työmaalle riittävän ajoissa ennen raudoitustöiden aloittamista.

Mikäli kannatuksissa käytetään eri valmistajien tuotteita, tulee eri valmistajien tuotteista muodostuvan kokonaisuuden kapasiteetin selvittämiseen ja osoittamiseen kiinnittää erityistä huomiota.

Piirustuksissa merkittyjen yhteiskannatusalueiden kannatusjärjestelmän hankinta ja asentaminen kuuluu rakennusurakoitsijalle. LVIS-urakoitsijat liittyvät mukaan kannatusjärjestelmään soveltuvilla tehdasvalmisteisilla kiinnitysosilla. Kukin urakoitsija vastaa tarvittavien kiinnitysosien hankinnasta.

Muiden alueiden tartuntojen sekä laitteiden, kojeiden, varusteiden ja asennusten kiinnikkeiden ja kannakkeiden hankinta kuuluu niitä tarvitsevalle urakoitsijalle.

3.2.7. Malliasennukset

Urakoitsijan on hyväksyttävä rakennuttajalla seuraavat malliasennukset ennen asennustöiden aloittamista:

- näkyviin jäävät asennukset
- päätelaitteiden asentaminen alakattoon
- kannatusjärjestelmät
- huollettavien laitteiden tarvitsemat huoltotilat



Urakoitsija kirjaa malliasennuksen dokumentointiin seuraavat asiat:

- malliasennuksen suorittajat ja tarkastajat
- aika ja paikka
- asennuspaikan tai tilan sijainti ja tunnus
- ko. malliasennukseen sisältyvät asennukset kirjallisesti ja piirustuksissa esitettynä
- valokuvat malliasennuksesta
- malliasennuksen hyväksyntä tai hylkäys
- mahdolliset huomautukset asennuksiin

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

LVI-muutostyöt ovat yleensä luvanvaraisia ja kohteelle asetetaan sekä hyväksytetään vastaavat KVV- ja IV-työnjohtajat. Lisäksi laaditaan ja hyväksytetään rakennuttajalla omatarkastussuunnitelma sekä tehdään rakennuslupaan liittyvät omatarkastusmerkinnät vaadituille työvaiheille. Omatarkastuksia tehdään jatkuvasti asennustöiden edistymisen mukaan. Tarkastukset tehdään vertaamalla asennuksia suunnitelmiin ja asennusohjeisiin sekä hyväksytyihin malliasennuksiin. 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.

3.5. RAKENNUSAIKAISET ASIAKIRJA

3.5.1. Asiakirjojen kopiointikustannukset

Urakoitsija saa urakkaan liittyvistä, LVI-suunnittelijan laatimista suunnitteluasiakirjoista piirustukset sähköisessä muodossa (pdf). Paperiset piirustussarjat toimitetaan työmaan aloituskokouksessa sovitun tai urakkaohjelman mukaisesti.

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

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
- vesikatolle sijoitettavien laitteiden (lauhduttimien, huippuimureiden ym.) ja niiden kannatusrakenteiden asennuspiirustukset, kannatuspiirustukset teetettävä rakennesuunnittelijalla
- säätölaittepiirustukset urakkaan sisältyvistä säätölaitteista ja niiden johdo-
tuksista
- tarvittavilta osin leikkauspiirustukset

3.5.3. Teknisten tilojen asennuspiirustukset

Urakoitsijoiden tarvittaessa laatimissa teknisten tilojen asennuspiirustuksissa esitetään mm. seuraavat asiat:

- laitteiden, putkistojen ja kanavistojen tarkat asennuspaikat
- huoltotilan tarpeet
- laitteiden putkiliitosten paikat
- tarvittavat huoltotasot
- laitevalmistajien ilmoittamat laitteiden virtaustekniset suojaetäisyydet mm. säätöventtiileille, säätöpelleille, ilmavirran mittauksille, höyrykostuttimille jne.
- ryhmäkeskusten ja RAU-alakeskusten sijoitukset ja suojaetäisyydet

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:

Ilmanvaihtokonehuoneet:

- IU laatii suunnitelmia täydentävät leikkaukset (jos tarpeen asennuksessa)
- PU, JU, SU, AU, tarvittaessa myös muut urakoitsijat täydentävät piirustuksia

Lämmönjakohuone:

- PU laatii täydentävät piirustukset
- SU, RU ja tarvittaessa myös muut urakoitsijat täydentävät piirustuksia

Jäähdytyskone:

- Ei laitteita asennuksessa



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 pyydettyä esitettävä rakennuttajalle.

Ylläpitoa varten päivitettävälle mallinnuskohteelle päivityskäytäntö sovitaan tapauskohtaisesti.

3.6. LUOVUTUSASIAKIRJAT

3.6.1. Yleistä

Urakoitsijan toimittamat luovutusasiakirjat sijoitetaan sisällysluettelolla ja välilehdillä varustettuina rengaskansioihin ja/tai sähköisiin piirustusarkistoihin rakennuttajan ohjeistuksen mukaisesti.

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

Ks. myös urakkarajaliite.

Huoltokirjan laadinnassa noudatetaan lakia laajarunkoisten rakennusten rakenteellisen turvallisuuden arvioinnista (300/2015) ja seuraavissa korteissa esitettyjä ohjeita: RT 18-11240 'Kiinteistönpitokirja kiinteistön elinkaaren hallinnassa', RT 18-11241 'Kiinteistönpitokirja. Uudisrakennukset ja rakennukset, joita RakMK A4:n määräykset velvoittavat (KP1)'/RT 18-11242 'Kiinteistönpitokirja. Ennen RakMK A4:n voimaantuloa rakennettu kiinteistö (KP2)' sekä RT 18-11243 'Kiinteistönpitokirjan laadinnan tehtävät'. Huoltokirjaa varten toimitetaan huoltokirjakoordinaattorin edellyttämä aineisto: laitetiedot, huolto- ja käyttöohjeet, tarvittavat CE-hyväksynnät ja rakennusvalvonnan edellyttämät asiakirjat.

Valvoja tarkastaa luovutusasiakirjat sekä huoltokirjan ja ne luovutetaan rakennuttajalle vastaanottotilaisuudessa.

3.6.2. Suunnitteluasiakirjat

Loppupiirustuksiin korjataan/täydennetään seuraavat kohdat:

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

Urakoitsija laatii viimeisimpään piirustussarjaan (ns. punakynäversio) kohdissa "Rakennusaikaisten muutosten esittäminen suunnitelmissa" ja "Laitteiden merkitseminen" selostetut

täydennykset ja muutokset. Suunnittelija korjaa sähköisessä muodossa oleviin suunnitelmiin kaikki yllä mainitut korjaukset ja täsmennykset.

Luovutusasiakirjoihin sisältyvistä piirustuksista suunnittelija toimittaa tiedostot tilaajan kanssa sovitulla tavalla.

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

3.6.3. Laitetiedot

Urakoitsija toimittaa huoltokirjaa varten laitetiedot sekä laitteiden tarkemmat mitoitusajot, käyttö- ja huolto-ohjeet sähköisessä (digitaalisessa) muodossa huoltokirjakoordinaattorin/ti-laajan toimittamaan kohdekohtaiseen laitetietokantaan tai vastaavaan ohjeistuksen mukaan. Mahdollisen paperimuotoisen luovutuskansion sisältö ja lukumäärä sovitaan projektikohtaisesti.

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 paineastioiden katsastustodistukset, kaukolämmön toimittajan käyttöluvat 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 takuuajana, ks. myös kohta "Säädöt ja mittaukset":

- pöytäkirjat lämmitys-, LTO-, jäähdytys- ja lauhdutusverkostojen vesi- ja liuosanalyysistä, ks. myös kohta "Putkistojen huuhtelu ja puhdistus" (puhtaus ja suojauksen taso, pakkasnesteverkostojen pitoisuustaso)
- pöytäkirjat lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhdemittauksista

3.6.6. Laminoidut käyttöpiirustukset

- Urakoitsija toimittaa ja kiinnittää ko. teknisten tilojen seinille rakennuttajan kanssa sovittaviin paikkoihin seuraavat piirustukset muoviin valonkestävästi laminoituina:
- lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavio
- ilmanvaihdon järjestelmäkaavio



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:

- määräajoin 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 käyttökunta voi tehdä itse, esimerkiksi laakerien ja nivelien voitelu, jne.
- yksityiskohtaiset käyttöohjeet käyttökunnalle ja tilojen käyttäjille (tilakohtaiset säätölaitteet, ilmanvaihdon ja valaistuksen lisäaikapainikkeet jne.)
- toimintaohjeet käyttökunnalle poikkeus- ja häiriötilanteiden varalle
- varaosaluettelot ja yhteystiedot varaosien toimittajista
- ohjeelliset käyttöikätaavoitteet, kunnossapitojaksot ja -toimenpiteet

Valmistajien käsikirjoista liitetään ohjeisiin vain ko. laitteita koskevat sivut.

