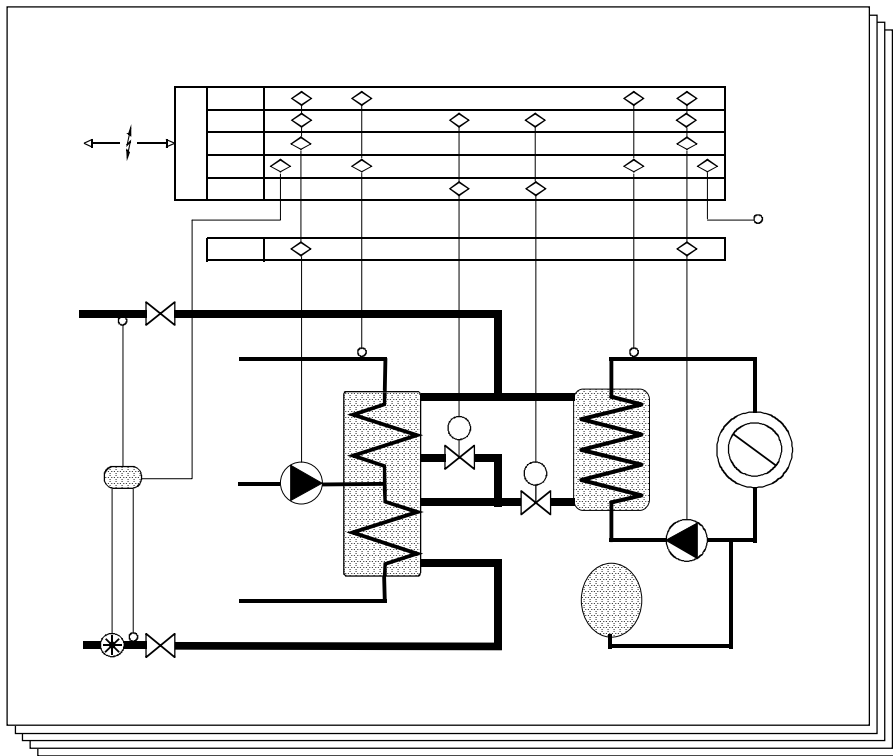


Rakennusten kaukolämmitys

Määräykset ja ohjeet



© Suomen Kaukolämpö ry 2003

ISBN 951-96973-8-1 (nid.)
ISBN 951-96973-9-x (pdf)

Viite: Sky-kansio 1/1

Rakennusten kaukolämmitys

Määräykset ja ohjeet

Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet

Kaukolämmitys on Suomessa rakennusten yleisin lämmitysmuoto, sen markkinaosuus on lähes puolet lämmitysenergiasta. Kaukolämmitys on Suomessa alkanut jo 1950-luvulla. Alusta lähtien asiakkaat on liitetty kaukolämpöverkkoon pääosin epäsuoralla kytkennällä. Suomen Kaukolämpö ry laati ensimmäisen suosituksen kuluttajalaitteiden kytkennöistä vuonna 1973. Jo tätä ennen, vuonna 1967 oli annettu ohjeita lämmityslaitteiden mitoituksesta ja rakenteesta. Suositukset ja ohjeet ovat muuttuneet vähitellen koko maan kattavaksi standardiksi.

Yhtenäiset ohjeet koko maassa ovat kaikkien toimialalla toimivien etu. Tarkoituksenmukaisilla laitteilla ja laadun-valvonnalla taataan asiakkaiden ostaman lämmitysenergian korkea laatu ja turvallisuus. Yhtenäiset vaatimukset laitteiden toiminnolle ja varusteille alentavat kustannuksia ja lisäävät kaukolämmityksen kilpailukykyä.

Tämän julkaisun määräysten ja ohjeiden noudattaminen määrittellään kaukolämmitykseen liittyvän asiakkaan ja lämmönmyyjän välisessä yksityisoikeudellisessa sopimuksessa.

Tämä julkaisu korvaa Sky:n julkaisun K1/1992 "Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet".

Julkaisu on laadittu siten, että määräykset eivät rajoita alan kehitystä ja antavat suunnittelijoille mahdollisuuden aikaisempaa paremmin soveltaa uusinta tietoutta.

Hyväksytty 25.2.2003. Julkaisu astuu voimaan 1.9.2003. Määräyksiä sovelletaan 1.1.2004 jälkeen tapahtuvissa toimituksissa.

Lämmönkäyttötoimikunta

Puheenjohtaja	Tuomo Toivanen	Hyvinkään Lämpövoima Oy
Jäsenet	Lauri Koskinen	Joensuun Energia Oy
	Veli-Matti Mäkelä	Mikkelin Ammattikorkeakoulu
	Timo Neira	Helsingin Energia
	Timo Pesonen	Tampereen Sähkölaitos
	Markku Saarenheimo	Rauman Energia Oy
	Henry Virtanen	Lahti Energia Oy
Sihteeri	Mirja Tiitinen	Suomen Kaukolämpö ry

1 SOVELTAMISALA, TARKOITUS JA PERUSTEET	1
1.1 Soveltamisala.....	1
1.2 Tarkoitus	1
1.3 Laitteiden hyväksyntä.....	1
1.4 Toimialan muut määräykset ja ohjeet.....	1
1.5 Määritelmiä	1
1.6 Olosuhteet.....	3
1.7 Eri yksikköjen välisiä muuntokertoimia.....	3
2 TEKNINEN LAITETILA	4
2.1 Teknisen laittilan sijoitus	4
2.2 Teknisen laittilan koko.....	4
2.3 Laitteiden sijoitus ja huoltotilat	5
2.4 Lämmitys ja ilmanvaihto.....	5
2.5 Vesipiste ja viemärointi	5
2.6 Valaistus ja sähköpistorasia.....	5
2.7 Tiedonsiirto	5
2.8 Lämpömittarin sähköistys	6
3 RAKENNUSTEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	6
3.1 Perusvaatimukset	6
3.2 Suunnittelun ja mitoituksen lähtökohdat.....	6
3.3 Lämmitystehontarve.....	7
3.4 Mitoituslämpötilat	7
3.4.1 Uudisrakennukset.....	7
3.4.2 Peruskorjaukset	8
3.4.3 Ilmanvaihtopatterit.....	8
3.5 Mitoituspainehäviöt	8
4 LÄMMÖNSIIRTIMET	11
4.1 Mitoitusperiaatteet.....	11
4.2 Lämmönsiirtimien mitoitusteho.....	11
4.2.1 Käyttöveden lämmönsiirtimet.....	11
4.2.2 Lämmityksen ja ilmanvaihdon lämmönsiirtimet.....	11
4.3 Rakenneaineet.....	12
4.4 Lämmönsiirtimistä annettavat tiedot.....	12
4.5 Viranomaisten hyväksymiset, tyyppitastukset.....	12
5 SÄÄTÖLAITTEET	12
5.1 Säätojärjestelmät	12
5.2 Säädon toimintavaatimukset	13
5.3 Säätoventtiilit.....	13
5.3.1 Säätoventtiilien mitoitus	13
5.3.1.1 Esimerkki lämmityksen säätoventtiilin mitoituksesta	14
5.3.1.2 Esimerkki käyttöveden säätoventtiilin mitoituksesta.....	15
5.3.2 Paine-erosäädin.....	15
5.3.3 Rakennevaatimukset	16

