

Hannu Aaltonen

LAADUNVARMISTUSKANSIO LVI-
VALVOJAN APUNA

Opinnäytetyö

Talotekniikan koulutusohjelma


Kesäkuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

| | | |
|---|--|---|
|  <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p> | | <p>Opinnäytetyön päivämäärä 3.6.2010</p> |
| <p>Tekijä(t) Hannu Aaltonen</p> | <p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikka LVI-tekniikan suuntautumisvaihtoehto</p> | |
| <p>Nimeke Laadunvarmistuskansio LVI-valvojan apuna</p> | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä käsitellään laadunvarmistuskansiota. Laadunvarmistuskansion suuren laajuuden vuoksi työssä on perehdytty vain yhteen laadunvarmistuskansion osa alueeseen eli LVI-järjestelmien laatuvaatimuksiin.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä LVI-valvojalle tarkastuslista. Tarkastuslistan tarkoituksena on parantaa LVI-urakoiden laatua ja valvoa laatua urakan alkuvaiheista lähtien. Tarkastuslistan avulla on helppo seurata mitä tarkastuksia urakan aikana on tehty ja mitä on vielä tekemättä.</p> <p>Työssä käydään läpi ilmastointijärjestelmät, vesi- ja viemärijärjestelmät, sekä lämmitysjärjestelmät. Tarkastelun kohteena ovat kunkin järjestelmän putkistojen ja kanavien asennustavat ja niiden vaatimukset, sekä yleisimpien järjestelmiin kuuluvien laitteiden asennustavat ja vaatimukset. Näiden tutkittujen asioiden perusteella on tehty jokaiselle järjestelmälle oma tarkastuslistansa.</p> <p>Työn lopputuloksena syntyneet tarkastuslistat ovat vain suuntaa antavia ja niitä voidaan käyttää pohjana tehtäessä urakkakohtaisia tarkastuslistoja.</p> | | |
| <p>Asiasanat (avainsanat) Laadunvarmistuskansio, LVI-valvoja, Laatu</p> | | |
| <p>Sivumäärä 55+4</p> | <p>Kieli Suomi</p> | <p>URN NBN:fi:mamk-opinn201085158</p> |
| <p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p> | | |
| <p>Ohjaavan opettajan nimi Mika Kuusela</p> | <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja Insinööritoimisto Linera Oy</p> | |

DESCRIPTION

| | | |
|--|---|--|
|  <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p> | Date of the bachelor's thesis 3.6.2010 | |
| Author(s) Hannu Aaltonen | Degree programme and option Engineering of building service | |
| Name of the bachelor's thesis Quality control file help to HVAC-supervisor | | |
| Abstract <p>This Bachelor's thesis is about a quality control file. Because of the large scale of information in quality control file, this thesis is limited to only one area, the quality requirements of HVAC-systems.</p> <p>The goal of this Bachelor's thesis was to create an inspection list for HVAC-supervisor. The purpose of inspection list is to improve the quality of HVAC-contracts and to monitor their quality from the very beginning. By using the inspection list, it's easy monitor which inspections have been made and which haven't.</p> <p>This thesis goes over the air-conditioning-, water-, sewer- and heating systems. Installation types and requirements of pipes, ducts and the most common components and equipment are examined. Inspection list for each system is made on the basis of these studies.</p> <p>The inspection lists created during this thesis are only tentative and can be used as a starting point when similar lists are made for different contracts.</p> | | |
| Subject headings, (keywords) Qualitycontrol file, HVAC-supervisor, Quality | | |
| Pages 55+4 | Language Finnish | URN NBN:fi:mamk-opinn201085158 |
| Remarks, notes on appendices | | |
| Tutor Mika Kuusela | Bachelor's thesis assigned by Insinööritoimisto Linera Oy | |

SISÄLTÖ

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 1 |
| 2 | LAATU | 1 |
| 3 | LAADUNVARMISTUSKANSIO | 3 |
| 4 | LVI-JÄRJESTELMIEN YLEISET LAATUVAATIMUKSET | 4 |
| 4.1 | Asennustyöt | 4 |
| 4.2 | Varastointi ja pintakäsittely | 5 |
| 4.3 | Eistäminen | 6 |
| 4.4 | Putkistojen ja laitteiden merkitseminen | 6 |
| 4.5 | Tarkastukset | 7 |
| 4.5.1 | Materiaali- ja laitehyväksynät | 7 |
| 4.5.2 | Malliasennukset | 7 |
| 4.5.3 | Tiiveys- ja painekokeet | 8 |
| 4.5.4 | Peittyvien töiden tarkastukset | 8 |
| 4.5.5 | Toiminnantarkastukset | 8 |
| 4.5.6 | Mittaus ja säätö | 9 |
| 4.5.7 | Rakennusautomaatiotoimintojen tarkastus | 9 |
| 4.6 | Käyttöönotto | 9 |
| 5 | LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT | 10 |
| 5.1 | Lämmöntuotanto | 10 |
| 5.2 | Putkistojen asennus | 10 |
| 5.2.1 | Kannakointi | 12 |
| 5.3 | Venttiilit | 14 |
| 5.4 | Lämpömittarit | 15 |
| 5.5 | Painemittarit | 15 |
| 5.6 | Ilmanpoistimet | 16 |
| 5.7 | Patterit | 17 |
| 5.7.1 | Patterivarusteet | 18 |
| 5.8 | Eistäminen | 19 |
| 5.9 | Tarkastukset | 19 |
| 5.9.1 | Tiiveys- ja painekokeet | 20 |

| | | |
|--------|------------------------------------|----|
| 5.9.2 | Mittaus ja säätö | 20 |
| 6 | VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT | 21 |
| 6.1 | Käyttövesiputkiston asennus..... | 21 |
| 6.1.1 | Kannakointi..... | 23 |
| 6.2 | Venttiilit..... | 25 |
| 6.3 | Viemärien asennus..... | 25 |
| 6.3.1 | Kannakointi..... | 27 |
| 6.4 | Tarkastuskaivot ja -putket..... | 29 |
| 6.5 | Puhdistusputket..... | 30 |
| 6.6 | Erottimet | 30 |
| 6.7 | Pumppaamot | 31 |
| 6.8 | Vesikalusteet..... | 32 |
| 6.8.1 | WC-laitteet..... | 33 |
| 6.8.2 | Hanat ja vesipostit..... | 34 |
| 6.8.3 | Pesualtaat | 34 |
| 6.8.4 | Lattiakaivot | 35 |
| 6.9 | Eristäminen | 35 |
| 6.10 | Tarkastukset..... | 36 |
| 6.10.1 | Tiiviys- ja painekokeet..... | 36 |
| 6.10.2 | Säätö ja mittaus | 37 |
| 7 | ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT | 37 |
| 7.1 | Ilmastointikoneet | 38 |
| 7.1.1 | Asennus- ja huoltotilat | 38 |
| 7.2 | Puhaltimet..... | 39 |
| 7.3 | Savunpoistopuhaltimet | 40 |
| 7.4 | Huippuimurit..... | 40 |
| 7.5 | Suodattimet..... | 41 |
| 7.6 | Ilmastoinnin patterit..... | 41 |
| 7.7 | Lämmöntalteenottolaitteet | 42 |
| 7.8 | Äänenvaimennus..... | 43 |
| 7.9 | Ilmavirran mittauslaitteet..... | 43 |
| 7.10 | Kanavien asennus | 43 |
| 7.10.1 | Kannakointi..... | 44 |

| | |
|---|----|
| 7.10.2 Puhdistus ja tarkistusluukut | 45 |
| 7.11 Sulku-, säätö- ja palopellit | 45 |
| 7.12 Päätelaitteet | 46 |
| 7.13 Puhallinkonvektorit | 47 |
| 7.14 Jäähdytyspalkit | 47 |
| 7.15 Kanavien ja laitteiden merkitseminen | 48 |
| 7.16 Eristys | 48 |
| 7.17 Tarkastukset | 48 |
| 7.17.1 Paine- ja tiiviyskokeet | 49 |
| 7.17.2 Mittaus ja säätö | 50 |
| 8 TULOKSET | 50 |
| 9 POHDINTA | 52 |
| 10 LÄHDELUETTELO | 54 |

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tutkimusaiheena on laadunvarmistuskansio talotekniikkavalvojan apuna. Työssä perehdytään ilmastointijärjestelmiin, vesi- ja viemärijärjestelmiin sekä lämmitysjärjestelmiin. Näistä osa-alueista käsitellään ne tarkastukset, jotka tulee suorittaa ennen urakan vastaanottoa.

Työn taustalla on parantaa LVI-urakoiden laatua ja valvoa laatua urakan alkuvaiheista lähtien. Laatu on tärkeässä roolissa rakentamisessa. Hyvällä laadulla voidaan ennalta ehkäistä suuriakin vahinkoja, mm. rakenteiden sisällä väärästä asennuksesta johtuvia vesivahinkoja. Tällaiset vahingot tuottavat suuria rahallisia tappioita niin rakennuskohteelle kuin työn tehneelle urakoitsijalle, jos vahinko tapahtuu takuuajana. Laadunvarmistus on tärkeää urakoitsijalle, jotta pystytään osoittamaan oman työn tasalaatuisuus.

Keskeinen ongelma on, että kaikki urakoitsijat eivät aina toimita tarvittavia asiakirjoja turvataksaan oman työnsä ja antaa kseen tilaajalle luottamuksen siitä, että työ on hyvin tehty. Työn tarkoituksena on saada talotekniikkavalvojalle toimiva työkalu, jotta voidaan varmistaa, että urakoitsija huolehtii työnsä laadusta. Työ sisältää LVI-valvojalle tarkoitettua tarkastuslistan vaadittavista tarkastuksista, johon voidaan merkata tarkastukset suoritetuksi ja kuka tarkastuksen on tehnyt ja milloin.

2 LAATU

Laatu on käsitteenä laaja ja sille on mahdotonta antaa yhtä ainoaa kattavaa määritelmää. Arkikielessä laatu usein merkitsee vain tuotteen laatua, sitä onko tuote hyvä vai huono. Johtamisfilosofioissa ja -malleissa termi laatu taas kattaa yrityksen koko toiminnan lopputuotteiden lisäksi. Eli laatu on käsitteenä subjektiivinen, jokaisella on sille omanlaisensa määritelmä ja sanan käyttö luo erilaisia mielikuvia vastaanottajasta riippuen.

Alla olevassa luettelossa on muutamien tunnettujen laatufilosofien määritelmiä laadusta. Niistä käy hyvin ilmi kuinka monimuotoisesti laadun käsitteenä voi ymmärtää.

Laatu on:

- hyödykkeen soveltuvuudeksi käyttöön käyttäjän kannalta - Juran
- asiakkaan nykyisten ja tulevien tarpeiden täyttämiseksi - Deming
- minimihävikiksi, jonka tuote aiheuttaa yhteisölle sen jälkeen kun se on toimitettu käyttäjälle - Taguchi
- yhdenmukaisuudeksi asetettuihin vaatimukseen, taloudellisuudeksi, sopivuudeksi käyttötarkoitukseen ja asiakkaan tyytyväisyydeksi - Crosby
- tuotteen tai palvelun markkinoinnin, insinööriosaamisen, tuotannon ja huollon kautta määrittyviksi piirteiksi, joiden avulla pystytään täyttämään asiakkaan tarpeet - Feigenbaum
- hyödykkeen ominaisuudeksi, joka tarkoittaa vastaavuutta asetettuihin vaatimukseen, taloudellisuutta, sopivuutta käyttötarkoitukseen ja asiakkaan tyytyväisyyttä - Ashford
- arvoksi, jonka asiakas tai kuluttaja tuotteesta tai palvelusta saa suhteessa hintaan, toimitusaikaan ja tuotteen tuottamisen kokonaisyhteiskunnallisiin vaikutuksiin – Lillrank. /1./

Laatu on myös standardisoitu ISO9000-standardiin, jonka mukaan laatu on, tuotteen tai palvelun kaikki piirteet ja ominaisuudet, joilla tuote tai palvelu täyttää asetetut tai oletettavat piirteet.

Rakentamisessa laatu tarkoittaa sitä, että rakennushankkeen tuotteiden ja palvelun tulee täyttää sopimuksissa ja suunnitelmissa asetetut tavoitteet ja vaatimukset, sekä hyvän asennustavan vaatimukset. Joskus suunnitelmissa saattaa olla virheitä, joten urakoitsija ei voi sokeasti tuijottaa vain suunnitelmia vaan hänen on myös puututtava niissä esiintyviin virheisiin. Asennusvaiheessakin voi sattua virheitä tällöin työnjohtajan tulee puuttua asiaan. Jokaisella sattuu joskus virheitä ja samojen virheiden välttämiseksi pitäisi niihin puuttua heti, kun havaitsee virheen omassa tai toisen työssä. Tämä ohjaa yhä laadukkaampaan toimintaan ja osaamiseen.

3 LAADUNVARMISTUSKANSIO

Laadun monikäsitteisyyden takia laadunvarmistuskansioonkin liittyy monenlaista laatua edistävää asioita, kaikki työmaalla tapahtuva tekeminen, oleminen ja käytettävät materiaalit. Rakennustyömaalla jokainen työvaihe, logistiikka ja työmaan ympäristö liittyvät laatuun. Laadunvarmistuskansio voidaan jakaa karkeasti koostumaan neljästä osasta: viranomaisten edellyttämä laadunvarmistus, työmaan laatusuunnitelma, hankintasuunnittelu ja tehtäväkohtainen laadunvarmistus. Laatukansion sisältö muuttuu kohteen laajuuden ja vaatimusten mukaan.

Laadunvarmistuskansio on projektin työnjohdolla hallussa koko rakennushankkeen ajan, mutta kaikki osapuolet voivat sitä halutessaan tarkastella. Laatukansio toimii myös yksinkertaisena ja selkeänä laadun arkistointivälineenä työmaalla. Sinne arkistoidaan kaikki työmaata koskevat tarkastusasiakirjat ja muut tarpeelliset laatuun liittyvät dokumentaatiot. Näin on helppo jälkikäteen todistettavasti osoittaa, että laatu on vaatimusten mukaista. On hyvin tärkeää, että kansioon lisättävissä asiakirjoissa on tarkastus ajankohdan päivämäärä ja tarvittavien henkilöiden allekirjoitukset, työnjohtajan, LVI-valvojan sekä viranomaisen. Allekirjoituksilla määritellään vastuu, jos työn valmistumisen jälkeen ilmenee puutteita tai virheitä. Oikein täytetyillä ja allekirjoitetuilla asiakirjoilla taataan myös asiakastyytyväisyys, kun on näyttöä siitä, kuinka laadunvarmistus on toteutettu ja valvottu.

Laadunvarmistuskansion sisällön järjestyksen (liite 1.) säilyessä samana on siirtymisen uudelle työkohteelle helpompaa, koska laadunvarmistuskansion käyttö pysyy samanlaisena. Työn tehokkuus kasvaa, kun aika laatuasiakirjojen käsittelemiseen vähenee ja todellinen laadunvalvonta ja -varmistus lisääntyvät. Työsuorituksia valvomalla varmistetaan, että samaa työvaihetta ei tarvitse suorittaa uudestaan. Kun tiedetään oikeat laatutavoitteet, pystytään tuote valmistamaan kerralla oikeanlaiseksi. Laadunvarmistuskansio oikein käytettynä antaa oikeusturvaa LVI-urakoitsijalle, työmaan työnjohdolle ja LVI-valvojalle.

On oleellista missä muodossa urakoitsija toimittaa suorittamiensa kokeiden materiaalit LVI-valvojalle. Toimitetaanko ne sähköisessä muodossa vai kirjallisesti. Kirjallinen

materiaali on helppo arkistoida kansioon, mutta jos asiaa ei tehdä heti saattavat paperiset versiot hävitä johonkin. Sähköisen puolen etuja ovat tiedon säilyvyys ja helppo käsiteltävyys, sekä ne on helppo siirtää sähköiseen huoltokirjaan. Digikameroiden kehittyessä on työmaiden valokuvaaminen tullut helpommaksi. Valokuvien avulla voidaan helposti dokumentoida työmaanerivaiheita. Hyvän laadun kannalta on suositeltavaa käyttää kumpaakin arkistointi muotoa.