Kaikki edellä mainitut tarvittavat käyttö- ja huolto-ohjeet luovutetaan ensisijaisesti suomenkielisinä, tiedostomuodossa huoltokirjaa/ylläpidon hallintajärjestelmää varten.

3.6.9. Huoltokirjaa varten luovutettavat dokumenttiedostot

Urakoitsija toimittaa ja laatii atk-pohjaista ylläpidon hallintajärjestelmää (huoltokirja) varten seuraavat dokumentit tiedostoina huoltokirjakoordinaattorille tämän antamien täsmäntävien ohjeiden mukaisesti:

- 'käyttö- ja huolto-ohjeet'-kohdassa esitetyt dokumentit
- luovutuskansioluettelon kansiokohtaisilla sisällysluetteloilla varustettuna
- laitteiden toimittajaluettelo (yritys ja yhteystiedot)
- laitteiden valtuutetun huoltoyrityksen yhteystiedot
- suunnitelma takuuajan töiden sisällöistä, huollettavista laitteista ja järjestelmistä, huoltojen aikatauluista ja huoltojen vastuuhenkilöistä yhteystietoineen
- mittaus-, käyttöönotto- ym. pöytäkirjat huoltokirjakoordinaattorin toimittaman listauksen mukaisesti
- seuraavien osapuolten osalta täsmennykset: IV-urakoitsijalta suodatinluettelo, RAU-urakoitsijalta venttiili- ja toimilaiteluettelo ja SPR-urakoitsijalta SPR-järjestelmän huolto-ohjelma

3.7. LUOVUTUSTARVIKKEET

Urakoitsijan on toimitettava erikoistyökalut, joita tarvitaan käyttökunnan 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.

3.8. KÄYTTÖHENKILÖKUNNAN KOULUTUS

Urakoitsija järjestää käyttöhenkilökunnalle koulutuksen urakkaan sisältyvien järjestelmien ja laitteiden toiminnasta, käytöstä ja huollosta. Koulutusohjelma laaditaan yhteisesti rakennuttajan kanssa rakennusaikana. Koulutus käsittää sekä teoriaopetusta että käytännön harjoittelua, jossa perehdytään laitteiden käyttöön ja huoltoon. Koulutus järjestetään tarvittaessa useassa jaksossa, osaksi jo asennusaikana. Käyttö- ja huolto-ohjeiden on oltavat valmiit koulutusta aloitettaessa.

Koulutukseen on varattava aikaa seuraavasti:

- | | |
|---------------------|-------------|
| – putkiurakka | 1 työpäivää |
| – ilmanvaihtourakka | 1 työpäivää |

3.9. TAKUUAJAN KORJAUKSET JA HUOLTO

3.9.1. 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.

Urakoitsijan tulee toimittaa suunnitelma takuuajan töiden sisällöistä, huollettavista laitteista ja järjestelmistä, huoltojen aikatauluista ja huoltojen vastuuhenkilöistä yhteystietoineen

Kaikki takuuajana suoritettaviin korjaus- ja huoltotöihin 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 huoltokirjaan.

3.9.2. Takuuajan huolto

Urakoitsijan on suoritettava takuuajana kaikki suosituksiensa sekä urakkaan sisältyvien laitteiden valmistajien suosituksien mukaiset määräaikaisten huoltotoimenpiteet.

Autonomisesti toimivien laitteiden, kuten vedenjäähdytyskoneiden, pumppujen, lämpöpumppujen, ilmanvaihtopuhaltimien ja –koneiden, osalta tarkastus tehdään laitetoimittajan tai valtuuttaman toimesta. Tarkastuksesta laaditaan kirjallinen raportti, josta käy ilmi järjestelmän toiminta ja mahdolliset häiriöt sekä toimenpideraportti.

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 käyttökunnalle niiden vaihdon tarpeesta; vaihdon tekee käyttökunnalta
- jäähdytyslaitteiden määräaikaishuolto

Kerran vuodessa:

- Autonomisesti toimivien laitteiden, kuten vedenjäähdytyskoneiden, pumppujen, ilmanvaihtopuhaltimien ja –koneiden jne. tarkastuksen raportti
- 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 käyttökunnalta
- putkistojen roskasuodattimien puhdistus
- vesi- ja pakkasnestejärjestelmien puhtaus ja pakkasneste- ja korroosionsuoja-aineiden pitoisuuksien mittaaminen ja tarvittaessa po. aineiden lisäys verkostoon, varmistettava että lisäyksiä suoritetaan samalla nesteellä, mitä verkostossa on, tai nestevalmistajan varmistamalla vastaavalla nesteellä.
- kaikkien suljettujen putkiverkostojen vesi- ja liuosanalyysit, ks. myös kohta ”Putkistojen huuhtelu ja puhdistus”.

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 huoltokirjaan.

4. ASENNUSTEKNISIÄ VAATIMUKSIA

4.1. HITSAUSVAATIMUKSET

Urakoitsija on velvollinen huomioimaan oma-aloitteisesti kulloinkin voimassa olevan lainsäädännön liittyen painelaitteisiin.

Kaukolämpö ja -jäähdytysputkistojen ensiöpuolella noudatetaan Energiateollisuuden kulloinkin voimassa olevaa julkaisua K1 ja J1.

4.1.1. Muovi- ja kupariputkiasennukset

Muovi- ja kupariputkien hitsaus- ja juotosliitokset tehdään Rakennustietosäätiön julkaiseman ohjekortin LVI 20-10348 esittämällä tavalla.

4.1.2. RFe- ja HFe-asennukset

Hyväksytään valvojalta hitsausmenetelmä ja hitsaustyön laatu kaikilta hitsaustyön tekijöiltä työn alussa.

Suosittelava hitsausprosessi on TIG-hitsaus (141) sisäpuolisella suojakaasulla, jonka huuhtelu tulee olla riittävä.

Ruostumattomasta ja haponkestävästä teräksestä valmistettavat putkistot tehdään Rakennustietosäätiön julkaiseman ohjekortin LVI 20-10348 esittämällä tavalla kaarihitsausmenetelmällä. Hitsien juuren puolet suojataan ensisijaisesti putken sisäpuolisella kaasulla. Hitsauksen suoja- ja juurensuojakaasu valitaan käytettävän hitsausmenetelmän ja hitsattavan putken perusaineen mukaan.

Juurensuojaustahnaa käytetään, jos sisäpuolista kaasua ei ole mahdollista käyttää. Kaikki hitsit peitataan.

4.1.3. Fe-asennukset

Hyväksytetään valvojalta hitsausmenetelmä ja hitsaustyön laatu kaikilta hitsaustyön tekijöiltä työn alussa.

Hiliteräsputkien hitsausliitokset tehdään Rakennustietosäätiön julkaiseman ohjekortin LVI 20-10348 esittämällä tavalla ensisijaisesti kaarihitsausmenetelmällä (TIG, puikko) tai kaasuhitsauksena.

4.2. AKUSTISET VAATIMUKSET

4.2.1. Yleistä

Huonetyyppiikohtaiset äänitasovaatimukset ilmenevät työselityksen liitteenä olevassa sisäilmaston mitoitusrvotaulukossa. Luetteloon sisällyttämättömissä huoneissa käytetään vastavien tilojen arvoja.

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 äänitekniisten ominaisuuksien mukaan ja vastattava mahdollisten muutosten aiheuttamista kustannuksista. Suunnitelmiin tehtävät muutokset on hyväksyttävä rakennuttajalla.