5.3.4 Rakenneaineet.....	17
5.3.5 Käsikäyttölaitteet ja asennonosoittimet	17
5.3.6 Säätoventtiilien sijoitus.....	17
5.4 Lämpötilan tuntoelimet	17
5.5 Säätimet	18
5.6 Tiedonsiirto	18
6 PUTKISTOT JA LIITOKSET.....	18
6.1 Putket, putkiosat ja mitoitus	19
6.1.1 Hitsattavat teräsputket	19
6.1.2 Putkikäyrät ja supistukset	19
6.1.3 Kierteitettävät teräsputket	19
6.1.4 Kupariputket.....	19
6.1.5 Muoviputket	19
6.1.6 Ensiöpuolen putkien mitoitus	20
6.2 Liitostavat.....	20
6.2.1 Teräsputkien liitokset	20
6.2.2 Kupariputkien liitokset	21
6.2.3 Muoviputkien liitokset.....	21
6.3 Liitosten tarkastus	21
6.4 Joustavat liittimet	21
6.5 Lämpöliikkeen tasaaminen.....	21
6.6 Maanalaiset johdot.....	22
7 VENTTIILIT JA VARUSTEET.....	22
7.1 Rakenneaineet.....	22
7.2 Sulkuventtiilit	22
7.3 Kertasäätoventtiilit.....	22
7.4 Lianerottimet	23
7.5 Ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilit.....	23
7.6 Lämpömittarit	23
7.7 Painemittarit	23
8 PUMPUT, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET.....	24
8.1 Lämmitys- ja käyttövesipumput.....	24
8.1.1 Pumppujen ohjaus ja säätö.....	24
8.1.2 Pumppujen mitoitus	24
8.2 Paisunta- ja varolaitteet.....	24
8.2.1 Paisuntajärjestelmät.....	24
8.2.2 Paisunta- ja täyttöputki.....	25
8.2.3 Varoventtiilit ja varusteet.....	25
8.2.4 Paisuntasäiliö.....	26
9 KYTKENNÄT JA LÄMMÖNJAKOKESKUKSET.....	26
9.1. Lämmönjakokeskuskytkennät ja käyttöalueet	26
9.1.1 Peruskytkentä 1, käyttöalue	26
9.1.2 Peruskytkentä 2, käyttöalue	26
9.1.3 Pientalokytkentä, käyttöalue	26
9.1.4 Peruskytkentöjen varusteet.....	27
9.2 Kierrätysilma- ja ilmanvaihtokoneiden putkikytkennät	27

9.2.1 Kierrätysilmakone	27
9.2.2 Ilmanvaihtokone	28
9.3 Kytkentäpiirustus	28
9.3.1 Kytkentäpiirustuksessa esitettävät lämmitysverkoston toimintalämpötilat	28
9.3.2 Kytkentäpiirustuksen toimintaselostukset	28
9.4 Lämmönjakokeskukset	34
9.4.1 Tehdasvalmiin lämmönjakokeskuksen toimitusrajat ja varusteet	34
9.4.2 Lämmönjakokeskusten säätölaitteet ja -järjestelmät sekä mittaukset	34
9.4.3 Ohjauskeskus	35
9.4.4 Lämpöeristykset, pintakäsittelyt ja merkinnät	35
9.4.4.1 Lämmönsiirtimien merkintä	35
9.4.4.2 Säätöventtiilin merkintä	35
9.4.4.3 Pumpun merkintä	36
9.4.5 Hälytykset	36
9.4.6 Lämmönjakokeskuksen asennus	36
9.4.7 Ääni	36
9.4.8 Käyttö- ja huolto-ohjeet	36
9.4.9 Lämmönjakokeskuksen takuu	37
9.4.10 Lämmönjakokeskus painelaitteena	37
10 KAUKOLÄMPÖLAITTEIDEN UUSINTA	37
10.1 Yhteydenpito lämmönmyyjään	37
10.2 Laiteuusinnan toteutusperiaatteet	37
10.3 Laiteuusinnan toteutus ja -laajuus	38
10.4 Laiteuusinnan suunnittelu ja asennustyö	38
10.4.1 Suunnittelun ja mitoituksen lähtökohdat	38
10.4.2 Suunnitelma, toimintakaavio	38
10.4.3 Lämmönsiirtimet, lämmönjakokeskukset	38
10.4.4 Säätöventtiilit, lämpötilan tuntoelimet	39
10.4.5 Pumput	39
10.4.6 Paisunta- ja varolaitteet	39
10.4.7 Sulkuventtiilit ja putkistot	39
10.4.8 Lämpö- ja painemittarit	40
10.5 Lämmönmyyjän laitteet	40
11 LAADUNVARMISTUS JA TARKASTUKSET	40
11.1 Kaukolämmitys- ja LVI-suunnitelmat	40
11.1.1 LVI-suunnittelijan tehtävät	41
11.1.2 Laitetoimittajien tehtävät	42
11.2 Lämmönjakokeskuksen asennus ja vastaanotto	42
11.2.1 Laitteiden käyttöönotto, käyttöönottotarkastus	43
11.2.1.1 Tiiviyskoe	44
11.2.2 Lämmöntoimituksen aloitus	44
11.2.3 Säätöjärjestelmän viritys ja toimintakoe	44
11.2.4 Kaukolämpölaitteiden vastaanotto, lopputarkastus	45
11.2.4.1 Kaukolämpölaitteiden toimintakoe	46
11.3 Laadunvarmistuksen dokumentointi	46
11.4 Huoltokirja	46
11.5 Takuuajan toimenpiteet	47
11.6 Lämmönjakokeskuksen testaus käyttöolosuhteissa	47

12 SUUNNITTELUOHJEITA	51
12.1 Lämmitystekniset tiedot, mitoitusaulukon 1 täyttöohjeet	51
12.2 Lämmönjakokeskuksen laitteiden mitoitus, mitoitusaulukon 2 täyttöohjeet...	52
12.3 Lattialämmitys	53
12.4 Kiertovesijohdon mitoitus	53
13 ESIMERKKEJÄ	53
13.1 Teknisen tilan laitteiden sijoitusesimerkkejä.....	53
13.2 Liikerakennuksen lämmönjakokeskuksen mitoitus.....	57
13.3 Ilmanvaihtosiirtimen mitoitus, kun ilmavirta puolitetaan.....	63
13.4 Vanhan asuintalon lämmönjakokeskuksen mitoitus	69
13.5 Kahden säätöventtiilin mitoitus.....	75
13.6 Varusteiden ja putkiston mitoitus	76
13.7 Kytöntäesimerkkejä	77

LIITE 1 Lämmönsiirrinten ja lämmönjakokeskusten CE-merkki
LIITE 2 Viitestandardit ja -julkaisut

1 SOVELTAMISALA, TARKOITUS JA PERUSTEET

1.1 Soveltamisala

Näiden määräysten noudattamisesta sovitaan kaukolämpöasiakkaan kanssa tehtävässä yksityisoikeudellisessa sopimuksessa. Määräyksiä ja ohjeita noudatetaan vesikaukolämpöön liitettävän/liitetyn rakennuksen (asiakkaan) kaukolämmityslaitteiden suunnittelussa ja asennuksissa sekä niiden korjaus- ja muutostöissä.

Käytettävien laitteiden tulee täyttää tässä julkaisussa esitetyt vaatimukset.

1.2 Tarkoitus

Näillä määräyksillä ja ohjeilla määritellään rakennuksen kaukolämmityslaitteiden suunnittelulle, asennukselle ja laitteille perusvaatimukset, joiden toteuttamisella taataan asiakkaiden laitteiden ja lämmönmyyjän kaukolämpöjärjestelmän tehokas toiminta.

1.3 Laitteiden hyväksyntä

Käytettävien laitteiden ja varusteiden tulee olla tyyppitestattuja ja hyväksytyjä kulloinkin voimassa olevien kansainvälisten ja kansallisten lakien, määräysten, asetusten ja standardien sekä Suomen Kaukolämpö ry:n antamien määräysten, suositusten ja ohjeiden mukaisesti.

