

# 6 Kylmäteknikka

## 6 Kylmäteknikka

### Osan sisältö

Tässä osassa esitetään asuinrakennusten, toimistorakennusten, virastojen, terveyskeskusten, sairaaloiden, koulujen, majoitus- ja ravitsemusliiketoimien, kauppakeskusten ja teollisuusrakennusten kylmä- ja pakkasvarastojen kylmäteknisiä järjestelmiä.

Osassa ei käsitellä teollisuusprosessien, erillisten suurten kylmä- ja pakastevarastojen ja jääratojen kylmäteknisiä järjestelmiä eikä niiden rakenneosia. Tämän osan yleisiä vaatimuksia ja lukujen perusvaatimuksia voidaan soveltaa myös yllä mainittuihin erikoiskylmälaitoksiin.

Ilmastoinnin jäähdytysjärjestelmät ja niiden rakenneosat on käsitelty luvussa 36.

- 6.0 Kylmäteknikan yleiset vaatimukset
- 6.01 Määritelmiä
- 6.02 Kylmälaitoksen perusvaatimukset
- 61 Kylmäkoneistot
- 61.0 Kylmäkoneistojen perusvaatimukset
- 61.1 Kompressorit
- 61.2 Lämmönsiirtimet
- 61.20 Lämmönsiirtimien perusvaatimukset
- 61.21 Lauhduttimet
- 61.210 Lauhduttimien perusvaatimukset
- 61.211 Ilmajäähdytteinen lauhdutin
- 61.212 Nestejäähdytteinen lauhdutin
- 61.22 Höyrystimet
- 61.23 Nestejäähdyttimet
- 61.3 Kylmälaitoksen putkistot
- 61.31 Suorahöyrystysputkistot
- 61.32 Välillisen jäähdytysjärjestelmän putkistot
- 61.33 Putkiston kannakointi
- 61.34 Läpiviennit
- 61.35 Kylmäaine
- 61.36 Öljy
- 61.37 Kylmäliuos
- 61.4 Säiliöt ja varolaitteet
- 61.5 Venttiilit
- 61.6 Putkistovarusteet
- 62 Erityiset jäähdytys- ja pakastuslaitteet
- 63 Kylmä- ja pakkastilat
- 64 Kylmäteknisen järjestelmän säätö
- 64.0 Järjestelmän toimintavaatimukset
- 64.1 Kompressorin säätö
- 64.2 Höyrystimen säätö
- 64.3 Lauhduttimen säätö
- 64.4 Säätöpiirin varo- ja hälytyslaitteet
- 67 Kylmäteknisten laitteiden ja verkoston merkintä
- 69 Kylmäteknisen järjestelmän tarkastukset ja käyttöönotto
- 69.0 Tarkastusten ja käyttöönoton perusvaatimukset
- 69.1 Rakennusaikainen käyttö
- 69.2 Asennustapa- ja laitetarkastukset
- 69.3 Koestukset
- 69.31 Paine- ja tiiviyskokeet
- 69.32 Kuivaus- ja tiiviystarkastus
- 69.33 Toimintakokeet
- 69.34 Säädot ja mittaukset
- 69.35 Koekäyttö ja tarkistusmittaukset
- 69.4 Luovutusasiakirjat

- 69.5 Käyttöönotto
- 69.6 Käytön opastus
- 69.7 Viranomaistarkastukset
- 69.8 Vastaanottotarkastus
- 69.9 Takuuajan toimenpiteet

### Osan käyttö

Osassa on luonteeltaan kolmenlaista tekstiä: vaatimustekstiä, ohjetekstiä ja selostustekstiä.

**Vaitimusteksti** koskee urakoitsijan ja valmistajan työsuoritusta. Vaitimusteksti on esitetty leveällä palstalla ja isolla kirjasintyyppillä.

**Ohjeteksti** esittää ne asiat, jotka yksilöidään rakennuskohtaisissa asiakirjoissa. Ohjeteksti on reunapalstassa ja painettu pienellä kirjasintyyppillä. Ohjeteksti viittaa siihen numeroituun asiakohtaan, jonka vieressä se on.

**Selostusteksti** antaa tarpeen mukaan viitetietoja suunnittelijalle ja urakoitsijalle. Selostusteksti on reunapalstassa ja esitetty pienellä kirjasintyyppillä.

Kun tämän osan vaatimuksia käytetään viittauskohteena LVI-töitä koskevissa asiakirjoissa, viittaus kohdistetaan numeroituun yksityiskohtaiseen laatuvaatimukseen. Viittaus täsmennetään ohjetekstin mukaan.

Kun viitataan yksityiskohtaiseen laatuvaatimukseen, ovat voimassa sekä osan yleiset vaatimukset että luvun perusvaatimukset.

## 6.0 Kylmätekniiikan yleiset vaatimukset

### 6.01 Määritelmiä

**Jäähdytysjärjestelmä;** suoralla tai välillisellä kylmäjärjestelmällä toteutettu järjestelmä, jonka avulla siirretään lämpöä jäähdytettävää kohteesta toiseen kohteeseen.

**Suora kylmäjärjestelmä;** kylmäjärjestelmän höyrystin on suorassa yhteydessä jäähdytettävän aineen kanssa. Suora kylmäjärjestelmä voi olla suorahöyrystysjärjestelmä tai pakkokiertoinen järjestelmä.

**Suorahöyrystysjärjestelmä;** kylmäainekierto tapahtuu kompressorin kehittämän paine-eron vaikutuksesta.

**Pakkokiertoinen järjestelmä;** kylmäainekierto tapahtuu kylmäainepumpun tai pneumaattisen kierrätyksen (ns. pulsaattorin) avulla.

**Välillinen kylmäjärjestelmä;** kylmäjärjestelmän höyrystimen avulla jäähdytetään kylmäliuos, joka on suorassa yhteydessä jäähdytettävän aineen kanssa.

**Jäähdytysputkisto;** putkista rakennettu suljettu järjestelmä, jonka kautta siirretään väliaineen avulla lämpöä jäähdytettävästä kohteesta.

**Lauhdutin;** kylmäjärjestelmän osa, jossa kylmäaine lauhtuu ja luovuttaa lämpöä järjestelmästä joko ilmaan tai nesteeseen. Ilmajäähdytteinen lauhdutin voidaan sijoittaa joko kiinteästi muun koneiston yhteyteen, erilliseen tilaan tai ulos.

**Höyrystin;** kylmäjärjestelmän osa, jossa kylmäaine höyrystyy ja sitoo lämpöä ympäristöstään järjestelmään.

**Kylmäkompressori;** kone, joka imee höyrymuodossa olevan kylmäaineen höyrystinpiiristä ja puristaa sen korkeampaan lauhtumispaikkeeseen.

**Suurkeittiö;** virastojen, toimistojen, liiketilojen, ravintoloiden yms. toimittilojen ruuanvalmistustila.

**Suurkeittiölaitteet;** tässä osassa suurkeittiöiden kylmäsäilytykseen tai ruuan tarjoiluun käytettäviä jäähdytyslaitteita.

## 6.02 Kylmälaitoksen perusvaatimukset

### Kylmäkonehuone

#### Selostus

Kylmäkonehuoneeseen järjestetään ilmanvaihto, joka mitoitetaan kylmäainemäärän tai kylmäkoneiston luovuttaman lämpömäärän mukaan. Konehuone pyritään sijoittamaan rakennuksen ulkoseinän viereen.

Konehuoneeseen asennetaan kaasuvälöntajärjestelmä, joka hälyttää kylmäainevuodosta ja käynnistää ilmanvaihdon, jos kylmäainepitoisuus ylittää konehuoneessa 500 ppm ja pysäyttää automaattisesti laitoksen, jos pitoisuus ylittää 10 000 ppm.

#### Ohje

- Asiakirjoissa määrätään
- konehuoneen ylin ja alin sallittu lämpötila
  - konehuoneen ilmavirta
  - kaasuhälytysjärjestelmä ja sen toimittaja.

#### Selostus

Kylmäkonehuoneen ilmanvaihto mitoitetaan standardin SFS 5096 mukaisesti tai kylmäkoneiston luovuttaman lämpömäärän mukaan siten, että konehuoneen lämpötila ei ylitä +30 °C hellehuippuja lukuun ottamatta ja ettei lämpötila alita +5 °C. Konehuone varustetaan tarvittaessa lämmityslaitteella.

Ilmajäähdytteisellä lauhduttimella varustetun kylmäkoneikon konehuoneen ilmanvaihto mitoitetaan vähintään yhtä suureksi kuin lauhduttimen ilmavirta taulukan 61 T1 mukaan.

Kylmäkonehuoneen mitoituksessa otetaan huomioon käynnistys- ja automaattikalaitteiden vaatima vapaa huolto- ja hoitotila 800 mm kojeen kotelon edessä. Tällöin otetaan huomioon sähköturvallisuusmääräysten 23 §. Mitoituksessa otetaan huomioon myös tarkkailun vaatima tila.

Kylmäkonehuoneen ääneneristysmääräykset on annettu Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1. Ääneneristysohjeita on esitetty osassa C5 ja asuinrakennusten LVHaitteiden äänitekniikka osassa C6.

Kylmäkonehuoneen tilantarvetta on käsitelty myös, ohjekorteissa Kylmä- ja pakastetilat. Yleisohjeita (LVI 61-10075, RT 94-10068) ja Tilanvarausohjeet (LVI 06-10105).

SFS 5096 Paineastiain sijoitus, varustelu ja käyttö. Kylmälaitos.

EN 378 Refrigerating systems, safety and environmental requirements, kohta 5.9.3.2 Refrigerant detectors to avoid hazardous atmosphere.

RakMK C1 Ääneneristys. Määräykset 1985. (RT RakMK-20596)

RakMK C5 Ääneneristys. Ohjeet 1985. (LVI RakMK-00014, RT RakMK-20636)

RakMK C6 Asuinrakennusten LVHaitteiden äänitekniikka. Ohjeet 1984. (RT RakMK-20516)

#### Selostus

Eri tilojen tilaluokituksat on annettu sähköturvallisuusmääräysten luvussa V, jossa on myös annettu eri laitteiden vähimmäiskotelointiluokat eri tiloissa.

#### Selostus

Sähköturvallisuusmääräykset A1-89. Sähkötarkastuskeskus.

#### Selostus

Kylmäkonehuoneessa esiintyy käytännössä yli +25 °C:n lämpötiloja, mikä otetaan huomioon sähkölaitteiden valinnassa ja mitoituksessa.

#### Selostus

Taulukko 61 T1. Kylmäkonehuoneen mitoitus ja ilmanvaihto.

Koneistojen lukumäärä	Kylmäteho δ kW	Konehuoneen vähimmäismitat (leveys x syvyys) mm x mm	Ilmanvaihdon tarve	
			Vaihtoehto A *) m <sup>3</sup> /s	Vaihtoehto B *) m <sup>3</sup> /s
1	1...3	900...1800	0,4...0,6	0,03...0,06
2	1...3	1500...1800	0,8...1,2	0,06...0,11
3	1...3	2100...1800	1,2...1,8	0,11...0,17
1	3...6	1200...1800	0,5...1,2	0,06...0,14
2	3...6	2400...1800	1,0...2,4	0,14...0,28
3	3...6	3600...1800	1,5...3,6	0,28...0,42
1	6...15	1500...2100	1,2...2,8	0,14...0,42
2	6...15	3000...2100	2,4...5,6	0,28...0,84
3	6...15	4500...2100	3,6...8,4	0,42...1,25
1	15...25	2100...2400	2,8...4,2	0,42...0,70
2	15...25	3600...2400	5,6...8,4	0,84...1,40
3	15...25	5700...2400	8,4...12,6	1,25...2,10

\*) Vaihtoehto A: Kiinteällä lauhduttimella varustetut koneikat, lauhdutus konehuoneeseen

Vaihtoehto B: Erilliseen tilaan sijaitetulla lauhduttimella varustetut koneikat

Sähkölaitteiden on täytettävä sähköturvallisuusmääräysten ja kyseistä laitetta mahdollisesti koskevien erillisten rakenne- ja koestusmääräysten vaatimukset (ks. Sähkötarkastuskeskuksen julkaisu A1-89, 1 §; kohdat 1 ja 3).

Sähkölaitteiden kotelointiluokan on oltava käyttöpaikan tilaluokan mukainen.