4 LVI-JÄRJESTELMIEN YLEISET LAATUVAATIMUKSET

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132 152 § 1 momentti: ”Rakennustuotteen, joka on tarkoitettu käytettäväksi pysyvänä osana rakennuskohteessa, tulee olla ominaisuuksiltaan sellainen, että rakennuskohde asianmukaisesti suunniteltuna ja rakennettuna täyttää rakentamiselle asetetut olennaiset vaatimukset tavanomaisella kunnossapidolla taloudellisesti perustellun käyttöajan.”/2./

Rakennuttajan tai tilaajan pitää heti projektin alussa määrittää hankekohtainen tavoite ja laatuvaatimus. On hyvin tärkeää laadun kannalta esimerkiksi, että suunnittelija tietää minkälaiseen sisäilmastoon hankkeessa pyritään. LVI-kortistossa on sisäilmasto-luokitus, missä on sisäilmasto jaettu kolmeen eri luokkaan S1, S2 ja S3. LVI-tekniset järjestelmät ovat muutenkin hyvin haastavia. On osattava ottaa huomioon mm. energiataloudellisuus, ympäristönvaatimukset, hygieniavaatimukset ja laitteiden huollettavuus. Rakennuttajan tai tilaajan tulee siis huolehtia, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan säännösten ja määräysten mukaan. Lisäksi rakennuttajalle tai tilaajalle kuuluu huolehtimisvelvollisuus, joka sisältää rakennustyön valvonnan sekä työn tarkastamisen ja todentamisen samoin kuin käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuden toteuttamisen./3., 4./

4.1 Asennustyöt

Ennen asennustöiden aloittamista tulee tarkistaa asennustilojen valmius. Onko tila siinä kunnossa, että siellä voidaan suorittaa turvallisesti asennustöitä. Onko työ mahdollista tehdä ilman suuria keskeytyksiä vai onko meneillään jonkin muu suuri työvai-

he, mikä pakottaa keskeyttämään juuri aloitetun työn. Onko tilan puhtaus sillä tasolla, että sinne voidaan asentaa LVI-laitteita, jotka ovat puhtausluokiteltuja./4./

Asennustyöt tulee tehdä hyviä työmenetelmiä käyttäen ja LVI-tuotteiden valmistajien ohjeiden mukaisesti. Oikealla asennustavalla varmistetaan tuotteen toimivuus sille suunnitellulla tavalla ja saavutetaan tuotteelle määritelty käyttöikä paremmin. Asennustyöt tulee aina tehdä uusimpien suunnitelmien mukaan. Työmaalla tulee säilyttää aina ajan tasalla olevat piirustukset ja muut suunnitelma-asiakirjat mm. työselitys. Silloin kun asennus jää näkyviin on noudatettava huoneen linjoja. Yleensä noudatetaan joko pysty- tai vaakalinjoja. On myös mahdollista noudattaa verhouksien saumalinjoja./4./

Helppo huollettavuus on tärkeä osa LVI-teknisissä ratkaisuissa. Huollettavien ja säädettävien laitteiden sijoittaminen ja asentaminen alakattotiloihin ja muihin hankalasti käsiksi päästäviin tiloihin on vältettävä. Varsinkin vesivirtojen ja ilmamäärien säätö- ja mittauslaitteet tulisi suunnitella ja asentaa paikkoihin, joissa mittaus- ja säätötyö haittaa mahdollisimman vähän tilojen loppukäyttäjää./4./

LVI-työnjohtajalla tulee olla rakennusvalvontaviranomaisen edellyttämää hankkeen vaativuusluokitusta vastaava pätevyys. Hänen täytyy omalta osaltaan huolehtia työmaan tarkastusasiakirjojen täyttämisestä ja siitä, että tarkastukset tehdään ajoissa. /3./

4.2 Varastointi ja pintakäsittely

LVI-tuotteiden varastoinnissa on otettava huomioon laatutekijät. On pidettävä huolta ettei tuotteen laatu pääse huononemaan varastoinnin aikana sekä, että tuotteelle asetetut erityisvaatimukset toteutuu. Varastointiolosuhteiden työmaalla sekä urakoitsijan omissa varastoissa on vastattava puhtausluokituksen vaatimuksia. Esimerkiksi ilmastointikanavien päät on pidettävä suljettuina kaikissa varastoinnin vaiheissa./4./

Keskeneräiset asennukset tulee myös suojata. Työmaalla joudutaan siirtelemään isojaakin tavaroita paikasta toiseen. Tavaroiden siirron aikana voi tulla kolhuja asennettuihin suojaamattomiin tuotteisiin. Työmaalla syntyy paljon pölyä, joka on hyvin hieno-

jakoista. Onkin erittäin tärkeää suojata valmiiksi asennetut laitteet pölyltä esim. puhallinkonvektorit./4./

Jotkin LVI-tuotteet määrätään suunnitelma-asiakirjoissa pintakäsiteltäviksi. Suunnitelma-asiakirjoista käy myös ilmi kenelle kyseisten tuotteiden pintakäsittely kuuluu. Yleisimpiä työmaalla maalattavia tuotteita ovat putkistot ja kanavistot./4./

On myös LVI-tuotteita jotka tulee toimittaa valmiiksi pintakäsiteltynä ja niihin liittyvät sähkötuotteet myös:

- huonelaitteet; lämmityspatteri, vesi- ja viemärikalusteet, ilmastoinnin päätelaitteet yms.
- moottorit
- pumput, puhaltimet, kompressorit
- koteloidut ilmastointikoneet osineen
- kone- ja säätökeskukset
- mittaus- ja säätölaitteet
- kalvopaisunta-astiat./4./

4.3 Eristäminen

Eristeenä käytetään aina suunnitelmissa mainittuja eristemateriaaleja ja eristepaksuuksia. Eristettävän putken tai kanavan lävistäessä seinän tai välipohjarakenteen pitää eristyksen jatkaa yhtenäisenä rakenteen läpi. Rakenteiden läpivientikohdissa läpivientiholkin ja eristeen väli tiivistetään teknisten ominaisuuksien mukaisella tiivistekuorella. Seinärakenteen läpivientikohdassa voidaan myös käyttää yhtä sarjavahvuutta ohuempaa eristystä, jos palo- ja äänitekniset vaatimukset täytetään. Osastoivan rakenteen läpiviennissä palava eriste katkaistaan palamattomalla eristeellä./4./

4.4 Putkistojen ja laitteiden merkitseminen

Putkistojen ja laitteiden merkitseminen on tärkeää. Ilmastointikonehuoneet ja lämmönjakohuoneet ovat yleensä ahtaissa tiloissa ja niissä risteilee monenlaisia putkia ja kanavia. Joten on erittäin tärkeää, että jokaisessa putkessa ja kanavassa on merkintä

mihin järjestelmään se kuuluu, mitä siinä virtaa ja mihin suuntaa, esimerkiksi: IV-lämmitys paluu. Samoin sulku- ja säätöventtiilit kohdat pitää merkitä. Varsinkin jos venttiilit sijaitsevat avattavan kotelon, alakaton tms. rakenteen sisällä./4./

Yhtä tärkeää on myös laitteiden merkitseminen. Tämä helpottaa huoltotoimenpiteitä, kun merkinnästä nähdään saman tien millainen laite on kyseessä. Laitteiden merkinnästä tulee löytyä mm.

- valmistajan malli nimi ja tunnus
- malli
- valmistusnumero ja vuosi
- lämpö/jäähdytysteho (kW)
- virtaama (dm³/s) /4./

4.5 Tarkastukset

Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895, 77 § 2 momentti: ”Tarkastusasiakirjan pitämisestä tehdään merkintä loppukatselmuspöytäkirjaan ja sen yhteenveto arkistoidaan rakennuksen lupa-asiakirjojen yhteyteen.”/5./

4.5.1 Materiaali- ja laitehyväksynät

Ennen töiden aloittamista tulee urakoitsijan hyväksyttää käyttämänsä materiaalit ja laitteet, varsinkin jos urakoitsija haluaa käyttää muita kuin suunnitelmissa tyypitettyjä laitteita. Tarkastuksessa tarkistetaan, että tuotteen käyttö, huolto ja työturvallisuus ovat asianmukaisia. Hyväksytyin tarkastuksen jälkeen voidaan suunnitelmat päivittää uusien laitteiden mukaisesti.

4.5.2 Malliasennukset

Malliasennuksissa voidaan tehdä erinäisistä tiloista. Suunnitelma-asiakirjoissa on maininta aina tiloista, joissa tulee suorittaa malliasennus. Tiloja, joissa suoritetaan yleensä malliasennuksia, ovat märkätila, toimisto-, hotelli- ja luokkahuone. Malliasennus vaiheessa on helppo huomata risteilyt muiden urakoitsijoiden kanssa ja tehdä vielä

uusia suunnitelmia koskien muita tiloja. Malliasennusten perusteella on myös helppo päättää oikea asennusjärjestys jota sitten tulee noudattaa kaikissa samankaltaisissa huoneissa.

4.5.3 Tiiveys- ja painekokeet

Suunnitelma-asiakirjoissa määrätään järjestelmän osat, joille tehdään tiiveys- tai painekokeet. Koepaineesta määritellään käytettävä paine ja kokeen kesto, tiiveyskokeesta käytettävä paine ja sallittu vuoto määrä.

Tiiveys- ja painekokeet pitää aina suorittaa ennen asennusten eristämistä ja peittämistä. Kokeen aikana pitää olla rakennuttajan edustaja läsnä, esim. LVI-valvoja, ja kokeesta on tehtävä pöytäkirja. Mikäli tarkastuksessa havaitaan vikoja tai vuotoja pitää ne korjata. Korjauksien jälkeen tulee järjestelmän osalle suorittaa uusi tiiveys- tai painekoe.

4.5.4 Peittyvien töiden tarkastukset

Tarkastuksessa tulee katsoa, että asennukset ovat suunnitelmien mukaiset, määräykset täyttävät ja tiiveys- ja painekokeet on pidetty. Tarkastuksesta tulee olla rakennuttajan edustaja paikalla, esim. LVI-valvoja ja tarkastuksesta pitää tehdä pöytäkirja.

4.5.5 Toiminnantarkastukset

Toiminnantarkastuksessa, eli itselle luovutuksessa, urakoitsija tarkistaa asentamiensa putkistojen, kanavien ja laitteiden toiminnan yksityiskohtaisesti. Toiminnantarkastus tulee tehdä yhdessä muiden järjestelmän asennuksiin osallistuneiden urakoitsijoiden kanssa. Havaitut puutteet ja viat tulee korjata saman tien, koska tarkastuksesta laadittua hyväksyttyä pöytäkirjaa pidetään ehtona, jotta toimintakokeet voidaan aloittaa. Toimintakokeiden laajuus määritellään suunnitelma-asiakirjoissa. Toimintakokeissa varmistetaan vielä laitteiden toimivuus. Hyväksytyyn toimintakokeen jälkeen voidaan aloittaa järjestelmien säätö ja mittaus.

4.5.6 Mittaus ja säätö

LVI-järjestelmät mitataan ja säädetään suunnitelmien mukaisesti ja vastaamaan järjestelmän vaatimuksia. Mittaustuloksista ja säätöarvoista pitää tehdä mittauspöytäkirja ja säätöarvot tulee merkata säädettäviin laitteisiin.

4.5.7 Rakennusautomaatiotoimintojen tarkastus

Tarkastuksia aloitettaessa on seuraavien ehtojen oltava täytetty:

- sähkönsyöttö tapahtuu lopullisilla laitteilla ja lopullisia siirtoyhteyksiä myöten, pumpput, venttiilit yms. LVI-suunnitelmien mukaiset laitteet asennettu
- lämpö- yms. energiansyöttö tapahtuu likipitään oikeassa lämpötilassa ja paineessa
- verkostot ovat täytetyt ja ilmatut
- rakennusautomaatiolaitteet ovat lopullisesti asennetut ja kytketyt
- varo- ja hälytyslaitteet ovat kokeiltu ja toimivat
- tarkastettavat laitteet ja tilat ovat alustavasti siivottu, eikä niissä suoriteta mitään kokeita haittaavia töitä./4/

4.6 Käyttöönotto

Rakennuskohteen LVI-järjestelmien on luovutusajankohtana oltava sopimusasiakirjojen mukainen ja toimittava sille määrätyllä tavalla. Koko rakentamisen ajan ylläpidetyllä laadunvarmistuksella voidaan todeta sopimusasiakirjojen vaatimusten täyttyvän ja LVI-järjestelmien olevan asennettu ja toimivan suunnitelmien vaatimalla tavalla./4./

Osa LVI-järjestelmistä voidaan ottaa käyttöön jo ennen varsinaista käyttöönottoa ns. rakennusaikaiseen käyttöön, esim. lämmitysjärjestelmä. Silloin on kuitenkin pidettävä huolta, että laitteet suojataan erillisillä suojaus-, suodatin-, varolaite- tai muilla tarvikkeilla laitteiden valmistajan ohjeiden mukaisesti. Sähkö- ja automatiikkakytkentöjen osalta laitteet pitää olla kytkettynä vähintään ryhmäkeskukselta lähtien lopullisesti ja automatiikka ennakkoviritetty. Ennen kuin rakennusaikaisessa käytössä olleet laitteet otetaan lopulliseen käyttöön, on muistettava mm. vaihtaa ilmanvaihtokoneen suodat-

timet. Viranomaiset edellyttävät, että rakennusaikeiseen käyttöön otettavista LVI-laitteista tehdään käyttöönottoilmoitus./4./

Rakennusvalvontaviranomainen hyväksyy aina rakennuksen käyttöönoton. Sitä ennen tulee olla suoritettuna kaikki vaadittavat tarkastukset hyväksytyinä. Rakennusviranomaisen käyttöönotolle asettamat vaatimukset on aina kirjattuna rakennusluvassa, aloituskokouspöytäkirjassa ja työaikaisissa virallisissa tarkastus- ja katselmuspöytäkirjoissa./4./

5 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Urakoitsijalle pitää olla käytettävissään aina viimeisimmät suunnitelmat ennen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien asentamisen aloittamista ja asennus tulee tehdä valmistajien ohjeiden mukaisesti. Samoin työtä suorittavan urakointiyrityksen työnjohdolla ja asentajilla pitää olla riittävä kokemus vastaavanlaisista työsuorituksista.

5.1 Lämmöntuotanto

Lämpöä rakennukseen voidaan tuottaa kaukolämmön, öljyn, maakaasun tai kiinteänpolttoaineen avulla. Kaukolämmössä tarvitaan energialaitoksen viranomaisen hyväksynät. Öljyllä, maakaasulla tai kiinteällä polttoaineella suoritettavassa lämmöntuotossa pitää olla paloviranomaisen tarkastukset, jotta paloturvallisuus olisi taattu./4./

5.2 Putkistojen asennus

Putkistoissa käytettävät putket, laitteet ja varusteet pitää olla lämmityskäyttöön tarkoitettuja. Suunnitelma-asiakirjoissa on aina maininta millaisia materiaaleja tulee käyttää ja millaisia liitostapoja.

| Putkimateriaali | Liitostapa | Tavallisin käyttöalue |
|-------------------------------|--|---|
| Teräs | Hitsausliitos | Runko- ja kytkentäjohtot, kauko- ja aluelämpöputket |
| | Kierreliitos | KytKentäjohtot |
| | Laippaliitos | Lämmitysputket, LTO-putket |
| | Uraliittimet | Lämmitysputket |
| Ohutseinäinen teräs | Puristusliitos | Runko- ja kytkentäjohtot |
| Kupari | Kapillaarijuotos, puristusliitos | Runko- ja kytkentäjohtot, lattialämmitysputket |
| | Laippaliitos | LTO-putket |
| | Kovajuotos | Kauko- ja aluelämpöputket |
| PEL | Puristusliitos | Lumensulatusputket, matalalämpöputket |
| PEM | Hitsausliitos, laippaliitos | Lumensulatusputket, matalalämpöputket |
| PEH, PP | Hitsausliitos, kumirengasliitos, laippa- ja puristusliitos | Lumensulatusputket |
| PEX happidiffuusio-suojattuna | Puristusliitos | Lattialämmitysputket, lumensulatusputket, runko- ja kytkentäjohtot, aluelämpöputket |
| Komposiitti | Puristusliitos | Lämmitysputket |

Kuva 1. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien putkistomateriaalit, liitostavat ja käyttökohteet./6./

Putkien asentaminen pohjalaatan alle tai lattiaan ilman suojaputkea on kielletty. Suositeltavaa on asentaa putket mahdollisimman paljon näkyviin, jotta mahdolliset putki-
vuodot on helppo havaita eikä pääse aiheuttamaan vesi- ja kosteusvahinkoja. Putkisto-
ja asennettaessa rakenteiden sisään on ne varustettava vuotoveden ilmaisimella. Vuotovedet tulee ohjata näkyville sellaiseen paikkaan mistä ne on helppo havaita ja missä todennäköisesti käy päivittäin henkilöitä./6./

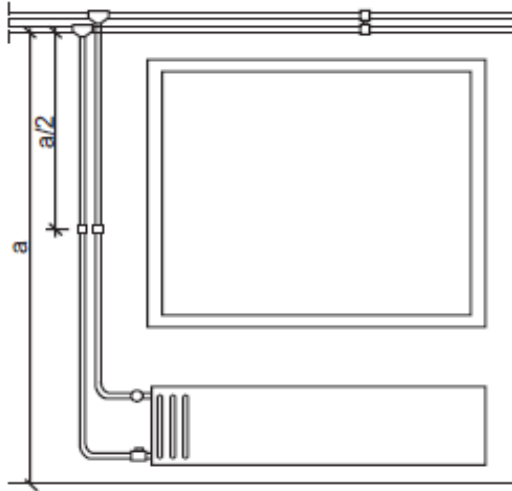
Putki on katkaistava aina kohtisuoraan ja putken pään on jäätävä tasaiseksi. Katkaisus-
sa syntyneet epätasaisuudet ja jäysteet on poistettava. Ennen putkien liittämistä tulee
putkista puhdistaa kaikki epäpuhtaudet. Liitettäessä putkia lämmittämisen avulla tulee
lämmitystapa valittava niin, ettei putkimateriaali tai pinnoite ei vahingoitu. Putkien
liittämisessä tulee aina käyttää siihen tarkoitettuja työkaluja. Putkistojen asennuksessa
on otettava huomioon lämpölaajeneminen. Avoimet putken päät peitetään suojakan-
nella välittömästi asennuksen jälkeen. /6./

Putkiston ensimmäisen täytön yhteydessä happi poistetaan vedestä joko käyttämällä inhibiittejä tai kuluttamalla happi luonnostaan tapahtuvassa nopeissa kemiallisissa reaktioissa./6./

5.2.1 Kannakointi

Pystynousu pitää kannakoida sillä tavalla, ettei putkiston painosta, sekä nesteen ja eristyksen painosta aiheutuvat voimat kohdistu kannatuspisteeseen eikä vaakaputkien liitoskohtiin. Pystynousussa on oltava vähintään yksi kannake jokaisessa kerroksessa. Pitkässä pystynousussa, joissa tulee huomioida lämpölaajeneminen, asennetaan kiintopiste keskelle nousua. Tällöin lämpölaajenemisesta syntyvä liike jakautuu tasaisesti kiintopisteen ylä- ja alapuolelle. Ilman kiintopistettä putkisto pääsee liikkumaan lämpölaajenemisen seurauksena ja voi näin rikkoa liitoskohtia. Jokaisen haaran ja mutkan läheisyyteen tulee aina asentaa kannake tai kiintopiste.