4.2.2. Tärinän ja runkoäänen eristäminen

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

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

Rakennusurakoitsija tekee laitteiden teräsbetonalustat laitetoimittajan mitoituksen mukaan. Urakoitsija hankkii ja asentaa kaikki tärinäneristimet ja niiden teräsosat.

Tärinäneristimet mitoitetaan siten, että saavutetaan riittävä runkoäänen ja tärinän eristys.

Mitoitusperuste on seuraava:

$$f / f_0 > 2.5$$



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

f = laitteen alin häiriötaajuus [Hz]

f_0 = koko värähtelevän massan ominais- eli resonanssitaajuus [Hz]

Jos värinänestämälle 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).

Vaimentimille sijoitettujen laitteiden putkiliitokset ja sähkösyötöt tehdään joustavin välisin. Putkien joustavat liittimet tulee valita siten, että ne vastaavat viereistä putkiverkostoa kokoon, paineeseen, lämpötilaan sekä kemialliseen kestävyysnähteen. Metalliletkujen tulee olla päälyspunoksella varustettuja. Putkistojen joustavat putkiliittimet asennetaan siten, että liittimiin ei muodostu haitallisia veto- ja puristusjännityksiä. Urakoitsijan on hyväksyttävä rakennuttajalla liittimiin kohdistuvien aksiaalivoimien kompensointiratkaisut.

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

4.2.3. Puhaltimet

Puhaltimien värinänestämisen mitoitus tehdään puhaltimen alimmalla kierrosluvulla. Puhaltimen tukirakenteen tulee olla erittäin jäykkä joka suuntaan (esim. tuenta teräsrakenteisena lattiasta).

Koteloitujen ilmankäsittelykoneiden kotelon sisällä puhaltimen tulee olla erotettu vaimentimien kotelon rungosta.

Puhaltimissa käytetään yleensä muovitettuja kangasliittimiä. Aksiaalipuhaltimissa tulee käyttää kuitenkin riittävän lujia muovi- tai kumiliittimiä, jotka on asennettava siten, että imupuolella ei tapahdu liittimien sisäänpainumista. Liittimien valinnassa on otettava huomioon kanavassa vallitseva paine.

4.2.4. Pumput

Pumppujen värinänestämisen mitoitus tehdään pumpun alimman kierrosluvun perusteella. Pumppu eristetään putkistosta pumpun molemmille puolille asennettavilla joustavilla putkenosilla (esim. pallotasaimet). Pumput asennetaan yleensä betonisen apumassan päälle ja värinänestimet tulevat betonimassan alle. Betonimassa mitoitetaan pumppuvalmistajan ohjeen mukaan. Betonisen alustan tulee olla täysin kuivunut ja riittävästi raudoitettu, jotta se ei lähde taipumaan painon ja värinän vaikutuksesta.

Jos pumppujen putkissa esiintyy sykkivä virtaus, joka siirtää värinän joustavista liittimistä huolimatta, putket varustetaan äänenvaimentimilla (reaktiivinen vaimennin).

4.2.5. Jäähdytyslaitteet ja lämpöpumput

Ei laitteita urakassa.

4.3. PUTKISTOJEN LÄMPÖLAAJENEMINEN

Pitkien putkilinjojen, joissa esiintyy runsaasti lämpölaajenemista, muodonmuutosten kompensointi huomioidaan putkiston asennuksessa LVI 12-10330 ohjekortin mukaisesti. Kompensoinnin aiheuttamat aksiaaliset voimat tulee ottaa huomioon

kiintopistekiinnityksissä rakenteisiin, ja varmistaa rakenteiden ja sekundäärikannakkeiden riittävä kuormituksenkesto yhteistyössä rakennesuunnittelijan kanssa.

Paljetasaimia käytettäessä lämpölaajenemisen kompensointiin tai värinänvaimennukseen, tulee ottaa valmistajan asennusohjeiden lisäksi huomioon seuraavaa:

- Kahden kiintopisteen väliin saa asentaa ainoastaan yhden paljetasaimen. Mikäli asennettavia paljetasaimia on useita, on ne erotettava toisistaan välikiintopisteillä.
- Paljetasaimen kiintopiste tulee sijoittaa paljetasaimen välittömään läheisyyteen.
- Pitkittäisissä putkilinjoissa paljetasaimen liikkuvalla puolelle tulee sijoittaa liukukannake, joka varustetaan lateraalisen liikkeen estävällä kynsiohjaimella tai käyttämällä U-sankaohjausta (soveltuvuus varmistettava).
- Paljetasaimet on asennuksessa esijännitettävä, mikäli asennuslämpötila on korkeampi kuin putkiston käyttölämpötila.
- Paljetasaimet tulee yleensä varustaa vetotangoin suurimman aksiaalisen liikepoikkeaman ylittymisen estämiseksi sekä lateraalisen liikkeen rajoittamiseksi.
- Putkistojen kiintopisteenä toimiviin laitteisiin, kiintopisteisiin sekä rakenteisiin ja sekundäärikannakkeisiin, joihin kiintopisteet kiinnitetään, kohdistuu aksiaalinen voima, joka aiheutuu putkiston käyttöpaineen vaikutuksesta paljetasaimen poikkipinta-alaan, paljetasaimen kokoonpuristumisesta sekä virtaavan aineen virtauksen kitkasta. Kiintopisteiden tulee normaalisti kestää vähintään koeponnistuspaineen aiheuttama aksiaalissuuntainen reaktivoima.
- Paljekompensoitujen korkeaenergisten ja suurihalkaisijaisten putkilinjojen kiintopisteisiin kohdistuu merkittäviä voimia, joiden sidontaan on suositeltavaa käyttää 4-pistetrussiputkisiltaa tai muuta kiertojäykkää rakennetta.

4.4. LAITTEIDEN MERKINNÄT

4.4.1. Ohjaus- ja valvontalaitteiden tekstit

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

4.4.2. 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.

4.4.3. 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.

Tunnuskilpityyppi hyväksytetään tilaajalla ennen asentamista.

4.4.4. Konekilvet

Säiliöissä, pumpuissa, lämmönsiirtimissä, ilmankäsittelykoneissa 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.

4.4.5. Putkijohtojen merkinnät

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

Teppejä 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, putkiroilojen huoltotasoilla, kaikkien tarkastusluukkujen kohdalla jne.

4.4.6. Ilmanvaihtokanavien merkitseminen

Ilmanvaihtokanavat merkitään vastaavin tunnuskilvin kuin laitteet. Kilpiin kaiveretaan kanavan käyttötarkoitus, ilmanvaihtokoneen laiteluettelotunnus sekä palvelualue, esimerkiksi: Tuloilma, 307 TK, toimistot, osa A.

Kilpiä kiinnitetään pääkanaviin kaikkiin tunnistettavuuden edellyttämiin paikkoihin, kuten konehuoneista ja hormeista lähteviin kanaviin, vaakakanaviin noin 20 m välein, ilmanvaihtokuilujen huoltotasoilla, kaikkien tarkastusluukkujen kohdalle jne.

4.4.7. Kertasäätölaitteiden 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 hyväksytyksi suoritettua säätötyön 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 koteloita. Niiden sisään sijoitetaan konekirjoitetut merkintätiedot (virtaama, paine-ero ja esisäätöarvo). Kotelot kiinnitetään venttiileihin ketjulla tai ohuella nippusiteellä.

Ilmanvaihdon kertasäätölaitteiden ja ilmavirran mittauspisteiden merkinnöissä voidaan käyttää myös kanavistoon kiinnitettäviä tarroja. Ilmanvaihdon osalta merkinnöissä tulee olla myös ilmavirta, mitattu paine-ero ja esisäätöarvo.

4.4.8. Pakkasnesteverkostojen merkinnät

Ei nesteitä urakassa (vesitäyttö lämmitysverkostossa).

4.4.9. Muut merkinnät

Alaslaskettujen kattojen yläpuolelle jäävät puhdistusluukut, sulku- ja kertasäätöventtiilit, säätölaitteet ymv. laitteet merkitään kattoon tai seinän yläosaan kiinnitettävällä pienehköllä kerrosmuoviin kaiverretulla laatalla. Merkintätapa on hyväksyttävä tilakohtaisesti rakennuttajalla.

Urakoitsija toimittaa ja asentaa merkintäkilvet.

4.5. PAINEKOKKEET

4.5.1. 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.