## 61 Kylmäkoneistot

### 61.0 Kylmäkoneistojen perusvaatimukset

#### Selostus

Suorahöyrystysjärjestelmää käytetään asuin- ja liikeraikentamisen yhteydessä rakennettavissa kylmälaitoksissa ja pienissä ilmastoinnin jäähdytyslaitoksissa.

Pumppukierroista järjestelmää käytetään teollisissa kylmälaitoksissa ja suurten tehojen kylmälaitoksissa.

Välillistä järjestelmää käytetään, kun laitoksen kylmäainemäärää halutaan rajoittaa ja kylmäaineen vuotoriskiä pienentää.

#### Selostus

RakMK C1 Ääneneristys. Määräykset 1985. (RT RakMK-20596)

RakMK C6 Asuinrakennusten LVHaitteiden äänitekniikka. Ohjeet 1985. (RT RakMK-20516)

Kylmäkoneistot suunnitellaan, rakennetaan ja huolletaan siten, että niillä saavutetaan luotettavasti ja energiataloudellisesti jäähdytettävissä tiloissa tarvittavat lämpötilat sekä siten, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa ympäristölle.

Ulos asennettävien laiteosien on oltava siten rakennetut, että ne kestävät paikkakunnan ilmasto-olosuhteet.

Kylmälaitteiden äänitason on täytettävä Suomen rakentamismääräyskokoelman osien C1 ja C6 vaatimukset.

### 61.1 Kompessorit

#### Selostus

ISO 9309 Refrigerant compressors – Presentation of performance data.

Kylmäkompessorin teho ilmoitetaan ISO 9309 mukaisesti pienille ja keskisuurille kompressoreille imukaasun lämpötilalla +25 °C ja suurille kompressoreille imukaasun tulistuksella 20 K sekä NH<sub>3</sub>-kompessoreille 10 K imukaasun tulistuksella sekä ilman nesteen alijäähdytystä.

Kompressorin teho saa poiketa annetusta kylmätehosta enintään 10 %, jos asiakirjoissa ei ole määritelty tätä tarkempaa vaatimusta. Poikkeama vaaditusta kylmätehosta ilmoitetaan tarjousasiakirjoissa.

Kompressoreista ja kompressorikoneikoista on oltava käytettävissä kylmä- ja kuormitustehotiedot kompressorin käyttöalueella taulukko- tai käyrästämuodossa sekä tehojen korjauskertoimet nesteen alijäähdytyksen, imukaasun tulistuksen ja muuttuvan kierrosluvun funktiona. Tehonsäädöllä varustetuista kompressoreista on oltava lisäksi osatehujen korjauskertoimet ja osatehoja vastaavat tehontarvetiedot.

## Kompressorikoneikko

Kompressorikoneikossa on toimitettaessa oltava vähintään seuraava varustus:

- hermeettinen tai puolihhermeettinen kompressori tai
- avokompressori ja sähkömoottori voimansiirtolaitteineen ja kosketussuojineen
- tarvittava alusta
- ensimmäinen öljytätös ja ylipainetätös kylmäainetta tai vaarantonta kaasua
- suljettavat mittariliitännät imu- ja painepuolella.

### Ohje

- Asiakirjoissa määrätään
- kompressorin rakenne (hermeettinen, puolihhermeettinen tai avokompressori)
  - puolihhermeettisen ja avokompressorin tyyppi (mäntä-, kierukka- tai ruuvikompressori)
  - kompressorin kylmäteho
  - höyrystymislämpötila kompressorilla
  - lauhtumislämpötila kompressorilla
  - kylmäaine
  - kompressorin moottorin sähkönoittoleho
  - tehonsäätövaatimus
  - käynnistystapa.
- Tarvittaessa määrätään
- sallittu poikkeama vaaditusta kylmätehosta
  - varusteet, kuten
    - kampikammion lämmitin
    - öljypinnan tarkkailulasi
    - sulkuventtiilit
    - värinänvaimentimet.

### Selostus

Kylmäkoneisto mitoitetaan yleensä 12...18 tunnin vuorokautiselle käyntiajalle.

### Selostus

Kompressorikoneikko on tehdasvalmisteinen kompressorista ja sen käyttömoottorista, mahdollisesta nestesäiliöstä tai nestesäiliöstä ja lauhtumuksesta ja varusteista koottu kylmökoneikko.

### Ohje

- Asiakirjoissa määrätään kompressorikoneikosta
- kompressorin rakenne (hermeettinen, puolihhermeettinen tai avokompressori)
  - puolihhermeettisen ja avokompressorin tyyppi (mäntä-, kierukka- tai ruuvikompressori)
  - kompressorien kylmäteho käyttöolosuhteissa
  - höyrystymislämpötila kompressorilla
  - ympäristön lämpötila
  - mahdollisesti korkein sallittu lauhtumislämpötila
  - kylmäaine
  - kompressorin moottorin sähkönoittoleho
  - tehonsäätövaatimus
  - käynnistystapa
  - kompressorin varusteet tarvittaessa, kuten
    - öljylämmitin (voi olla kampikammiossa tai sen alla)
    - öljypinnan tarkkailulasi
    - sulkuventtiilit
    - jäähdytyspuhallin
    - värinänvaimentimet
    - värinänvaimennusleikut tai joustomutkat
  - koneiston varusteet tarvittaessa, kuten
    - öljynerotin
    - öljynpalautusautomaattikka
    - äänenvaimennin
    - imusuodatin
    - sulkuventtiilit
    - suljettavat painemittariliitännät
    - nestesäiliö varusteineen
    - varoventtiili tai murtolevy
    - pien- ja suurpainekytin
    - öljyneropainekytin
    - lauhtumisen painekytimet
    - tehonsäädön painekytin
    - käynnistyskevennyslaitteet
    - käynnistimet
    - varokkeet tai varokeautomaatit
    - kytkimet
    - merkkivalot.

Tarvittaessa määrätään

- konealustan mitoitus
- sähkömoottorin koko tai avokompressorin sähkömoottorin kuormituskerroin
- minimi  $\cos \varphi$  tai loistehon kompensointi
- moottorin käämien suojaustapa
- moottorin ja kompressorin pyörimisnopeus
- voimansiirtolapa
- äänitasovaotimus
- korkein esiintyvä lauhtumispaine
- varaosasarja eriteltynä
- erikoistyökalarajo.

#### Selostus

EN 378 Refrigerating systems, Safety and environmental requirements, kohta 8.4.4 Marking of compressors and liquid pumps.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään asennustapa.

Tarvittaessa määrätään betonialusta ja sen vaimenus.

#### Kompressorin ja kompressorikoneikon merkinnät

Kompressorin konekilvessä on oltava vähintään seuraavat merkinnät

- valmistaja
- malli
- sarjanumero
- valmistusvuosi
- suurin sallittu käyttöpaine
- kylmäaine.

Käyttömoottorissa on oltava vähintään seuraavat merkinnät

- kotelointiluokka
- moottorin malli
- käyttöjännite ja taajuus
- nimellisteho
- mitoitusvirta tai suurin kuormitusvirta
- kytkentä
- pyörimisnopeus.

#### Kompressorin ja kompressorikoneikon asennus

Kiinteällä tai toiseen tilaan erikseen asennettavalla ilmajäähdytteisellä lauhduttimella varustettu kompressor tai kompressorikoneikko asennetaan joko vaimentimien varaan suoraan kylmäkonehuoneen lattialle tai asennusalustalle.

Asennuksessa otetaan huomioon komponenttien huoltohäkökohdat.

## 61.2 Lämmönsiirtimet

#### Selostus

Paineastialaki 98/1973 muutoksineen (LVI KTM-00093, KH KTM-10057; sisältävät muutokset maaliskuuhun 1992 asti).

Paineastiaasetus 549/1973 muutoksineen. (LVI KTM-00088, KH KTM-10161; sisältävät muutokset marraskuuhun 1991 asti).

SFS 5096 Paineastian sijoitus, varustelu ja käyttö.

#### 61.20 Lämmönsiirtimien perusvaatimukset

Lauhduttimen ja höyrystimen on oltava paineestiamääräysten mukaisia.

Lämmönsiirtimen tunnuskilvessä on oltava seuraavat merkinnät:

- malli
- teho
- valmistaja
- valmistusnumero ja vuosi
- tarvittaessa
  - sähköarvot
  - rakennesuunnitelman hyväksymispäätöksen numero (RS)
  - suurin sallittu käyttöpaine.

#### 61.21 Lauhduttimet

##### 61.210 Lauhduttimien perusvaatimukset

Lauhduttimen tehon on vastattava suurpainehöyrystä poistettavaa kokonaislämpövirtaa, joka likimäärin koostuu kompressorin kylmätehosta ja käyttömoottorin tehosta. Kylmätehosta käytetään korkeimman kylmälaitoksessa esiintyvän höyrystyslämpötilan mukaista kylmätehoa.

#### Selostus

Mahdollisuuksien mukaan otetaan huomioon lauhduttimesta poistuvon energian talteenotto (lämmenneen ilman tai nesteen hyväksikäyttö). Sisälle tulevan vesilauhduttimen vedenpoisto varmistetaan.

#### Selostus

Lauhdutinta mitoitettaessa otetaan huomioon kylmälaitoksen kokonaistalous. Lauhtumislämpötiloja mitoitettaessa otetaan huomioon kompressorien käyttöaluearvot.

## 61.211 Ilmajäähdytteinen lauhdutin

### Ilmajäähdytteisen lauhduttimen rakenne

Kylmään tilaan sijoitettavan ilmajäähdytteisen lauhduttimen painetta säädetään jäähdytysilmavirtaa tai aktiivista lämmönsiirtopintaa muuttamalla.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- lauhdutintyyppi
- lauhduttimen teho
- lämpötilaerot ( $\Delta t_{in}$ )
- kylmäaine
- lamellijaka
- suurin sallittu öänen painetaso
- lauhduttimen sijaitus
- törrinän- ja äänenvaimennus
- lauhdutustehon säätötapo
- sähkölaitteiden sijoius ja katelointi
- suurin sallittu köyttöpine (kylmä- ja nestejärjestelmät)
- lauhduttimen rakennemateriaali ja mahdollinen erikoispintaköstitely
- suojaus ylipainetta vastaan.

#### Selostus

$\Delta t_{in}$  = lauhduttimelle tulevan ilman lämpötilan ja lauhdutuslämpötilan (lauhduttimen alussa) ero, °C.

#### Selostus

Jäähdytysilmavirtaa voidaan säätää käynnistämällä lauhduttimen puhallinmoottorit lauhdutuspainetta tunnustelevilla painekeytimillä tai säätimellä. Ilmavirtaa voidaan säätää myös puhallinmoottarin pyörimisnopeutta muuttamalla.

Aktiivista lämmönsiirtopintaa voidaan vähentää nostamalla kylmäaineen pintaa lauhduttimessa. Tähän tarkoitukseen käytetään sopivaa säätölaitetta paine- tai lauhdejohdossa. Säätävästä aiheutuvan suuren nestemäärän on mahduttava tarvittaessa järjestelmän nestesäiliöön.

Ulos sijoitettaviin ilmajäähdytteisiin lauhduttimiin tulevan ilman ja lauhdutuslämpötilan eroksi suositellaan enintään 15 °C.

Käytettäessä lamelleissa turbulaattoreita likaantumisen vaikutus ilmavirtaan ja tehoon otetaan huomioon.

Tehon lisäämiseksi kuormitushuippujen ajaksi voidaan useimmat lauhduttimet ja nestejäähdyttimet varustaa käyttävesiverkostoon liitettävällä vesisuutinjärjestelmällä.

Vesiputkisto rakennetaan itsesyhjäytyväksi.

Erillään koneikoista sijaitsevat lauhduttimet varustetaan huoltoa varten puhallinmoottorien turvakytimillä. Turvakytimellä estetään puhaltimen sähkönsaanti huollon ajaksi.

#### Selostus

Lauhdutin valitaan siten, että sen äänen painetaso ei ylitä 30 dB(A) kokonaisäänitasoa sen läheisyydessä olevissa toimistohuoneissa. Kun lauhdutin sijoitetaan ulos, ei sen kokonaisäänitaso välittömästi rakennuksen ikkunoiden ulkopuolella saa ylittää 45 dB(A).

### Ilmajäähdytteisen lauhduttimen asennus

Kun ilmajäähdytteinen lauhdutin sijoitetaan ulos, varmistetaan sen toiminta myös pakkaskausina.

Lauhdutin, sen puhaltimet ja putkistot suojataan lumi- ja jäävahingoilta.

Lauhduttimen puhaltimet varustetaan kosketussuojalla.