Yläjakoisessa putkistossa patterin kytkentäjohdon pystyosuudelle pitää aina asennetaan vähintään yksi kannake.(kuva 2). Joskus kun kyseessä on kevyt, yksilevyinen lämmityspatteri joudutaan käyttämään ääntä eristäviä joustavia liittimiä kytkennässä, jotta täytetään rakentamismääräyskokoelman äänivaatimukset. Joustavia liittimiä ei tarvitse käyttää, jos patteri on kaksi- tai useampilevyinen liitinpatteri, matala konvektori, ns. design-patteri tai valurautapatteri. Eikä silloin, kun lämmityspotket ovat betonivalussa tai ovat muovia. Saneerattavissa kohteissa, kun valitaan uusia pattereita, kannattaa valita sellaiset patteri, jotka ovat matalia ja useampilevyisiä teräspattereita tai muita tyyppisiä, jotka parantavat ääneneristävyyttä. Jos joudutaan käyttämään joustavia liittimiä, tulee niiden olla testattuja ja happitiiviitä, ettei niiden kautta pääsee imeytymään happea verkostoon. Ääntä eristäviä patteriventtiilejä kytkettäessä tulee olla hyvin tarkkana, ettei liittimen ja putken taivutuskulma ole yli 3°, jos taivutuskulma menee yli tämän voi liitin jäädä vuotamaan./7. ,8./



Kuva 2. Patterin kytkentäputken kannanointi/7./

| Teräsputket | | Kupariputket | | Muoviputket | | Monikerrosmuoviputket ²⁾ | |
|-------------|------|----------------|-------------------------|----------------|---------------|-------------------------------------|----------------|
| DN | mm | d _u | mm | d _u | PVC, PEH, PEM | PEL, PEX, PB | d _u |
| mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| | | 8...15 | 400...600 ¹⁾ | | | | |
| < 20 | 2500 | < 22,0 | 1250 | < 20 | 700 | 300 | < 20 |
| 20 | 2500 | 22,0 | 2500 | 20 | 700 | 300 | 20 |
| 25 | 2500 | 28,0 | 2500 | 25 | 900 | 400 | 25 |
| 32 | 2500 | 35,0 | 2500 | 32 | 1000 | 400 | 32 |
| 40 | 2500 | 42,0 | 2500 | 40 | 1100 | 500 | 40 |
| 50 | 3000 | 54,0 | 2500 | 50 | 1200 | 500 | 50 |
| 65 | 4000 | 63,0 | 2500 | 63 | 1400 | 600 | 63 |
| 80 | 4000 | 76,1 | 3000 | 75 | 1500 | 600 | 75 |
| 100 | 5000 | 88,9 | 3000 | 90 | 1600 | 700 | |
| 125 | 5000 | 108,0 | 3000 | 110 | 1700 | 700 | |

¹⁾ pinta-asennuksessa lämmitysputket 400...500 mm, käyttövesiputket 600 mm, hehkutettu kupariputki enintään 300 mm

²⁾ pinta-asennuksessa putket 500...800 mm

Kuva 3. Vaakaputkien kannakointiväli /7./

Kannakkeiden materiaalina on yleensä sinkitty teräs tai muovi. Ulkoisten olosuhteiden ollessa kosteita tai syövyttäviä käytetään kuparista, alumiinista, ruostumattomasta tai haponkestävästä teräksestä valmistettuja kannakkeita. Kannakkeen ja putken ollessa eri metallia joudutaan niiden väliin asentamaan kumi- tai muovieriste. Tällä keinolla estetään epäjalomman metallin syöpyminen. Pinta-asennuksissa tulee käyttää muovisia tai teräksisiä pinta-asennukseen tarkoitettuja kannakkeita./7./

Kannakoinnilla on suuri merkitys ja varsinkin näkyvien putkien kannakoinnilla. Liian väljällä kannakoinnilla putket roikkuvat ja asennus jälki näyttää epäsiistiltä. Tarpeeksi tiheällä kannakoinnilla putket pysyvät ryhdissään ja mahdolliset osumat putkistoon eivät saa putkea vinoon, eikä tärähdyksestä aiheutuvat äänet kantaudun niin hyvin eteenpäin.

5.3 Venttiilit

Venttiilien on oltava lämmitysjärjestelmälle ja virtaavalle aineelle soveltuvia. Venttiilien asentamisessa on täytettävä suunnitelma-asiakirjojen vaatimukset. Venttiilit on asennettava joko kierre-, yhdistin-, laippa- tai hitsausliitoksin./4./

Sulkuventtiilit pitää asentaa paikkoihin joissa ne ovat helposti huollettavissa ja vaihdettavissa. Jos venttiilit joudutaan asentamaan paikkaan jossa ne eivät ole näkyvissä, tulee paikka merkata huolellisesti./4./

Linjasäätöventtiilit asennetaan vedenvirtaussuunnan mukaisesti ja sellaiseen paikkaan, että virtaama voidaan säätää, säätöarvo lukea ja paine-ero mitata. Muuten linjasäätöventtiilit tulee asentaa samalla tavalla kuin sulkuventtiilitkin. Linjasäätöventtiilit tulee myös merkitä juoksevilla numeroilla ja varustaa verkoston tunnuksella, esim. J1 on jäähdytysverkoston linjasäätöventtiili numero 1. Sekä venttiileihin tulee merkata niiden säätöarvot./4./

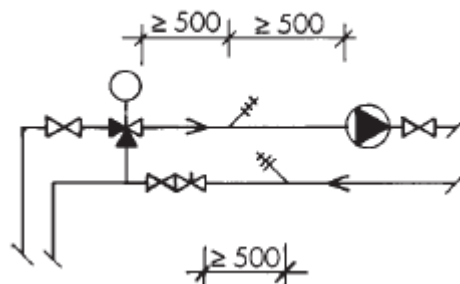
Linjasäätöventtiilin valinnassa tulee olla tarkkana, jos poiketaan suunnitelmissa olevista venttiileistä. Suunnitelmissa esitetyt esisäätöarvot ovat laskettu kyseiselle venttiilityypille. Jos toteutusvaiheessa käytetään eri valmistajan linjasäätöventtiiliä, tulee esisäätöarvo laskea uudestaan. Eri valmistajan venttiilit antavat samalla esisäätöarvolla eri virtaamia, joten säätö vaiheessa tulee hankaluuksia jos venttiilit eivät suunnitelmissa mainittujen virtaamien mukaan aseteltu.

Verkostot tulee myös varustaa täyttö- ja tyhjennysventtiileillä. Täyttöputkessa oleva täyttöventtiili estää, ettei verkoston neste pääsee talousvesiverkostoon. Tyhjennysventtiilit tulee sijoittaa verkoston alimpaan kohtaan, jotta voidaan olla varmoja verkoston tyhjentymisestä. Tyhjennysventtiili tulee varustaa tulpalla, suojahatulla tai muulla suojalaitteella, jottei verkosto pääse vahingossa tyhjentymään./4./

5.4 Lämpömittarit

Lämpömittareina tulee käyttää ensisijaisesti suojataskuihin asennettavia lämpömittareita. Pintalämpömittareiden käyttö sallitaan vain kohteissa joissa ei voida käyttää, huollettavuuden, luettavuuden tai vaihdettavuuden vuoksi, suojataskullisia lämpömittareita. Mittareiden sijoittelussa on otettava huomioon luettavuus ja että mittari antaa riittävän luotettavan tuloksen mittatavasta nesteestä. Luettavuuden kannalta isot pyöreät mittarit ovat suositeltavia./9./

Mittausteknisesti paras sijoituspaikka lämpömittarille on putken käyrä ja virtaussuuntaa vastaan. Mikäli mittari ei saa asennettua käyrään se voidaan asentaa putkeen joko 45° kulmaan virtaussuuntaa vastaan tai 90° kulmaan putkeen nähden, jos luettavuus, vaihdettavuus tai huollettavuus niin edellyttää. Lämpömittareille on myös määritelty muutamia etäisyyksiä, jotta mittaustulokset olisivat aina mahdollisimman tarkkoja. /9./

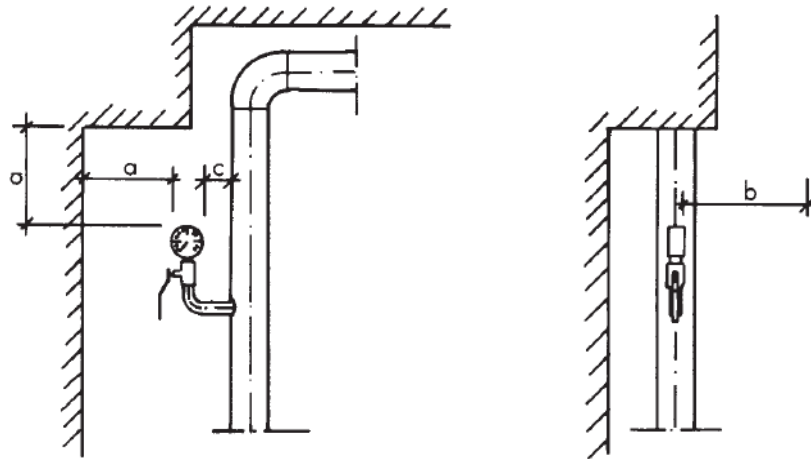


Kuva 4. Mittareiden etäisyys venttiileistä ja pumpuista vähintään 500mm./8./

5.5 Painemittarit

Painemittari sijoitetaan sellaiseen paikkaan, joissa tarvitaan paineen mittausta, esim. pumppujen läheisyyteen. Mittarin tehtävänä on mitata valitun nesteen tai nesteseoksen painetta. Painemittari asennetaan painemittarihaarassa olevaan sulkuventtiiliin. Sulkuventtiili on voitava avata ja sulkea ilman erityistoimenpiteitä. Painemittarihaara liitetään putkeen niin, että se on kohtisuorassa putkeen nähden ja mittarihaaran reuna ei ole putken sisäreunaa syvemmällä. /9./

Mittari on asennettava tarpeeksi etäälle putkesta, jotta sen asennus ja mahdollinen vaihto onnistuu eristeitä purkamatta ja rikkomatta. Samoin mittarin ympärille on jätettävä tarpeeksi tilaa.



Kuva 5. Painemittarin etäisyydet rakenteista ja putkesta.

$a \geq 250\text{mm}$ vapaata tilaa rakenteista, kattilasta tms. mittarin päällä ja sivuilla

$b \geq 600\text{ mm}$ vapaata tilaa mittarin edessä

$c \geq 20\text{ mm} + \text{eristeen paksuus.}/9./$

5.6 Ilmanpoistimet

Lämmitysputkiston ilmanpoistossa käytetään automaattisia tai käsikäyttöisiä ilmanpoistimia ja -erottimia. Oikein sijoitettu ilmanerotin poistaa lämmönlähteessä erottuvat mikrokuplat estäen niiden pääsyn muualle putkistoon. Mikrokuplat ovat hyvin pieniä, joten niitä on vaikea erotella vedestä, tätä varten siihen vaaditaan rakenteeltaan erilainen poistin kuin ilmalle. Kun mikrokuplat saadaan pois heti lämmönlähteen jälkeen ilmanerottimella, pystyy veteen jälleen liukenemaan ilmaa muualta verkosta. Tämä liuennut ilma poistetaan sitten verkoston ylimmistä kohdista. Yleisimmin on käytössä automaattinen ilmanpoistin joka on vaivattomin, koska se toimii automaattisesti. Tällaiset auttavat verkoston täyttö vaiheessa, kun ei tarvitse käydä käsin ilmaamassa./9./

Ilmanpoistimet asennetaan lämmitysputkiston ylimpiin pisteisiin ja muihin ilmaa kerääviin kohtiin. Paras ilmanerotustulos saadaan kuitenkin lämmitysputkiston kuumimmassa ja alhaisimman paineen kohdassa. Ilmanerotin asennetaan mahdollisimman lähelle lämmönlähdettä menoputkeen ja jos mahdollista, pumpun imupuolelle. Jos putken halkaisija on ≤ 50 mm, tehdään ilmanpoistimen kohdalle putkeen laajennus. Ilmanerotin päälle ja sivuille on jätettävä vähintään 100 mm huoltotila. /9./

Huollettavuuden ja vaihdettavuuden vuoksi ilmanpoistimet ja ilmanerotimet kiinnitetään kierre- tai laippaliitoksien. Käsikäyttöinen ilmanpoistin on tarkoitettu lähinnä putkiston täytön ja käyttöönoton yhteydessä tehtävään ilmanpoistoon. Käsikäyttöistä ilmahanaa saa käyttää vain urakoitsija, huoltohenkilö tai vastaava henkilö putkistoa ilmatessa./9./

5.7 Patterit

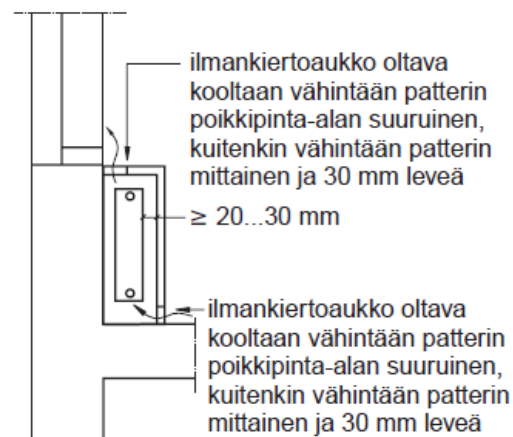
Patterin ja patterin varusteiden rakenteen, materiaalin, pintakäsittelyn tulee kestää normaaleja käyttöolosuhteita. Tiloissa jotka ovat erittäin kosteita pitää käyttää ruostumattomasta ja haponkestävästä teräksestä tehtyjä pattereita.

Pattereiden asennuksessa huomioitavia asioita on:

- noudatettava laitevalmistajan ohjeita
- asennettava vaakasuoraan niin, että ilma voidaan poistaa
- yli 2m pitkät patterit kytkettävä molemmista päistä
- asennettava keskeisesti ikkunoihin, pilareihin tms. rakenteisiin nähden
- mahdollinen lämpölaajeneminen on mahdollista
- etteivät avautuvat ovet tms. riko patteria
- asennettava vähintään 100 mm korkeudelle lattiasta, jotta lattian pystyy siivoamaan patterin alta seinään asti./10./



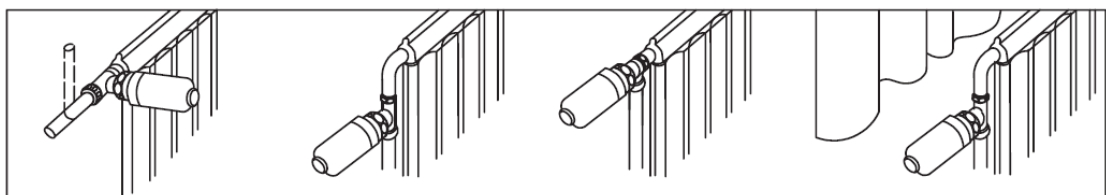
Kuva 6. Patterin asennus seinäsyvennykseen./10./



Kuva 7. Patterin asennus kotelorakenteeseen./10./

5.7.1 Patterivarusteet

Patterin menoputki varustetaan esisäädettävällä patteriventtiili ja paluuputki sulkuliitimellä. Venttiileinä käytetään termostaattisia patteriventtiileitä. Patteriventtiilien termostaattiosat valitaan järjestelmään ja tilojen käyttötarkoitukseen sopiviksi. Yleisin termostaatti on kiintoanturi. (kuva 8.)



Kuva 8. Kiintoanturin asennustavat/10./

Irtoantureita käytetään paikoissa, joissa patteriventtiiliä pääsee helposti säätämään. Kun taas etäissäätöistä anturia on käytettävä paikoissa, joissa patteriventtiiliä ei päästä säätämään käsin ilman että jouduttaisiin purkamaan rakenteita. Lukittavaa käsipyörää tai patteriventtiilin päälle asennettavaa suojahattua tulee käytettävä tiloissa, joissa huonelämpötilalle ei ole asetettu vaatimuksia, esim. porrashuoneet. Liittimiin ei saa koskaan kohdistua veto- eikä taivutusjännitystä. Termostaattiosat tulee asentaa vasta, kun verkosto on säädetty ja tasapainotettu. Patterivarusteiden asennuksessa on huomi- oitava:

- patterivarusteet toimii vaaditulla tavalla
- patteriventtiiliä, sulkuliitintä, ilmaruuvia, tyhjennysventtiiliä yms. on helppo käyttää käsin tai normaaleilla työvälineillä
- ettei termostaattinen patteriventtiili ole avattavien ikkunoiden alapuolella, jollei se ole varustettu irtoanturilla
- etteivät avautuvat ovet tms. riko patterivarusteita./10./

5.8 Eristäminen

Lämpöjohtoja ei tarvitse eristää silloin kun lämpöhäviöt on osa huoneen lämmitystarpeesta eikä nosta tarpeettomasti huoneen lämpötilaa. Laitteet voidaan jättää eristämättä toiminnallisten vaatimuksien takia. Eristämättä jätettäviä putkiston osia, laitteita ja varusteita ovat:

- seinällä näkyvissä olevat enintään DN 20 kokoiset lämmitysverkoston nousu- putket
- samassa huonetilassa olevat patterin kytkentäputket sekä patterin alla olevat jakoputket
- tyhjennysputket, ilmanpoistimien ja painemittareiden kytkentäputket
- kertasäätöventtiilit./4./

5.9 Tarkastukset

Laadunvarmistamiseksi on erityövaiheista pidettävä tarkastuksia. Tarkastuksista on tehtävä pöytäkirjat joissa on päivämäärät ja allekirjoitukset.

Lämmitysjärjestelmistä pidettävät tarkastukset:

- materiaali- ja laitehyväksynnät
- malliasennukset
- tiiviys- ja painekokeet
- peittyvien töiden tarkastus
- itselleluovutukset, toiminnantarkastus
- toimintakokeet
- säädöt ja mittaukset
- kuormituskokeet
- viranomaistarkastukset, mm. kaukolämpötarkastukset. /4./

5.9.1 Tiiveys- ja painekokeet

Putkiston tiiveys- ja painekokeet tehdään suunnitelma-asiakirjoissa mainitulla nesteellä, mutta yleensä vedellä. Koepaineena käytetään asiakirjoissa mainittua painetta, mutta korkeintaan verkoston heikoimman laitteen paineensietokyvyn ylärajaa. Joitain osia voidaan myös sulkea pois, esim. automaattiset ilmanpoistimet, paisunta-astiat ja varoventtiilit. Pois suljettavat osat ovat yleensä sellaisia, jotka eivät kestä käytettävää koepainetta ja voivat tämän seurauksena rikkoutua tai purkaa koepainetta kokeen aikana. /4./

5.9.2 Mittaus ja säätö

Säätölaitteita asennettaessa tulee niihin asentaa suunnitelmien mukaiset esisäätöarvot. Tällä tavoin järjestelmä saadaan helpommin tasapainoon.

Lämmitysverkoston perussäätö jakautuu kolmeen vaiheeseen:

1. Vesivirtojen säätö, eli alustava perussäätö tehdään ulkolämpötilasta riippumatta heti, kun lämmitysverkosto on asennettu lopulliseen käyttökuntoon.
2. Lämpötilojen hienosäätö, eli varsinainen perussäätö tehdään lämmityskaudella, kun vuorokauden keskilämpötila on alle -5 °C , jotta saadaan luotettavat mittaukset.