1.4 Toimialan muut määräykset ja ohjeet

- Painelaitteita koskevat säännökset
- Suomen rakentamismääräyskokoelma
- Sähkö-, palo-, asbesti-, yms. määräykset
- EN-standardit, SFS-standardit
- Paikallisten vesilaitosten määräykset
- Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset TalotekniikkaRYL.

1.5 Määritelmiä

Lämmönmyyjä on tässä julkaisussa käytetty nimitys lämmön toimittajasta.

Asiakas on tässä julkaisussa käytetty nimitys kaukolämmitettävästä rakennuksesta/rakennuksista tai niiden omistajasta/haltijasta.

Rakennuksen kaukolämmityslaitteet ovat lämmityslaitetekonaisuus, joka koostuu asiakkaan kaukolämpö- ja lämmityslaitteista.

Rakennuksen kaukolämpölaitteet ovat laitteita, joissa kaukolämpövesi virtaa tai jotka säätävät asiakkaan lämmitysjärjestelmän kautta kiertävää kaukolämpöveden virtaa.

Rakennuksen lämmityslaitteet ovat laitteita, jotka jakavat lämpöenergian lämmönsiirtimistä käyttökohteisiin. Kaukolämmityksen kannalta oleellisia ovat laitteet ja kytkennät, joilla on suoranainen vaikutus kaukolämpöveden jäähtymiseen.

Lämmönjakokeskus on lämmönmyyjän mittauskeskukseen, käyttövesi- ja lämmitysverkostoihin sekä paisuntalaitteisiin liitettävä laitekokonaisuus, joka sisältää lämmönsiirtimet, ensiöpuolen ja mahdollisesti toisiopuolen säätölaitteet, pumppauslaitteet, venttiilit ja varusteet sekä tarvittavan putkiston. Ks. lämmönjakokeskuksen toimitusrajat. Pientalon lämmönjakokeskus sisältää em. lisäksi lämmitysverkoston paisuntasäiliön. Ks. pientalon lämmönjakokeskuksen toimitusrajat.

Tekninen erittely on lämmönjakokeskuksen toimittajan laatima luettelo asiakkaalle toimitettavasta laitekokonaisuudesta mitoitusarvoineen

Pientalo on tässä julkaisussa rakennus, jonka lämpöhäviöiden summa on enintään 30 kW ja käyttöveden lämmityksen teho enintään 120 kW.

Liittymisjohto on lämmönmyyjän kaukolämpöjohtohaara kaukolämpöverkosta lämmönjakohuoneeseen (mittauskeskukseen).

Mittauskeskus on lämmönmyyjän lämmönmittauslaitteisto, joka mittauslaitteiden lisäksi sisältää liittymisjohdon sulkuventtiilit ja lianerottimet sekä mahdolliset laitteet virtauksen rajoittamiseksi. Asiakkaan putkisto alkaa mittauskeskuksesta.

Lämmönjakohuone on rakennuksessa oleva erillinen tila, jossa lämmönjakokeskus sijaitsee.

Tekninen laitetila on rakennuksessa oleva erillinen tila, jossa lämmönjakokeskuksen lisäksi voi sijaita muita yhdyskuntatekniikan vaatimia laitteita (esim. vesi-, sähkö- ja tietoliikennejärjestelmien laitteita)

Tilausteho (sopimusteho) tarkoittaa asiakkaan käyttöön varattua suurinta tuntista lämpötehoa. Tilaustehon mittayksikkö on kW.

Tilausvesivirta (sopimusvesivirta) tarkoittaa asiakkaan käyttöön varattua suurinta tuntista kaukolämpöveden virtausta. Tilausvesivirran mittayksikkö on m³/h.

Tuntinen teho/vesivirta tarkoittaa keskimääräistä tehoa/vesivirtaa liukuvan tunnin ajanjaksona.

Ensiöpuoli käsittää putkiston ja laitteet tai laitteiden osat, joissa kaukolämpövesi virtaa tai joihin sen paine vaikuttaa.

Toisiopuoli käsittää putkiston ja laitteet tai laitteiden osat, joissa lämmönsiirtimissä lämmitettävä neste virtaa tai joihin sen paine vaikuttaa.

Kaukolämmön tuloputkessa lämmönmyyjältä tuleva kaukolämpövesi tulee tuotantolaitokselta asiakkaan lämmönjakokeskukseen.

Kaukolämmön paluuputkessa kaukolämpövesi palaa asiakkaan lämmönjakokeskuksesta takaisin tuotantolaitokselle.

Lämmitysverkoston menoputkessa toisiovesi virtaa rakennuksen lämmityslaitteille.

Lämmitysverkoston paluuputkessa virtaa lämmönjakokeskukseen palaava vesi.

Lämpöurakoitsija on kaukolämmityslaitteiden asennuksia tekevä, lämmönmyyjän hyväksymä yritys.

1.6 Olosuhteet

Kaukolämpölaitteiden materiaalien on oltava sellaisia, että laite normaaleissa käyttöolosuhteissa asianmukaisesti hoidettuna täyttää sille asetetut vaatimukset käyttöikänsä ajan.

Kaukolämpölaitteiden suunnittelulämpötila (sisällön korkein lämpötila) on 120 °C. Laitteiden ja varusteiden tulee kestää jatkuvassa käytössä kyseisen verkoston (lämmitys, ilmanvaihto, käyttövesi) suunnittelulämpötila.

Laitteiden suunnittelupaine (suurin käyttöpaine) on

- ensiöpuoli 1,6 MPa
- käyttövesiverkostot 1,0 MPa
- lämmitysverkostot 0,6 MPa.

Lämmönmyyjä antaa mitoitusta varten tiedot asiakkaan käytettävissä olevasta kaukolämpökieroveden paine-erosta käyttöolosuhteissa vaihtelurajoihin. Paine-ero mittauskeskuksen jälkeen on vähintään 60 kPa.

1.7 Eri yksikköjen välisiä muuntokertoimia

1 kWh	= 3600 kJ	= 0,86 Mcal
1 Mcal	= 1,163 kWh	= 4,1868 MJ
1 kJ	= 1 kWh	= 0,2778 Wh
1 kW	= 0,86 Mcal/h	= 102 kpm/s
1 kPa	= 0,01 bar	= 0,1 mvp
1 m ³ /h	= 0,278 dm ³ /s	= 0,278 l/s

2 TEKNINEN LAITETILA

2.1 Teknisen laitetilän sijoitus

Teknisen laitetilän sijoitus selvitetään ja sovitaan lämmönmyyjän kanssa suunnittelun alkuvaiheessa.

Uudisrakennuksen teknisen laitetilän sijoitusperiaatteita ovat

- Yhdyskuntateknisten järjestelmien liittynät (kaukolämpö, vesi, sähkö, tietoliikenne yms.) keskitetään rakennuksessa samaan paikkaan. Tällöin liittymisjohdot ja –kaapelit voidaan kustannusten säästämiseksi sijoittaa samaan kaivantoon ja eri osapuolten hoidossa ja valvonnassa olevat laitteet saadaan tiloihin, joihin on yhteinen käynti suoraan ulkoa.
- Tekninen laitetila sijoitetaan rakennuksessa siten, että liittymisjohto kaukolämpöverkosta tekniseen laitetilaan on mahdollisimman lyhyt.
- Teknisen laitetilän sijoituksessa on huomioitava laitteiden aiheuttama ääni siten, että asuinhuoneistoissa sallittu äänitaso ei ylitä.