## 61.212 Nestejäähdytteinen lauhdutin

### Nestejäähdytteisen lauhduttimen asennus

Mikäli jäähdytysvesi otetaan yleisestä käyttövesiverkostosta, lauhduttimen tuloputkeen asennetaan yksisuuntaventtiili.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- lauhdutintyyppi
- lauhduttimen teho
- lämpötilaerot ( $\Delta t_{in}$ )
- lauhduttimen sijoius
- lauhduttimen säätötapo
- jäähdytysnesteen laatu
- nestepuolen painehöviä
- puhdistettavuus
- likaantumiskerroin.



**Selostus**

Nestejäähdytteisen lauhduttimen sijoituspaikka valitaan niin, ettei jäätymisvaaraa ole.

**Ohje**

Asiakirjoissa määrätään

- höyrystimen teho
- höyrystyslämpötila
- höyrystimen sijoitus
- lämpötilaero ( $\Delta t_{in}$ )
- kylmäaine
- lamellijako
- sulkuaitteet
- rakennusmateriaalit ja mahdollinen pintakäsittely
- paisuntaventtiilityyppi
  - mekaaninen/elektroninen
  - ulkoinen/sisäinen poineentasaus
  - MOP/ilman.

Puhaltimilla varustetuista höyrystimistä määrätään asiakirjoissa

- nimellissähköteho
- puhallussuunta
- mitattavissa oleva äänitaso
- puhaltimien ohjaustapa.

Tarvittaessa määrätään

- puhaltimien lukumäärä
- ilman heittopituus
- höyrystimen mitat
- höyrystimen paino
- ripustustapa
- ripustuslaitteiden materiaali
- turvakytkimet
- sulatuslaitteet ja niiden ohjaustapa
- tippuvesiputket ja niiden toimittaja.

**Selostus**

Jos jäähdytettävässä huonetilassa käsitellään pakkaamattomia tuoretuotteita, suositellaan höyrystin mitoitettavaksi tulevan ilman lämpötilan ja höyrystyslämpötilan erolla ( $\Delta t_{in}$ ) 6...8 °C.

MOP = maximum operating pressure

**Selostus**

Höyrystin on yleensä rakenteeltaan ripa- tai lamelliputkilämmönsiirrin, jonka läpi jäähdytettävä ilma virtaa jako painovoimaisesti tai puhaltimen vaikutuksesta.

**Selostus**

Pakkasvarastojen höyrystimet valitaan siten, että huurteen poistoon tarkoitettua sulatuslämmöstä pääsee mahdollisimman vähän siirtymään huoneeseen.

Pakkasvaraston höyrystimen lamellijaon on oltava vähintään 8 mm. Tuotteiden pakastukseen, jäädytykseen ja jäähdytykseen tarkoitettua varoston tai tunnelin höyrystimien lamellijaon on oltava vähintään 10 mm.

Pienissä tehdosvalmisteisissa pakastekaapeissa ja -varastoissa sallitaan pienempi lamellijako. Pakastuskaapin lamellijaon on kuitenkin oltava niin suuri, että suurin kerralla pakastettava tavaraerä voidaan pakastaa loppulämpötilaan ilman välillä tapahtuvaa sulatusta.

Huurtumisen vuoksi ei turbuloattoreita voida käyttää alle 0 °C:n höyrystyslämpötiloissa.

Jos järjestelmään kuuluu enemmän kuin yksi jäähdytyskohde, sijoitetaan kuhunkin kohteeseen säätölaitte ohjaamaan nestejohtoon sijoitettavaa magneettiventtiiliä ja mahdollisia höyrystimen puhaltimia.

**61.22 Höyrystimet**

Höyrystimet mitoitetaan siten, että niiden teho on tasapainossa kompressorin tehon kanssa ja että jatkuvuusolosuhteissa saavutetaan ja ylläpidetään jäähdytyskohteiden vaatima lämpötila  $\pm 2$  °C:n tarkkuudella ja suhteellinen kosteus  $\pm 5$  % tarkkuudella.

**Höyrystimen rakenne**

Höyrystimen nestejohtoon asennetaan paisuntaventtiili tai muu säätölaitte.

Kun höyrystintä käytetään olosuhteissa, joissa höyrystimen pinnalle tiivistyy ilmasta vettä tai jäätä (huurretta), varustetaan höyrystin tippuvesialtaalla.

## 61.23 Nestejäähdyttimet

### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- nestejäähdytintyyppi
- nestejäähdyttimen teho
- lämpötilaerot
- jäähdytettävän nesteen laatu
- nestepuolen painehäviö
- nestejäähdyttimen rakennemateriaali ja mahdollinen erityispintakäsittely
- nestejäähdyttimen sijoitus
- nestejäähdyttimen säätötapa
- alin sallittu käyttölämpötila.

Ilmajäähdytteissä nestejäähdyttimissä määrätään lisäksi

- suurin sallittu äänen painetaso
- ääriään ja äänenvaimennus
- sähkölaitteiden sijoitus ja katelointi.

Nestejäähdytteissä nestejäähdyttimissä määrätään lisäksi

- puhdistettavuus
- likaantumiskerroin.

Tarvittaessa määrätään varusteet, kuten

- virtausvahti
- jäätymissuoja
- huolto- ja mittausyhteet
- ilmaus- ja lyhjennusyhteet.

### Nestejäähdyttimien asennus

Nestejäähdyttimet asennetaan kuten lauhduttimet, ks. LVI-RYL 92:n kohta 61.21.

## 61.3 Kylmälaitoksen putkistot

### 61.31 Suorahöyrystysputkistot

**Taulukko 61 T2.** Suoran kylmäjärjestelmän putkiston osat ja niiden lyhenteet.

Verkoston osa	Lyhenne	Sijainti laitoksessa välillä
Imujohto	RI	Höyrystin – kompressori
Painejohto	RP	Kompressori – lauhdutin
Lauhdejohto	RL	Lauhdutin – nestesäiliö
Nestejohto	RN	Nestesäiliö – höyrystin
Pumppulaitoksen menojohdo	RPM	Nesteenerotin – höyrystin
Pumppulaitoksen paluujohdo	RPP	Höyrystin – nesteenerotin
Tippuvesijohdo	RK	Höyrystin – viemäri

### Selostus

Kylmälaitoksen putkiston mitoituksessa otetaan huomioon seuraavat seikat:

- painehäviö
  - virtausnopeus
  - öljyn palautus.
- Painehäviön määrittämisessä otetaan huomioon
- putkiston ja sen varusteiden painehäviö
  - putkiston automaattikalaitteiden painehäviö
  - korkeuserosta aiheutuva kylmäaineen painehäviö.

### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- putkikoot esimerkiksi Suomen Kylmäyhdistys ry:n ohjeiden ja piirrosmerkkien mukaisesti
- ne putkiston osat, joissa käytetään vaakasuoria putkiston osia pienempää halkaisijaa tai kaksoisnousua
- tarvittavat kaltevuudet virtaussuunnassa
- tarvittavat öljymutkat ja öljyn tai nesteen palautuksen varmistavat varusteet
- putkiston ja venttiilien materiaalit
- juotos- tai hitsaustapa
- suoja- tai hitsaustapa käyttö juotostyön aikana kuonamuodastuksen estämiseksi
- tarvittaessa putkiston pintakäsittelyohje
- eristettävät putkiston osat
- eristysmateriaali ja sen paksuus, pintakäsittely ja asennusrajat
- eristys piirustusohjeiden mukaisesti merkittynä putkikaavioissa ja asennuspiirustuksissa
- vaadittu työtapa
- tarvittavat huolto- ja mittausyhteet.

Tarvittaessa määrätään putkistojen

- pintakäsittely
- juotosaine.

#### Selostus

Painehöviä ilmoitetaan painehäviötä vastoavana lämpötilan muutuksena kylästysalueella (K tai °C).

Putkiston mitoituksessa suositellaan käytettäväksi taulukossa 61 T3 ilmoitettuja taloudelliseksi todettuja painehäviöitä.

Kylmätarpeen laskenta ja kylmlaitoksen mitoitus, Suomen Kylmäyhdistys ry:n moniste n:o 18-20.

Kylmätekniiikan piirrosmerkit, Suomen Kylmäyhdistys ry:n julkaisu n:o 4.

**Taulukko 61 T3.** Ohjeelliset dynaamiset painehäviöarvot eri verkoston osille.

Verkoston osa	Lyhenne	Painehäviö K	
		R717	R22
Imujohto	RI	0,5	1,0
Painejohto	RP	0,5	1,0
Lauhejohto	RL	0,5	0,5
Nestejohto	RN	0,5	0,5
Pumppulaitoksen menojohto	RPM	0,5	0,5
Pumppulaitoksen paluujohto	RPP	0,5	1,0

Putkisto ja sen automaatiolaitteet suositellaan mitoittavaksi siten, että dynaaminen kokonaispainehäviö on enintään 2 K.

Kompressorin liittyvien kylmäaineputkistojen ja niiden varusteiden painehäviö otetaan huomioon kompressorin mitoituksessa (ks. LVI-RYL 92:n kohta 61.1).

Korkeuserosta johtuva painehäviö otetaan huomioon nestejohtojen mitoituksessa ja lauhtumislämpötilan valinnassa siten, että nestejohtoon ei muodostu kaasukuplia ennen syöttölaitetta. Tarvittaessa käytetään lämmönsiirrintä nesteen alijäähdyttämiseksi.

Kylmäaineen ja liuosten virtausnopeudet valitaan siten, että dynaaminen painehäviö ei muodostu liian suureksi eikä putkistoon synny kavitaatiota tai häiritsevää virtausääntä.

#### Selostus

Putket mitoitetaan siten, että kaikissa putkiston osissa on riittävä kaasun virtausnopeus myös osatehoa käytettäessä. Näin varmistuu öljyn kierto kylmäkierrosta takaisin kompressorille.

#### Selostus

Öljyn virtausnopeus riippuu kylmäainehöyryn nopeudesta ja lämpötilasta, öljyn viskositeetista ja putken halkaisijasta.

Öljyn virtaus on varmistettava, vaikka painehäviö muodostuisi suuremmaksi kuin taulukossa 61 T3.

Kylmäaineputkistojen mitoitusta on käsitelty Suomen Kylmäyhdistys ry:n monisteessa n:o 18-20, Kylmätarpeen laskenta ja kylmlaitoksen mitoitus.

#### Selostus

SFS 2250 Muokatut kuparimetallivalmisteet. Vedetyt kupariputket LVI-käyttöön.

Putkistossa on oltava asennuksessa, huollossa ja korjauksissa tarvittavat huoltoyhteet.

#### Suorahöyrystysputkistojen rakenne

Kylmäaineputkistot rakennetaan saumattomasta kupari- tai teräsputkesta.

Suorahöyrystyslaitoksen putkimateriaalina käytetään standardin SFS 2250 mukaisia puhdistettuja, kuivattuja ja suljettuja kupariputkia (jäähdytyslaatu).

Liitokset tehdään tehdasvalmisteisilla kapillaarijuotettavilla osilla tai tuurnausliitoksella. Juotettavien osien on mentävä päälletysten vähintään 3 kertaa ainevahvuuden verran, kuitenkin vähintään 5 mm.

Vetokaulus tehdään erikoistyökälulla. Vetokauluksen pituuden on oltava vähintään 3 kertaa perusaineen vahvuus.

Teräksestä valmistettujen putkistojen materiaalina käytetään standardien SFS-EN 10025 ja SFS 2145 mukaisia saumattomia teräsputkia (tiivistetty laatu).

### Suorahöyrystysputkistojen asennus

Kylmälaitoksen A-ryhmän teräsputkistoja saa valmistaa (asentaa) vain valvontaviranomaisen luvalla.

Putkia kuljetetaan, varastoidaan ja käsitellään siten, että niihin ei pääse likaa tai kosteutta.

Kupariputket leikataan putkileikkurilla ja purseet, lastut ja epäpuhtaudet poistetaan. Leikattu putkenpää suljetaan tulppaamalla tai teippaamalla, mikäli sitä ei välittömästi asenneta paikalleen.

Kupariputket juotetaan kovajuotosta ja hopeapitoista fosforikupari-, messinki- tai hopeajuotetta käyttäen.

Komponentit liitetään putkistoon kovajuottamalla tai hitsaamalla. Huoltotoimenpiteissä irrotettavien komponenttien liitoksissa voidaan käyttää puristusliitoksia, mutta tällöin kupariputken on oltava hehkuuttua.