3. Takuuaikainen säätö tehdään lämmityskaudella vuorokauden keskilämpötilan ollessa alle -5 °C . /10./

Säätöjen aikana rakennuksen olosuhteiden täytyy olla normaalit. Tällä tavoin saadaan säätö onnistumaan mahdollisimman hyvin ja vastaamaan käyttötarkoitusta. Normaalissa olosuhteissa:

- ilmanvaihto on toiminnassa ja oikein säädetty
- ikkunat ovat kiinni
- ei ole normaalista poikkeavia ulkoisia tai sisäisiä lämpökuormia
- rakennustekniset työt ovat kunnossa

Lämmitysverkoston tehoa säädellään lämmitysverkoston lämpötilan mukaan. Lämmitysverkoston lämpötilaan vaikuttaa ulkolämpötila. Jotta säätö saadaan onnistumaan hyvin, tulisi ulkolämpötilan olla tasainen vähintään yhden vuorokauden, ennen säätötoiden aloittamista. Perussäädön jälkeen eivät samalla mitoituslämpötilalla suunniteltujen tilojen tai huoneistojen keskilämpötilat saa poiketa toisistaan enempää kuin 3 °C . /11./

Esisäätöarvot tulee asettaa kohdilleen verkoston huuhtelun jälkeen. Jos esisäädöt asetetaan kohdille ennen huuhtelua, kertyy huuhtelun aikana epäpuhtaudet patteriventtiileihin ja tukkii ne.

6 VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT

Urakoitsijalle pitää olla käytettävissään aina viimeisimmät suunnitelmat ennen vesi- ja viemärijärjestelmien asentamisen aloittamista ja asennus tulee tehdä valmistajien ohjeiden mukaisesti. Samoin työtä suorittavan urakointiyrityksen työnjohdolla ja asentajilla pitää olla riittävä kokemus vastaavanlaisista työsuorituksista.

6.1 Käyttövesiputkiston asennus

Putkistojen, laitteiden ja varusteiden pitää olla käyttövesijärjestelmiin tarkoitettuja. Suunnitelma-asiakirjoissa tulee aina olla maininta millaisia materiaaleja käytetään ja

millaisia liitostapoja. Putket on asennettava vaihdettaviksi ja niiden on toimittava koko elinkaarensa ajan sopivalla virtaamalla sekä korroosionkestävinä ja ilman vesivuotoja.

| Putkimateriaali ¹⁾ | Liitos ¹⁾ | Huomautus |
|-------------------------------|---------------------------|---|
| Metalli | | |
| – kupari | Juotos, puristus | Suositus veden happamuudelle: 7,5 °dH ≤ pH ≤ 9,0 °dH Mitat <i>taulukossa 4</i> , juotostavat <i>taulukossa 5</i> |
| – ruostumaton teräs | Hitsaus, kierre, puristus | EN 1.4401, AISI 316 |
| Muovi | | |
| – PEM, PEH | Puristus, hitsaus, laippa | Muoviputkien ja monikerrosmuovi- putkien |
| – PEX | Puristus | nimellispaine vähintään PN 10 |
| – PP | Puristus, hitsaus | Hitsausliitokset (PEM,PEH, PP) |
| – monikerrosmuoviputket | Puristus ²⁾ | valmistajan ohjeiden mukaisesti. |

¹⁾ Putkimateriaalien ja puristusliittimien tulee olla laadultaan testattuja ja tarkastettuja. Riippuen liittintyyppistä puristusliittimissä on tiivisteenä metalli- tai kumirengas, asennus valmistajan ohjeiden mukaisesti,

²⁾ Liittäminen vain putkivalmistajan liittimillä.

Kuva 9. Käyttövesiverkoston putkimateriaalit ja liitostavat./6./

Rakenteiden sisään jäävissä asennuksissa käytetään liitoksettomia, suojaputkeen asennettavia muoviputkia. Suojaputkien päät tulee ulottua huoneen puolelle, kaappeihin, alakattoihin tms. paikkoihin, joissa vuotovesi ohjautuu näkyville. Seinään asennettuun jakotukkikaappiin tuodaan vesijohdot piiloasennuksesta suojaputkissaan ja liitetään jakotukkiin. Kaappiin voidaan asentaa elektroninen tai muu vesivuotohälytys. Hanakulmarasia asennetaan valmistajan ohjeiden mukaan ottaen huomioon seinän rakennusmateriaalin. Seinärappauksen tai muun rakennustyön aikana on käytettävä tiivistä valusuojatulppaa virtausosien suojaamiseksi lialta ja jätteeltä. /6./

Hanakulmarasioiden liitosten täytyy olla vesitiiviitä, ettei mahdollinen vuotovesi pääse rakenteiden sisään ja aiheuta näin kosteusvaurioita. Rakenteiden sisään päässyt kosteus on erittäin hankalaa havaita ja kosteuden poisto on myös hankalaa. Pahimmassa tapauksessa joudutaan purkamaan seiniä ja lattiaita ja tällöin tiloja ei päästä käyttämään pitkiin aikoihin. Sen lisäksi, että korjauskustannukset nousevat suuriksi voi isoissa liikerakennuksissa tulla mittavia taloudellisia vahinkoja, kun tiloja ei päästä käyttämään. Rakenteiden sisällä olevien putkien vuotoja on vielä vaikeampaa havaita joten on erittäin tärkeää, että putket on asennettu suojaputkeen.

Putken katkaisemiseen pitää käyttää siihen tarkoitettua työkalua, esim. kupariputki-leikkuria. Putki on katkaistava aina kohtisuoraan ja putken pään on jäätävä tasaiseksi. Katkaisussa syntyneet epätasaisuudet ja jäysteet on poistettava. Ennen putkien liittämistä tulee putkista puhdistaa kaikki epäpuhtaudet. Liitettäessä putkia lämmittämisen avulla tulee lämmitystapa valittava niin, ettei putkimateriaali tai pinnoite ei vahingoitu. Putkien liittämässä tulee aina käyttää siihen tarkoitettuja työkaluja. Putkistojen asennuksessa on otettava huomioon lämpölaajeneminen. Avoimet putken päät peitetään suojakannella välittömästi asennuksen jälkeen./6./

Kun putkia taivutetaan, tulee aina käyttää taivutustyökalua. Taivutus tulee tehdä niin, ettei putken poikkileikkaus pienene enempää kuin 10 %. Taivutusta rypyttämällä ei saa tehdä./6./

6.1.1 Kannakointi

Pystynousu pitää kannakoida sillä tavalla, ettei putkiston painosta, sekä nesteen ja erityksen painosta aiheutuvat voimat kohdistu kannatuspisteeseen eikä vaakaputkien liitoskohtiin. Pystynousussa on vähintään yksi kannake joka kerroksessa. Jokaisen haaran ja mutkan läheisyyteen tulee aina asentaa kannake./7./

Muoviputkesta tehdyssä järjestelmässä sijoitetaan kiintopisteet jakotukin liitoksen, jokaisen putkiliitoksen ja vesikalusteen välittömään läheisyyteen. Vesikalusteen yhteydessä kiintopiste voidaan korvata tyyppihyväksytyllä hanakulmarasialla./7./

| Kupariputket | | Muoviputket | | | Monikerrosmuoviputket ²⁾ | |
|----------------|-------------------------|----------------|---------------|--------------|-------------------------------------|------|
| d _u | | d _u | PVC, PEH, PEM | PEL, PEX, PB | d _u | |
| mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 8...15 | 400...600 ¹⁾ | | | | | |
| < 22,0 | 1250 | < 20 | 700 | 300 | < 20 | 1200 |
| 22,0 | 2500 | 20 | 700 | 300 | 20 | 1300 |
| 28,0 | 2500 | 25 | 900 | 400 | 25 | 1300 |
| 35,0 | 2500 | 32 | 1000 | 400 | 32 | 1400 |
| 42,0 | 2500 | 40 | 1100 | 500 | 40 | 1400 |
| 54,0 | 2500 | 50 | 1200 | 500 | 50 | 1500 |
| 63,0 | 2500 | 63 | 1400 | 600 | 63 | 1500 |
| 76,1 | 3000 | 75 | 1500 | 600 | 75 | 1500 |
| 88,9 | 3000 | 90 | 1600 | 700 | | |
| 108,0 | 3000 | 110 | 1700 | 700 | | |

¹⁾ pinta-asennuksessa lämmitysputket 400...500 mm, käyttövesiputket 600 mm, hehkutettu kupariputki enintään 300 mm

²⁾ pinta-asennuksessa putket 500...800 mm

Kuva 10. Vaakaputkien kannakointi välit./7./

Putkistojen suunnittelussa on yleensä otettu huomioon putkien lämpölaajeneminen luonnostaan tulevilla suunnanmuutoksilla, jos tällaisia suunnanmuutoksia ei ole joudutaan rakentamaan paisuntalennkkejä. Paisuntalennkit ottavat vastaan lämpölaajenemisesta johtuvat putkien pituusmuutokset. Suunnanmuutoskohdissa täytyy olla tarkkana kannakoinnin kanssa, ettei se estä putkien lämpölaajenemisen seurauksena tulevaa liikettä. Muoviputket tulee asentaa aaltomaisesti. Tällä tavalla asennettuna ne ottavat vastaan lämpölaajenemisen, kun putki on kiinteästi kiinni molemmista päistään joko kytkentärasiasa tai kannakkeessa. /7./

Kannakoinnissa on hyvä ottaa myös huomioon putkiston painevaihtelut, eli paineiskut. Paineiskut syntyvät vesihanoja käytettäessä. Hanasta tulee avattaessa vettä tietyllä virtaamalla, eli paineella. Suljettaessa hana loppuu virtaama yhtäkkiä ja syntyy paineisku, kun vesi ei pääse enää purkautumaan hanan kautta ulos. Paineiskut aiheuttavat ääntä ja liikuttavat putkia voimakkaasti, joten on tärkeää, että kannakointi on tukeva heti hanan jälkeen.

Kannakkeiden materiaalina on yleensä sinkitty teräs tai muovi. Ulkoisten olosuhteiden ollessa kosteita tai syövyttäviä käytetään kuparista, alumiinista, ruostumattomasta tai haponkestävästä teräksestä valmistettuja kannakkeita. Kannakkeen ja putken ollessa eri metallia joudutaan niiden väliin asentamaan kumi- tai muovieriste. Tällä keinolla estetään epäjalomman metallin syöpyminen. Kupariputken syöpyminen tapahtuu pistesyöpymällä jota on erittäin vaikea havaita. Tällöin putki saattaa näyttää nopealla katsomisella aivan ehjältä, mutta lähempi tarkastelu osoittaa, että kupariputki on täynnä pieniä reikiä. Syöpymisen voi aiheuttaa väärin kannakkeiden lisäksi liian suuri tai pieni virtausnopeus. Pinta-asennuksissa tulee käyttää muovisia tai teräksisiä pinta-asennukseen tarkoitettuja kannakkeita./7./

Kannakoinnilla on suuri merkitys varsinkin näkyvien putkien asennuksessa. Liian harvalla kannakoinnilla putket roikkuvat ja asennusten jälki näyttää epäsiistiltä. Oikealla kannakointi tiheydellä putket pysyvät ryhdissään. Varsinkin pehmeillä putkilla, muovi- ja monikerrospotket, kannakointiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Asennus-

hetkellä nämä putket saattavat olla siistejä ja hyvin ryhdissään, mutta ajan myötä, jos kannakointi on ollut huonoa putket saattavat lähteä aaltoilemaan ja tekee asennusjälestä epäsiistiä.

6.2 Venttiilit

Venttiilien on oltava käyttövesijärjestelmään soveltuvia. Venttiilien asentamisessa on täytettävä suunnitelma-asiakirjojen vaatimukset. Venttiilit on asennettava avattavilla liittimillä, jotta mahdollinen venttiilin vaihtaminen kävisi helposti./4./

Sulkuventtiilinä tulee yleisesti käyttää palloventtiiliä. Sulkuventtiilit pitää asentaa paikkoihin joissa käyttäjä voi käyttää niitä helposti. Jos venttiilit joudutaan asentamaan paikkaan jossa ne eivät ole näkyvissä, tulee paikka merkata huolellisesti. Erittäin tärkeätä on merkitä tila- ja talokohtaiset pääsulut./4./

Vesijohtoverkoston kiertojohdon haarat tulee varustaa linjasäätöventtiileillä. Linjasäätöventtiilit asennetaan vedenvirtaussuunnan mukaisesti ja sellaiseen paikkaan, että virtaama voidaan säätää, säätöarvo lukea ja paine-ero mitata. Linjasäätöventtiileihin tulee merkitä niiden säätöarvot./4./

Jos kiinteistöllä vesimittarin jälkeen käytettävissä oleva paine on yli 500 kPa, edellyttää Suomen Rakentamismääräyskokoelma käytettäväksi vakiopaineventtiiliä tai paineenalennusventtiiliä. Kummallakin venttiilillä voidaan leikata kunnallisen verkoston ylipaine pois. Venttiilien avulla parannetaan kiinteistön vedenkäyttöä. Venttiilit vähentävät vedenkulutusta ja paineiskuista aiheutuvia ongelmia. Venttiilit sulkeutuvat, kun putkistossa ei ole enää virtaamaa. Tällöin putkistossa ei pääse paine nousemaan yli venttiileihin asennetun arvon. /12./

6.3 Viemärien asennus

Käytettävät putket, laitteet ja varusteet pitää olla viemäröinti käyttöön tarkoitettuja. Suunnitelma-asiakirjoissa on aina maininta millaisia materiaaleja tulee käyttää ja millaisia liitostapoja./4., 6./

Asuinrakentamisessa tonttviemärin ja WC-istuinta palvelevan viemärin vähimmäiskaltevuus tulee olla 20 %. Muuten vaakaviemäreiden vähimmäiskaltevuutena voidaan käyttää 10 %, jos suunnitelmissa ei muuta mainita. Viemäreiden suunnanmuutoksissa pysty osuudelta vaakaosuudelle tulee käyttää 45° kulmia ja haarakohdissa 45° haaroja./4., 6./

| Materiaali | Liitostavat ¹⁾ | | | | | | | Huomautuksia |
|--|---------------------------|--|--------------------|-----------------|--------------|----------------|---------------|----------------|
| | Lyijy-liitos | Panta-kumi-tiiviste-liitos ²⁾ | Kumi-rengas-liitos | Puristus-liitos | Liima-liitos | Hitsaus-liitos | Juotos-liitos | |
| Valurautaputki – muhvilinen – muhviton | + | + | | | | | | |
| Kupariputki | | | | + | | | + | 6,5 < pH < 9,0 |
| Betoniputki ³⁾ | | | + | | | | | |
| Ruostumaton teräsputki | | | | | | | + | |
| Haponkestävä teräsputki | | | | | | | + | |
| PVC-putki | | | + | | + | | | |
| PE-putki | | | + | + | | | + | |
| PP-putki | | | + | | | | + | |

1) Kaikkien liitostapojen toleranssien on oltava sellaisia, että riittävä tiiviyys saavutetaan.
2) Rakennuksessa käytetään ruostumatonta teräspantaa ja maassa haponkestävää teräspantaa.
3) Käytetään vain rakennuksen ulkopuolella vaihdettavana asennuksena silloin, kun maaperä ei ole syövyttävää eikä kaltevuus ole suurempi kuin 100 %.

Kuva 11. Viemäreiden materiaalit ja liitostavat./4., 6./

Kukin viemärimateriaali muodostaa oman järjestelmänsä. Eri viemärimateriaalia olevia osia ei saa asentaa sekaisin. Mikäli materiaalia joudutaan vaihtamaan pitää käyttää osia, jotka on hyväksytty erimateriaalien väliseksi muutososaksi./4., 6./

Viemärit tulee ensisijaisesti asentaa paikkoihin joissa ne ovat helposti vaihdettavissa. Joissain tapauksissa viemärit joudutaan asentamaan valun sisään, silloin tulee viemärin ympärillä olla vähintään 15 mm betonia ja kannakoinnin oltava riittävä ettei putkisto liiku valun aikana. Viemärikaivantoon asennettaessa tulee täyttö tehdä niin, ettei viemäri myöhemmin liiku paikaltaan esimerkiksi liikenteen aiheuttaman maan siirtymisen seurauksena./4., 6./

Viemäri pitää olla joka kohdasta puhdistettavissa. Puhdistettavuus saavutetaan varustamalla putkisto riittäväillä puhdistusaukoilla, tarkastuskaivoilla tai puhdistusputkilla.

Puhdistusyhde tulee asentaa rakennuksessa jokaisen pystyviemärin alaosaan ja vaakaviemäreissä aina haara- ja suunnanmuutoskohtiin, sekä suorilla osuuksilla 20 m välein. Alapohjan alla puhdistusyhde asennetaan 20 m välein ja rakennuksen ulkopuolella 40 m välein ja suunnanmuutos kohdissa. Puhdistusputkien kannet tulee kiinnittää siten, etteivät ne pääse irtoamaan padotuksessa./4., 6./

Jokaisessa kiinteistössä on aina oltava vähintään yksi tuuletusviemäri. Tuuletusviemärin tulee nousta koko ajan suoraan ylöspäin ja sivuttaiset siirrot tulee välttää. Tuuletusviemärin on oltava ullakkotiloissa kooltaan vähintään DN100. Enintään kolme tuuletusviemäriä saa liittää yhteiseksi DN 100 -kokoiseksi vesikaton läpi meneväksi tuuletusviemäriksi./4., 6./

| | |
|---|--|
| Katosta | 0,7/0,9 m (Länsi-Suomi / muu Suomi) *) |
| Savuhormin aukosta | 1 m |
| Poistoilma-aukosta | 1 m |
| Yläpuolella olevasta avattavasta ikkunasta vaakasuunnassa | 5 m |
| Ilman sisäänottoaukosta vaakasuunnassa | 8 m |

*) Voi olla pienempi (kuitenkin $\geq 0,5$ m), jos haittaavan lumipeitteen muodostuminen estetään jyrkän harjakaton avulla, lumisuojuksin tai muulla luotettavalla tavalla.