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

Painekokeet tehdään yleensä vedellä. Pakkasen estäessä veden käytön se voidaan korvata pakkasnesteliuoksella (ei kuitenkaan käyttövesiverkostossa). Tässä tapauksessa putkisto huuhdellaan huolellisesti vedellä heti kokeen jälkeen. Ilma tulee saada poistettua koepainetavasta putkistosta mahdollisten vuotojen toteamiseksi. Käytettävän nesteen lämpötilan tulee olla tasoittunut putkiston ympäristön lämpötilaan ennen painekoetta.

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

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

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

- | | |
|-------------------------|---|
| – kaukolämpö-/jäähdytys | 2,1 MPa, min. 15 min
(K1 2021/J1 2014) |
| – lämmitys | 0,6 MPa |
| – jäähdytys | 0,6 MPa |
| – lämmöntalteenotto | 1,0 MPa |
| – käyttövesi | 1,0 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 tai vanhat verkoston osuudet). Erotetut osuudet koepainetaan erikseen määritellyllä tavalla ja paineella.

4.5.3. 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. Jännöspaine saa olla enintään 150 Pa. Kun on todettu paineen pysyneen pumpaamatta 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.

4.5.4. Ilmanvaihdon painekokeet

Ilmanvaihdon painekokeet tehdään Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, standardin SFS-EN 12599 ja rakennusvalvontaviranomaisten ohjeiden mukaisesti.

Ilmanvaihtokanavien tiiviysluokkavaatimus on yleensä luokka B, ilmanvaihtokoneiden luokka A.

Urakoitsija laskee painekokeita varten koneiden ja kanavistojen pinta-alat sekä sallitut vuotoilmavirrat.

4.6. PUTKISTOJEN HUUHTELU JA PUHDISTUS

4.6.1. Yleistä

Urakoitsija laatii suunnitelman verkostojen huuhtelusta ja puhdistuksesta sekä hyväksyttää sen rakennuttajalla tai hänen edustajallaan ennen töiden aloittamista. Putkistot tulee varustaa riittävien ilmanpoistolaittein sekä täyttö- ja tyhjennysyhtein.

Verkostojen huuhtelu ja puhdistus tehdään rakennuttajan valvomana ja niille on saatava rakennuttajan hyväksyntä. Huuhteluveden ollessa silmämääräisesti puhdasta otetaan huuhteluvedestä vesianalyysi, joka analysoidaan puolueettomassa tutkimuslaboratoriossa. Laboratoriotulosten perusteella päätetään jatkotoimista huuhtelun tai putkistojen puhdistuksen osalta. Huuhteluvesiä ei saa jättää korroosioriskin takia putkistoihin.

Putkistohuhtelussa 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 vesianalyysin mukaan sellaisia epäpuhtauksia, joita ei voida poistaa vesihuhtelun avulla.

Kaikki käyttöön otettavat uusien tai osittain uusittujen 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.

Saneerauskohteissa tulee kaikista osittainkin käyttöön jäävistä muutoksen alaisista verkostoista otattaa vesianalyysi ennen muutostöiden aloittamista.

Kaikista suljetuista putkistoverkostoista otetaan vesianalyysi kolmen kuukauden päästä käyttöönotosta. Takuuaikana vesianalyysit teetetään lisäksi ennen 1- ja 2-vuotistakuutarkastusta. Urakoitsija on velvollinen ryhtymään tarvittaviin verkostojen huhtelu- tai puhdistustoimenpiteisiin, mikäli vesianalyysien tulokset niin edellyttävät. Kaikki vesianalyysien tulokset dokumentoidaan ja toimitetaan rakennuttajalle.

4.6.2. Putkien varastointi ja käsittely kuljetuksessa ja työmaalla

Putket ja tarvikkeet toimitetaan työmaalle riittävän monessa erässä siten, että ne voidaan välittömästi siirtää joko suoraan asennuspaikalle tai välivarastoon. Putket säilytetään työmaalla katetussa välivarastossa tulpattuina umpitulpilla siten, että ne eivät joudu alttiiksi sateelle tai ulkopuolelta tulevalle lialle. Putkien säilyttäminen suojaamattomassa tilassa on kiellettyä. Pienet putkenosat ja venttiilit kuljetetaan ja säilytetään työmaalla suljetuissa pakkauksissa suojattuna sateelta ja pölyltä. Väärin käsitellyt putket ja putken osat käsitellään, puhdistetaan ja pestään erikseen.

4.6.3. Huhtelu- ja puhdistussuunnitelma

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

- Huuhdeltavat putkiverkostot tai niiden osat ja huhtelun ja pesun ajankohta
- Huhteluyhteiden määrä ja sijoitus. Putkiverkostossa tulee olla riittävä määrä huhteluyhteitä (huhteluveden syöttöä ja poisottoa varten) huomioiden riittävä virtausnopeus (yli 2,0 m/s putkessa) ja sen todentaminen huhtelun aikana.
- Ennen huhtelua kaikki kertosäätö- ja säätöventtiilit sekä patteriventtiilien yms. esisäädöt asetellaan täysin auki -asentoon
- Verkostojen huhtelun ja puhdistuksen ajaksi tulee herkästi likaantuvat varusteet ja laitteet, kuten jäähdytyspalkit, magneettiventtiilit ymv., kytkeä pois verkostosta sulkeamalla venttiilit
- Huhtelu 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
- Huuhteluviesinäytteen 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 pesuliuksesta
- Verkoston pesun jälkeen putket huuhdellaan vedellä pesuainejäämien yms. poistamiseksi
- Hyväksytyin huuhtelun tai puhdistuksen jälkeen putkisto täytetään välittömästi lopullisella lämmönsiirtonesteellä tai vedellä sekä tarkistetaan painetaso ja ilmataan huolellisesti
- Käytetyn huuhteluvien määrä kirjataan
- Huuhteluista pidetään pöytäkirjaa, joka liitetään luovutusdokumentteihin.

Verkostojen huuhtelun ja puhdistuksen onnistumisessa arvioidaan seuraavia kriteereitä huuhteluvien näytteestä:

- Aistinvarainen havainto, ei havaittavaa väriä, sakkaa yms.
- Suodattimien puhtaus
- Huuhteluvienessä ei saa olla öljyä tai rasvoja
- Nesteen sähkönjohtavuus enintään käyttövieden taso + 10 mS/m
- PH-arvo käyttövieden taso +0...+1
- Liuenneiden metallien (Cu ja Fe) pitoisuus

4.6.4. Käyttövesiverkoston vesihuuhtelu

Verkosto huuhdellaan kohdassa 4.6.3 Huihtelu ja puhdistussuunnitelma kuvatulla tavalla juoksuttamalla vettä käyttövesipisteistä siten, että suurimmassa putkessa saavutetaan putken virtausnopeudeksi vähintään 2,0 m/s. Kyseinen huihteluviesimäärä todennetaan esim. vesimittarin avulla. Huihtelu tulee suorittaa heti ensimmäisen täyttökerran tai painekokeen yhteydessä.

Mahdolliset poresuuttimet poistetaan huihtelun ajaksi. Huihtelun jälkeen puhdistetaan hanojen roskasihdit. Tarvittavat huihteluyhteet sisältyvät urakkaan.

Kiertajohto huuhdellaan erikseen. Huihtelu suoritetaan juoksuttamalla vettä kiertovesipumpun jälkeen ulos.

Mikäli verkostoa ei oteta käyttöön viikon sisällä, se tyhjennetään kokonaan vedestä tai vettä juoksutetaan vähintään viikoittain. Tämä tulee ottaa käyttövesiverkoston käyttöönottoaikataulua laadittaessa huomioon. Putkistossa viikkoja tai pidempään seisova vesi voi heikentää suojakerrosten muodostumista kupariputkien sisäpinnoille ja edistää vaikeasti poistettavien biofilmien kasvua putkien sisäpinnoilla.

4.6.5. Lämmitys-, jäähditys- ja talteenottoverkostojen huihtelu

Verkostot huuhdellaan kohdassa 4.6.3 Huihtelu ja puhdistussuunnitelma kuvatulla tavalla ja pääsääntöisesti käyttöviedellä (poikkeustapauksissa paineilmalla). Tarvittavat huihteluyhteet sisältyvät urakkaan.