Puristuslaippaliitokset valmistetaan liittimen nimellismitan mukaisesta hehkuuttetusta kupariputkesta. Ruostumaton hydraulikkaputki voidaan yhdistää mittaus- ja ohjauslaitteisiin puristuslaippaliitoksella.

Alle 32 mm:n nimellismitaisia teräsputkia voi taivuttaa. Suuremmissa teräsputkissa käytetään tehdasvalmisteisia käyriä.

Teräsputkistot rakennetaan puhtaasta ja ruostumattomasta putkimateriaalista. Likaantuneet putket puhdistetaan ennen asennustyötä kangasta ja liuotinta käyttäen tai tarvittaessa hiekkapuhalletaan ja puhdistetaan pölystä.

Teräksestä valmistetun kylmäaineputkiston eristämätön osa puhdistetaan päältä rasvasta, irtoliasta ja ruosteesta ja sivellään tai ruiskutetaan öljypohjaisella ruosteestoaineella. Suojauksen on oltava kuiva ennen eristystä tai kiinnitystä.

Putkia taivutettaessa ei taivutuskohdan poikkipinta-ala saa muuttua enempää kuin 10 %. Hiekan avulla taivutusta tai rypyille taivutusta ei saa käyttää.

### Suorahöyrystysputkistojen eristys

Putket eristetään umpisoluisella eristysputkella, -levyllä, -nauhalla tai ruiskuttamalla polyuretaanivaahtoa putken ja höyrytiivin pinnan väliin. Umpisoluisen eristysmateriaalin lämmönsiirtymiskertoimen on oltava  $\alpha < 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$  (0 °C) ja kuvassa 61 K1 ja taulukossa 61 T4 käytetyillä eristyspaksuuksilla on höyrytiivyyden oltava  $\mu > 2500$ .

Ne kylmälaitoksen putket eristetään, joiden pintalämpötila alittaa sijaintipaikan ilman kastepisteen.

### Selostus

SFS 2145 Saumattomat teräsputket. Valiolaatu. Aine Fe 35.

SFS-EN 10025 Kuumavalssatut seostamattomat rakenneteräkset. Tekniset toimitusehdot.

### Selostus

Kylmäjärjestelmästä eristetään imujohto RI, pumppukierron meno- ja paluujohtot RPM ja RPP niiltä osin, kuin ne kulkevat jäähdyttämättömien tilojen kautta sekä nestejohto RN, jos neste alijäähdytetään ympäröivän ilman lämpötilan alapuolelle.

Paineputkien ja lämmönalteenottojärjestelmän putkistot voi eristää mineraalivillakourulla kompressorin ja lauhduttimen väliltä LVI-RYL 92:n osassa 5 LVI-eristykset esitellyjen vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti.

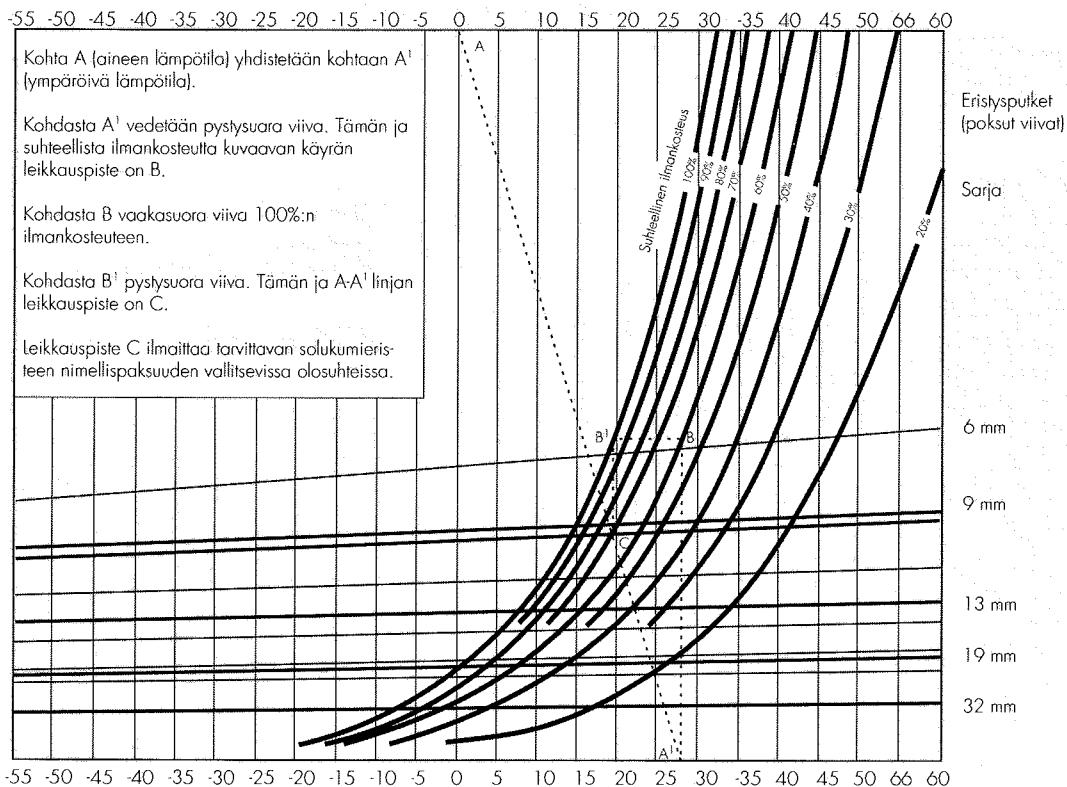
### Selostus

DIN 52615 Wärmeschutztechnische Prüfungen; Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Bau- und Dämmstoffen.

ISO 1663 Cellular plastics – Determination of water vapour transmission rate of rigid materials.

Taulukko 61 T4. Kuvassa 61 K1 esitettyjen eristysputkien kondenssieristyspaksuus.

Kupariputket		Solukumieristysputket (Seinämöpaksuus kasvaa putkikoon mukaisesti)				
Ulko- halkaisija mm	Nimel- lismitta DN	Nimelliseinämä		13 mm min. max.	19 mm min. max.	32 mm min. max.
		6 mm min. max.	9 mm min. max.			
6	4	6,0...8,0	8,0...10,5	10,5...13,5		
8	6	6,0...8,0	8,0...10,5	10,5...13,5		
10	8	6,0...8,0	8,0...10,5	10,5...13,5	15,0...18,0	
12	10	6,0...8,0	8,0...10,5	10,5...13,5	16,0...19,0	
14	10	6,0...8,0	8,0...10,5	10,5...13,5	16,5...19,5	
15		6,0...8,0	8,0...10,5	10,5...13,5	17,0...20,0	
		6,0...8,0	8,0...10,5	10,5...13,5	17,0...20,0	28,0...34,0
18	15	6,0...8,0	8,0...10,5	10,5...13,5	17,0...20,0	28,0...34,0
22	20	6,0...8,0	8,0...10,5	11,0...14,0	18,5...21,5	29,0...35,0
25	20	6,5...8,5	8,5...11,0	11,0...14,0	18,5...21,5	29,0...35,0
		6,5...8,5	8,5...11,0	11,5...14,5	18,5...21,5	30,0...36,0
28	25	6,5...8,5	8,5...11,0	11,5...14,5	18,5...21,5	30,0...36,0
30	25	6,5...8,5	8,5...11,0	12,0...15,0	19,0...22,0	31,0...37,0
		6,5...8,5	8,5...11,0	12,0...15,0	19,5...22,5	32,0...38,0
35	32	6,5...8,5	8,5...11,0	12,0...15,0		
38	32		8,5...11,5			
42	40		9,0...11,5	12,0...15,0	20,0...24,0	33,0...39,0
			9,0...11,5	12,0...15,0	20,5...24,5	34,0...40,0
			9,0...11,5	12,5...15,5	21,0...25,0	35,0...41,0
54	50		9,0...11,5	12,5...15,5	21,5...25,5	35,0...41,0
57	50		9,0...11,5	12,5...15,5	21,5...25,5	36,0...42,0
			9,0...11,5	13,0...16,0	21,5...25,5	36,0...42,0
64			9,0...11,5	13,0...16,0	22,0...27,0	36,0...42,0
(70)			9,0...11,5	13,0...16,0	22,0...27,0	37,0...43,0
76,1	65		9,0...11,5	13,0...16,0	22,0...27,0	37,0...43,0
(80)			9,0...11,5	13,0...16,0	22,5...27,5	37,0...43,0
88,9	80		9,0...11,5	13,5...16,5	22,5...27,5	38,0...44,0
			9,5...12,0	13,5...16,5	23,0...28,0	39,0...45,0
			9,5...12,0	13,5...16,5	23,5...28,5	39,0...45,0
108	100		9,5...12,0	13,5...16,5	23,5...28,5	39,0...45,0
114	100		9,5...12,0	13,5...16,5	24,0...29,0	40,0...47,0
			10,0...12,5	14,0...17,0	24,0...29,0	41,0...48,0
133	125		10,0...12,5	14,0...17,0	24,0...29,0	41,0...48,0
			10,0...12,5	14,0...17,0	24,5...29,5	42,0...49,0
159	150		11,0...14,0	15,0...18,0	25,0...30,0	43,0...50,0



Kuva 61 K1. Kylmäputkistojen kondenssieristyspaksuus.

## 61.32 Välillisen jäähdytysjärjestelmän putkistot

### Välillisen jäähdytysjärjestelmän putkistojen rakenne

Välillisen jäähdytysjärjestelmän putkistojen on täytettävä LVI-RYL 92:n kohdan 12.1 ja osan 5 vaatimukset. Putkiston ja tiivisteiden materiaalien on sovelluttava käytettävälle nesteelle.

### Välillisen jäähdytysjärjestelmän putkistojen asennus

Asennuksessa noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdan 12.1 ja osan 5 vaatimuksia.

## 61.33 Putkiston kannakointi

Putket kiinnitetään taulukoissa 61 T5 ja 61 T6 esitetyllä tavalla.

### Taulukko 61 T5. Kupariputkien kiinnitysvälit.

Putken ulkahalkaisija mm	Suurin sallittu kannakeväli mm
< 12	500
(15)...18	1000
(22)...35	1500
(42)...54	2000
> 63	3000

### Taulukko 61 T6. Teräspuutkien kiinnitysvälit.

Putken nimellismitta mm	Suurin sallittu kannakeväli mm
< 15	1250
20...40	2500
50...65	3000
80	4000
> 80	5000

Putkien kiinnikkeet valitaan siten, että korroosiota ja ääntä ei synny putken ja kiinnikkeen välillä. Lämpölaajenemisesta ja värinästä aiheutunut liike ei saa aiheuttaa putkimateriaalin kulumista.

## 61.34 Läpiviennit

Läpiviennit tehdään siten, ettei haitallinen värinä ja ääni siirry rakenteisiin. Putki ei saa vioittua läpivientikohdassa käytön aikana.

Eristyksen on jatkuttava läpiviennin kautta tilasta toiseen.

Palo-osastojen välisessä lävistyskohdassa käytetään palamatonta eristystä. Läpäisykohdan kiinnike tehdään kiintopisteeksi.

Kupariputkien läpiviennit tehdään suojaputkea käyttäen. Suojaputken ja putken väli tiivistetään elastisuutensa säilyttävällä massalla.

Kuvassa 61 K2 on esitetty esimerkki hyväksyttävästä läpiviennistä.

### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- putkien sallittu lämpölaajeneminen ääriolosuhteissa
- lämpöliikkeiden tasaaminen
- joustavat väimentimet ja kiinnitykset
- mahdollinen kannakointiasennustapa kaltevuksiin
- pienin sallittu putkien keskinäinen asennusväli ja etäisyys kiinteään pintaan, kun käytetään eristettyjä putkia
- kannakoidaanko putket eristeen sisä- vai ulkopuolelta; tarvittaessa kiinnityskuva.

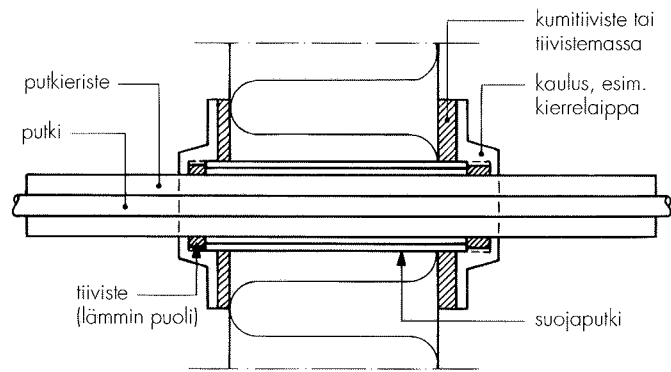
Tarvittaessa määrätään

- kannakointi
- kannakkeiden kiintopisteet
- kannakkeiden eristys.

### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- läpiviennin suojaputken rakenne
- tiivistystapa
- kattoon sijoitettavan läpivientikappaleen valmistus ja tiivistys siten, että vettä ei vuoda rakenteisiin ja sisälle
- paloalueen lävistävän seinän läpi menevän eristysten laatu ja pituus
- läpivientireikien tekijä (urakkarajaliite)
- läpiviennin suojaputken toimittaja (urakkarajaliite)
- tiivistyksen suorittaja (urakkarajaliite).



Kuva 61 K2. Esimerkki hyväksyttävästä läpivientitavasta.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään kylmäaine ja likimääräinen täyttömäärä.

#### Selostus

DIN 8960 Kältemittel. Anforderungen.  
EN 378 Refrigerating systems, Safety and environmental requirements, kohta 12, liite A, Quality specifications of refrigerants.

#### Selostus

Kuljetettavat säiliöt tarkistetaan ja puhdistetaan jokaisen lähtön yhteydessä standardin SFS 3341 mukaan.

CFC- ja HCFC-kylmälaitosten suunnittelusta, asennuksesta ja käytöstä on valmisteilla LVI-ohjekortti LVI-kartiston osaan 61.

Valtioneuvoston periaatepäätös CFC-yhdisteiden ja eräiden muiden otsonikerrosta heikentävien kemikaalien käytön ja päästön vähentämisestä 5.12.1990.

Montrealin pöytäkirja otsonikerrosta heikentävistä aineista.

SFS 3341 Kuljetettavat kaasusäiliöt. Täyttö- ja tyhjennyslaitokset.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään öljyalaatu.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- sekoitusöljien toimittaja, ellei säiliötä ole määritetty laitoksen komponentiksi
- tarvittavat inhibiitit
- suolaliuoksia käytettäessä suolan laatu ja puhtausvaatimus
- liuoksen koostumus, väkevyyden ja happamuus tietyssä lämpötilassa.

### 61.35 Kylmäaine

Uusissa kylmälaitoksissa käytetään HFC- tai HCFC-kylmäainetta, niiden seoksia tai ammoniakkia.

Ammoniakin on oltava puhtaudeltaan kylmälaatu ja siitä saa kuljettaa ja varastoida vain tätä tarkoitusta varten hyväksytyissä säiliöissä ja sijoituspaikoissa.

### 61.36 Öljy

Kylmälaitosten voiteluöljynä käytetään niitä varten valmistettua mineraaliöljyä, puolisynteettistä öljyä tai synteettistä öljyä. Öljyn vesipitoisuus ei saa olla enempää kuin 20 mg öljykiloa kohti.

Öljyä ei saa säilyttää avonaisissa tai huonosti sulkeutuvissa astioissa. Eri valmistajien öljyä ei saa sekoittaa keskenään. Kylmälaitoksissa käytetään kompressorivalmistajan ilmoittamaa öljyalaatua.

### 61.37 Kylmäliuos

Vettä sisältävään kylmäliuokseen sekoitetaan tarpeelliset inhibiitit ja liuoksen happamuus tasataan ennen täyttöä.

Ennen täyttöä järjestelmä puhdistetaan seuraavasti:

- järjestelmä täytetään puhtaalla vedellä
- vettä kierrätetään liuospumpulla läpihuuteluna vähintään viisi kertaa järjestelmän tilavuus
- järjestelmä tyhjennetään
- suodattimet puhdistetaan.

## 61.4 Säiliöt ja varolaitteet

Kylmälaitoksen nestesäiliö ja lämmönsiirrin on paineastia, johon sovelletaan paineastiain suunnittelua, valmistusta, tarkastusta ja käyttöä koskevia määräyksiä, jos

- kylmäaineena käytetään vaaratonta nestettä tai kaasua ja jos säiliön paineen ja tilavuuden tulo on suurempi kuin  $200 \text{ bar} \cdot \text{l}$  ( $\text{bar} \cdot \text{dm}^3$ )

tai jos

- kylmäaineena käytetään vaarallista nestettä tai kaasua ja jos säiliön paineen ja tilavuuden tulo on suurempi kuin  $50 \text{ bar} \cdot \text{l}$  ( $\text{bar} \cdot \text{dm}^3$ ).

Edellä mainittuja määräyksiä noudatetaan, jos tällainen säiliö on vakiovalmistainen ja säiliön tilavuus on yli  $10 \text{ l}$  ( $\text{dm}^3$ ). Määräyksiä on noudatettava myös, kun säiliön tilavuus on enintään  $10 \text{ l}$  ( $\text{dm}^3$ ), jos säiliön paineen ja tilavuuden tulo on suurempi kuin  $200 \text{ bar} \cdot \text{l}$  ( $\text{bar} \cdot \text{dm}^3$ ).

Nestesäiliön tunnuskilvessä on oltava seuraavat merkinnät

- valmistajan nimi tai tunnus
- valmistusnumero ja -vuosi
- sarjanumero
- rakennesuunnitelman hyväksymispäätöksen numero (RS)
- suurin sallittu käyttöpaine
- korkein ja matalin sisällön sallittu lämpötila
- säiliön tilavuus.

### Nestesäiliön asennus

Nestesäiliö sijoitetaan kiinteästi lattiaan, erilliselle alustalle tai telineelle tai kompressorin kanssa yhteiselle teräsalustalle kompressorin asennusohjeen mukaisesti.

### Selostus

Suorahöyrystysjärjestelmän kylmäkoneistot varustetaan pieniä kapillaarisyöttöisiä koneistoja lukuun ottamatta usein nestesäiliöllä, joka varaa lauhduttimessa nesteylynnyttä kylmäainetta ja varmistaa, että nestejohdon syötetään vain nestemuodossa olevaa kylmäainetta. Pakkokiertoisessa järjestelmässä voi nestesäiliön tilalla olla suuripaineimuriventtiili.

### Selostus

Teknillisen tarkastuskeskuksen määräyksen P1-92 määrittelemiin paineastioihin ei sovelleta paineastiain valmistusta, tarkastusta ja käyttöä koskevia määräyksiä. Määräyksen tarkoittaman paineastian tulee kuitenkin aina olla teknillisesti asianmukainen, jotta sitä voidaan turvallisesti käyttää. Lisäksi ohje edellyttää, että valmistajan tai maahantuojan on osoitettava tarvittaessa, että laite tai rakenne on mitoitettu riittävän lujaksi, rakennearvot ja valmistusmenetelmät ovat asianmukaiset ja että käytön turvallisuus on varmistettu.

Nestesäiliö mitoitetaan siten, että siihen mahtuu koko kylmäkoneiston nestetäyttö.

### Ohje

Asiakirjoissa määrätään nestesäiliöistä

- sijainti järjestelmässä (kaavio)
- tilavuus
- suurin sallittu käyttöpaine
- sijoituspaikka
- yhteet ja venttiilit
- pysty- tai vaakasuora molli
- mahdollinen nestelasi tai mittalasi
- mahdolliset painemittarit
- varolaitteet ja mahdolliset vaihtoventtiilit
- mahdolliset ylä- ja alarajan valvonta- ja hälytyslaitteet
- pisananerottimista
  - tilavuus
  - käyttölämpötila
  - mahdollinen lämmitysjärjestelmä.

### Selostus

Kylmälaitoksen paineastiain rakenne, sijoitus ja varustelu on esitetty standardissa SFS 5096.

SFS 5096 Kylmälaitos.

Teknillisen tarkastuskeskuksen määräys P1-92. Paineastiat, joihin ei sovelleta paineastiain valmistusta, tarkastusta ja käyttöä koskevia säännöksiä ja määräyksiä (LVI TTK-00096, KH TTK-10173).

### Selostus

Nestesäiliön mitoituksessa otetaan huomioon lauhduttimien sisätilavuus kokonaisuudessaan, lauhte- ja nestejohtojen tilavuus ja höyrystimien sisätilavuudesta kuormitusvaihtelujen perusteella arvioitu osuus.

### Selostus

SFS 3270 Paineastiain tarkastus. Rakennetarkastus.

### Selostus

Paineastiain sijoitus suunnitelmalle haetaan teknillisen tarkastuskeskuksen piiritoimiston hyväksyntä ennen asennustyön aloittamista, jos nestesäiliön suurimman sallitun käyttöpaineen ja tilavuuden tulo on suurempi kuin  $10 \text{ (m}^3 \cdot \text{bar)}$ , kun sen sisältönä on vaaratonta



kaasua tai ainetta, tai 5 (m<sup>3</sup> · bar), kun sisältönä on vaorallista ainetta.

#### Selostus

Sijoitus suunnitelman hyväksyttämistä on määrätty kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä paineastia-asetuksen soveltamisesta 69/1975.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös paineastia-asetuksen soveltamisesta 69/1975 muutoksineen (LVI KTM-00089, KH KTM-10162; sisältävät muutokset marraskuuhun 1991 asti).

#### Selostus

Varolaitteiden sijoituksesta, rakenteesta ja sen kautta purkautuvan kylmäaineen pois johtamisesta on ohjeet standardissa SFS 5096.

SFS 5096 Kylmälaitos.

#### Selostus

Pisaranerotinta käytetään imujohtossa selloisissa laitoksissa, joissa kylmäaine tai öljy voi tulla kompressorille häiriötapauksissa nestemuodossa.

Nestesäiliö varustetaan varoventtiilillä tai murtovarokkeella. Kylmälaitoksen paineenrajoitin säädetään siten, että se estää paineen nousun yli varoventtiilin tai murtovarokkeen asetusarvon.

Paineastia varustetaan painemittarilla ja tarkastuspainemittarin yhteellä.

Kun kylmälaitoksen kylmäainetäyttö on alle 50 kg ryhmän 1 kylmäainetta, voi mittarin asemasta käyttää mittarin liitosnippaa.

#### Paisuntalaitteet

Liuosjärjestelmän paisuntalaitteiden on täytettävä LVI-RYL 92:n kohdan 12.27 vaatimukset.

#### Pisaranerottimet

Öljyn ja kylmäaineen on palauduttava pisaranerottimesta kompressorille nesteiskuja ja öljyiskuja aiheuttamatta kaikissa käyttötilanteissa.

Pisaranerottimien rakennetta, sijoitusta, asennusta ja tarkastuksia koskevat samat vaatimukset kuin nestesäiliöitä.

## 61.5 Venttiilit

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- venttiilien sijainti putkikaavion avulla
  - venttiilityyppi
  - käyttötopa
  - käyttölämpötila-alue
  - vaadittu käyttöpainalue
  - liitännön koko ja tyyppi.
- Tarvittaessa määrätään
- varoventtiilin nimelliskoko
  - mahdollinen kaksoisvaroventtiili ja vaihtoventtiili
  - varoventtiilin avoutuspaine
  - käsisäätöventtiilin virtaama
  - käsisäätöventtiilin painehäviö annetulla virtaamalla
  - automaattiventtiilin ohjoustapo
  - sähköisen ohjauslaitteen jännite ja taajuus
  - sähköisen ohjauslaitteen koteloitiluokka
  - automaattisen venttiilin mahdollinen käsikäyttö
  - sulkuventtiilin painehäviö.

#### Selostus

Paineastia-asetus 549/1973 muutoksineen (LVI KTM-00088, KH KTM-10161; sisältävät muutokset marraskuuhun 1991 asti).

#### Selostus

Kylmälaitoksen imujohtoon sijoitettuja venttiilejä välitetään laitoksissa, jotka toimivat suurella painesuhteella. Venttiilien on oltava tällöin rakenteeltaan sellaisia, että niiden painehäviö on mahdollisimman pieni.

Kylmälaitoksen venttiileinä käytetään kylmälaitoskäyttöön suunniteltuja ja valmistettuja tehdasvalmisteisia venttiileitä.

Jokaiseen sulkuventtiilillä erotettuun putkiston osaan sijoitetaan tiiviillä suojahatulla varustettu painemittariyhde huoltotyön yhteydessä tapahtuvaa putkiston osan tyhjentämistä ja tyhjäpumpppausta varten.