Kuva 12. Tuuletusviemärin vähimmäisetäisyydet./4., 6./

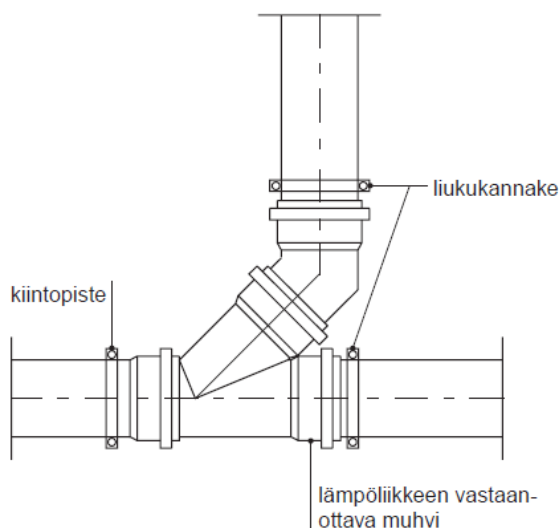
Viemäriputki tulee katkaista materiaalille sopivalla tavalla ja tarvittavia työkaluja käyttäen. Pistopään on oltava ehjä ja kohtisuorassa viemärin pituusakseliin nähden. Mahdollisen katkaisun aiheuttamat epätasaisuudet poistetaan ennen liitoksen tekemistä. Liitettäessä viemäri kalusteeseen tulee käyttää tähän tarkoitettuja osia Liitokset tulee tehdä oikealla menetelmällä(kuva 12) ja valmistajan ohjeiden mukaisesti./4., 6./

6.3.1 Kannakointi

Viemäriputkien kannakoinnissa pitää käyttää ainoastaan viemäriputkille tarkoitettuja kannakkeita, jotka ympäröivät putken kokonaan. Pystyviemäri pitää kannakoidaan jokaisen kerroksen kohdalta ja niin, ettei putken painon, nesteen ja eristyksen aiheuttamat voimat kohdistu vaakaputkien liitoskohtiin. /7./

Pystyviemärin muuttuessa vaakaviemäriksi pystylinjan alapään ja pohjakulma kannakoidaan ala-/välipohjasta siten, ettei pohjakulma irtoa liitoksestaan nesteen aiheuttaman voiman vaikutuksesta. Nesteen aiheuttamaa voimaa voidaan lieventää käyttämällä suunnanmuutoskohdassa loivaa pohjakulmaa tai kolme 30° kulmayhdettä, joka on suositeltavampi tapa. Kannakoinnissa voidaan käyttää joko kiintokannaketta tai kannakkeena toimivaa suojabetonia, joka on suositeltavampaa ääniteknisistä syistä. /7./

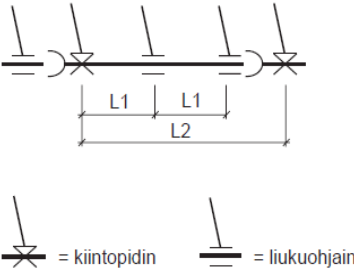
Vaakaviemäreiden kannakoinnissa käytettävät kannakkeet tulee olla portaattomasti säädettäviä kaltevuuden aikaansaamiseksi. Eristetyt viemärit pitää kannakoida putkesta, ei eristyksen päältä. /4., 7./





Kuva 13. Haarakohdan kannakointi./7./

| Putkikoko DN mm | Sallittu kannakointiväli | |
|--------------------|--------------------------|--------------------|
| | Vaakaviemäri mm | Pystyviemäri mm |
| ≤ 100 | 1500 | 2500 |
| 150 | 2000 | 2500 |
| ≥ 200 | 2500 | 2500 |

Kuva 14. Valurautaviemäri suurimmat kannakointivälit./7./



| Putkikoko d_u | Suurin sallittu kannakointiväli | | | |
|--------------------|---------------------------------|------|--------------|------|
| | Vaakaviemäri | | Pystyviemäri | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 |
| mm | | | | |
| 32 | 500 | 2000 | 1200 | 2000 |
| 50 | 1000 | 2000 | 1500 | 2000 |
| 75 | 1000 | 3000 | 2600 | 3000 |
| 110 | 1500 | 3000 | 2600 | 3000 |
| 160 | 2000 | 3000 | 2600 | 3000 |

 = kiintopidin  = liukuohjain

Kuva 15. Muoviviemäreiden suurimmat kannakointivälit./7./

Viemärikannakkeiden materiaali on yleensä sinkittyä terästä. Ulkoisten olosuhteiden vaatiessa käytetään ruostumattomasta tai haponkestävästä teräksestä valmistettuja kannakkeita. Alapohjan alapuolelle asennettavat kannakkeet ovat aina haponkestävää terästä. Eristämättömälle muoviviemärielle, $d_e \leq 50$ mm voidaan käyttää myös tehdasvalmisteisia, tarkoitukseen soveltuvia muovisia kannakkeita./7./

Vaakaviemäröinnissä kannakointi on erittäin tärkeää. Liian pitkä kannakointiväli liitos ja suunnan muutos kohdissa voi aiheuttaa viemäriin notkahtamisen, jonka seurauksena tähän kohtaan viemäriä alkaa kasautua viemäriässä kulkevaa ainetta. Tämä saattaa aiheuttaa viemäriin tukkeutumisen tai pahimmassa tapauksessa viemäriputki saattaa lähteä irti liitoksistaan ja aiheuttaa vuodon. Nämä vuodot ovat erittäin haitallisia, koska viemäreissä kulkeva neste aiheuttaa yleensä hajua haittoja ja se saattaa sisältää paljon erilaisia bakteereja.

6.4 Tarkastuskaivot ja -putket

Ensimmäinen viemäriin tarkastuskaivo tai -putki pitää sijoittaa kiinteistön perusmuurin välittömään läheisyyteen kuitenkin enintään 5 m päähän seinästä. Tarkastuskaivot ja -putket pitää asentaa ja tukea hyvin, ettei pohjavesi, maan paine tai liikenne aiheuta liikkumista ja liitosten hajoamista. Kaivot, nousuputket ja kansistot ympäröidään rutiimattomalla hiekalla tai soralla. Muovikaivon rungon ja teleskooppikansiston pituuk-sien on oltava sopivia maanpinnan tasoon nähden. Kaivon rungon yläreunan tulee olla 300–500 mm lopullisesta maan pinnasta. Teleskooppinen kansisto ei saa jäädä lepää-mään liian pitkän rungon varaan lopullisessa asennuksessa, vaan tarvittaessa runkoa

lyhennetään sahaamalla. Kansistoja kohotetaan aina rakennusvaiheiden mukana ylöspäin siten, että lähestytään lopullista asennustasoa./4., 6./

Huoltojen kannalta tarkastuskaivot ja -putket ovat erittäin tärkeitä. Näiden kautta päästään tutkimaan viemäriin kuntoa ja havaitsemaan mahdollisia ongelma kohtia. Onkin erittäin tärkeää, että kaivot ovat paikoissa joihin pääsee helposti. Mahdollisissa viemäriin tukoksissa voidaan joutua kaivot tyhjentämään ja tätä kautta suorittamaan viemäriin aukaisu. Viemäriin kunnon tarkistamisessa käytetään yleisesti viemärikameraa. Tarkastuskaivoista ja -putkista on helppo sujuttaa kamera viemäriin.

6.5 Puhdistusputket

Puhdistusputket tulee liittää viemäriin niin, että sen kautta on mahdollista puhdistaa viemäri. Halkaisijan on kuitenkin oltava vähintään 160 mm, jotta puhdistus olisi helppo suorittaa. Putken yläosan ympärille tehdään kannellinen kaivo. Kannen on kestettävä suurin päällä vaikuttava kuorma. Puhdistusputkien asennuksessa käytetään samoja määräyksiä ja ohje mittoja kuin tarkastuskaivojen ja -putkien asennuksessa./4., 6./

Puhdistusputket ovat samassa tärkeässä roolissa kuin tarkastuskaivot ja -putketkin viemäreiden huollon kannalta.

6.6 Erottimet

Kun viemäri liitetään yleiseen viemäriin, tulee siitä poistaa epäpuhtaudet mekaanisella erottimella. Erotettavia epäpuhtauksia ovat:

- öljy
- rasva
- hiekka./4./

Erottimen asennuksessa ja huollossa noudatetaan valmistajan ohjeita. Erotin pitää sijoittaa mahdollisimman lähelle kulkureittiä, että tyhjennysautolla on esteetön pääsy paikkaan ja turvallista suorittaa tyhjennys. Sijoittelussa on otettava myös huomioon, ettei erotin pääse jäätymään. /4., 13./

Erottimen asentamisessa on otettava huomioon erottimen paikallaan pysyvyys, joten se on mahdollisesti ankkuroitava paikoilleen. Sijoitettaessa erotin ulkoalueille tulee ottaa huomioon liikennekuormat. Erotimeen tulevan putkiston pitää olla valmistettu materiaalista joka kestää viemäriissä esiintyvät kemialliset aineet. Samoin erottimen tyhjennysputki pitää olla kestävä materiaali esim. ruostumatonta terästä. Öljyn- sekä rasvanerottimeen pitää asentaa tuuletusviemäri, jottei niistä aiheudu hajuhaittoja ympäristölle. Erottimista on johdettava hälytystiedot automaatiojärjestelmään. Tärkein hälytystieto on järjestelmän säiliön täyttymisen ilmoitin, jotta voidaan ajoissa tilata tyhjennys. /4., 13./

Jos öljynerotus sijoitetaan rakennuksessa olevaan erilliseen tilaan, tulee tilaan johtavassa ovelossa olla varoituskilpi. Kilvessä on varoitettava viemärikaasujen myrkyllisyydestä ja räjähdysalttiudesta sekä kielto avotulen tekemisestä ja tupakoinnista. /4., 13./

Vesilukollista hiekanerotinta ei saa käyttää, jos jätevesi sisältää öljyä tai muita vettä kevyempiä aineita. Paikoissa joissa esiintyy öljy ja hiekkaa paljon, esim. parkkihallit, voidaan käyttää yhdistettyä öljyn- ja hiekanerotinta. /4., 13./

6.7 Pumppaamot

Pumppaamojen tarve määräytyy padotuskorkeuden mukaan. Jos viemäri joudutaan asentamaan padotuskorkeuden alapuolelle tai riittävää kaatoa ei voida saavuttaa, joudutaan viemäriputkiston väliin rakentamaan pumppaamo. Pumppaamon avulla nostetaan viemärivesi riittävän korkealle, jotta viemäriä voidaan jatkaa viettoviemärinä kunnan tai kaupungin verkostoon.

Pumppaamo voi olla joko koko rakennusta palveleva tai vain yhtä tilaa. Yhtä tilaa palvelevat pumppaamot voidaan sijoittaa omaan syvennykseen tai vapaasti huonetiilaan viemäroittävän vesipisteen lähelle. Koko rakennusta palvelevat pumppaamot tulee sijoittaa paikkaan johon on helppo päästä huoltamaan laitteita. Huoltoluukun tai huoltokaivon tulee olla vähintään pumppamolaitteiden kokoinen, jotta laitteistot saadaan ulos pumppaamosta. Pumppaamon sijoittelussa tulee ottaa huomioon liikennekuormat

ja varustaa pumppaamon kansisto sen mukaisesti. Kuten muutkin maahan asennettavat laitteet pitää myös pumppaamot ankkuroida olosuhteiden näin vaatiessa. Pumppaamot tulee aina varustaa tuuletusviemärillä./ 4., 14./

Pumppaamot ovat yleensä tehdasvalmisteisia paketteja jolloin niissä on kaikki tarvittavat tarvikkeet mukana. Joskus pumppaamon voi joutua rakentamaan itse. Pumppaamo itse rakennettaessa tulee pumppaamo tehdä vesitiiviiksi ja sisätiloissa lisäksi kaasutiiviiksi. Materiaalina tulee käyttää teräsbetonia, muovia tai ruostumatonta terästä. Alas laskettavien pumppujen johdeputkien ja nostovaijereiden tulee olla kuumasinkittyä, ruostumatonta tai haponkestävää terästä. Pinnansäätölaitteiden on oltava viemärivedelle sopivia ja toiminnaltaan luotettavia. /4., 14./

Sähköisestä toimilaitteesta johdetaan säätö-, hälytys- tms. tiedot automaatiojärjestelmään. Pumput on myös varustettava automatiikalla. Pumppujen automatiikan on käynnistettävä ja pysäytettävä pumput sekä annettava hälytys jäteveden ylärajasta. /4., 14./

6.8 Vesikalusteet

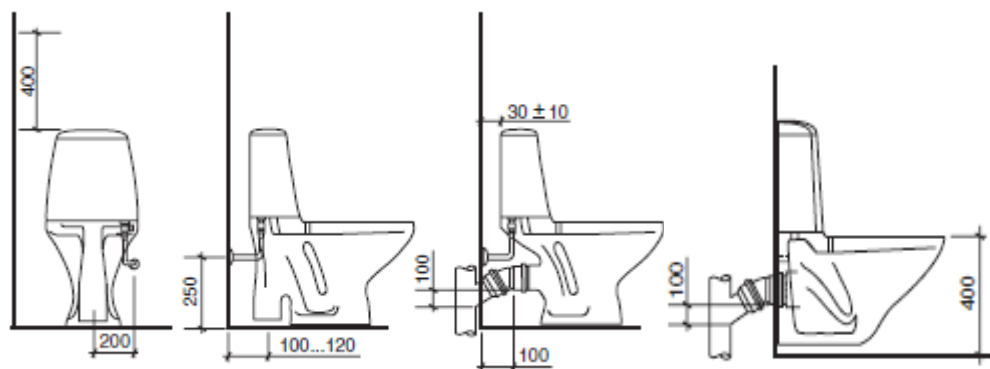
Vesi- ja viemärikalusteiden asennus pitää tehdä valmistajan ohjeiden mukaisesti ja suunnitelmissa tyypitetyillä kalusteilla. Tuotteiden pitää olla aina kestäviä ja käyttövarmoja. Kalusteet tulee asentaa tukevasti rakenteisiin ja rakenteisiin sopivalla tavalla, jos rakenne ei ole tarpeeksi tukeva pitää sitä vahvistaa. Vesiputkien läpivientejä ei saa tehdä märkätilan lattiaan. Vesiputkien läpivientejä tehtäessä seinään tulee reiät tehdä mahdollisimman korkealle ja läpivienti tulee tiivistää vedenpitävällä tiivisteaineella ja suojata läpivientilaipalla. Viemäreiden lävistäessä vesieriste tulee niiden olla seinästä vähintään 40 mm ja lattiakaivon 500 mm, jotta saadaan tarvittava lattian kaato. Kalusteita kannakoidessa saa kannakointi ruuvi lävistää vesieristeen, mutta silloin tulee ruuvia kiinnittäessä käyttää vedenpitävää saumausainetta jotta vedeneristävyys säilyy. Tiivistykset tekevät yleisesti ottaen rakennusliike./4., 15./

Tilajalla saattaa olla mitä erikoisimpia toiveita vesikalusteiden suhteen. Tällöin on syytä keskustella tilaajan kanssa mahdollisista kalusteiden muutoksista. Erikoisten

kalusteiden rikkoutuessa tai huoltoa tarvittaessa, saattaa varaosien tai uuden kalusteen tilaamisessa kestää useita viikkoja, kun yleisesti käytössä olevien kalusteiden varaosien kanssa toimitusajat ovat vain päivissä.

6.8.1 WC-laitteet

WC-istuin voidaan asentaa joko lattialle tai seinään. Seinäkiinnityksessä on käytettävä seinäkiinnitystelinettä, jossa on vesisäiliö. Vesieristetyissä tiloissa olisi suotavaa käyttää seinään asennettavia WC-istuimia. Tällöin ei kiinnityksessä jouduta rikkomaan lattian veden eristystä. Lattialle asennettava WC-istuin on kiinnitettävä vaakasuoralle alustalle. Mikäli alusta ei ole vaakasuorassa, pitää se oikaista tasausvalulla. Kiinnittämisessä suositellaan ruuvikiinnitystä. Märkätiloissa kiinnitykseen voidaan käyttää liimaa. Lukuun ottamatta märkätiloja joissa on muovimatto. Tällaisessa tilassa on käytettävä liiman sijasta massaa, joka ei vahingoita muovia ja riko vesieristystä. WC-tilassa olevan bidé-suihkun letkun on oltava niin pitkä, että se ylettyy WC-istuimelle asti./4., 15./



Kuva 16. Lattialle ja seinään asennettavan WC-istuimen asennusmittoja./4., 15./

Urinaalien asennuksessa tulee noudattaa valmistajan ohjeita. Poistoputken reikä pitää olla seinästä vähintään 60 mm päässä ja virtasalon etureunan korkeus lattiasta 700 mm./4., 15./

WC-laitteiden asennuksen jälkeen on vesivirrat säädettävä valmistajan ja suunnittelijan ilmoittamalle huuhtelumäärälle, esim. 4-6 litralle./4., 15./

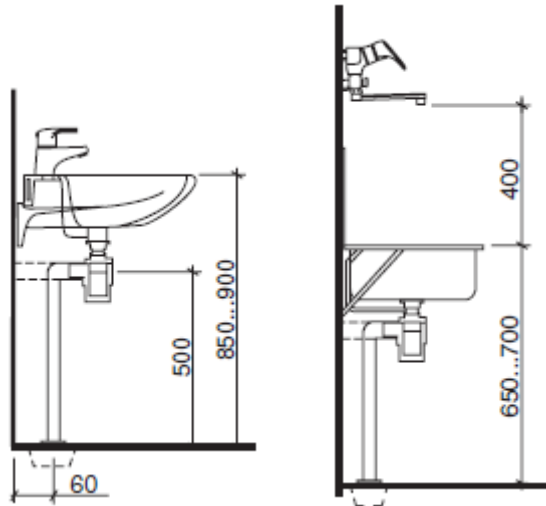
6.8.2 Hanat ja vesipostit

Vesihanat pitää asentaa paikkoihin, joissa niitä on helppoa ja luontevaa käyttää. Hanan asentamisessa ja kiinnittämisessä on noudatettava valmistajan ohjeita. Hanaa kiinnitettäessä ohueen allastasoon tulee hanalle tehdä erillinen tukirakenne, jotta hanan paino ei riko levyä. Astianpesukoneen hana pitää asentaa työpöydän ja koneen yläpuolelle paikkaan josta on helppo havaita hanan asento. Suihkuhanat tulee asentaa niin, että suihkun lämpötilan säätö on mahdollista menemättä itse suihkun alle. Suihkuhanan suositeltava asennuskorkeus lattiasta on 1000 mm. Ulosasennettavissa vesiposteissa on otettava huomioon jäätyminen esto./4., 15./

Pikapalopostin haaraan lähelle runkojohtoa tulee asentaa sulkuventtiili ja yksisuunta-venttiili. Lähellä runkoa olevan sulkuventtiilin tulee olla aina auki, mahdollisten tulipalojen varalta. Pikapalopostin vesiletku ei saa olla normaalitilanteessa paineellinen./4., 15./

6.8.3 Pesualtaat

Allas voidaan kiinnittää suoraan seinään, jolloin altaan takana seinän sisällä tulee olla tukirakenne johon allas kiinnitetään. Allas voi olla myös upotettuna tasoon tai allaskaapin päälle. Mikäli allas asennetaan upottamalla, tason kansilevyyn on altaan ja tason välinen sauma tiivistää sekä märkä että kuivatiloissa. Samoin allaskaapin päälle sijoitetusta altaasta pitää saumat tiivistää. Tiivistämisen tarkoituksena on estää mahdollisten vesiroiskeiden kulkeutuminen tason tai kaapin rakenteisiin./4., 15./



Kuva 17. Altaiden asennusmittoja./4., 15./

6.8.4 Lattiakaivot

Lattiakaivo pitää asentaa alustaan tukevasti ja estää kaivon liikkuminen, valun tai muun lattiapinnan rakentamisen aikana. Ennen lattiapinnan tekemistä tulee varmistaa, että lattiakaivo tulee olemaan valmiissa pinnassa oikeassa korossa, lattiakaivo on vaakasuorassa, kytkentäviemäri on kytketty ja siinä on riittävä kaato. Oikean koron saavuttamiseksi voidaan käyttää korotusrengasta. Käytettävä korotusrengas pitää olla kyseiselle kaivolle hyväksytty, esim. muovisessa lattiakaivossa tulee käyttää muovista korotusrengasta. Lattiakaivo on aina suojattava rakennusaikaiselta likaantumiselta, ettei viemäriverkostoon joudu sinne kuulumatonta tavaraa./4., 15./

6.9 Eristäminen

Käyttövesiputkistossa kylmävesijohto pitää eristää kylmissä tiloissa mahdollisten jäätymisten estämiseksi ja muissa tiloissa mahdollisen hikoilemisen välttämiseksi. Lämpimän käyttöveden ja lämpimän kiertoveden eristämällä estetään lämpimän veden jäähtyminen putkistossa. Näkyviin jääviä kalusteiden kytkentäputkia ei eristetä. Näin asennus jäljestä tulee paljon siistimpi.