Sisäänkäynti tekniseen laitetilaan järjestetään uudisrakennuksissa suoraan ulkoa. Teknisen laitetilän ovi merkitään tekstillä "Lämmönjako" tai "Tekninen laitetila".

Tiloihin, joissa lämmönmyyjän laitteet sijaitsevat, järjestetään pääsy lämmönmyyjän hyväksymällä tavalla.

2.2 Teknisen laitetilän koko

Tekninen laitetila mitoitetaan asennettavien laitteiden tilantarpeiden mukaan. Pientaloissa ja muissa pienissä rakennuksissa voidaan kaikki tekniset laitteet sijoittaa samaan tilaan niiden erityisvaatimukset huomioon ottaen.

Tekniseen laitetilaan varataan laitteita varten riittävä tila siten, että niiden tarkoituksenmukainen sijoittelu on mahdollista ottaen huomioon käytön ja huollon tarpeet.

Taulukko A. Kaukolämpölaitteiden vaatima ohjeellinen tilantarve. Muille samaan tilaan sijoitettaville laitteille on varattava erikseen riittävästi tilaa.

Lämmityksen ja ilmanvaihdon tehontarve kW	Asuinrakennuk- sen tilavuus m ³	Kaukolämpölaitteiden vaatima tila m ²
30	1 000	2
200	10 000	4
400	20 000	5
800	40 000	6

Jos kaukolämpölaitteiden kanssa samaan tilaan sijoitetaan esim. sähköpääkeskus, keskuspölynimuri, ilmanvaihtolaite tai muita laitteita, niille on varattava erikseen riittävästi tilaa.

Teknisen laitetilän ratkaisumalleja on esitetty kohdassa 13.1.

2.3 Laitteiden sijoitus ja huoltotilat

Lämmönmyyjä määrittelee mittauskeskuksen sijoituksen ja tilantarpeen.

Mittauskeskus sijoitetaan liittymisjohdon kannalta edullisimpaan paikkaan. Mittauskeskuksen eteen varataan vapaata huoltotilaa 800 mm sen koko pituudelta. Huoltotilan korkeuden on oltava vähintään 2000 mm.

Lämmönjakokeskuksen huoltoa tarvitseville sivuille jätetään vapaata huoltotilaa vähintään 600 mm.

Sähkölaitteille on varattava sähköturvallisuusmääräysten mukainen huoltotila.

2.4 Lämmitys ja ilmanvaihto

Teknisen laitetilän sisälämpötilan on oltava yli 10 °C. Lämpötila ei saa nousta yli 35 °C:en.

Tekninen laitetila varustetaan riittävällä ja tarvittaessa säädettävällä ilmanvaihdolla. Lämpötilan nousu estetään ensisijaisesti putkistojen ja laitteiden lämmöneristyksellä.

2.5 Vesipiste ja viemäröinti

Tekninen laitetila ja mahdollinen lämmönmittauskeskuksen erillinen sijoitustila varustetaan viemäröinnillä. Tekniseen laitetilaan asennetaan kylmä- ja lämmivesipisteet, vesikaluste varustetaan letkuliittimellä.

2.6 Valaistus ja sähköpistorasia

Tekninen laitetila varustetaan maadoitetulla pistorasialla ja kiinteästi asennetulla valaistuksella, jonka teho mittareiden ja säätölaitteiden läheisyydessä mitattuna on vähintään 150 luxia.

2.7 Tiedonsiirto

Lämmönmyyjällä on oikeus sijoittaa rakennukseen lämmönkäytön ja laitteiden toiminnan seuranta varten tarvittavia laitteita ja järjestelmiä.

Uudisrakennusten ja mahdollisuuksien mukaan myös peruskorjattavien rakennusten tekninen laitetila kaapeloidaan tiedonsiirtoliittymää varten. Liitosrasia sijoitetaan mittauskeskuksen läheisyyteen.

2.8 Lämpömittarin sähköistys

Lämpömittarin sähköistys tehdään paikallisten ohjeiden mukaan.

Yleisohje:

Mittarin ryhmäjohtona käytetään johdinta MMJ 3 x 1,5 mm² S. Ryhmäjohtoon ei saa liittää muita kulutuskojeita eikä siinä saa olla jatkoksia tai välirasioita.

Ryhmäjohto on suojattava 10/25 A sinetöitävällä varokkeella, joka sijoitetaan ensisijaisesti pääkeskukseen ja yleensä keskuksen mittaamattomaan osaan.

Vanhoissa rakennuksissa tai pääkeskuksen ollessa kaukana teknisestä laitetilasta voidaan ryhmäjohto kytkeä teknisen laittilan ryhmäkeskukseen

Rakennusvaiheen aikainen tilapäinen syöttökaapeli voidaan kytkeä lämmönjakokeskuksen ryhmäkeskukseen ennen pääkytkintä.

Lämpömittarin ja lämmönjakokeskuksen automatiikan ryhmäjohtojen varokkeet on kytkettävä samaan vaiheeseen riippumatta siitä, missä varokkeet sijaitsevat.

3 RAKENNUSTEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

3.1 Perusvaatimukset

Rakennuksen kaukolämpöjärjestelmät suunnitellaan ja toteutetaan siten, että rakennuksessa saavutetaan hyvälaatuinen sisäilmasto kaikissa tiloissa ja olosuhteissa. Tavoitteena on energian mahdollisimman tehokas käyttö, jolloin energiankulutus ja tehontarve on mahdollisimman alhainen.

Kaukolämmityslaitteiden mitoituksessa ja valinnassa otetaan huomioon seuraavat vaatimukset:

- säätöjärjestelmät kykenevät sopeuttamaan energianhankinnan niin, että auringon säteilystä, ihmisistä, valaistuksesta yms. syntyvät lämpökuormat tulevat tilakohtaisesti hyödynnetyiksi rakennuksen lämmityksessä
- virtauspiirien toimintalämpötilat ovat säädettävissä ja ne pidetään lämmityskaudella mahdollisimman alhaisella tasolla
- laitteistot toimivat moitteettomasti muuttuvissa paine-ero-olosuhteissa
- energian- ja tehontarpeen optimointi on mahdollista.

3.2 Suunnittelun ja mitoituksen lähtökohdat

Suunnittelussa tulee tarkastella kaukolämmityslaitteita aina kokonaisvaltaisesti myös laiteusainnoissa. Laitteiden mitoituksen tulee perustua laskennallisiin tai todellisiin mitattuihin toiminta-arvoihin.

Lämmönmyyjälle toimitetaan kaukolämpötehon ja -vesivirran määräämistä sekä energiankulutuksen arviointia varten lämmitystekniset tiedot ja lämmönjakokeskus- taulukoiden mukaiset tiedot (taulukoiden täyttöohjeet ovat kohdassa 12 ja esimerkkitäyttöjä on esitetty kohdassa 13).

3.3 Lämmitystehontarve

Uudisrakennuksen lämmityksen ja ilmanvaihdon tehontarpeet lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelman määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

Muissa kuin uudisrakennuksissa lämmitystehontarve lasketaan käytettävissä olevien kulutustietojen ja mittausten perusteella. Mitoituksessa tulee ottaa huomioon, onko rakennusta ja lämmityslaitteita käytetty oikein (esim. sisälämpötilat, ilmanvaihdon käyttöajat, ilmavirrat).

Suunnitteluohjeosan kohdassa 13 on ohjeita ja esimerkkejä lämmitystehon laskemiseksi.

3.4 Mitoituslämpötilat

3.4.1 Uudisrakennukset

Uudisrakennusten lämmitysjärjestelmien mitoituslämpötilat ovat vapaasti valittavissa taulukossa B mainituin rajoituksin.

Laajennusten lämmitysjärjestelmät mitoitetaan kuten uudisrakennukset.