Verkostohuuhtelut tehdään kohdan 4.6.3 Huuhtelu ja puhdistussuunnitelma mukaan putkistolle tai sen osuudelle siten, että suurimmassa putkessa saavutetaan putken virtausnopeudeksi vähintään 2,0 m/s. Huuhteluvesimäärä todennetaan vesimittarin avulla.

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

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

Alla kuvattu putkistojen pesu soveltuu sekä uusille että vanhoille saneerattaville verkostoille ja se tehdään, mikäli huuhtelun yhteydessä otettu huuhteluvesinäyte ei täytä sille asetettuja vaatimuksia. Ennen pesua suoritetaan huuhtelu tai muu mekaaninen puhdistus kohdan 4.6.3 Huuhtelu ja puhdistussuunnitelma 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 kestoa 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 käytössä 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 puhdistus. Varmistetaan putkiston tiiveys ja suoritetaan ilmaus.

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

4.6.7. Pakkasnesteverkoston täyttö

Ei täyttöjä urakassa



4.7. ILMANVAIHTOKANAVIEN PUHTAUSVAATIMUKSET

4.7.1. Ilmakanavien puhdistettavuus

Kanavistot tulee toteuttaa siten, että ne voidaan helposti puhdistaa. Puhdistusluukkujen paikat ja määrät on ohjeellisesti esitetty suunnitelmissa. Urakkaan sisältyvät kaikki puhdistuksen ja tarkastuksen kannalta tarpeelliset luukut. Erityisesti likaantuvat ja usein puhdistusta vaativat kanavistot kuten rasvakanavistot varustetaan vähintään 10 metrin välein asennettavin puhdistusluukuin. Kanavavarusteet kuten esimerkiksi ilman jälkikäsitteily-yksiköt, säätöpellit, palopellit ja ilmamääräsäätimet on varustettava laitteen molemmin puolin asennettavin puhdistusluukuin. Luukkujen lopulliset paikat määräytyvät asennustöiden mukaan. Puhdistusluukkujen avattavuus on todennettava asennustyön aikana (kaikkien urakoitsijoiden asennusten jälkeen).

Kaikissa ilmanvaihtokoneen osissa tulee olla huoltoluukku, josta huoltotöiden lisäksi voidaan suorittaa puhdistustoimenpiteet.

Paloeristetyissä kanavissa on käytettävä tehdasvalmistettuja paloeristettyjä puhdistusluukkuja.

Ulkoilma- ja poistoilmakammiot varustetaan saranoiduilla huolto-ovilla. Huolto-oven minimimitat ovat 500 x 1000 mm.

4.7.2. Kanavien ja tarvikkeiden valmistus

Kanavien ja kanavaosien valmistuksessa noudatetaan Sisäilmastoluokitus 2018:n luokkaa M1.

Savunhallintakanavat tulee olla tehtynä ko. laitetoimittajan tyyppihyväksynnän mukaisesti.

4.7.3. Kanavien varastointi ja käsittely kuljetuksessa ja työmaalla

Kanavat ja tarvikkeet toimitetaan työmaalle riittävän monessa erässä siten, että ne voidaan välittömästi siirtää joko suoraan asennuspaikalle tai välivarastoon. Kanavat säilytetään työmaalla katetussa välivarastossa tulpattuina umpitulpilla siten, että ne eivät joudu alttiiksi sateelle tai ulkopuolelta tulevalle lialle. Pienet kanavanojat ja päätelaitteet kuljetetaan ja säilytetään työmaalla suljetuissa pakkauksissa suojattuna sateelta ja pölyltä.

4.7.4. Kanavien ja laitteiden asennus ja suojaus työn aikana

Kanavien ja tarvikkeiden suojaukset poistetaan vain asennustyön ajaksi. Avoimet päät suljetaan pölytiiviisti aina myös taukojen ja keskeytysten ajaksi.

Avoimeksi jäävät pystykanavat tulpataan umpitulpilla välittömästi käyttäen tehdasvalmisteisia päätykansia. Vaakakanavien avoimet päät tulpataan muoviosia käyttäen.

Asennustyön aikana katkaistuista kanavapäistä poistetaan jäysteet yms. puhdistusta haittaavat epätasaisuudet. Liitostöissä syntyneet epäpuhtaudet poistetaan huolellisesti.

Pystykanavat on myös tulpattava yläpäästään ennen niiden liittämistä ilmanvaihtokoneisiin. Ilmanvaihtokoneet pidetään suljettuna luukut ja pellit kiinni koko asennustyön ajan.

Kaikki kanavat ja ilmanvaihtoon liittyvät laitteet on pidettävä suojattuina koko rakentamisen ajan. Suojattavia laitteita ovat:

- huonetilojen tulo- ja poistoilman päätelaitteet
- ilmastointipalkit
- kiertoilmakoneet (saa asentaa vasta pölyvien rakennustöiden jälkeen)

- tulo- ja poistoilmakoneet. Koneet on säilytettävä ulkoilma- ja palopellit sekä huoltoluukut suljettuna (Koneita ei käytetä varastoina).

Suojaukset saadaan poistaa vasta suoritettua siivouksen jälkeen vastaavan mestarin ja valvojan luvalla, kun on varmistettu, ettei ko. tiloissa enää tehdä pölyäviä töitä. Jos näissä tiloissa kuitenkin joudutaan suorittamaan pölyäviä töitä myöhemmin, on ilmastointipalkit ja huone-laitteet suojattava uudelleen.

Mikäli työmaalla on puhdistamattomia tai suojaamattomia kanavia tai tarvikkeita, on ne poistettava työmaalta tai puhdistettava hyväksyttävästi.

4.7.5. Kanavavarusteet ja päätelaitteet

Kanavavarusteina ja päätelaitteina käytetään ensisijaisesti puhtausluokiteltuja laitteita ja komponentteja, katso Sisäilmastoluokitus 2018.

4.7.6. Tarkastukset

Kanavien puhtaus ja puhdistusluukkujen toiminta tarkistetaan pistokokein asennustyön edessä sekä vastaanoton yhteydessä toimintakokeissa ja lopputarkastuksissa. Jos tarkastusten yhteydessä kanavissa esiintyy likaisuutta, on ne puhdistettava hyväksyttävästi. Vastaavasti toimimattomat puhdistusluukut on korjattava. Tarkastuksesta laaditaan aina pöytäkirja.

Luovutusvalmiin ilmanvaihtokanaviston sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään $0,7 \text{ g/m}^2$ (P1) tai $2,5 \text{ g/m}^2$ (P2) suodatinmenetelmällä mitattuna. Puhtaus todetaan ensisijaisesti näköhavaintoon perustuen. Mikäli näköhavaintojen perusteella ei kanaviston puhtaudesta päästä yksimielisyyteen, suoritetaan mittaus. Tällaisessa tapauksessa otetaan vähintään 5 kpl näytteitä jokaisen kerroksen tai rakennusosan kanavistosta, jotka analysoidaan. Näytteiden ottokohdat valitaan satunnaisesti.

Kanavisto todetaan puhtaaksi, mikäli otetuista näytteistä vähintään 80 % alittaa rajan $0,7 \text{ g/m}^2$ ($2,5 \text{ g/m}^2$ puhtausluokassa P2). Rajan ylittäneistä näytteistä vai 5 % sallitaan 50 % ylitys raja-arvosta. Jos yksikin näyte ylittää rajan 3 kertaisesti on puhdistus suoritettava.

Jos kaikki ylitykset liittyvät tiettyyn kerrokseen tai alueeseen, voidaan puhdistus kohdistaa vain tälle alueelle.

Mikäli kanavisto on likainen, maksaa urakoitsija mittauskustannukset ja vastaavasti mikäli kanavisto on puhdas, maksaa rakennuttaja mittauskustannukset.

4.7.7. Puhdistus

Kanaviston ja ilmastointikoneiden puhdistus tulee suorittaa siihen erikoistuneen yrityksen toimesta, käyttäen tähän tarkoitukseen kehitettyä erikoiskalustoa. Puhdistus tehdään rakennuttajan hyväksymällä menetelmällä, esimerkiksi harjausmenetelmä, poistoilma on suodatettava. Puhdistus tehdään loppusiivouksen jälkeen.

Puhdistuksesta laaditaan kuvallinen pöytäkirja (kuvat ennen ja jälkeen).