Paineastia-asetuksen 549/1973 4 §:n mukaiset painesäiliöt varustetaan yhdellä varoventtiilillä ja rekisteröidyt säiliöt kahdella varoventtiilillä sekä vaihtoventtiilillä, jonka avulla venttiilit voidaan irrottaa yksitellen käytön aikana koestusta varten säiliötä tyhjentämättä.

#### Venttiilien rakenne

Käsiikäyttöisen lautas- tai palloventtiilin rakenteen on oltava sellainen, että karan tiiviste voidaan vaihtaa laitoksen toimiessa, kun venttiili on avattu täysin avoimeen asentoon.

Sulkuventtiileissä on oltava kiinteä kahva tai säätöpyörä ja vain huoltoa varten tarkoitetuissa venttiileissä karan päällä suljettava kansi tai irrotettava kahva tai säätöpyörä.

Yksisuuntaventtiili valitaan jousivoimaltaan sellaiseksi, että se ei aiheuta tarpeetonta painehäviötä eikä pulsaatiota putkistossa esimerkiksi kompressorin käynnistyessä.

Venttiilissä on oltava merkintä, josta ilmenee rakenneaine, sallitut käyttöarvot ja valmistaja.

### Venttiilien asennus

Venttiilit asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Venttiilit varustetaan asennuksessa tarvittavilla laipoilla, laippamuttereilla tai hitsaus- tai juotosyhteillä.

## 61.6 Putkistovarusteet

Putkistovarusteiden on oltava kylmälaitosta varten suunniteltuja ja rakennettuja. Niiden on kestävä kylmäaineen ja öljyn kemiallista vaikutusta sekä järjestelmässä vallitsevaa painetta.

Äänenvaimennin asennetaan siten, että öljy ei keräänny siihen.

### Selostus

Sulkuventtiilit pyritään mitoittamaan putkien nimellismittan mukaisesti, mikäli ei ole tarpeen käyttää suurempaa kokoa esimerkiksi painehäviön pienentämiseksi. Putki laajennetaan tällöin venttiilin molemmin puolin venttiilin liitäntäyhteiden mukaiseksi.

Automaattisten venttiilien toiminnan aiheuttamia paineiskuja voidaan vaimentaa esimerkiksi hidastetulla toimintatavalla tai sijoittamalla suuren venttiilin rinnalle pienitehoinen paineentasausventtiili, joka avautuu ennen pääventtiilin toimintaa ja tasaa paineen pääventtiilin yli.

Automaattiset venttiilit mitoitetaan ja ohjataan siten, että toiminta ei aiheuta putkistoon tai kylmälaitoksen pääkomponentteihin niitä voittavia paineiskuja.

### Selostus

Paineastiasetus 549/1973 muutoksineen (LVI KTM-00088, KH KTM-10161; sisältävät muutokset marraskuuhun 1991 asti).

### Selostus

Putkistovarusteilla tarkoitetaan muita kylmälaitoksen putkistossa sijaitsevia laitteita kuin venttiilejä. Putkistovarusteet osoitetaan ja mitoitetaan putkikaaviossa.

### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- imusuodattimen varustaminen kiinteillä tai vaihdettavilla suodatinpatruunoilla
- kuivaimen nimelliskoko
- kuivaimen suodatinpatruunan vaihdettavuus
- tarvittaessa kuivaimen rakenteen erityisvaatimukset
- nestelasin nimelliskoko
- tarvittaessa nestelasin kosteusindikaattorit
- imukaasulämmönsiirtimen teho ja nimellismitat
- valvonta- ja ohjauslaitteen tehtävät
- valvonta- ja ohjauslaitteen toimintatapa
- putkikaaviossa painemittarien ja huoltoyhteiden paikat
- minkä kylmäaineen poine/lämpötila-asteikolla painemittarit on varustettava
- mahdollinen glyseriiniäytös painemittareihin
- varustetoanko painemittarit sulkuventtiileillä
- paineenrajoittimen sähköinen tai mekaaninen toimintatapa
- paineenrajoittimen kotelointiluokka
- paineenrajoittimen kuitaustapa toiminnan jälkeen
- erilliset tai yhteenrakennetut pienpainekytin ja ylipainekytin
- pienpainekytimen säätöalue ja eropainealue
- pienpainekytimen kotelointiluokka
- luettelo vähimmäisvarusteista
- mahdollinen suojalaitteiden hälytys- ja käsinkuitausvaatimus.

### Selostus

Varusteet voidaan määrittää jonkin pääkomponentin, kuten kompressorin, nestesäiliön tai lämmönsiirtimen yhteydessä.

### Selostus

Äänenvaimentimen liitäntä valitaan tavallisesti paineputken nimellismittan mukaisesti. Tarvittaessa käytetään säädettävää äänenvaimenninta.

Äänenvaimenninta ei yleensä tarvita, jos laitoksessa on metalliverkolla varustettu öljynerolin.

**Selostus**

Kun käytetään rinnankytkettyjä kompressoreja voidaan öljynerottimet ja palautusjärjestelmät asentaa kompressorikohtaisesti tai varustoa laitos yhteisellä öljynerottimella, josta öljy palautetaan öljyvoraajasto kompressorille uimuriventtiilien avulla.

Öljynerottimen liitännät valitaan vähintään kompressorin paineliitännän suuruiseksi.

Öljynpoloutusputki varustetaan tarvittaessa hidastustasi avautuvalla magneettiventtiilillä, jolla estetään seisontajakson aikana öljyn joukkoon nesteytyneen kylmäoineen palautuminen kompressoriin käynnistyksen jälkeen.

Öljynerotin varustetaan tarvittaessa lämmitysvastuksella.

Nesteytyneen kylmäoineen virtaus öljynerottimeen estetään seisontajakson aikana esimerkiksi öljynerottimelta lauhduttimelle menevään painejohtoon asennetulla yksisuuntoventtiilillä.

**Selostus**

Vaimennetulla alustalla olevat tai värinänvaimentimilla varustetut kompressorit eristetään putkistosta värinänvaimentimilla pieniä tehdasvalmisteisia hermeettisiä koneistoja lukuun ottamatta.

**Selostus**

Jos värähtelyn suunta voidaan selvästi osoittaa, riittää yleensä yksi värinänvaimennin värähtelyn poikittaisessa suunnassa. Muussa tapauksessa asennetaan kaksi vaimenninto 90 °:n kulmaan toisiinsa nähden.

Värinänvaimennin mitoitetaan tavallisesti putken nimellismittan mukaisesti.

**Selostus**

Imusuodatinta käytetään hermeettisten, puolihhermeettisten tai nopeakäyntisten avokompressorien yhteydessä.

**Selostus**

Mahdollisen käämivaurion jälkeen käytetään erillistä palamisjättesuodatinta, joka voi jäädä jatkuvaan käyttöön, mikäli painehäviö ei muodostu liian suureksi.

**Selostus**

Väärään virtaussuuntaan kytketty imusuodatin voi vaurioitua kompressorin paineiskuista ja aiheuttaa suojatavan kompressorin tuhoutumisen.

Imusuodatin mitoitetaan painehäviön perusteella.

**Selostus**

Nestesiivilää käytetään tavallisesti vain herkkien säätälaitteiden yhteydessä ja öljynpalautusjohdoissa.

**Selostus**

Nimelliskokoon 22 mm saakka suositellaan käytettäväksi kiinteällä patruunalla varustettuja, laippamutteriliitännäisiä kertakäyttöisiä kuivaimia. Suuremmissa putkissa käytetään juotettavia, vaihdettavilla patruunoilla varustettuja kuivaimia.

**Selostus**

Nestelasi mitoitetaan putken nimellismittan mukaan tai istutetaan erilliseksi virtaushaaraksi nimellismitaltaan suuremman putken rinnalle valmistajan asennusohjeen mukaisesti.

Vaimentavat putkenkiinnikkeet valitaan valmistajan ohjeiden mukaan siten, että korroosiosuojatulla kiinnitysosalla saadaan aikaan riittävän suuri puristustiukkuus putken ja vaimentavan kumin tai muovin välillä.

Imusuodatimessa tai ennen imusuodatinta olevassa imujohdossa on oltava painemittariyhde.

Imusuodatin kytketään siten, että kaasun virtaussuunta on valmistajan ohjeen mukainen kaikissa toimintatilanteissa.

Kuivaimet asennetaan valmistajan ohjeen mukaisesti.

Painevoidellut kompressorit varustetaan öljyneropainekyllä.

Öljyneropainekylläkin varustetaan aikakylkimellä, joka sallii kompressorin käynnistämisen ja normaalin öljynpaineen kehittämisen.

Öljyneropainekylläkin varustetaan käsivirityslaitteella.

### Kylmäjärjestelmän säätö

Kylmälaitoksen säätölaitteet on esitetty LVI-RYL 92:n kohdassa 64.

## 62 Erityiset jäähdytys- ja pakastuslaitteet

### Selostus

Imukaasulämmönsiirintä käytetään ensisijaisesti tapauksissa, joissa nestejohdon painehäviö ja ympäristön korkea lämpötila voivat aiheuttaa kaasukuplia nestemäiseen kylmäaineeseen.

Yksiasaisen HCFC-22 -pakastekoneiston yhteydessä ei suositella käytettäväksi imukaasulämmönsiirintä sen aiheuttaman suuren imukaasun tulistuksen vuoksi.

### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- käyttötarkoitus tarkasti eriteltyinä
- mitat
- sähköiset liitännätiedot
- vakiokalusteista tarkat lyhytmerkinnät.

### Selostus

Erityisten jäähdytys- ja pakastuslaitteiden käyttötarkoitus mainitaan suunnitelmissa.

### Selostus

Jäähdytys- ja pakastuslaitteiden käyttötarkoituksia voivat olla mm.:

- kylmäsäilytys (+2...+6 °C).
- pikajäähdytys (-0...+6 °C). Tällöin selvitetään jäähdytettävä tavaramäärä, sen laatu ja tulolämpötila.
- pakasteiden säilytys (< -18 °C) tai jäädytettujen elintarvikkeiden säilytys
- elintarvikkeiden jäädytys suurkeittiön omaan käyttöön (< -18 °C). Pisin jäädytysaika on 24 h. Tällöin selvitetään myös tavaramäärä, sen laatu ja tulolämpötila.
- pakastus (< -18 °C). Tehon on oltava sellainen, että jäätyminen etenee vähintään 10 mm tunnissa ja tuotteen sisäosat saadaan alle -15 °C:seen.

### Selostus

Terveystieteiden tutkimuskeskuksen (LVI STM-00079, RT STM-20876, KH STM-10148; sisältävät muutokset huhtikuuhun 1991 asti).

Asetus pakastetuista, jäädytetyistä ja jäätäneistä elintarvikkeista 797/1977 muutoksineen.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös pakastetuista, jäädytetyistä ja jäätäneistä elintarvikkeista 783/1982 muutoksineen.

Liha-asetus 898/1988.

Lihavalmisteasetus 902/1988 muutoksineen.

Suurkeittiöissä käytettävien jäähdytys- ja jäädytyslaitteiden vesisuojaus- ja tehovaatimus on yleensä suurempi kuin kotitalouteen sopivissa jäähdytyslaitteissa.

Mikäli suurkeittiössä ilmenee elintarvikkeiden jäädytystarvetta, on tähän tarkoitukseen oltava jäädytyskaappi tai -varasto.

### Selostus

Laitteille pätevät taulukassa 63 T1 annetut varastointilämpötilat.

Laitteiden lämpötilojen ja kylmätehojen on täytettävä terveydenhoitoasetuksen 55/1967, asetuksen 797/1977 sekä kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 783/1982, liha-asetuksen 898/1988 ja lihavalmisteasetuksen 902/1988 määräykset.

**Selostus**

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden ennakkotarkastuksesta ja valvonnasta 234/83 (RT KTM-20567).

Laitteet sijoitetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti niin, että ne eivät ole liian lähellä lämpimiä laitteita ja että koneiston lauhduttimen ilmankierto on riittävä.

Myyvälässä tai majoitus- tai ravitsemisliikkeessä asiakkaiden kosketeltavina olevien sähkölaitteiden on oltava Sähkötarkastuskeskuksen tarkastamia ja hyväksymiä.

## 63 Kylmä- ja pakkastilat

**Ohje**

Asiakirjoissa määrätään

- ilmanvaihto
- viemäröinti
- mahdolliset vesipisteet
- mahdollinen kylmä- tai pakkastilan ja ulkoseinän tai lattian välinen ilmanvaihto tai lämmitys.