Taulukko B. Lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat.

	LÄMMÖNSIIRTIMIEN MITOITUSLÄMPÖTILAT °C			
	ENSIÖ		TOISIO	
	alkulämpötila TULO	loppulämpötila PALUU	alkulämpötila PALUU	loppulämpötila MENO
Käyttöveden lämmönsiirtimet	70	enintään 25	10	55
Lämmityksen yms. lämmönsiirtimet mitoitusulkolämpötilassa	115	enintään 45	enintään 40	enintään 70
• lattialämmitys				enintään 45
Huomautukset (lämmityksen ja ilmanvaihdon lämmönsiirtimet)		Ensiöpuolen paluulämpötila saa olla enintään 5 °C korkeampi kuin toisiopuolen paluulämpötila		

Lämmönsiirtimen tehon riittävyys tulee tarvittaessa tarkistaa myös muissa toimintapisteissä niissä vallitsevilla lämpötiloilla (esim. ilmanvaihdon lämmityssiirrin alimmalla ulkolämpötilalla, jossa ilmanvaihtojärjestelmä toimii vielä täydellä ilmavirralla). Lämmönmyyjä antaa laskennan perusteeksi tiedon kaukolämmön tulolämpötilasta eri ulkolämpötiloilla. Jos em. tietoa ei ole saatavissa, voidaan ensiöpuolen tulolämpötilana käyttää seuraavia arvoja:

Ulkolämpötila t_x	Kaukolämmön tulolämpötila (jos paikkakuntakohtaista tietoa ei ole käytettävissä)
• korkeampi kuin 8 °C	70 °C
• enintään 8 °C	$115\text{ °C} + (t_u - t_x) \times \frac{45\text{ °C}}{(8\text{ °C} - t_u)}$
	t_u = paikkakunnan mitoitusulkolämpötila, °C t_x = tarkasteltava ulkolämpötila, °C

3.4.2 Peruskorjaukset

Peruskorjauksen yhteydessä mitataan lämmitysjärjestelmien toiminta-arvot (lämpötilat, virtaukset), jotka ovat perusteena uusien mitoitusarvojen määrittämisessä. Toiminta-arvoja tarkasteltaessa ja uusien arvojen valinnassa tulee ottaa huomioon, onko rakennusta käytetty suunnitellusti ja tarkoituksenmukaisesti (esim. sisälämpötilat, ilmanvaihdon käyttöajat, ilmavirrat).

Peruskorjauksissa lämmityksen menoveden lämpötila on korkeintaan 80 °C, lämmitysverkoston paluueden mitoituslämpötila saa olla korkeintaan 60 °C.

3.4.3 Ilmanvaihtopatterit

Ilmanvaihtopatterit mitoitetaan lämpötiloilla 60/40 °C mitoitusulkolämpötilassa. Ilmanvaihtopatterien tehon riittävyys on tarkistettava myös täyden ilmanvaihdon ulkolämpötilassa ko. tilanteessa esiintyvillä toisioverkoston lämpötiloilla (ks. esimerkki 2).

3.5 Mitoituspainehäviöt

Lämmönsiirtimien, putkiston ja varusteiden suurimmat sallitut painehäviöt ovat:

	ensiö	toisio
• käyttövesisiirtimet	20 kPa	50 kPa
• muut siirtimet	20 kPa	20 kPa
• putkistot ja varusteet säätöventtiileitä lukuun ottamatta (kohta 13.6)	5 kPa	5 kPa

Rakennuksen käyttötarkoitus								
Rakennusten lukumäärä							kpl	
Rakennustilavuus (SFS 5139)							m ³	
Sisälämpötila(t)							°C	
Asuntojen lukumäärä (Liikehuoneistojen yms. lukumäärä)							kpl	
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama							dm ³ /s	
KAUKOLÄMMITYKSEN LÄMMITYSTEHOT LAITERYHMÄKOHTAISESTI ERITELTYNÄ				LÄMMITYSTEHOJEN ERITTELY (kW)				
				Täyden ilmanvaihdon alimmassa ulkolämpötilassa - _____ °C			Paikkakunnan mitoitus- ulkolämpötilassa - _____ °C	
Laiteryhmä		Mitoitus °C - °C	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä
Käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet		-						
Lämmityspatterit		-						
Lattialämmitys		-						
Kierrätysilmapatterit _____ kpl		-						
Ilmanvaihtopatterit _____ kpl		-						
Jälkilämmityspatterit _____ kpl		-						
		-						
		-						
TARVITTAVA KAUKOLÄMPÖTEHO								
+ Teho lämmöntalteenotosta								
+ Muu lämmitysteho								
LÄMMITYSTEHOT YHTEENSÄ								
Kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)			dm ³ /s			dm ³ /s		
Kaukolämpöenergian kulutus / vuosi								MWh/a
LISÄTIETOJA								

Urakoitsijan merkinnät	Lämmönmyyjän merkinnät

Kohteen tunnistetiedot (Otsikkotaulu)

Kohde							
LÄMMÖNSIIRTIMET		Käyttövesi LS 1		Lämmitys LS 2		Ilmanvaihto LS 3	
Valmistaja							
Malli							
Teho	kW						
		ensiö	toisio	ensiö	toisio	ensiö	toisio
Virtaus	dm ³ /s						
Lämpötilat	°C - °C	-	-	-	-	-	-
Painehäviö	kPa						
SÄÄTÖVENTTIILIT		Käyttövesi TV 1		Lämmitys TV 2		Ilmanvaihto TV 3	
Valmistaja							
Malli							
Virtaus	dm ³ /s						
Painehäviö	kPa						
Koko / kvs-arvo	DN / k _{vs}	/		/		/	
Säätökeskus							
KIERTOYESIPUMPUT		Käyttövesi P 1		Lämmitys P 2		Ilmanvaihto P 3	
Valmistaja							
Malli / lisätiedot		/		/		/	
Virtaus	dm ³ /s						
Nostokorkeus	kPa						
Moottorin ottama teho	W						
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET				Lämmitysverkosto		Ilmanvaihtoverkosto	
Verkoston tilavuus / painehäviö		dm ³ / kPa		/		/	
Paisuntasäiliön tilavuus / esipaine		dm ³ / kPa		/		/	
Varoventtiilin koko / avautumispaine		DN / kPa		/		/	
PAINE-EROSÄÄDIN							
Valmistaja / malli		/					
Virtaama / painehäviö	dm ³ /s / kPa	/					
Koko / kvs-arvo	DN / k _{vs}	/					
Asetusarvo	kPa						
N:o	kpl	Laite			Mitoitus		
LISÄTIETOJA:							
LÄMMÖNMYYJÄN ILMOITTAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO							
							kPa

4 LÄMMÖNSIIRTIMET

4.1 Mitoitusperiaatteet

Lämmönsiirtimet mitoitetaan vastaamaan tarvittavaa hetkellistä lämmitystehoa. Mitoituksessa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen kaukolämpöveden jäähtytykseen kaikissa käyttötilanteissa.

Lämmönsiirtimien ensiö- ja toisiopuolen koko vesivirta ohjataan lämpöpintojen kautta. Jos toisioveroston mitoitustilapötilaero on pieni (esim. lattialämmitysjärjestelmissä), voidaan osa toisiopuolen vesivirrasta ohjata lämmönsiirtopintojen ohi. Toisiomenovettä ei saa sekoittaa jäähtymättä toisiopaluveteen.

4.2 Lämmönsiirtimien mitoitusteho

4.2.1 Käyttöveden lämmönsiirtimet

Käyttöveden mitoitustilapötilaana käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osan D1 "Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot" lämpimän käyttöveden jakojohdon mitoitustilapötilaamaa. Siirtimen teho mitoitetaan siten, että siitä saatavan käyttöveden lämpötila mitoitustilapötilalla on 55 °C.