4.8. HUUHTELUN JA PUHDISTUKSEN DOKUMENTOINTI

Urakoitsija dokumentoi suoritettut huuhtelut ja puhdistukset. Pöytäkirjoista tulee ilmetä seuraavat tiedot:

- työn suorittaja, aika ja paikka
- huuhtelu- tai puhdistusmenetelmä

Putkistot



- huuhdellun putkiston laajuus
- huuhtelussa käytetty neste
- huuhtelunestenäytteen analysointitulokset

Kanavistot

- puhtausmittauksien tulokset ennen puhdistusta ja tarvittaessa puhdistuksen jälkeen
- valokuvat ennen ja jälkeen puhdistuksen

5. SÄÄDÖT, MITTAUKSET JA TESTAUKSET

5.1. YLEISTÄ

Urakoitsija suorittaa seuraavat säädöt, mittaukset ja testaukset ja vastaa tulosten määräysten- ja suunnitelmienmukaisuudesta ohjekortin ”RT10-11301 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Prosessikuvaus” mukaisesti. Urakoitsija hankkii säädöissä ja mittauksissa tarvittavat mittalaitteet sekä laatii mittauksista pöytäkirjat. Säädöt ja mittaukset tehdään rakennuttajan valvomana ja työlle on saatava rakennuttajan hyväksyntä. Testaukset tulee huomioida rakennusaikataulussa.

Ennen testauksia tulee testattava järjestelmä olla viritettynä käyttökuntoon rakennusautomaatiourakoitsijan toimesta.

1. Ennen rakennusautomaation tarkastuksia LVI-mittaukset ja -säädöt tulee olla suoritettuina.
2. Rakennusautomaatiourakoitsija asettelee rakennusautomaatiojärjestelmän parametrit ja virittelee säätöpiirit sekä vastaa niiden suunnitelmien mukaisuudesta.
3. Ko. urakoitsija dokumentoi työn ja hyväksyttää rakennuttajalla.

5.2. VESIVIRTOJEN SÄÄTÖ JA MITTAUS

5.2.1. Yleistä vesivirtojen säädöistä

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

Kaikkien hanojen virtaamat mitataan ja säädetään suunnitteluarvoihin käyttövesiverkostossa.

Lämmitysverkostojen säätöön liittyvät huonelämpötilamittaukset on tehtävä ulkolämpötilan 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 takuuajan pituudesta, ja tekee säätöihin tarvittavat korjaukset vaadittujen huonelämpötilojen saavuttamiseksi.

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

5.2.2. Patteriverkoston säätö (ei tässä kohteessa)

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

5.2.3. Ilmanvaihdon lämmitys- ja jäähdytysverkostojen säto

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

5.2.4. Lämpimän käyttöveden verkoston säto

1. Kuten radiaattoriverkosto, kohdat 2...6 (soveltaen).
2. Mitataan linjasäätoventtiilien paine-erot ja vesivirrat. Lukitaan venttiilit ja kirjataan sätoarvot.

5.2.5. Puhallinkonvektoreiden lämmitysverkoston säto

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

5.2.6. Puhallinkonvektoreiden jäähdytysverkoston säto

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



5.2.7. Lämmöntalteenottoverkoston säätö

1. Ohjataan 2- tai 3-tieventtiili täysin auki ja säädetään linjasäätöventtiilin avulla verkoston nestevirta suunnitelman mukaiseen arvoon.
2. Ohjataan 2- tai 3-tieventtiili ohitusasentoon ja säädetään patterin ohivirtauksessa olevan linjasäätöventtiilin avulla ohivirtaus samaksi kuin kohdassa 1.
3. Mitataan linjasäätöventtiilien paine-erot ja nestevirrat. Lukitaan venttiilit ja kirjataan säätöarvot.

5.2.8. Vesikalusteiden virtaamien säätö

1. Vesikalusteiden vesivirtaamat säädetään suunnitelmien mukaisille arvoille. Runkovesijohdon paineenalennusventtiilillä urakoitsija säätää verkostopaineen siten, että vesikalusteiden virtaaman vastaa hanalle esitettyä virtaama-arvoa rakennuksen ylimpien vesipisteiden osalta. Muissa kerroksissa urakoitsija säätää hanojen virtaaman vesikalusteiden säätöosien osalta siten, että vesikalusteen virtaamien ylitys on < 50% esitetystä arvoista.
2. Vesikalusteiden virtaamat mitataan ja tulokset kirjataan.

5.3. ILMAVIRTOJEN SÄÄTÖ JA MITTAUS

Ilmavirtojen säätötyön aloittaminen edellyttää, että pölyä aiheuttavat työt rakennuksessa on tehty ja että tilat on puhdistettu pölystä ja tuloilman päätelaitteet on suunnattu. Säätöä suoritettaessa rakennuksen ovien ja ikkunoiden tulee olla kiinni.

Ilmankäsittelykoneiden, ulkoilmakammioiden ja kanavistojen tulee olla puhdistettu sisäpuolelta pölystä ja ilmanvaihtokoneissa tulee olla suodattimet.

Kertasäätöinen järjestelmä:

Ilmanvaihtojärjestelmä säädetään minimi-, mitoitus- ja maksimi-ilmavirroille:

1. Ilmankäsittelykoneet asetetaan halutulle ilmavirralla ja sisäänpuhalluslämpötila säädetään normaaliksi.
2. Kanaviston ja huonelaitteiden kertasäätölaitteet asetellaan alustaviin arvoihin siten, että niiden kuristus pienenee kanaviston loppupäähän päin ja siellä saavutetaan suunnitelmassa esitetyt ilmamäärät.
3. Vakiovirtaussäätimet asetellaan LVI-suunnitelmassa esitettyihin arvoihin.
4. Mitataan kanaviston kaikkien kertasäätölaitteiden, mittauspisteiden ja huonelaitteiden ilmavirrat ja merkitään ne mittauspöytäkirjaan (alustavat arvot vaihtoehtoisesti piirustuksiin). Ensimmäisellä kierroksella ei vielä muuteta säätöarvoja.
5. Säädetään mittaustulosten perusteella runkokanavien kertasäätölaitteita pyrkien saamaan ne keskinäiseen tasapainoon. Säädessä vältetään turhia kuristuksia.
6. Säädetään tarvittaessa puhaltimien kokonaisilmavirrat pyörimisnopeutta muuttamalla tai muulla energiataloudellisella tavalla. Kokonaisilmavirtoja ei saa säätää kanaviston kertasäätölaitteita kuristamalla.
7. Säädetään haarakanavien ilmavirrat.
8. Säädetään huonelaitteiden ilmavirrat. Tuloilmalaitteiden aiheuttama ilman nopeus oleskeluvyöhykkeillä ei saa ylittää asiakirjassa Sisäilmaston mitoitus tiedot esitettyjä arvoja.
9. Mitataan kaikkien ilmankäsittelykoneiden, pääkanavien, kertasäätölaitteiden ja huonelaitteiden ilmavirrat. Kirjataan lopulliset mittauservot sekä jokaisessa mitattavassa laitteessa käytetty k-arvo mittauspöytäkirjaan ja lukitaan kertasäätölaitteet.

Jatkuvasäätöinen järjestelmä:

Ilmanvaihtojärjestelmä säädetään sekä minimi-, mitoitus- ja maksimi-ilmavirroille. Säätyö tehdään paineoptimointijärjestelmän toimittajan osalta pääpiirteittäin seuraavasti, laitetoimittaja tarkentaa alla olevaa kuvattua ilmavirtojen säätöä:

1. Tulo- ja poistoilmakoneille asetellaan alustavat minimi- ja maksimi-ilmavirrat.
2. Järjestelmän toimittaja tekee käyttöönoton (ennen käyttöönottoa kaikki aktiivilaitteet on liitetty väylään) aktiivisten päätelaitteiden, ilmavirtasäätimien ja järjestelmän muiden komponenttien osalta sekä ilmavirtasäätimien minimi- ja maksimi-ilmavirrat.
3. Paineoptimointijärjestelmä minimoii kanavistojen aktiivisäätölaitteiden (IMS:t ja päätelaitteet) kuristukset eri käyttötilanteissa ja antaa ohjauskäskyn RAU-järjestelmän kautta tulo- ja poistoilmanvaihtokoneen ilmavirrantuotolle.
4. Ilmavirroille suoritetaan tarkastusmittaukset ilmanvaihtourakoitsijan toimesta ja verrataan niitä aktiivipäätelaitteiden ja ilmavirtasäätimien arvoihin.
5. Lopuksi tulo- ja poistoilmakoneille asetetaan todelliset minimi- ja maksimi-ilmavirrat.
6. Laitetoimittaja ja urakoitsija laativat mittauspöytäkirjat suoritetusta säädöstä ja lukitsevat kertäsäätölaitteet. Mittauspöytäkirjoihin kirjataan lopulliset mittausarvot sekä jokaisessa mitattavassa laitteessa käytetty k-arvo.
7. Em. järjestelmälle suoritetaan käyttäjän edustajien toimesta yhteistyössä laitetoimittajan kanssa järjestelmän toiminnalle tarvittavat tarkastukset ja tarkastusmittaukset eri käyttötilanteissa.