Suunnitelmissa on maininta, mikäli viemärit tarvitsee eristää. Yleisimpiä viemärien eristyksiä on äänieristys, jolla estetään viemärien kautta kantautuvat äänet. Samoin, jos viemäri asennetaan maahan routarajan yläpuolelle, tulee se eristää, ettei jätevesi pääse

jäätymään. Tuuletusviemäri pitää eristää kylmissä tiloissa ja ulkoalueilla, ettei viemäri pääse jäätymään, eikä kondensoi vettä. Erilliset rasvaviemärit ovat yleensä eristettävä kauttaaltaan, ettei rasvaa pääse jäähtymään. Jäähtynyt rasva jää putkistoon ja tukkii viemäriin./4./

6.10 Tarkastukset

Laadunvarmistamiseksi on erityövaiheista pidettävä tarkastuksia. Tarkastuksista on tehtävä pöytäkirjat, joissa on päivämäärät ja allekirjoitukset. Vesi- ja viemärijärjestelmistä pidettävät tarkastukset:

- materiaali- ja laitehyväksynät
- malliasennukset
- tiiviys- ja painekokeet
- peittyvien töiden tarkastus
- itselleluovutukset, toiminnantarkastus
- säätö ja mittaus
- pumppaamojen koekäytöt
- viranomaistarkastukset, mm. kvv-tarkastukset /4./

6.10.1 Tiiviys- ja painekokeet

Talousvesiverkostossa vesijohtojen koepaineen on oltava vähintään 1000 kPa ja koe tulee tehdä puhtaalla vedellä. Tarvittava kesto-aika on 10 min. Tänä aikana paineen pitää pysyä vakiona

Muovista tehtyjen käyttövesiputkien painekokeessa suurin sallittu paine on 1500 kPa. Muoviputki laajenee kokeen aikana, joten voi kestää jopa vuorokauden ennen kuin paine tasaantuu putkistossa. Putkistolle voidaan tehdä myös ns. nopea menettely, jossa tiiveyden saa selville jo 2,5 tunnissa. Nopeassa menettelyssä verkosto täytetään vedellä ja ilmataan, jonka jälkeen verkoston painetta kohotetaan 1,5 x työpaine. Verkostoon lisätään vettä putkiston laajentuessa. Puolen tunnin päästä tyhjennetään verkosto nopeasti, kunnes paine on alentunut 0,5 x työpaine ja tämän jälkeen suljetaan tyhjennysventtiili. Jos putkisto on tiivis, kohoaa paine muutamassa minuutissa vakaaseen ar-

voon. Painetason tarkkailua pitää jatkaa tämän jälkeen vielä 1,5 tuntia, jos tänä aika painetaso ei laske voidaan järjestelmä todeta tiiviiksi./4./

6.10.2 Sääto ja mittaus

Lämpimänkäyttöveden kiertojohdossa olevat linjasäätoventtiilit tulee asentaa heti asennuksen jälkeen suunnitelmissa esitettyyn arvoon. Linjan ollessa käyttövalmis suoritetaan venttiilin mittaus ja verrataan sitä suunnitelmien arvoihin. Jos virtaama poikkeaa yli 10 % suunnitelmien arvoista, säädetään venttiili uudestaan vastaamaan suunnitelmien arvoja.

Hanojen ja WC-laitteiden vesivirrat pitää myös säätää. Hanojen säätämällä voidaan säästää paljonkin vettä.

Vakiopaine- ja paineenalennusventtiilit tulee säätää niin, ettei verkostotta ole yli 500 kPa painetta. Venttiileissä on painemittari jonka avulla venttiilit säädetään oikeaan paine arvoonsa. Ennen säätöä tulee kuitenkin varmistaa ensiöpaine. Ensiöpaineen tulee olla kaikissa tapauksissa vähintään 100 kPa enemmän kuin toisiopaineen. Mikäli venttiilien jälkeen on tarkoitus asentaa vielä varoventtiili, saa toisiopaine olla maksimissaan 80 % varoventtiilin avautumispaineesta. /12./

7 ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT

Urakoitsijalle pitää olla käytettävissään aina viimeisimmät suunnitelmat ennen ilmastointijärjestelmien asentamisen aloittamista ja asennus tulee tehdä valmistajien ohjeiden mukaisesti. Samoin työtä suorittavan urakointiyrityksen työnjohdolla ja asentajilla pitää olla riittävä kokemus vastaavanlaisista työsuorituksista. Kaikki ilmastoinnissa käytettävät materiaalit ja laitteet tulee vastata suunnitelmissa tavoitteeksi asetettua sisäilmastoluokkaa./4./

Ilmastointijärjestelmissä käytettävät osat ja laitteet pitää olla valmistettu ensisijaisesti palamattomista materiaaleista. Liitoksissa ja varusteissa voidaan käyttää vähäisiä mää-

riä palavia tarvikkeita jos niistä ei aiheudu vaaraa palotilanteessa. Yleisesti ilmastointijärjestelmien materiaalien on oltava kuumasinkittyä terästä tai muu metallia. /4./

Joissain tapauksissa voidaan käyttää muovista valmistettuja ilmastointikanavia. Yleisimmät kohteet ovat asuinrakennukset. Näissä käytetään esimerkiksi valmiiksi eristettyjä muovisia kanavia, jotka helpottavat ja nopeuttavat asennustyötä.

7.1 Ilmastointikoneet

Ilmastointikoneen osien on oltava tehdasvalmisteisia, tyyppihyväksytyjä ja standardien mukaisia. Koneen osina tulee ensisijaisesti käyttää koneen mallisarjaan kuuluvia osia. Näin voidaan taata, että osat toimivat oikealla tavalla. Osia asennettaessa kanaavaan tulee osan vaipan ja liitosten tiiviys olla sama kuin kanaviston./4./

Koneen vaipan rakenteen on oltava sellainen, että se kestää puhaltimen kehittämän paineen myös silloin kun sulku- ja säätöpellit ovat kiinni. Vaipan vähimmäiskestävyys on kuitenkin oltava vähintään 1 kPa. Koneessa mahdolliset kondensoivat osat pitää varustaa kondenssivesialtaalla ja viemäröidä. Näitä osia ovat, esim. jäähdytyspatteri ja lämmön-talteenottolaitteet. Kondenssiveden poistoyhteeseen on laitettava vesilukko. Vesilukon pitää olla paikassa, jossa sitä on helppo huoltaa. /4./

Koneen lämmönsiirtimet ja puhaltimet on varustettava tarkastusikkunoilla ja valaisimilla, jos koneen ilmavirta on yli 1 m³/s. Samoin muut osat tulee varustaa avattavilla luukuilla joiden kautta voidaan suorittaa puhdistus. Jos osassa on liikkuvia laitteita tai osia pitää luukku tehdään lukittavaksi tai työkalulla avattavaksi. Veden ja lumen pääsy koneeseen tulee estää. Ulkoilma-aukkoon voidaan laittaa säleikkö estämään lumen pääsyn tai aukon otsapintanopeus on alle 2 m/s./4./

7.1.1 Asennus- ja huoltotilat

Ilmastointikoneen asennuksessa noudatetaan valmistajan asennusohjeita. Koneet pitää asentaa aina vaakasuoraan, jos konehuoneen lattia ei ole tasainen voidaan epätasaisuudet korjata alle asennettavilla korokkeilla tai koneessa olevilla säädettävillä jaloilla.

Korkeussäädöissä on otettava huomioon mahdollisen vesilukon vaatima tila. Koneita sijoitettaessa päällekkäin pitää varmistaa, ettei ylempi kone rasita alempaa konetta. Ylemmän koneen ollessa pidempi tulee se tukea päädyistä erilliskannakkeilla. Koneen osien kiinnitys ei saa aiheuttaa jännityksiä koneen muissa osissa./4./

Huollon kannalta on tärkeää, että koneissa olevat huoltoluukut pääsevät avautumaan kunnolla. Pääsääntöisesti huoltotilan pitää olla yhtä leveä kuin huollettava koneen osa. Koneet on pystyttävä huoltamaan myös yläpuolelta, jotta raskaat yli 35 kg painoiset osat voidaan vaihtaa. Tätä varten koneen yläpuolella pitää olla 400 mm tila nostolaitetta varten. Kulku huoltotilaan pitää olla esteetön./4./

Yleisimmät ajankohdat ilmastointikoneiden huolloille ovat syksy ja kevät. Tällöin tarkastetaan koneiden kunnot ja vaihdetaan suodattimet. Joten on erittäin tärkeää, että nämä vähintään kaksi kertaa vuodessa tapahtuvat huollot päästään tekemään helposti ja vaivattomasti.

7.2 Puhaltimet

Suunnitelma-asiakirjoissa on määrättyä puhaltimien ominaisuudet, jonka perusteella puhallin tulee valita. Puhallin tulee liittää kanavaan puhaltimen asennusohjeiden mukaisesti ja niin ettei se vaikuta hyötysuhteeseen. Rakennuksen koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtoon osallistuvien puhaltimien ominaissähköteho(SFP) saa olla enintään 2,5 kW/m³/s. Rakennuksissa joissa on pelkästään koneellinenpoisto ominaissähköteho saa olla enintään 1 kW/m³/s. Jossain tilanteissa sallitaan suurempi SFP luku kuin 2,5 kW/m³/s, esimerkiksi sisäilmaston hallinta vaatii poikkeavaa ilmastointijärjestelmää. SFP luvun laskemiseen:

$$SFP = \frac{P_{\text{tuloilmapuhaltimet}} + P_{\text{poistoilmapuhaltimet}}}{q_{\text{max}}}$$

$P_{\text{tuloilmapuhaltimet}}$ = tuloilmapuhaltimien yhteensä ottama sähköteho (kW)

$P_{\text{poistoilmapuhaltimet}}$ = poistoilmapuhaltimien yhteensä ottama sähköteho (kW)

q_{max} = mitoittava jäteilmavirta tai ulkoilmavirta (m³/s), näistä valitaan suurempi arvo.

/16./

Yksittäisten laitteiden, esim. huippuimuri, sähkötehokkuuslukua tarvitaan laitteiden hyväksyntävaiheessa, jotta voidaan todeta koneen täyttävän suunnitelmissa annetun sähkötehokkuusvaatimuksen. Yksittäisen laitteen SFP luvun laskeminen:

$$SFP = \frac{P_{\text{puhallin}}}{q}$$

P_{puhallin} =/ puhaltimen ottama sähköteho (kW)

q = puhaltimen ilmavirta (m^3/s). /16./

Asennuksessa on otettava huomioon äänen kehittyminen ja estettävä sen kulkeutuminen kanavistoa pitkin. Puhaltimet tulee liittää joustavilla liittimillä ja varustaa äänen- ja värinänvaimentimilla. Puhallin pitää sijoittaa sellaiseen paikkaan, että puhallin voidaan kokonaisuudessaan tai ainakin siipipyörä irrottaa huoltoja ja puhdistuksia varten./4./

7.3 Savunpoistopuhaltimet

Savunpoistopuhaltimia käytetään palokaasujen poistoon. Savunpoistopuhaltimien pitää kestää $+350$ °C lämpötila ja pysyä yhden tunnin ajan toimintakuntoisena tässä lämpötilassa. Viranomaiset voivat myös hyväksyä tarvittaessa puhaltimia joiden kesto on alhaisempi. Puhaltimissa tulee tarvittaessa olla mahdollisuus palokunnan varavoi-
mageneraattorilla tapahtuvaan virran syöttöön./4./

7.4 Huippuimurit

Huippuimuri on katolle sijoitettu, imupuoleltaan yleensä kanavistoon liitetty ja tavallisesti ylöspäin puhaltava poistopuhallin. Huippuimurin pääosat ovat siipipyörä, moottori, värinänvaimentimet, sadekatos ja pohjalevy./4./

Huippuimurin on oltava helposti avattavissa puhdistusta, huoltoa ja sähköasennusta varten. Huippuimuri asennetaan siten, ettei se aiheuta lumen sulamista katolla. Puhallusaukon pystysuoran etäisyyden katon yläpinnasta tulee olla vähintään 900 mm. Puhallusaukon korkeutta määritettäessä otetaan huomioon kinostuva lumi ja etäisyys muusta esteestä./4./

7.5 Suodattimet

Suodatin valitaan suunnitelma-asiakirjoissa mainittujen asioiden perusteella. Suodattimet jaetaan karkea- ja hienosuodattimiin sekä korkean erotusasteen suodattimiin. Sähköpatterilla varustetun ilmastointikoneen suodattimen tulee kestää vähintään +90 °C. Muissa tapauksissa riittää +70 °C lämpötilakestävyys. Suodatin pitää asentaa niin, ettei ohivuoto heikennä suodatusluokkaa./4./

Asennuspaikka pitää olla sellainen, että suodattimet päästään helposti vaihtamaan ja huoltamaan. Suodattimet varustetaan osoittavalla paine-eromittarilla, jonka avulla voidaan päätellä suodattimen likaisuus ja vaihtotarve./4./

7.6 Ilmastoinnin patterit

Huurteenestopattereita lukuun ottamatta ennen patteria asennetaan suodatin likaantumisen estämiseksi. Jotta patteri voidaan liittää osaksi lämmitysjärjestelmää, tulee patteri varustaa laipoilla. Alle DN 50 kokoiset patterit voidaan liittää myös kierreesilla. Poikkeuksena patterit joissa kiertää liuos, niissä pitää aina käyttää laippaliitoksia. Pattereissa on oltava mahdollisuus tyhjennykseen ja ilmaukseen, jos patterissa ei ole niitä valmiina tulee siihen liittää ilmaus- ja tyhjennysyhteet. Patterit joissa voi esiintyä kondensoitumista tulee varustaa kondenssivesialtailla ja viemäroidä ne vesilukon kautta lattiakaivoon. Näitä pattereita ovat mm. jäähdytyspatterit. Kondensoivista pattereista ei saa irrota ilmavirran mukaan vettä, jos tällainen vaara on olemassa, varustetaan patteri pisananerottimella. Pisananerotinta tulee kuitenkin käyttää aina, kun otsapintanopeus suurimmalla suunnitellulla ilmavirralla ylittää 2,5 m/s./4./

Patterin nestepuolen painekoe tehdään putkiston painekokeen yhteydessä ja sen osana. Kanavistoon asennetun patterin ilmatiiviys testataan kuten kanaviston ilmatiiviys, ja ilmastointikoneeseen asennetun patterin kuten ilmastointikoneen ilmatiiviys./4./

7.7 Lämmöntalteenottolaitteet

Suunnitelma-asiakirjoista on yleensä tarvittavat lähtötiedot lämmöntalteenottolaitteen valintaan ja laite tulee näiden tietojen perusteella valita. Valittavan lämmöntalteenottolaitteen tiiviysluokan on oltava sama kuin ilmastointikoneen tiiviysluokan. Valinnassa on myös huomioitava, ettei poistoilmasta pääse siirtymään epäpuhtauksia tuloilmaan. Lämmöntalteenottolaitteet varustetaan suodattimilla likaantumisen estämiseksi./4./

Lämmöntalteenottolaitteen vaippa ja siihen liittyvät kanavat pitää varustaa huoltoluukuilla, jotta huolto olisi helppoa ja vaivatonta. Lämmöntalteenottolaitteessa pitää olla lämpömittarit, säätöanturit ja -laitteet, joiden avulla voidaan seurata toimintaa. Lämmöntalteenottolaitteessa on oltava jäätymissuojaus tai automaattinen sulatustoiminta. Lämmöntalteenottimen ympärille on jätettävä tarvittava tila laitteen huoltamista varten./4./

Lämmöntalteenottolaitteina voidaan käyttää pyörivää lämmöntalteenotinta, levylämmöntalteenotinta tai nestekiertoista lämmöntalteenotinta. Pyörivän lämmöntalteenottimen akseli on asennettava tarkasti vaaka- tai pystysuoraan ja sen ympärillä olevat osat niin ettei lämmöntalteenottolaitteeseen kohdistu vääntörasitusta. Lämmöntalteenotto laitteen ollessa pitkiä aikoja poissa käytöstä, tulee se varustaa likaantumisen estämiseksi ohituksella tai automaattisella puhtaaksi puhalluksella. Puhtaaksi puhalluksessa lämmöntalteenotin pyörii koko ajan pienellä nopeudella tai se voi olla aika ohjattu, jolloin se pyörii ajoittain./4./

Levylämmöntalteenotinkin pitää varustaa ohituskanavalla, sulatusjärjestelmällä tai huurteenpoistojärjestelmällä. Poistoilmapuoli pitää varustaa kondenssivesialtaalla, koska lämpimän ilman sisältämä kosteus tiivistyy vedeksi raittiin ilman viilentämälle pinnalle. Lämmöntalteenottimen alapuolelle on varattava vähintään 200 mm tilaa vesilukolle./4./