Käyttöveden vesivirran tulee olla vähintään 0,3 dm³/s, joka vastaa lämmönsiirtimen lämpötehoa 57 kW.

Käyttöveden jatkuvan virtauksen virtausnopeus kupariputkissa saa olla enintään 1,0 m/s eroosiokorroosiovaaran takia. Mitoitusnopeutena käytetään 0,5 m/s /RakMK D1/.

4.2.2 Lämmityksen ja ilmanvaihdon lämmönsiirtimet

Lämmönsiirtimet mitoitetaan suurimman esiintyvän lämmitystehon mukaisilla lämpötiloilla. Jaksoittaisen lämmityksen yhteydessä seisontajakson jälkeinen tehohuippu on ilmoitettava todellisena mitoitustehona. Suunnitelmissa on lisäksi esitettävä siirtimen toiminnan tarkastelu siinä käyttötilanteessa, jossa siirtimen virtaamat ovat suurimmat (esim. täyden ilmanvaihdon alimmassa lämpötilassa).

Jos lämmönsiirtimen valinnassa otetaan huomioon mahdollinen tehovaraus, ilmoitetaan suunnitelmassa lopullista tehoa vastaavat toiminta-arvot lisätietoina.

Ensiöpuolen virtaamat lasketaan ja ilmoitetaan lämmönsiirtimen todellisen jäähtytyksen mukaisesti.

Glykolivesiliuosta käytettäessä tulee liuoksen ominaisuudet lämmönsiirrossa ottaa huomioon siirtimen mitoituksessa. Liuoksen seossuhteet ja ominaisuudet ilmoitetaan suunnitelmassa.

4.3 Rakenneaineet

Käytettävien materiaalien tulee normaaleissa käyttöolosuhteissa säilyttää mekaaniset ominaisuutensa eikä niissä saa esiintyä lämmönsiirtimen teknisiä ominaisuuksia heikentäviä syöpymis- tms. vaurioita.

Elastisten tiivisteiden ja materiaalien kimmo-ominaisuuksien säilymisestä on saatava valmistajalta pitkäaikainen takuu. Laitteiden esitteissä tulee olla selvitys materiaalien kestoajasta ja vaihtotarpeesta. Kumipohjaisia materiaaleja voidaan käyttää vain erikoistapauksissa.

Suunnittelijan on selvitettävä käyttöveden laatu ja otettava huomioon sen aiheuttamat vaatimukset.

Lämmönsiirtopinnoissa ja käyttöveden lämmönsiirtimen toisiopuolella on hiiliteräksen käyttö kielletty. Kestäviä materiaaleja lämmönsiirtopinnoissa ovat esim. ruostumaton teräs (esim. AISI 304), haponkestävä teräs (esim. AISI 316) ja kupari.

4.4 Lämmönsiirtimistä annettavat tiedot

Lämmönsiirtimen valmistajan/maahantuojan on pyydettäessä esitettävä tarjoamansa siirtimen lämmönsiirtotekniset tiedot, aikavakiot ja mitoituslaskelmat. Tiedoista on selvittävä lämmönsiirtimen toiminta-arvot eri kuormitustilanteissa.

Valmistajan/maahantuojan tulee pyydettäessä antaa selvitys kaikista lämmönsiirtimessä käytetyistä materiaaleista ja materiaalianalyseistä.

4.5 Viranomaisten hyväksymiset, tyyppitestaukset

Kaukolämpöverkkoon liitettävien lämmönsiirtimien tulee olla painelaitemääräysten mukaisia. Lämmönsiirtimien ja mitoitusmenetelmien tulee olla tyyppitettuja kulloinkin voimassa olevien standardien, määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

5 SÄÄTÖLAITTEET

Kaikki tässä olevat määräykset ja ohjeet koskevat sekä ensiö- että toisiopuolen säätölaitteita, jos muuta ei ole erikseen mainittu.

5.1 Säätojärjestelmät

Tässä julkaisussa annettujen määräysten ja ohjeiden tavoitteena on hyvän säätötuloksen aikaansaaminen kulloisessakin käyttötilanteessa ja kulloinkin vallitsevissa olosuhteissa. Tulokseen voidaan päästä useilla eri tavoilla, joita ei tässä julkaisussa rajoiteta tai aseteta paremmuusjärjestykseen.

Kaukolämmitetyn rakennuksen säätö- ja valvontajärjestelmien toiminnalle asetetaan seuraavat tavoitteet:

- Rakennuksen lämmityksen ja ilmanvaihdon säätöjärjestelmät ottavat huomioon rakennuksen lämpödynamiikan, ilmaisenergiat yms. mahdollisimman tarkasti siten, että rakennuksen kaikissa tiloissa on hyvä terveellinen ja viihtyisä sisäilmasto sekä mahdollisimman pieni tehontarve ja energiankulutus.
- Käyttöveden säätölaitteiden toiminta takaa tasalämpöisen lämpimän käyttöveden lämpötilan kaikissa suunnitelluissa käyttötilanteissa
- Säätölaitteet ovat viritettävissä kulloisenkin tilanteen ja vaatimusten mukaisesti siten, että hyvä säätötulos saavutetaan.
- Asiakas voi optimoida tarvitsemaansa kaukolämpötehoa käytössään olevan tariffin tarjoamien mahdollisuuksien mukaisesti.

5.2 Säädön toimintavaatimukset

Säätöjärjestelmät kutakin säätöpiiriä varten suunnitellaan, valitaan, mitoitetaan, asennetaan ja viritetään siten, että haluttu lopputulos saavutetaan kaikissa käyttötilanteissa.

Asiakkaalle asennettu säätöjärjestelmä täyttää seuraavat vaatimukset lämmönmyyjän ilmoittamissa käyttöolosuhteissa:

- | | | |
|----|---|-------------|
| 1. | Suurin pysyvä poikkeama asetusarvosta | +/- 2 °C |
| | Sallittu palautumisaika muutoksen alkuhetkestä siihen hetkeen, kun em. vaatimus täyttyy | 2 minuuttia |
| 2. | Suurin hetkellinen poikkeama asetusarvosta | |
| | lämmityksen säätöjärjestelmät | +/- 5 °C |
| | muut säätöjärjestelmät | +/-10 °C |
| 3. | Sallittu jatkuva huojunta | |
| | käyttöveden säätöjärjestelmät | +/-2 °C |
| | muut säätöjärjestelmät | +/- 0,5 °C |

5.3 Säätöventtiilit

5.3.1 Säätöventtiilien mitoitus

Säätöventtiilit mitoitetaan kohdan 4.2 mukaisesti saatujen lämmönsiirtimen mitoituservojen mukaisilla virtaamilla ja tehoilla sekä kohdan 3.4 mukaisilla lämpötiloilla sekä normaaleissa käyttöolosuhteissa vallitsevalla paine-erolla. Lämmönmyyjän tulee antaa mitoitusta varten tiedot asiakkaan käytettävissä olevasta paine-erosta käyttöolosuhteissa vaihtelurajoihin.

Säätöventtiilin k_v -arvo lasketaan kaavalla

$$k_v = \frac{\dot{V} \left[\frac{m^3}{h} \right]}{\sqrt{\Delta p \left[\text{bar} \right]}}$$

\dot{V} = mitoitusvirtaama

Δp = mitoituspainehäviö

Vähimmäispaine-ero, joilla laitteiden on toimittava, on 60 kPa. Säätöventtiilin painehäviön tulee olla vähintään puolet lämmönjakokeskuksen kyseisen säätöpiirin kokonaispainehäviöstä, ts. säätöventtiilin auktoriteetti eli vaikutusaste β on suurempi kuin 0,5.

$$\beta = \frac{\Delta p_{sv}}{\Delta p_{mit}}$$

Δp_{sv} = valitun säätöventtiilin painehäviö mitoitusvirtaamalla

Δp_{mit} = lämmönmyyjän ilmoittama käytettävissä oleva paine-ero.