Mahdollisessa kylmäntarvelaskelmassa esitetään

- huonelämpötila
- ympäristön lämpötila
- seinämärakenteen lämmönläpäisykerroin
- tavaravaihtomäärä, tavaralan laatu ja tulolämpötila
- mahdollinen tavaralan hengityslämpö
- ilmanvaihdon kylmäntarve
- valaistuksen aiheuttama kylmäntarve
- laitteiden aiheuttama kylmäntarve
- erikoisovien ym. kylmäntarve
- varmuuskerroin
- vuorokautinen käyntiaika mitoitusolosuhteissa
- puhaltimien ja sulatuksen aiheuttamat lämpökuormat.

**Selostus**

Terveystieteiden tutkimuslaitoksen 55/1967 määrittelemille helposti pilaantuville elintarvikkeille ja jäädytetyille elintarvikkeille ja pakasteille on oltava riittävät säilytystilat, jotka varustetaan tarpeellisilla kylmä-, ilmanvaihto-, vesi- ja viemärlaitteilla.

**Selostus**

Terveystieteiden tutkimuslaitoksen 55/1967 muutoksineen (LVI STM-00079, RT STM-20876, KH STM-10148; sisältävät muutokset huhtikuuhun 1991 asti).

Asetus pakastetuista, jäädytetyistä ja jäätyneistä elintarvikkeista 797/1977 muutoksineen.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös pakastetuista, jäädytetyistä ja jäätyneistä elintarvikkeista 783/1982 muutoksineen.

Liha-asetus 898/1988.

Lihavalmistasetus 902/1988 muutoksineen.

Juustoasetus 315/1977 muutoksineen.

Kananmuna-asetus 799/1977 muutoksineen.

MMM:n päätös 300/1975 maidon tarkastuksesta.

KTM:n päätös 798/1977 suurtalouksien kylmätiloista.

Jäätelöasetus 108/1981 muutoksineen.

Asetus kaupan pidettävästä kalasta 443/1968 muutoksineen.

**Selostus**

Kylmä- ja pakastetilat, yleisohjeita. (LVI 61-10075, RT 94-10068)

Kylmä- ja pakastetilat, rakenteet. (LVI 61-10076, RT 94-10069)

**Lyhytaikainen varastointi**

Lyhytaikainen varastointi toteutetaan terveydenhoitoasetuksen sekä paikallisten viranomaisten ohjeiden mukaisesti.

**Taulukko 63 T1.** Ohjearvoja lyhytaikaisen varastoinnin lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta.

Varaston tyyppi/varastoitava tuote	Varastointi-	Ilman suh- teellinen kosteus %
	lämpötila °C	
Maito ja maitotaloustuotteet	+ 4...+ 6	65...85
Liha ja lihataloustuotteet	+ 0...+ 2	75...90
Kalavarasto	± 0...+ 2	75...90
Juuresvarasto	+ 4...+ 6	75...90
Hedelmävarasto	+ 4...+ 6	75...90
Vihannesvarasto	+ 4...+ 6	75...90
Puolisäilykevarasto ja siihen liittyvä esijäähdytys	+ 2...+ 4	60...80
Valmisruokavarasto ja valmistuspaikkojen yhteydessä olevat käsivarastot	+ 2...+ 4	75...90
Juomavarasto	+ 4...+ 6	60...75
Alkoholi- ja viinivarasto	+12...+15	40...75
Jätehuone	+ 0...+ 2	
Pakastevarasto	-23...-18	
Pakastustila	-40...-30	

### Kylmätilojen ilmanvaihto

Kylmätilojen ilmanvaihtolaitteiden on oltava rakenteeltaan tiiviisti sulkeutuvia ja sellaisia, ettei haitallista kosteuden tiivistymistä pääse tapahtumaan.

### Selostus

Taulukossa 63 T1 on esitetty lyhytaikaisen varastoinnin lämpötilan ohjearvoja.

### Selostus

Rakennuksen ulkoseinille sijaitetuissa kylmä- ja pakkastiloissa on huolehdittava seinän ja kylmätilan lämmeneristeen välisestä tuuletuksesta niin, ettei kosteus tiivisty välitilaan.

### Selostus

Ohjeelliset ilmavirrat, katsa Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2 liite 1.

Pienten, alle 4 m<sup>2</sup>:n kylmätilojen ilmanvaihdoiksi katsotaan riittävän oven avautumisen yhteydessä tapahtuva ilmonvaihto. Jos tilaissa varastoidaan voimakkaasti hajua kehittäviä tuotteita, järjestetään tiloihin kuitenkin koneellinen ilmanvaihto.

Pakastustilaa ei yleensä varusteta kiinteillä ilmanvaihtolaitteilla, ellei tilassa ole muita ilmanvaihtoa edellyttäviä tekijöitä (esimerkiksi puhtaanapitoon liittyvät toimenpiteet).

Jos kylmätiloissa työskennellään, tilat varustetaan ilmanvaihtolaitteilla.

Pitkäaikaisvarastoissa ja muissa vastaavissa tiloissa, joissa ei työskennellä pysyvästi, mitoitetaan ilmanvaihto yleensä varastoitavan tarvikkeen mukaan. Jos varastoissa käytetään ilmaa liikaavia koneita (esimerkiksi polttomoottarikäyttöisiä trukkeja) tai jos niissä on huomattava määrä kaasuja tuottavia tuotteita, ilmanvaihto mitoitetaan tuotteista, ihmisistä ja kuljetuslaitteista aiheutuvien kuormitusten mukaan.

RakMK D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto.

Määräykset ja ohjeet 1987 (LVI RakMK-00032, RT RakMK-20736, KH RakMK-10082).

### Kylmätilojen vesi- ja viemäripisteet

### Kylmätilojen sähkölaitteet

Sähköturvallisuusmääräysten mukaan kylmähuoneet ovat kosteita tiloja, jolloin sähkölaitteiden koteloituksien vähimmäisvaatimus on tiipovedenpitävä (IP21).

### Selostus

Kylmätilaan ei sijoiteta vesi- tai viemäripistettä, elleivät erityiset syyt sitä vaadi. Mikäli viemäripiste tarvitaan, sen on oltava ns. kuiva lattiakaivo. Suositeltavaa on sijoittaa lattiakaivot kylmätilojen ulkopuolelle.

### Selostus

Sähköturvallisuusmääräykset A1-89. Sähkötarkastuskeskus.

## 64 Kylmäteknisen järjestelmän säätö

### 64.0 Järjestelmän toimintavaatimukset

Säätölaitteilla ohjataan kylmäkoneiston toimintaa siten, että jäähdytettävässä tilassa on tuotannon tai toiminnan kannalta oikeat olosuhteet ja että kylmäkoneisto toimii taloudellisissa ja turvallisissa käyntiolosuhteissa.

### 64.1 Kompressorin säätö

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään tarvittaessa kompressorin ohjaus- ja säätötapa.

#### Mäntäkompressorit

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään tarvittaessa kompressorin ohjaus- ja tehonsäätötapa.

#### Ruuvi- ja keskipakoiskompressorit

### 64.2 Höyrystimen säätö

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään höyrystimen tehon ja paineen säätö, sekä tarvittaessa säätötapa.

#### Selostus

SFS 5096 Kylmälaitos, kohta 6.7.2.

Sähkösulatuksella varustettu höyrystin varustetaan sulatuksen suoja-termostaattilla. Alle 0 °C:isten tilojen puhallinhöyrystimien puhallinmootorin käynnistymistä sulatuksen jälkeen ohjataan hidastusreleen, termostaatin tai painekeytkimen avulla. SFS 5096 kohta 6.7.2.

### 64.3 Lauhduttimen säätö

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään tarvittaessa lauhduttimen säätötapa.

### 64.4 Säätöpiirin varo- ja hälytyslaitteet

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään tarvittavat varo- ja hälytyslaitteet.

## 67 Kylmäteknisten laitteiden ja verkoston merkintä

#### Selostus

SFS 3701 Putkistojen merkintä virtaavan aineen tunnuksin.  
SFS 5096 Kylmälaitos, kohta 8.3.  
LVIS-merkinnät (ST 51.25).

Tässä kohdassa esitettyjen vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n luvussa 07 esitettyjä vaatimuksia.

Kylmälaitos varustetaan standardin SFS 5096 kohdan 8.3 Merkintä mukaisilla kilvillä.

Laitteiden kilvet ja merkintätarrat valmistetaan LVI-RYL 92:n luvun 07 ja sähkötietokortin LVIS-merkinnät (ST 51.25) mukaisesti. Putkistot merkitään standardin SFS 3701 mukaisesti.

## 69 Kylmäteknisen järjestelmän tarkastukset ja käyttöönotto

### Selostus

Kylmälaitoksen vastaanotto (LVI 61-10181).

### 69.0 Tarkastusten ja käyttöönoton perusvaatimukset

Noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.0 esitettyjä vaatimuksia.

### 69.1 Rakennusaikainen käyttö

Noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.1 esitettyjä vaatimuksia.

### 69.2 Asennustapa- ja laitetarkastukset

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.2 esitettyjä vaatimuksia.

Asennustapatarkastuksessa tarkistetaan, että laitteet on asennettu suunnitelmien ja hyvän asennustavan mukaisesti.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- asennustapatarkastuksen muoto
- mahdollisen erillisen asennustapatarkastuksen valvoja
- tarkastusasiakirjojen muoto ja niiden laatijat.

#### Selostus

Pienten kylmälaitosten laite- ja asennustapatarkastus voidaan sopia tehtäväksi vastaanottotarkastuksen yhteydessä. Suurempien laitosten asennustapatarkastus tehdään ennen kylmälaitoksen tiiviyskoetta ja kylmäinetyttöä. Kylmälaitoksen materiaalitarkastus tehdään laitetarkastuksen yhteydessä.

### 69.3 Koestukset

#### 69.31 Paine- ja tiiviyskokeet

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.31 esitettyjä vaatimuksia.

Jokaiselle kylmälaitoksen painesäiliölle ja A-ryhmän putkistolle tehdään valmistus- tai asennuspaikalla standardin SFS 3321 mukainen painekoe.

Nestesäiliön painekoe tehdään valmistuspaikalla ensisijaisesti nestepainekokeena. Mikäli säiliön rakenne on sellainen, että vettä ei voida luotettavasti poistaa valmiista rakenteesta painekokeen jälkeen, koestetaan säiliö vedettömällä öljyllä tai paineastian tarkastuksen suorittavan tarkastajan luvalla kaasupainekokeena tyypellä tai ilmalla, jonka kastepiste on alle  $-40\text{ °C}$ .

Nestesäiliö puhdistetaan painekokeen jälkeen huolellisesti ja kuivataan. Säiliön yhteydet suljetaan varastoinnin ja kuljetuksen ajaksi ja se täytetään ylipaineiseksi tyypellä tai kuivalla ilmalla.

A-ryhmän putkiston osat painekoestetaan asennustyön edistymisen mukaisesti. Asennustyö tehdään siinä järjestyksessä, että saumakohtien mahdolliset vuodot ovat paikallistettavissa kokeen aikana.

Jos putkistossa on laitteita, jotka eivät kestä painekoetta, ne irrotetaan tai suljetaan painekokeen ajaksi.

Putkiston painekoe tehdään aina tyypellä tai ilmalla. Koepaine on 1,1 kertaa suurin sallittu käyttöpain.

Kylmäaineella täytetyn putkiston kaikille osille tehdään asennuspaikalla tiiviyskoe.

Tiiviyskoe tehdään valmiille kylmälaitokselle ottaen huomioon putkiston osien ja varusteiden suurin sallittu käyttöpain.

Tiiviyskokeella etsitään kylmälaitoksen vuotokohdat. Koe tehdään

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- painekokeen suoritustapa
- painekokeissa käytettävät koepaineet järjestelmän eri osissa.

#### Selostus

SFS 3321 Paineastian tarkastus. Poinekoe. SFS 5096 Kylmälaitos.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- tiiviyskokeessa käytettävä kaasu
- koepaine laitoksen eri osissa
- tiiviyskokeen kestoajaksi
- kokeen valvoja.



käyttäen kuivaa tyypeä tai kuivattua ilmaa, johon on lisätty enintään 5 % R22-, HCFC- tai HFC-kylmäainetta. Paineena käytetään komponenttien suurinta sallittua käyttöpainetta järjestelmän pienpaine- puolella ja järjestelmän suurinta sallittua käyttöpainetta suurpaine- puolella. Kokeen aikana tehdään vuotomittaukset siihen soveltuvilla laitteilla tai menetelmillä. Kaikki havaitut vuotokohdat tarkastetaan uudella tiiviyskokeella korjausten jälkeen.