5.4. SISÄILMASTOMITTAUKSET

5.4.1. Yleistä

Eri tiloissa vaadittavat sisäilmasto-olosuhteet on esitetty asiakirjassa Sisäilmaston mitoitus-tiedot.

5.4.2. Äänitasojen mittaus

Kaikkien huonetilojen äänitasot mitataan. Tarvittaessa taustamelu mitataan erikseen. Jos se on päivällä häiritsevää, mittaukset on tehtävä työajan ulkopuolella ja vähennetään taustamelun vaikutus mitatusta arvosta.

5.4.3. Ilman liikenopeuden mittaukset

Vain erikseen sovittaessa.

5.4.4. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

Täysin valmiille ilmanvaihtojärjestelmille suoritetaan puhdistuksen jälkeen kohdassa 'ilmanvaihtokanavien puhtausvaatimukset' esitetyt tarkastukset.

5.4.5. Tilojen keskinäiset paine-eromittaukset

Mittaukset tehdään tallentavilla laitteilla.

Seuraavat tilat mitataan:

5.4.6. Vaipan paine-eromittaukset

Mittaukset tehdään tallentavilla laitteilla tarvittaessa rakennuttajan kustannuksella.



5.5. SUORITUSARVOJEN MITTAUS

5.5.1. Yleistä

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

5.5.2. Vedenjäähdytyskoneen/lämpöpumpun suoritusarvojen mittaus

Vedenjäähdytyskoneen suoritusarvot mitataan käyttäen lämpökuormana rakennuksen ilmanvaihdon lämmitysverkostoa ja/tai radiaattoriverkostoa. Tarvittaessa mittaukset tehdään takuuajana. Lisäksi kuormituskokeessa mitataan järjestelmän kylmä-/lämpökerroin.

5.5.3. Lämmöntalteenottolaitteiden suoritusarvojen mittaus

Lämmöntalteenottolaitteiden tehot tarkistetaan mitoitusolosuhteita vastaavissa tai niitä lähellä olevissa olosuhteissa. Tarvittaessa mittaukset tehdään takuuajana. Suunniteltujen järjestelmien lämmöntalteenoton hyötysuhteet, ks. LVI-laiteluettelo.

5.5.4. Ilmanvaihtokoneiden suoritusarvojen mittaus

SFP-luvut mitataan mitoitusolosuhteita vastaavissa tai niitä lähellä olevissa olosuhteissa ja laaditaan mittaustuloksista taulukko. Tarvittaessa mittaukset tehdään takuuajana. Suunniteltujen järjestelmien SPF-luvut, ks. LVI-laiteluettelo.

SFP-luvun laskemiseksi mitataan kaikkien normaalissa ilmanvaihtokäytössä olevien tulo- ja poistoilmapuhaltimien kokonaisilmavirrat ja samojen puhaltimien sähköverkosta ottama sähköteho.

5.6. SÄÄTÖ-, MITTAUS- JA TESTAUSMENETELMÄT

5.6.1. Yleistä

Kohteessa suoritetaan taulukosta valitut toimenpiteet, ks. työn suoritusvastuu erillisestä urakkarajaliitteestä:

	Mittauskohde	Ohjaava standardi
	Tilat	
	Huonelämpötilat	SFS-EN 12599
	Huoneiden äänitasot	SFS-EN 12599
	Ilman nopeus	SFS-EN 12599, SFS-EN 16798-1:2019
	Ilman kosteus	SFS-EN 12599
	Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä	
	Verkostojen painekokeet	SFS-EN 14336:2005 Keskuslämmitysjärjestelmät
	Pumppujen säätö	SFS-EN 14336:2005 Keskuslämmitysjärjestelmät
	Lämpöpumput	

	Verkostojen painekokeet	SFS-EN 378-2:2016 + A1 Kylmäkoneistot ja lämpöpumput
	Verkostojen tiiveyskoe	SFS-EN 378-2:2016 + A1 Kylmäkoneistot ja lämpöpumput
	Toimintakokeet	SFS-EN 378-2:2016 + A1 Kylmäkoneistot ja lämpöpumput
	Ilmanvaihto	
	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus	LVI 39-10409
	Ilmamäärien säätö- ja mittauspöytäkirja	
	Päätelaitteiden suuntauksen todentaminen	Suunnittelijan/laitetoimittajan ohjeistus
	Sallitut vuotoilmamäärät	SFS-EN 16798-3:2017 + CEN/TR 16798-4:2017
	Kanaviston tiiveyskoe	SFS-EN 12599, pinta-alat SFS-EN 14239 Testiraportti: SFS-EN 12237, SFS-EN 1507
	SFP-luku	SFS-EN 16798-3:2017 + CEN/TR 16798-4:2017 + YM 1010/2017 30 §
	Ilmanvaihtokoneen ilmavirta, lämpötilat ja suodattimien painehäviö	EN12599 luku 6
	Paine-eromittaukset	
	Tilat	SFS-EN ISO 9972 + RT 80-10974
	Vaippa	SFS-EN ISO 9972 + RT 80-10974
	Kylmäjärjestelmät	
	Verkostojen painekokeet	SFS-EN 378-2:2016 Kylmäkoneistot ja lämpöpumput
	Verkostojen tiiveyskoe	SFS-EN 378-2:2016 Kylmäkoneistot ja lämpöpumput
	Toimintakokeet	SFS-EN 378-2:2016 Kylmäkoneistot ja lämpöpumput
	Käyttövesijärjestelmä	
	Vesikalusteiden virtausmittaukset	Virtaamat enintään: ks. vesikalusteluettelo
	Lämpimän käyttöveden kierron häviö	Pumpun virtaaman ja kiertoveden meno- ja paluulämpötilan kautta laskettuna
	Lämpimän käyttöveden mittaus kriittisistä pisteistä (etäisimpien vesikalusteiden lämpötila)	YM 1047:2017
	Viemärijärjestelmät	

Jäte- ja sadevesiviemäreiden tiiviys	SFS 3113, SFS 3114, SFS-EN 1610
--------------------------------------	---------------------------------

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

Mittausvälineiden tulee olla kalibroituja. Pyydettyessä on esitettävä voimassa oleva kalibroitodistus (enintään 6 kk vanha).

Mittaukset tulee suorittaa niihin erikoistuneen yrityksen toimesta.

Muut vaatimukset, ks. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta.

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 kertasäätöventtiileistä). Laitteen tarkkuusvaatimus ± 2 % virtaamaan.
Tarkkuusvaatimus:	Kokonaisnestevirrat -3...+8 % Laitekohtaiset nestevirrat ± 10 %

Kanavien ilmavirrat:

Mittausmenetelmä:	Standardi SFS-EN 12599, ensisijaisesti monipistemittaus pitotputken ja mikromanometrin avulla
Tarkkuusvaatimus:	Kokonaisilmavirrat ± 10 % Huonekohtaiset ilmavirrat ± 20 %
Huomautukset:	Sallituista poikkeamista huolimatta huonetilojen painesuhteiden tulee olla suunnitelmien mukaiset.