Kahta tai useampaa rinnankytkettyä säätöventtiiliä (em. toiminta voi olla myös yhdessä venttiilissä) tulee käyttää pientaloja lukuun ottamatta silloin, kun säätettävä teho vaihtelee laajalla alueella. Pienempi venttiili mitoitetaan korkeintaan 30 prosentin mitoitustehoa vastaavalla virtaamalla. Venttiilien toiminta ohjataan lopputuloksen kannalta optimaalisesti.

5.3.1.1 Esimerkki lämmityksen säätöventtiilin mitoituksesta

Lämmityssiirtimen ensiöpuolen virtaus on $1,29 \text{ dm}^3/\text{s} = 4,64 \text{ m}^3/\text{h}$. Lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero on 100 kPa, josta siirtimen painehäviö on 7 kPa ja putkiston 5 kPa. Säätöventtiilin mitoituspainehäviö on siis 88 kPa = 0,88 bar.

$$k_v = \frac{4,64}{\sqrt{0,88}} = 4,95$$

Venttiiliksi valitaan k_v -arvoltaan lähinnä seuraavaksi suurempi venttiili eli $k_{vs} = 6,3$, jolloin venttiilin aiheuttama painehäviö on

$$\Delta p_{sv} = \left(\frac{4,64}{6,3} \right)^2 = 0,54 \text{ bar} = 54 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan valitun säätöventtiilin vaikutusaste β .

$$\beta = \frac{54 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} = 0,54$$

Vaikutusaste on suurempi kuin 0,5, joten venttiilin k_{vs} -arvoksi voidaan valita 6,3.

5.3.1.2 Esimerkki käyttöveden säätöventtiilin mitoituksesta

Käyttöveden lämmönsiirtimeen mitoitusvirtaama on $0,96 \text{ dm}^3/\text{s} = 3,46 \text{ m}^3/\text{h}$.

Lämmönmyyjän ilmoittama käytettävissä oleva paine-ero on 200 kPa, josta siirtimelle ja putkistolle varataan 25 kPa. Venttiilille jää siten 175 kPa = 1,75 bar.

$$k_v = \frac{3,46}{\sqrt{1,75}} = 2,62$$

Valitaan käyttöveden säätöventtiiliksi k_{vs} -arvo 2,5 ja lasketaan valitun venttiilin painehäviö

$$\Delta p_{sv} = \left(\frac{3,46}{2,5} \right)^2 = 1,92 \text{ bar} = 192 \text{ kPa}$$

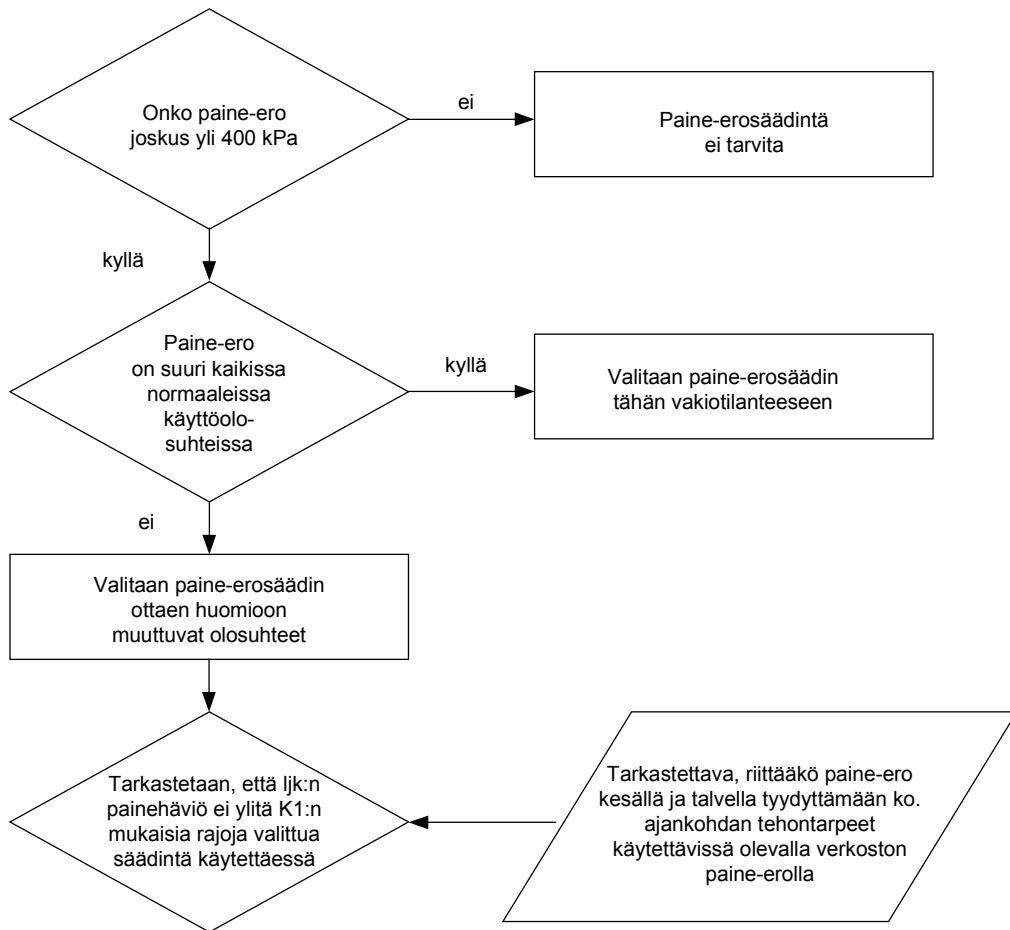
Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste β

$$\beta = \frac{192 \text{ kPa}}{200 \text{ kPa}} = 0,96 \quad \text{OK!}$$

Käyttöveden lämmityksessä virtaamamuutokset ovat erittäin nopeita ja huippuvirtaaman käyttöaika suhteellisen lyhyt, joten valittavan säätöventtiilin auktoriteetin on oltava mahdollisimman suuri. Käyttöveden säätöventtiiliksi voidaan valita venttiili, jonka painehäviö mitoitusilanteessa vastaa lähes käytettävissä olevaa paine-eroa.

5.3.2 Paine-erosäädin

Jos kaukolämpöverkossa vallitseva paine-ero vaihtelee enemmän kuin 400 kPa, suositellaan käytettäväksi paine-erosäätöä. Paine-eron säätölaitteet mitoitetaan siten, että paine-ero voidaan rajoittaa 150 kPa:iin. Paine-erosäätimen tarve ja mitoitus tulee tarkastella eri olosuhteissa seuraavan kaavion mukaisesti.



Paine-erosäädin kuuluu lämmönjakokeskukseen, jos lämmönmyyjä jo suunnitteluvaiheessa ilmoittaa suunnittelijalle sen tarpeesta.

Kaukolämpöverkon paineen huojunnan eliminoimiseksi paine-erosäätimiä ei tule asentaa peräkkäin säätämään esimerkiksi kaukolämpöjohtoon ja mittauskeskukseen.

5.3.3 Rakennevaatimukset

Ensiöpuolen säätöventtiilien tulee olla 2-tieventtiileitä. Sulkupainevaatimus toimilaitteineen on 1,0 MPa. Säätöventtiilin vuotovirtaus saa olla enintään 0,05 % k_{vs} -arvosta.