Tiiviys tarkistetaan vuotolampulla tai elektronisella vuodonhakulaitteella.

Putkiston painekokeesta ja tiiviyskokeesta laaditaan pöytäkirja. Pöytäkirjasta on ilmettävä ainakin

- koetapa
- käyttöpaine
- koepaine
- huomiot painekokeen aikana
- painekokeen suoritusaika
- kokeen suorittajat.

Pöytäkirjan liitteenä on oltava yksinkertaistettu putkikaavio laitoksesta.

### 69.32 Kuivaus- ja tiiviystarkastus

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.31 esitettyjä vaatimuksia.

Tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja.

Kylmälaitos kuivataan tyhjäpumpauksella ennen kylmäaineella täyttämistä. Samalla poistetaan kaikki ilma ja vieraat kaasut järjestelmästä.

Tyhjäpumpaus tehdään, mikäli mahdollista, yli +10 °C:n lämpötilassa.

Tyhjäpumpaus tehdään sekä pien- että suurpainepuolelta siten, että kaikki putkiston osat käsitellään. Pumpkauksen ajaksi kytketään järjestelmään riittävän selvälukuinen ja tarkka tyhjämittari, joka on kytketty sekä pien- että suurpainepuolten lukemista varten.

Kylmälaitos, joka täytetään halogenoidulla hiilivedyllä, tyhjäpumpataan seuraavasti:

- laitos pumpataan paineeseen 500 Pa (5 mbar), jonka jälkeen tyhjäpumpun ja laitoksen välinen venttiili suljetaan.
- laitos täytetään ilmakehän paineeseen tyypellä tai ilmalla, jonka kastepiste on alle -40 °C.
- laitos tyhjäpumpataan enintään 150 Pa:n paineeseen, jonka jälkeen tyhjäpumpun ja laitoksen välinen venttiili suljetaan. Jos laitoksen osien lämpötila on alle -13 °C, jatketaan pumpausta, kunnes saavutetaan veden höyrystymispaine kyseisessä lämpötilassa (ks. taulukko 69 T1).

Painemittari luetaan tasaisin aikaväleihin ja paine merkitään esimerkiksi millimetripaperille. Kun pisteet yhdistetään toisiinsa viivoilla, voidaan tästä päätellä laitoksen kuivuus ja tiiviys. Käytännössä paine käyttäytyy jollakin kuvassa 69 K1 esitetystä neljästä tavasta, mikäli ympäristön lämpötila pysyy vakiona.

1. Paine pysyy vakiona. Laitos on kuiva ja tiivis, jolloin se täytetään ylipaineeseen lopullisella kylmäaineella.
2. Paine kasvaa aluksi ja tasaantuu myöhemmin vakioarvoon. Laitoksessa on kosteutta, jolloin laitos täytetään ilmakehän paineeseen tyypellä tai ilmalla, jonka kastepiste on alle -40 °C. Mahdollisia laitoksen kylmiä osia lämmitetään tarvittaessa. Tämän jälkeen tyhjäpumpaus ja tiiviystarkastus uusitaan.
3. Paine kasvaa tasaisesti. Laitoksessa on vuoto, joka korjataan. Tiiviyskoe ja tyhjäpumpaus tehdään tämän jälkeen uudelleen.
4. Paine kasvaa aluksi jyrkästi ja myöhemmin loivasti. Laitoksessa on kosteutta ja sen lisäksi vuoto. Laitokselle tehdään uusi painekoe, jonka aikana vuoto etsitään. Kun vuoto on korjattu, uusitaan painekoe, tyhjäpumpaus ja tiiviystarkastus.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- kuivaus- ja tiiviystarkastuksen suorittaja (urakkaraja-liite)
- tiiviyskokeen kestoaika tarkastuksen yhteydessä
- mahdollisen erillisen kuivaus- ja tiiviystarkastuksen valvoja
- tarkastusasiakirjojen muoto ja laatija.

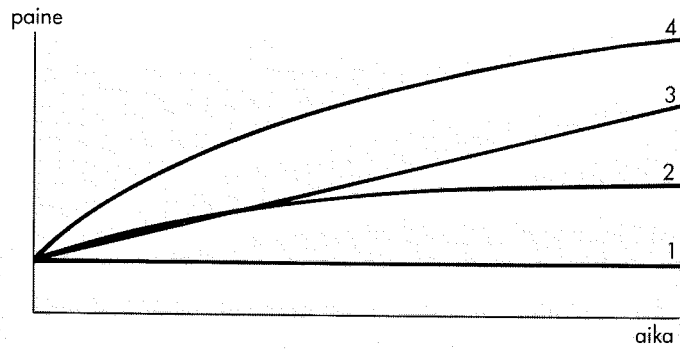
#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- kaasu, jota käytetään tyhjäpumpauksen välillä
- tyhjäkokeen kestoaika
- paineen mittaustavalla.

#### Selostus

Pienten kylmälaitosten kuivaus- ja tiiviyskokeen tekee tavallisesti urakointsija.



Kuva 69 K1. Kylmälaitoksen tiiviyskoekäyrästä.

Taulukko 69 T1. Alijäähdyneen veden höyrypaine.

°C	Pa	mbar	mm Hg
0	611	6,11	4,58
- 5	423	4,23	3,17
-10	288	2,88	2,16
-15	193	1,93	1,45
-20	128	1,28	0,96

### 69.33 Toimintakokeet

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.32 esitettyjä vaatimuksia.

Toimintakoe tehdään asennustyön valmistuttua ennen koekäyttöä.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- erillisen toimintakokeen tarpeellisuus
- mahdolliseen erilliseen toimintakokeeseen osallistujat
- toimintakokeessa tehtävät tarkastukset
- laadittavat asiakirjat ja niiden muoto sekä niiden laatija.

#### Selostus

Toimintakokeissa tarkistetaan

- pyöriä koneiden toiminta ja pyörimissuunta
- säätölaitteiden toiminta
- varolaitteiden toiminta
- hälytysten toiminta
- aikaohjausten ja hidastusten toiminta.

#### Selostus

Toimintakokeen suorittaminen ja suoritusarvot kirjataan.

#### Ohje

Asiakirjoissa määrätään

- säätöjen suorittaja (urakkajaliite)
- säädettävät suuret ja koneet
- yhteistyövelvoitteet muiden urakoitsijoiden kanssa
- mahdolliset koekuormat, hankinta ja maksaja (urakkajaliite)
- mahdollisten jälkisäätöjen velvoite
- laadittavat pöytäkirjat ja niiden sisältö ja laatija.

#### Selostus

Mittauspöytäkirjoissa esitetään

- lämpötilan ohjauslaitteiden asetusarvot
- ohjaus- ja varolaitteena toimivien painekytkimien asetusarvot
- lämpösuojien asetusarvot
- sähkölaitteiden mitatut kuormitusvirrat
- mekaanisten säätöventtiilien asetusarvot

### 69.34 Säädöt ja mittaukset

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.33 esitettyjä vaatimuksia.

Säädöistä ja mittauksista laaditaan pöytäkirja, joka esitetään kylmälaitoksen valvojalle.

- mahdollisten sulatuskellojen aika-asetukset
- mahdollisten hidastusreleiden aika-asetukset
- mittausten suorittaja
- urakoineen yrityksen yhteystiedot (osoite, puhelin ym.)
- tarvittaessa äänenpainetasot.

#### Selostus

Säädöt ja mittaukset tehdään normaalia kuormitusta vastaavissa olosuhteissa. Olosuhteet on tarvittaessa aikaansaotava koekuormien avulla. Mittaukset ja säädöt voidaan vaihtoehtoisesti sopia tarkastettaviksi määräajan kuluttua laitoksen vastaanotosta normaalin käytön aikana.

#### Ohje

- Asiakirjoissa määrätään
- koekäytön kestoaika
  - koekäyttöön osallistajat
  - urakoitsijan mahdollinen myötävaikutusvelvoite tarkistusmittauksissa
  - pöytäkirjojen sisältö ja laatijat
  - mittaukset ja niiden laajuus.

#### 69.35 Koekäyttö ja tarkistusmittaukset

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdissa 09.34 ja 09.35 esitettyjä vaatimuksia.

Koekäytön yhteydessä tarkistetaan, että kylmälaitos on säädetty oikein ja että sillä saavutetaan suunnitelmien mukainen jäähdytystulos. Mittaukset ja säädöt tarkistetaan tarkistusmittauksin.

## 69.4 Luovutusasiakirjat

#### Selostus

Kylmälaitoksen vastaanotto (LVI 61-10181).

Noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.4 esitettyjä vaatimuksia.

## 69.5 Käyttöönotto

Noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.5 esitettyjä vaatimuksia.

## 69.6 Käytön opastus

#### Ohje

- Asiakirjoissa määrätään tarvittaessa
- käyttöohjekirjan laajuus
  - toimitettavien käyttöohjeiden määrä
  - muut luovutusasiapaperit ja materiaalit
  - käytön opastuksen laajuus ennen laitoksen luovuttamista
  - käytön opastuksen laajuus laitoksen käyttöönoton jälkeen
  - tilaajan edustajan myötävaikutusvelvoitteet.

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.6 esitettyjä vaatimuksia.

Kylmälaitoksen käytön opastusta annetaan tilaajan nimeämille edustajille asiakirjojen määräämässä laajuudessa.

#### Selostus

SFS 5096 Kylmälaitos, kappale 9.

Käytön opastus suositellaan onnettavaksi useammissa jaksossa. Osa opastuksesta onnetaan laitoksen luovutuksen jälkeen, esimerkiksi takuuajan huoltojen yhteydessä, jolloin tilaajan edustaja on osittain tutustunut laitokseen ja osaa kysellä sen säätöön ja käyttöturvallisuuteen liittyvistä asioista.

## 69.7 Viranomaistarkastukset

#### Ohje

- Asiakirjoissa määrätään
- paineastioiden käyttöönottotarkastuksen tilaaja ja maksaja
  - mahdollisten painekokeiden tilaajat ja maksajat
  - kylmäurakkaan sisältyvien sähkölaitteiden asennustarkastuksen tilaaja ja maksaja
  - mahdollisten muiden viranomaistarkastusten tilaajat ja maksajat.

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.7 esitettyjä vaatimuksia.

**Selostus**

Viranomais tarkastuksia ovat mm.

- paineastiain käyttöönotto tarkastus
- sähkölaitoksen asennustarkastajan suorittama urakan kuuluvan sähkölaitteiston tarkastus
- mahdolliset palo- ja myrkytarkastukset.

## 69.8 Vastaanottotarkastus

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.8 esitettyjä vaatimuksia.

Vastaanottotarkastuksessa tarkastetaan, onko kylmälaitos toimitettu ja säädetty asiakirjojen mukaisesti. Mahdolliset puutteet ja virheellisydet kirjataan. Mikäli urakkasuoritus voidaan ottaa vastaan, tehdään myös taloudellinen loppuselvitys vastaanottotarkastuksen yhteydessä.

**Selostus**

Vastaanottopöytäkirjaan kirjataan lomakkeen RT 80209 mukaiset tiedot.

**Selostus**

Kylmälaitoksen vastaanotto (LVI 61-10181).  
Vastaanottotarkastus, pöytäkirja (RT 80209).

## 69.9 Takuuajan toimenpiteet

Tässä kohdassa esitettyjen erityisten vaatimusten lisäksi noudatetaan LVI-RYL 92:n kohdassa 09.9 esitettyjä vaatimuksia.

**Ohje**

Asiakirjoissa määrätään

- takuuajan huoltotoimenpiteet
- takuuajan huollon suorittaja
- takuuajan huollon maksoja (urakoitsija/tilaaja; urakkarajaliite).

**Selostus**

Normaalisti takuuajan huoltotoimenpiteet tekee kylmörajoittaja tai tämän ja tilaajan hyväksymä erillinen huoltoliike.

Kylmälaitoksen toimittaja vastaa laitoksen toiminnasta takuuajana sovitujen takuehtojen mukaisesti.

Huoltotoimenpiteisiin suositellaan sisällytettäväksi seuraavat huollot:

- kylmälaitoksen öljynvaihto ja säätöjen tarkistus n. 200 käyttötunnin jälkeen (ei hermeettisten koneistojen yhteydessä)
- yksi perusteellinen määräaikaishuolto laaditun huolto-ohjelman mukaisesti. Ohjelma hyväksytetään kaupanteon yhteydessä.