Kanavapaineet:

Mittausmenetelmä:	Standardi SFS-EN 12599, ensisijaisesti monipistemittaus pitotputken ja mikromanometrin avulla. Koepaine tulokanavissa 200, 400 tai 1000 Pa ja poistokanavissa 200, 400 tai 750 Pa (lähin arvo keskimääräistä toimintapistettä)
Tarkkuusvaatimus:	Sallitut vuotoilmavirrat: (p_t = koepaine)

Kanavien sallittu vuotoilmavirta vähintään tiiviysluokan ATC 4 (Vanha luokka B) mukaan $0,009 \cdot p_t^{0,65}$ l/s/m².
Ilmankäsittelykoneet, teknisten tilojen puhaltimet ja kotelot ATC 5 (Vanha luokka A) $0,027 \cdot p_t^{0,65}$ l/s/m².
Puhdastilat ja lähes nollaenergiarakennukset ATC2 (Vanha luokka D) $0,001 \cdot p_t^{0,65}$ l/s/m² tai ATC1 $0,00033 \cdot p_t^{0,65}$ l/s/m².

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.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus:

Mittausmenetelmä: Visuaalinen tarkastelu ja vertaus LVI 39-10409 viitekuviin, rajatapauksessa mittaus suodatinkeräysmenetelmällä. Sairaalat ja muut puhdastilat mitataan SFS-INSTA 800-1:2019 mukaisesti geeliteippimenetelmällä geeliteipin läpäisevän valon vähentymisenä.
Tarkkuusvaatimus: Puhtausluokka P1: kanavan sisäpinnan pölykertymän mitausten keskiarvo saa olla enintään 0,7 g/m². Geeliteippimenetelmällä keräystehokkuuden on oltava yli 0,95. Normaaleissa kiinteistöissä pölyisyystaso 4, puhdastiloissa vaadittu taso sovittava erikseen.

Ilmanjakolaitteiden suuntaus:

Mittausmenetelmä: pistokoemaisesti savukokein eri päätelaitteista
Tarkkuusvaatimus: Ks. ilman liikenopeus oleskeluvyöhykkeellä

Paine-erot:

Mittausmenetelmä: Rakennuksen yli- ja alipaineistus standardin SFS-EN ISO 9972 mukaisesti tiloille menetelmä 1 ja vaipalle menetelmä 2. Mitataan vuotoilma portaittain eri painetasoilla. Paineeromittaus tilan/rakennuksen sisä- ja ulkopuolen väliltä, virtausmittaus paineistavalta puhaltimelta, ulko- ja sisälämpötilan mittaus, tuulen nopeuden mittaus. Lämpövuotojen paikallistaminen esimerkiksi merkkikaasua tai lämpökameraa käyttäen
Tarkkuusvaatimus: Mitataan ainakin ± 50 Pa paine-erolle asti (jos ei mahdollista, ± 25 Pa paine-ero hyväksyttävää, tällöin oltava ulkolämpötila $\geq 15^\circ\text{C}$ ja tuulennopeus ≤ 1 m/s)
Paine-eromittaus ± 1 Pa mittausalue vähintään 0–100 Pa
Virtausmittaus ± 7 % mittarilukemasta
Lämpötilamittaus $\pm 0,5$ K

Äänitasot:



Mittausmenetelmä:	Standardit SFS-EN ISO 16032:2004 ja SFS-EN 12599
Tarkkuusvaatimus:	± 2 dB (A)
Huomautukset:	Äänenpainetason ylittyessä mitataan taajuuskaistat ja taustamelu.

Lämmitys- jäähdytystehot:

Mittausmenetelmä:	Monipistemittaus, rekisteröitävä mittalaitteisto, mittausjakso vähintään 2 h
Mittauspisteet:	Vedenjäähdytyskone 6 kpl Verkosto 2 kpl Ulkolämpötila 1 kpl
Tarkkuusvaatimus:	± 10 %
Huomautukset:	

5.7. SÄÄTÖ-, MITTAUS- JA TESTAUSTULOSTEN DOKUMENTOINTI

5.7.1. Yleistä

Säädöistä ja mittauksista laaditaan puhtaaksikirjoitetut pöytäkirjat taulukon muotoon. Rakennusautomaatiojärjestelmästä näkyvien arvojen osalta LVI- ja RAU-urakoitsijat laativat pöytäkirjat yhteistyössä. Kaikista pöytäkirjoista tulee ilmetä seuraavat perustiedot:

Kaikki säädöt ja mittaukset:

- mittausajankohta, urakoitsija, mittaaja
- mittarin kalibroinnin ajankohta, korkeintaan 1v. vanha
- käytetty mittari ja mittausmenetelmä
- säädön ja mittauksen kohde, huoneen ja laitteen yksilöllinen tunnus
- mittauspaikan tarkka sijainti
- mittarin lukemat, jos lopullinen tulos lasketaan niistä
- suunnitellut ja mitatut arvot sekä niiden prosentuaalinen ero TAI sekä poikkeamaprosentit suunnitelluista arvoista

Rekisteröivien mittalaitteiden suoritetuista monipistemittauksista tulostetaan mittausjaksolta käyrästöt ja teholaskelmat pöytäkirjojen liitteinä.

Kun kaikki vaaditut testaukset on suoritettu ja laitteet sekä järjestelmät toimivat suunnitellusti, toimittavat urakoitsijat keskitetysti pöytäkirjat rakennuttajalle.

Putkiverkostot yleisesti:

- pumppujen pyörimisnopeus/asetusarvot
- vesivirrat ja mitatut paine-erot
- kertasäätöventtiilien malli, koko ja säätöarvo
- huomautukset asennusteknisesti epäedullisista mittauspaikoista

Patteriverkosto, em. tietojen lisäksi:

- ulkolämpötila
- huonelämpötilat
- patteriventtiilien malli, koko ja esisäätöarvo

Vedenjäähdytyskone:

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

Lämmöntalteenotto:

- ilman lämpötilat ennen talteenottoa ja sen jälkeen tulo- ja poistoilmakanavissa
- tulo- ja poistoilmavirrat
- suhteellinen kosteus poistoilmakanavassa ennen talteenottoa
- pakkasnestejärjestelmässä pattereille tulevan ja niiltä lähtevän nesteen lämpötilat ja kertosäätöventtiileiltä mitatut nestevirrat
- pakkasnesteliuoksen pitoisuus
- lämmöntalteenoton hyötysuhdelaskelma mittausarvojen perusteella

Ilmanvaihtojärjestelmät:

- SFP-luvut
- LTO-hyötysuhde ja vertailuarvo mittausolosuhteissa laitteen simulointiajoon

Ilmavirtojen mittaus:

- puhaltimien pyörimisnopeus/asetusarvot
- säädettävä kanavisto-osuus ja huoneet
- mitattu kanava, säätölaite tai huonelaite
- ilmavirrat (minimi/maksimi)
- ilmanjakolaitteiden puhalluskuviot
- kanavapaineet
- kertosäätölaitteiden ja vakiovirtaussäätimien tyypit, koot ja säätöarvot
- paine-ero ulkovaipan yli asuinrakennuksissa huoneistokohtaisesti ja muissa rakennuksissa erikseen sovittavista tiloista
- huomautukset asennusteknisesti epäedullisista mittauspaikoista.

Ilmanvaihtokanaviston painekoe:

- ilman lämpötila ja barometrinen paine kokeen aikana
- mitatun kanavaosuuden tiedot
- mitatut arvot
 - kanaviston pinta-ala
 - koepaine
 - vuotoilmavirta korjattuna lämpötilan ja paineen suhteen
- lasketut arvot
 - ilmavuotokerroin
 - ilmavuodon raja-arvo mitatussa koepaineessa
 - saavutettu ilmatiiviysluokka

**Sisäilmasto:**

- ulkolämpötila
- tilojen lämpötilat
- ilman liikenopeus oleskeluvyöhykkeellä
- iv-järjestelmän puhtaus
- kirjataan huonelämpötilaan vaikuttavat tekijät (esim. aurinko, lämpökuorimat, avoimet ikkunat jne.)

Äänen painetasojen mittaukset:

- huoneiden äänen painetaso
- taustäänitaso tarvittaessa (kun mitattu arvo ylittää sallitun arvon)
- tarvittaessa taustäänitason vaikutuksen vähentäminen huoneiden äänitasojen mittaustuloksesta.

Ylipaineistusjärjestelmä:

- ilmavirrat
- ylipaine

Rakennusautomaatiojärjestelmä:

- ks. RAU-työselostus

5.8. TARKISTUSMITTAUKSET

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