Nestekiertoisen lämmöntalteenottimen putkisto tulee varustaa ilmanpoistimilla, jotka tulee sijoittaa putkiston ylimpään kohtaan. Järjestelmän täyttämässä tulee käyttää jäätyminenestoainetta. Suositeltavaa on, että jäätyminenestoaine hankitaan valmiiksi

sekoitettuna, mutta jos sekoitus tehdään vasta asennuspaikalla pitää koko määrä sekoittaa yhdellä kertaa ja seoksen pitoisuus on mitattava. Putkisto pitää huuhdella ennen täyttöä liuosvalmistajan ohjeiden mukaisesti. Heti painekokeen jälkeen tulee järjestelmä täyttää jäätyminen estämiseksi. Poistoilmapuolen patteriin tulee asentaa kondenssivesiallas ja patterin alapuolelle on varattava vähintään 200 mm tilaa vesilukolle./4./

7.8 Äänenvaimennus

Äänenvaimentimina pitää käyttää tehdasvalmisteisia vaimentimia, joiden ominaisuudet on testattu. Äänenvaimentimet tulee sijoittaa tarkasti suunnitelmissa määrättyihin paikkoihin ja paikkaan missä ne voidaan puhdistaa. Suunnitellusta poikkeava sijoitus voi aiheuttaa poikkeamia vaimennuskyvyssä ja pahimmassa tapauksessa jopa korottaa puhaltimen äänitasoa./4./

Äänenvaimennuksessa käytetty materiaali, yleensä mineraalivilla, pitää suojatta, ettei siitä pääse irtoamaan hiukkasia ja kulkeutumaan kanavistoon. Vaimentimen pintakerroksen on oltava sellaista materiaalia, että se kestää kevyttä mekaanista puhdistamista./4./

7.9 Ilmavirran mittauslaitteet

Ilmanvaihtokoneisiin ja kanavistoihin pitää asentaa lämpö- ja painemittareita, joilla voidaan seurata järjestelmän toimintaa. Mittarit tulee asentaa paikkoihin joissa mitattava ilma on mahdollisimman tasaista, näin saadaan parempi mittaustarkkuus. Jos mittaus kohta joudutaan sijoittamaan epävakaiseen paikkaan, tulee mittauslaitteesta ilmetä korjauskerroin. Mittauslaitteen ominaisuudet eivät saa puhaltimen tärinän tai muiden käyttöolosuhteiden takia muuttua./4./

7.10 Kanavien asennus

Kanavat ja kanavan osat pitää liittää toisiinsa tiiviisti ja niin ettei liitostarvikkeet vahingoitu. Osien ja kanavien kiinni pysyminen pitää varmistaa popniiteillä. Minkäänlai-

sia ruuveja ei saa käyttää, koska ruuvin kärki jää näkyviin kanavan sisäpuolelle ja vaikeuttaa kanavan puhdistusta. Suorakaidekanavat liitetään toisiinsa listaliitoksilla. Listat pitää aina lukita päistään liitoksen pitävyyden varmistamiseksi./4./

| Kanavakoko mm | Popniittien lukumäärä vähintään kpl |
|------------------|---|
| 63... 250 | 3 |
| 315... 500 | 4 |
| 630...1250 | 8 |

Kuva 18. Popniittien määrä kanavien ja osien kiinnityksessä./7./

Kanavan katkaisuun tai reiän tekoon tulee aina käyttää leikkaavaa työkalua. Leikatut kohdat pitää muotoilla niin, ettei kanavistossa pääse syntymään häiritseviä ääniä, eikä puhdistettavuus kärsi. Katkaisun jälkeen ennen kanavan paikalleen laittoa on varmistettava, ettei kanavan sisään jää mitään sinne kuulumattomia esineitä. Asennuksen jälkeen kanavan päät pitää tulpata, ettei asennuksen jälkeen kanavaan pääse epäpuhtauksia ja sinne kuulumattomia esineitä. Kanava pitää suojata paikoissa joissa on mahdollista, että se vioittuu, esim. kulkuväylät./4./

7.10.1 Kannakointi

Kanavien kannakoinnin on täytettävä palo- ja äänitekniset määräykset. Paloteknisenä vaatimuksena on, että kannake on vähintään samaa paloteknistä luokkaa kuin kanavakin. Kannakkeiden on kestettävä kanavan painon lisäksi eristeen paino, värähtelystä ja nuohouksesta aiheutuva rasitus./7./

| Kanava- koko mm | Enimmäis- kannakointiväli m | Aukko- varaus mm |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 63 | 3 | 80 |
| 80 | 3 | 100 |
| 100 | 3 | 125 |
| 125 | 3 | 160 |
| 160 | 3 | 200 |
| 200 | 3 | 250 |
| 250 | 3 | 315 |
| 315 | 3 | 400 |
| 400 | 3 | 500 |
| 500 | 3 | 630 |
| 630 | 3 | 800 |
| 800 | 3 | 1000 |
| 1000 | 3 | 1250 |
| 1250 | 3 | 1500 |

Kuva 19. Pyöreiden ilmanvaihtokanavien enimmäiskannakointiväli./7./

Suorakaidekanavilla eristysväli on 2,0-2,5 m. Samaa väliä käytetään sekä eristämättömälle kanavalle että eristetyille kanavalle. Eristettyjen kanavien kannakointi tulee tehdä aina eristyksen alla olevasta ilmanvaihtokanavasta./7./

Kannakkeiden materiaalina käytetään yleensä sinkittyä terästä. Ulkoisten olosuhteiden ollessa syövyttäviä tai kosteita tulee materiaalina käyttää alumiinia, ruostumatonta tai haponkestävää terästä. Jos kannake ja ilmanvaihtokanava ovat eri metallia, asennetaan niiden väliin kumi- tai muovieriste, jolloin estetään epäjalomman metallin syöpyminen./7./

7.10.2 Puhdistus ja tarkistusluukut

Tulo- ja poistoilmakanavistoihin asennetaan puhdistusluukut. Luukkuina pitää käyttää tehdasvalmisteisia osia. Luukut pitää sijoittaa helposti päästäviin paikkoihin. Palo- ja säätöpellit ja muut toimilaitteet, jotka vaativat puhdistusta tulee varustaa puhdistusluukuilla, jos laitteet eivät ole muuten helposti irrotettavissa puhdistusta varten. Puhdistusluukkuja pitää olla kanavien haarakohdissa, suunnanmuutos kohdissa, kanavien päissä ja sellaisissa paikoissa, että kanava päästään kokonaisuudessa puhdistamaan. /4./

Puhdistusluukkujen paikat pitää merkata paikoissa, joissa ne eivät ole näkyvissä mm. alaslasketun katon yläpuolella. Alaslaskettuun kattoon tulee myös tehdä huoltoluukku aina puhdistusluukun kohdalle, puhdistettavuuden helpottamiseksi. Huoltoluukun koko on oltava vähintään yhtä suuri kuin puhdistusluukku, jotta luukun ympärillä pystytään työskentelemään kunnolla. /4./

7.11 Sulku-, säätö- ja palopellit

Sulku- ja säätölaitteet pitää asentaa niin, ettei laitteen muoto muutu. Pellissä olevien kääntyvien säleiden tiellä ei saa olla esteitä. Sulku- ja säätölaitteet sijoitetaan siten, että pelti ja toimilaitteet on helppo huoltaa./4./

Sulku- ja ulkoilmapelteinä käytetään monisälepeltejä. Pellit varustetaan auki/kiinni kilvillä ja asennonosoittimilla. Ulkoilmapelteiden säleet ja vaippa pitää olla lämpöeristettyjä. Eristämisellä varmistetaan, ettei kylmä ilma pääse lämmityspatterille ja aiheuta näin ylimääräistä lämmitystarvetta. Peltien tiiviysluokan on oltava vähintään 3./4./

Pyöreiden kanavien säätöpellit ovat joko iirispeltejä tai sälepeltejä, sen mukaan mitä suunnitelma-asiakirjoissa on mainittu. Suorakaidekanavien säätöpellit ovat aina sälepeltejä. Jossain tapauksissa on syytä varustaa säätöpellit ilmavirran mittausyhteillä, mittauksien helpottamiseksi. Puhdistettavuuden varmistamiseksi säätöpeltien läheisyyteen pitää asentaa puhdistusluukut. Peltien sijoittamisessa on otettava huomioon, etteivät ne aiheuta haittaa muille laitteille, kun säädettäessä ilman nopeus muuttuu./4./

Palopeltien tulee olla paloturvallisuudesta annettujen standardien mukaisia. Palopellit sulkeutuvat lämpösulakkeen, savu- tai kaasuilmaisimen tms. avulla automaattisesti palotilanteessa. Palopellin asento on pystyttävä toteamaan laitteen ulkopuolelta ja palopellin sulkeutumisesta on saatava rakennusautomaatiojärjestelmän kautta viesti. Palopelti tulee asentaa aina tiiviisti ja tukevasta osastoiviin rakennusosiin ja niin, että ne on helppo virittää uudestaan./4./

7.12 Päätelaitteet

Päätelaitteiden asennuksessa on erittäin tärkeää, että ne pysyvät käytön aikana paikallaan ja niiden huolto on helppoa. Päätelaitteessa pitää olla asennusta varten omat kiinnikkeet mistä se voidaan turvallisesti kiinnittää kanavaan. Laitteiden liitokset kanavaan on vastattava kanaviston tiiveysvaatimuksia. Liitoksen lähellä ei saa olla äänitaisoa lisääviä osia, esim. säätöpelti. Asennuksen jälkeen laitteet tulee suojata rakennuspölyltä ja -lialta./4./

Huoltoa varten irrotettavat laitteet pitää saada helposti irti ilman, että joudutaan vaurioittamaan rakenteita. Laitteessa olevan säätöosan asetusarvo pitää pysyä samana puhdistuksen ajan./4./

Tuloilmalaitteilla jaetaan ilma huonetilaan. Asennuksessa on tärkeää huomioida, ettei päätelaitteen sijoituspaikka aiheuta vetoa eri käyttötilanteissa, eikä levitä epäpuhtauksia tilaan. Jos käytetään tuloilmahajottimia, tulee varmistaa, ettei siitä aiheudu liian suurta virtauskuvion muutosta, eikä synny häiritseviä äänihaittoja./4./

Poistoilmalaitteet asennetaan siten, että saavutetaan mahdollisimman suuri epäpuhtauksien poistotehokkuus. Laitteisiin ja niiden ympärille mahdollisesti kerääntyvä lika tulee olla puhdistettavissa tavanomaisin menetelmin./4./

7.13 Puhallinkonvektorit

Puhallinkonvektoreita käytetään pelkästään jäähdytykseen, pelkästään lämmitykseen tai sekä jäähdytykseen että lämmitykseen. Puhallinkonvektoreissa on patteri jonka läpi puhalletaan huoneen ilmaa. Patterissa kiertävän nesteen lämpötilasta riippuu jäähtykö vai lämpeneekö huoneen lämpötila. Puhallinkonvektorin patteri riittää, kun laitetta käytetään ainoastaan jäähdytykseen tai ainoastaan lämmitykseen. Käytettäessä samaa laitetta sekä jäähdytykseen että lämmitykseen on laitteessa oltava lämmitystä varten lisälämmityspatteri. Jäähdytysnesteenä käytetään kiinteistön jäähdytysjärjestelmän mukaan vettä tai liuosta. Lämmitykseen käytetään lämmitysverkoston vettä. Jäähdytyskäytössä oleva puhallinkonvektori tulee varustaa kondenssivesialtaalla ja kondenssi- viemärillä./4./

Asennuksessa pitää kiinnittää erityisesti huomiota kannakointiin ja valmiin työn suojaamiseen. Puhallinkonvektorin pakkauspuhvilla on esimerkiksi helppo suojata laite. Suojauksen saa poistaa vasta loppusiivouksen jälkeen, näin vältetään puhallinkonvektoreiden sisäosien siivoukselta, kun sinne ei suojauksen ansiosta pääse rakennusaikaisia likaa ja pölyä.

7.14 Jäähdytyspalkit

Jäähdytyspalkkijärjestelmässä on kahta palkkityyppiä, joko tuloilma tuodaan huoneeseen palkinkautta tai käyttäen erillistä tuloilmalaitetta. Ilma jäähtyy palkkiin tuodun jäähdytysjärjestelmän veden avulla. Asennuksessa on huomioitava etteivät lähekkäin

olevien palkkien virtaukset osu toisiinsa ja lähde näin suoraan alaspäin aiheuttaen vedon tunnetta. Asennuksessa on huomiota laitteiden huollettavuus ja niiden puhdistettavuus. Asennuksen jälkeen palkit pitää suojata rakennuspölyltä./4./

7.15 Kanavien ja laitteiden merkitseminen

Ilmastointikonehuoneessa tulee kaikki kanavat merkata suuntanuolilla. Ilmanvaihtokoneiden osissa tulee olla merkintä koneen osasta ja lämmöntalteenottolaitteessa virtaussuuntanuolet tulo- ja poistoilmalle. Laitteisiin on myös valmistekilpien lisäksi kiinnitettävä järjestelmäkohtaiset kilvet. Joista on käytävä ilmi, mitä tiloja laite palvelee, ilmavirta, paine ja muut suunnitelma-asiakirjoissa edellytetyt tiedot.

7.16 Eristys

Kun lämpimiä tiloja palvelevat kanavat asennetaan kylmään tilaan, esimerkiksi ullakolle, kanavat lämmöneristetään sekä päällystetään päällysteellä, joka estää pölyn ja lian kertymisen eristeen pintaan. Lämmöneristeellä estetään kanavan hikoilu. Jos kanavistossa virtaa jäähdytettyä ilmaa, jonka tarkoituksena on viilentää huonetiloja. Tullevat kanavat lämmöneristetään, ettei kanavan ulkopuolella oleva lämminilma pääse lämmittämään kanavassa virtaavaa viileätä ilmaa.

Suunnitelma-asiakirjoissa on eristeiden tarkat vaatimukset eristepaksuudesta ja materiaalista. Asiakirjoista käy myös ilmi tarkasti eristettävät kanavat ja laitteet.

7.17 Tarkastukset

Laadunvarmistamiseksi on eri työvaiheista pidettävä tarkastuksia. Tarkastuksista on tehtävä pöytäkirjat joissa on päivämäärät ja allekirjoitukset.

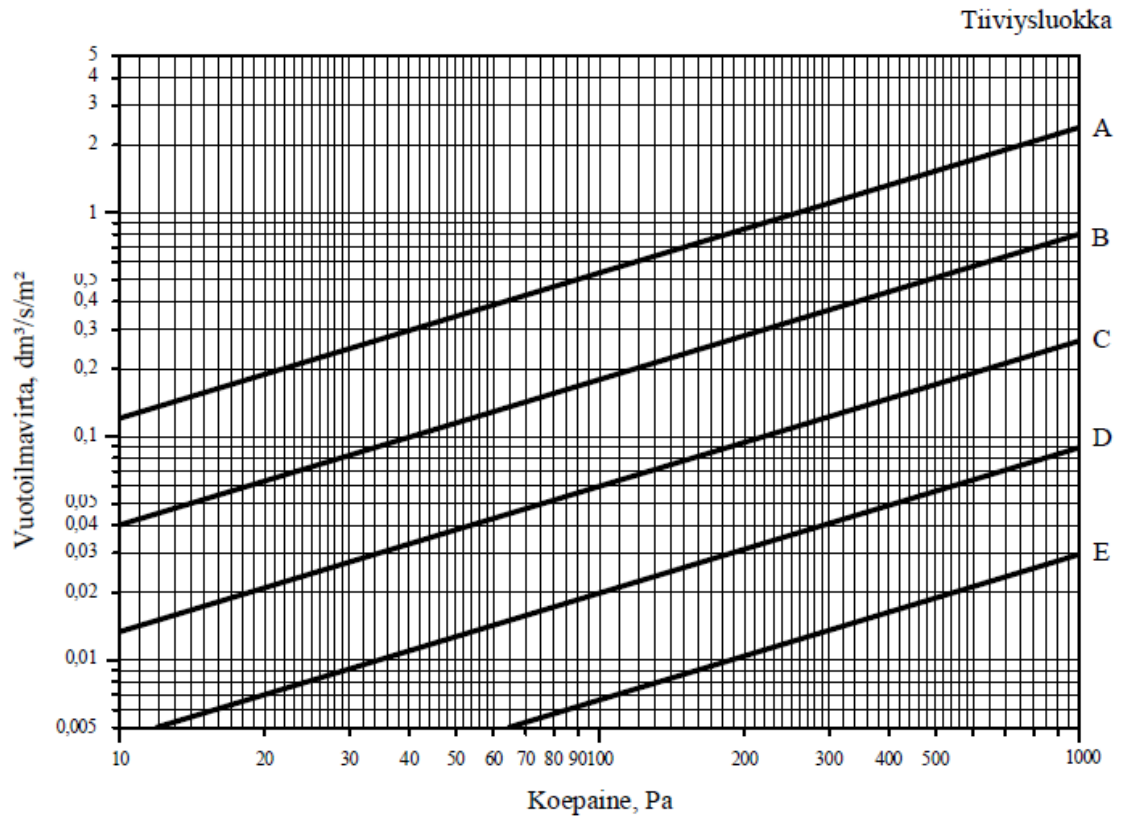
Ilmastointijärjestelmistä pidettävät tarkastukset:

- materiaali- ja laitehyväksynät
- malliasennukset
- tiiviys- ja painekokeet
- peittyvien töiden tarkastus
- itselleluovutukset, toiminnantarkastus
- säätö ja mittaus
- kuormituskokeet
- viranomaistarkastukset, mm. iv-tarkastukset /4./

7.17.1 Paine- ja tiiviyskokeet

Kun asennuksissa käytetään tyyppi hyväksytyjä kanavia ja kanavanoja ei tarvitse tehdä erillistä painekoetta. Tällöin painekokeet voidaan suorittaa pistokokeina. Pistokokeen laajuus riippuu kanavien tiiviysluokasta./4./

Jos kanaviston tekoon on käytetty vähintään tiiviysluokan C mukaisia kanavia ja kanavanoja, suoritetaan tiiviysmittaus pistokokein. Silloin pistokokeiden laajuus on 20 % kanaviston pinta-alasta. Jos kanavat ja kanavanojat ovat tiiviysluokaltaan parempia kuin C, on pistokokeiden laajuus 10 % kanaviston pinta-alasta. Jos asentamiseen on käytetty tiiviysluokkaa C huonompia kanavia ja kanavanoja, kasvatetaan pistokokeiden laajuutta näiden pinta-alalla. Jos näiden kanavien ja kanavojen pinta-ala on yli 25 % kanaviston kokonaispinta-alasta, mitataan koko kanavisto./17./



Kuva 20. Ilmanvaihtojärjestelmän ja sen osien suurimmat sallitut vuotoilmavirrat vaipan pinta-alaa kohti eri tiiviysluokissa./17./

7.17.2 Mittaus ja säätö

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus on tarkastettava ja järjestelmä on tarvittaessa puhdistettava ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä. Säätöpellit, tuloilmalaitteet ja poistoilmalaitteet asetetaan asennuksen aikana suunnitelmissa mainittujen arvojen mukaisesti. Järjestelmän valmistuttua suoritetaan mittaus ilmanvaihtokoneista, runkkanavista ja tiloista. Mittaustulokset saavat poiketa suunnitelmien arvosta huoneistoissa 20 % ja järjestelmäkohtaisesti 10 %. Mikäli poikkeamat ovat suuremmat kuin sallitut, tehdään saatujen arvojen perusteella säätö. Säädön jälkeen tehdään uusinta mittaus. /17./

8 TULOKSET

Työssä läpi käytyjen asioiden perusteella on tehty järjestelmäkohtainen tarkastuslista. Työn suurimpana lähteenä ovat toimineet Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaat

timukset ja LVI-kortisto. Tarkastuslistojen tarkoituksena on helpottaa LVI-valvojan työtä. Listojen avulla on helppo seurata, mitä tarkastuksia urakoitsija on jo suorittanut.

Ennen urakan aloittamista on tärkeää, että urakoitsija on antanut todistukset riittävästä pätevydestä työn hoitamiseen ja antanut selvityksen, että yritys on hoitanut kaikki lain vaatimat maksut ja velvollisuudet, esim. verot ja eläkemaksut.

Aina ennen töiden aloittamista tai ennen laitteiden tilaamista tulee urakoitsijan hyväksyttää käyttämänsä laitteet ja materiaalit. Tällä voidaan varmistaa, että kaikki käytettävät laitteet ovat vaadittavan laatutason mukaisia. Varsinkin erikoistilat, esimerkiksi tilat, joissa vaaditaan tiettyjä äänitasoja, ovat erittäin tarkkoja laitevalinnoista. Näissä voi laite valinnassa muutamiakin desibelien heitot olla isossa roolissa. Tällöin voidaan vaatia urakoitsijaa vaihtamaan laitteet ilman rahallista korvausta. Jos laitehyväksyntä on tehty, on urakoitsijalla parempi mahdollisuus saada jonkinlaista rahallista korvausta vaihtotyöstä.

Asennusaikana tapahtuva tarkastus on aika itsenäistä urakoitsijan osalta. Vastaava työnjohtaja seuraa omien asentajiensa työntulosta ja tekee tästä merkintöjä omaan itselleluovutusasiakirjaansa, jonka urakoitsija palauttaa urakan lopussa LVI-valvojalle laadunvarmistuskansiota varten. Vaikka tarkastukset ovat itsenäisiä, on työn jälkeen hyvä katsoa silloin tällöin myös LVI-valvojan kanssa. Mitä tarkemmin itselleluovutukset on tehty sen parempi. Kaikkein tärkeintä on, että asiakirjan täyttäminen tapahtuu itse työmaalla, ei työnjohtajan pöydällä toimistolla.

Paine- ja tiiviyskokeissa pitää olla LVI-valvoja läsnä, jotta LVI-valvoja voi todeta järjestelmän varmasti olevan tiivis ja näin allekirjoittamaan yhdessä urakoitsijan kanssa paine- ja tiiviyskokeenpöytäkirjan. Myös peittyvien töiden tarkastuksessa tarvitsee LVI-valvojan olla paikalla. Yleensä, jos on useampi henkilö paikalla katsomassa, on helpompi huomata mahdolliset puutteet ja ne on vielä helppo korjata ennen työn peittämistä.

Ennen urakan luovuttamista tulee tehdä yhteistoimintakokeet. Yhteistoimintakokeiden avulla varmistetaan, että kaikki järjestelmät toimivat yhdessä oikein ja suunnitelmien

mukaisesti. Laadun kannalta tämä on erittäin tärkeää. Ei riitä, että esimerkiksi ilmastointiurakkaan kuuluvat työt on tehty huolella ja hyvää rakentamislaatua noudattaen. Jotta ilmastointijärjestelmä toimisi kunnolla, vaaditaan siihen että lämmitys-, automaatiikka-, ja sähköjärjestelmät toimivat yhteen. Tätä varten yhteistoimintakokeet ovat erittäin tärkeässä roolissa.

Liitteenä olevat tarkastuslistat(liite 2, liite 3 ja liite 4) ovat viitteellisiä, mutta ne toimivat hyvänä pohjana siitä mitä tarkastuksia tulee olla tehtynä. Rakennuskohteen laajuus ja vaativuus määrittelee tarkemmin vaadittavia tarkastuksia, joten on vaikeata tehdä listaa jota voitaisiin käyttää aina. Tarkastuslistat on toimitettu tilaajalle sähköisessä muodossa. Näin niitä on helppo muuttaa eri rakennuskohteille sopivaksi.

9 POHDINTA

Työtä tehdessä huomasi kuinka monimutkainen prosessi on laadunvalvonta. Prosessi alkaa jo suunnittelutyön tilaus vaiheesta. Kun asiakas tietää tarkalleen mitä haluaa lopputuloksen olevan, on suunnittelijoiden paljon helpompi lähteä tekemään suunnitelmia. Hyvien suunnitelmien perusteilla on urakoitsijoidenkin paljon helpompi toteuttaa urakkaansa ja keskittyä omaan asennuksensa laatuun. Laittevalintoja tehdessä tulee suunnittelijan tutustua moniin eri laiteisiin, jotta kyseiselle kohteelle saadaan käyttötarkoitusta vastaavat laitteet.

Hyvien suunnitelmien pohjalta urakoitsijan on paljon helpompi lähteä toteuttamaan omaa osuuttaan laadukkaasta rakentamisesta. Urakoitsijan ei ole tarvetta alkaa itse suunnittelemaan asioiden kulkua työmaalla ja miettimään parhaimpia mahdollisia ratkaisuja, näin hänelle jää enemmän aikaa keskittyä laatuun. Urakoitsijan on tehtävä laadukkaasta työstä hyvät ja selkeät asiakirjat, josta käy ilmi mitä on tehty ja milloin on tehty. Näiden asiakirjojen avulla tilaaja voi varmistua, että on saanut laadukasta työtä ja voi olla varma, ettei tarvitse heti alkaa suuriin korjaushankkeisiin. Jos tilaajalla on tarkoitus myydä tai vuokrata rakennuttamansa kiinteistö tai osa siitä on laadunvarmistuksen asiakirjoilla suuri merkitys.

Urakoitsijan laadukkaalla toiminnalla voi olla myös kauaskantoisia seurauksia. Kun tilaaja huomaa, että tämä urakoitsija tekee laadukasta työtä hän saattaa suositella kyseistä yritystä muillekin tai itse teettää muita töitä kyseisellä urakoitsijalla. Kilpailutilanteessa voi tulla valituksi, vaikka tarjous olisi urakkasummaltaan hieman kalliimpi, mutta laatuasiat ovat kunnossa.

Sen lisäksi, että laitevalinnat vaikuttavat yleiseen viihtyvyyteen, vaikuttavat ne myös energiankulutukseen. Nykypäivänä on alettu kiinnittämään yhä enemmän huomiota energiankulutukseen ja pyritty energiatehokkaisiin ratkaisuihin. Isoissa toimistorakennuksissa on paljon ilmaista energiaa, jota voidaan käyttää hyväksi. Toimistohuoneessa kaikki sähkölaitteet ja huoneessa olevat ihmiset tuottavat lämpöä. Tämä lämpö voidaan ottaa talteen ilmastoinnin lämmöntalteenoton avulla.

Eri järjestelmien oikeanlainen säätö on kaikkein oleellisinta energiansäästämisessä. Esimerkiksi oikein säädetyssä lämmitysverkostossa jokaisessa huoneessa on sama lämpötila. Kun taas väärin säädetyssä järjestelmässä jossain huoneessa saattaa olla kuuma ja joudutaan pitämään ikkunoita auki, kun taas jossain toisessa huoneessa on kylmä ja joudutaan mahdollisesti käyttämään lisälämmitystä. Tällaisestakin ongelmas-
ta selvittää verkoston uudella säätämällä ja säästetään lisälämmityksen energiakulut.

Kaikkien tärkeintä rakentamisessa on, että jokainen urakoitsija tietää laatukriteerit mihin pyrkiä ja toteuttavat myös näitä tavoitteita. Vain tällä tavalla saadaan kokonaisvaltaisesti laadukas lopputulos aikaiseksi, sillä lopputuloksen laatuun vaikuttaa myös hieman heikommalla laadullakin toteutetut ratkaisut. Hyvään kokonaislaatuun vaaditaan, että jokainen rakennushankkeeseen osallistuva suorittaa omat laadunvarmistuksensa ja takaa näin omalta osaltaan laadukkaan toteutukseen.

10 LÄHDELUETTELO

1. Junnonen, Juha-Matti. Rakennustuotantotalous laadunhallinta. WWW-dokumentti.
<http://www.rta.tkk.fi/Kurssit/235/Laadunhallinta%20tiivistelm%E4.pdf> Luettu 10.2.2010
2. Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. WWW-dokumentti.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132> Luettu 20.2.2010
3. Suomen rakentamismääräyskokoelma A1 Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Määräykset ja ohjeet 2006.
4. Rakennustietosäätiö RTS, LVI-Keskusliitto ry ja Sähkötieto ry 2003. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002
5. Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895. WWW-dokumentti.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895> Luettu 1.3.2010
6. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 2004. LVI-ohjekortti, LVI 20-10348 Putkistojen asennus.
7. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 2004. LVI-ohjekortti, LVI 12-10370 Putkistojen ja kanavien kannakointi.
8. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 2004. LVI-ohjekortti, LVI 12-40041 Patteriverkoston joustavat liittimet.
9. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 1993. LVI-ohjekortti, LVI 12-10211 Putkistovarusteet.
10. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 2002. LVI-ohjekortti, LVI 12-10343 Vesikiertoinen patterilämmitys.
11. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 1994. LVI-ohjekortti, LVI 41-10230 Lämmitysverkoston säätö.
12. Oras. Vakiopaineventtiili. WWW-dokumentti.
<http://www.oras.com/ProductDocuments/Vakiopaineventtiili.pdf> Luettu 20.5.2010
13. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 1993. LVI-ohjekortti, LVI 23-10208 Erottimet.
14. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 1993. LVI-ohjekortti, LVI 23-10222 Pumppaamot.

15. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 2003. LVI-ohjekortti, LVI 20-10347 Vesi- ja viemärikalusteiden asennus.
16. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto 2003. LVI-ohjekortti, LVI 30-10349 Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP
17. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2010.

LIITTEET

Liite 1. Laadunvarmistuskansion sisällysluettelo

Liite 2. Tarkastusten seuranta lämmitysjärjestelmät

Liite 3. Tarkastusten seuranta vesi- ja viemärijärjestelmät

Liite 4. Tarkastusten seuranta ilmastointijärjestelmä

Liite 1. Laadunvarmistuskansion sisällysluettelo

LAADUNVARMISTUSKANSIO**LVI-Kansio****Kohde:**

Rakennuttaja:

LVI-valvoja

LVI-urakoitsija

| | |
|-----------|---|
| 1 | Yhteyshenkilöluettelo Työaikataulu ja vastaaoton aikataulu Yleiset asiat |
| 2 | Urakoitsijan ja aliurakoitsijoiden vero- ja eläketodistukset |
| 3 | Maksupositit sekä lisä- ja muutostyölaskut |
| 4 | Viranomaishyväksynät ja katselmukset sekä liitosilmoitukset |
| 5 | Työmaa- ja urakoitsijakokouspöytäkirjat LVI-valvontapöytäkirjat |
| 6 | LVI-valvontasuunnitelma Urakoitsijan omavalvontasuunnitelma Työturvallisuus, tulityöluvat yms. |
| 7 | Rakennusaikaiset muutokset Viimeisin asiakirjaluettelo |
| 8 | Suunnitelmakatselmus ja ristelyt Työpiirustukset ja niiden hyväksynät |
| 9 | Materiaali- ja laitehyväksynät Laiteluettelot |
| 10 | Esitarkastukset ja malliasennukset Peittyvien asennusten tarkastukset |
| 11 | Urakoitsijan omatarkastus Asennustarkastuslistat |
| 12 | Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät Työaikaiset asennustarkastukset Verkon painekokeet ja puhtaus |
| 13 | Vesi- ja viemärijärjestelmät Työaikaiset asennustarkastukset Verkon painekokeet ja puhtaus |
| 14 | Ilmastointijärjestelmät Työaikaiset asennustarkastukset Kanaviston paine- ja tiiviyskokeet |
| 15 | Mittaukset ja kuormituskokeet Ilma- ja vesivirrat sekä tehot Äänet |
| 16 | Vastaanoton ennakkotarkastukset Toimintakokeet ja yhteiskoeikäyttö Käyttöhenkilökunnan koulutusohjelma |
| 17 | Huoltokirja Luovutusdokumenttien tarkastus |
| 18 | Vastaanotto ja jälkitarkastukset Taloudellinen loppuseelvitys |
| 19 | Takuu aika ja seuranta sekä takuutarkastus |
| 20 | Suunnitelmat |

Liite 2. Tarkastusten seuranta lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät

TARKASTUSTEN SEURANTA

| | 1.krs / Osa a | 2.krs / Osa b | 3.krs / Osa c | 4.krs / Osa d | | Pöytäkirjatoimitettu | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|--|----------------------|------|
| | | | | | | pvm | nimi |
| Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät | | | | | | | |
| Materiaali- ja laitehyväksynät | | | | | | | |
| Malliasennukset | | | | | | | |
| -Putkistot | | | | | | | |
| -Patterit | | | | | | | |
| Peittyvien töiden tarkastukset | | | | | | | |
| Itselleluovutukset | | | | | | | |
| -Konehuone | | | | | | | |
| -Putkistot | | | | | | | |
| -Kannakointi | | | | | | | |
| -Venttiilit | | | | | | | |
| -Mittarien sijoitus | | | | | | | |
| -Ilmanpoistimet | | | | | | | |
| -Patterit | | | | | | | |
| -Eristys | | | | | | | |
| -Putkistojen merkinnät | | | | | | | |
| Painekokeet | | | | | | | |
| -Patteriverkosto | | | | | | | |
| -Lämmäntalteenottoverkosto | | | | | | | |
| -Ilmastoinninlämmitys | | | | | | | |
| Mittaukset ja säädöt | | | | | | | |
| -Patteriverkosto | | | | | | | |
| -Ilmanvaihtoverkosto | | | | | | | |
| -Jäähdytysverkosto | | | | | | | |
| Viranomaistarkastukset | | | | | | | |
| -Kaukolämpötarkastus | | | | | | | |
| Toimintakokeet | | | | | | | |
| Asennusten suunnitelmien mukaisuus | | | | | | | |
| Suunnitelmien punakynät | | | | | | | |

Liite 3. Tarkastusten seuranta vesi- ja viemärijärjestelmät

TARKASTUSTEN SEURANTA

| | 1.krs / Osa a | 2.krs / Osa b | 3.krs / Osa c | 4.krs / Osa d | Pöytäkirjatoimitettu | |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|------|
| | | | | | pvm | nimi |
| Vesi- ja viemärijärjestelmät | | | | | | |
| Materiaali- ja laitehyväksynät | | | | | | |
| Malliasennukset | | | | | | |
| -Viemärit | | | | | | |
| -Sadevesiviemärit | | | | | | |
| -Käyttövesiputkisto | | | | | | |
| -Vesikalusteet | | | | | | |
| Peittyvien töiden tarkastukset | | | | | | |
| -Ulkopuoliset viemärit | | | | | | |
| -Sisäpuoliset viemärit | | | | | | |
| Itselleluovutukset | | | | | | |
| -Käyttövesiputkisto | | | | | | |
| -Kannakointi | | | | | | |
| -Venttiilit | | | | | | |
| -Viemärit | | | | | | |
| -Viemäriin puhdistettavuus | | | | | | |
| -Erottimet | | | | | | |
| -Pumppaamot | | | | | | |
| -Wc-laitteet | | | | | | |
| -Hanat | | | | | | |
| -Pesualtaat | | | | | | |
| -Lattiakaivot | | | | | | |
| -Eristäminen | | | | | | |
| -Merkitseminen | | | | | | |
| Painekokeet | | | | | | |
| -Käyttövesiputkisto | | | | | | |
| -Sadevesiviemärit | | | | | | |
| -Jätevesiviemärit | | | | | | |
| Mittaukset ja säädöt | | | | | | |
| -Käyttövesiverkosto | | | | | | |
| Viranomaistarkastukset | | | | | | |
| -KVV-tarkastus | | | | | | |
| Toimintakokeet | | | | | | |
| Asennusten suunnitelmien mukaisuus | | | | | | |
| Suunnitelmien punakynät | | | | | | |

Liite 4. Tarkastusten seuranta ilmanvaihtojärjestelmät

TARKASTUSTEN SEURANTA

| | 1.krs / Osa a | 2.krs / Osa b | 3.krs / Osa c | 4.krs / Osa d | | Pöytäkirjatoimitettu | |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|----------------------|------|
| | | | | | | pvm | nimi |
| Ilmastointijärjestelmät | | | | | | | |
| Materiaali- ja laitehyväksynät | | | | | | | |
| Malliasennukset | | | | | | | |
| -Kanavistot | | | | | | | |
| -Päätelaitteet | | | | | | | |
| Peittyvien töiden tarkastukset | | | | | | | |
| Itselleluovutukset | | | | | | | |
| -Ilmastointikonehuone | | | | | | | |
| -Puhaltimet | | | | | | | |
| -Savunpoistopuhaltimet | | | | | | | |
| -Huippuimurit | | | | | | | |
| -Suodattimet | | | | | | | |
| -Ilmastoinnin patterit | | | | | | | |
| -Lämmöntalteenotto | | | | | | | |
| -Äänenvaimennus | | | | | | | |
| -Ilmavirran mittauslaitteet | | | | | | | |
| -Kanavistot | | | | | | | |
| -Kannakointi | | | | | | | |
| -Sulku- ja säätöpellit | | | | | | | |
| -Päätelaitteet | | | | | | | |
| -Puhallinkonvektorit | | | | | | | |
| -Jäähdytyspalkit | | | | | | | |
| -Kanaviston puhdistettavuus | | | | | | | |
| -Eristäminen | | | | | | | |
| -Merkitseminen | | | | | | | |
| Tiiviys- ja painekokeet | | | | | | | |
| Mittaukset ja säädöt | | | | | | | |
| Viranomaistarkastukset | | | | | | | |
| Toimintakokeet | | | | | | | |
| Asennusten suunnitelmien mukaisuus | | | | | | | |
| Suunnitelmien punakynät | | | | | | | |