Säätöventtiilien rakenteen ja toiminnan tulee olla sellainen, että kaukolämpöverkossa esiintyvät, lianerottimen suodattimen läpäisevät epäpuhtauspartikkelit eivät aiheuta venttiilin vaurioitumista tai tukkeutumista.

Venttiilien tulee olla laipallisia tai laippojen väliin asennettavia. Pientalojen säätöventtiilit voidaan asentaa kierrelähtimillä kokoon DN 20 asti.

5.3.4 Rakenneaineet

Säätöventtiilien tulee kestää käyttöolosuhteita siten, että niiden rakenneaineissa ei tapahdu kemiallisia eikä rakenteellisia muutoksia. Valmistajan/maahan tuojan tulee pyydettäessä antaa selvitys käytetyistä materiaaleista ja materiaalianalyyseistä.

Kestäviä materiaaleja säätöventtiilin sulkupinnoissa ovat esim. ruostumaton teräs (esim. AISI 304) ja haponkestävä teräs (esim. AISI 316). Pientalon käyttöveden omavoimaisessa säätöventtiilissä voidaan käyttää myös EPDM-kumia.

5.3.5 Käsikäyttölaitteet ja asennonosoittimet

Säätöventtiilit varustetaan helppokäyttöisellä ja toimintavarmalla käsiohjauslaitteella, jolla venttiili voidaan pysyvästi asettaa haluttuun asentoon ilman apuvälineitä. Laitteessa tulee olla käsiohjauksen käyttöohjeet.

Mikäli käsikäyttö edellyttää venttiilin irtikytkemistä automaattiohjauksesta, lämmönjakokeskus varustetaan tätä varten olevalla kytkimellä.

Säätöventtiilit varustetaan helposti luettavalla säätöasennon osoittimella. Venttiilin ääriasennot merkitään tekstein "AUKI" ja "KIINNI" tai yksikäsitteisin merkinnöin.

5.3.6 Säätöventtiilien sijoitus

Säätöventtiilit asennetaan ja sijoitetaan niin, ettei niihin kerääny epäpuhtauksia. Sijoituksessa otetaan huomioon myös kestävyys sekä käytön ja huollon tarpeet. Säätöventtiilit suositellaan sijoitettavaksi paluupuolelle. Venttiilin merkintöjen tulee olla helposti luettavissa.

5.4 Lämpötilan tuntoelimet

Lämpötilan tuntoelimet voivat olla joko suojataskuihin asennettavia uppoantureita tai tukevasti putken pintaan asennettuja pinta-antureita.

Menoveden lämpötilan tuntoelin tulee sijoittaa välittömästi lämmönsiirtimen jälkeen sellaiseen kohtaan, jossa lämpötilat ovat riittävästi tasoittuneet ja mittaus tulos vastaa todellista arvoa.

Ulkolämpötilan tuntoelin sijoitetaan ensisijaisesti rakennuksen pohjoisseinälle.

Säätökeskukseen liitettyjen lämpötila-antureiden mittaustietoa tulee voida hyödyntää myös muissa järjestelmissä, kuten valvonta- ja hälytysjärjestelmissä

Säätökeskukseen liitettyjen mittaasantureiden mittaustulokset tulee olla luettavissa säätökeskuksesta tai siihen erikseen liitettävästä näyttölaitteesta. Myös rakennusautomaatiojärjestelmät varustetaan lämmönjakohuoneeseen sijoitettulla paikallisella näytöllä.

Tuntoelimen suojataskun materiaalin tulee kestää käyttöolosuhteissa niin, ettei siinä esiinny kemiallisia tai rakenteellisia muutoksia. Kestäviä materiaaleja ovat esim. ruostumaton teräs (esim. AISI 304) ja haponkestävä teräs (esim. AISI 316). Lämpötila-anturi voidaan asentaa ilman suojataskua, jos sen normaalit huoltotoimet voidaan tehdä ilman verkoston tyhjentämistä.

5.5 Säätimet

Säädön asetusarvojen (säätökäyrä ja rajoitukset) tulee käydä ilmi säätimestä ja niiden on oltava luettavissa vähintään 1 °C:n tarkkuudella.

Säätimestä tulee yksikäsitteisesti selvittää säädön toimintatila ja liikesuunta.

Sähkökatkoksen aikana säätimissä tulee säilyä muistissa siihen asennetut ohjelmat ja asetusarvot vähintään 48 tunnin ajan.

Lämmönjakokeskuksen säätöventtiili tulee mahdollisuuksien mukaan kytkeä siten, että se sulkeutuu, kun kiertovesipumppu pysäytetään.

5.6 Tiedonsiirto

Lämpöenergian mittauslaitteet ja säätölaitteet suositellaan varustettaviksi tiedonsiirtomahdollisuuksilla. Tällä tavoin varustetuissa rakennuksissa voidaan energian tehokkaaseen käyttöön ja tehontarpeen optimointiin liittyviä toimenpiteitä automatisoida ja tehostaa. Seuraavassa on lueteltu toimenpiteitä, joihin tiedonsiirtoa voidaan hyödyntää:

Lämmönmyyjä voi lukea lämpöenergiamittauksen lukemat tiedonsiirtoverkon välityksellä.

- Lämmönmyyjä voi seurata asiakkaan ottamaa kaukolämmitystehoa ja toimintalämpötiloja tiedonsiirtoverkon välityksellä. Tietoja voidaan hyödyntää esim. energiankäytön neuvonnassa.
- Asiakas voi seurata kaukolämpöenergian ja -tehon kulutusta sekä säätökeskukseen liitettyjen lämpötila-antureiden mittaus- ja hälytystietoja
- Asiakas voi hyödyntää mittaustietoja kunnonvalvonnassa ja kunnossapidossa.

6 PUTKISTOT JA LIITOKSET

Kaikki tässä olevat määräykset ja ohjeet koskevat sekä ensiö- että toisiopuolen putkistoja ja liitoksia, jos sitä ei ole erikseen mainittu.

6.1 Putket, putkiosat ja mitoitus

6.1.1 Hitsattavat teräsputket

Ensiöpuolen putkisto tehdään hitsattavista teräsputkista. Putkena käytetään saumatonta putkea tai hitsattua putkea, jonka lujuuskerroin on 1,0.

Asennus tehdään hitsaus- tai laippaliitoksien kohdassa 6.2 mainituin poikkeuksin.

Aine, mitat, toimitusehdot: St 37, DIN 2458/DIN 1626.

6.1.2 Putkikäyrät ja supistukset

Käytettävien putkikäyrien ja supistusten tulee olla mitoiltaan niihin liittyviä putkia vastaavia. Putkiosina suositellaan käytettävän valmisosia, tehtaalla voidaan kuitenkin käyttää myös hyvän konepajakäytännön mukaisesti valmistettavia putkikäyriä ja supistuksia.

Putkikäyrät:

Aine, toimitusehdot St 35.8/1, DIN 17175, DIN 1629.

Supistukset:

Aine, toimitusehdot St 35.8/1, DIN 2616.

6.1.3 Kierteitettävät teräsputket

Kierteitettäviä teräsputkia voidaan käyttää ensiöpuolella ainoastaan kokoa DN 20 ja sitä pienemmissä asennuksissa.

Valurautaisten putkiosien käyttö on kielletty ensiöpuolella.

Aine, mitat, toimitusehdot: St 33, DIN 2441, SFS 3313.

6.1.4 Kupariputket

Ensiöpuolen putkistot, käyttövesiputkistot ja suljetun lämmitysjärjestelmän putkistot toisiopuolella voidaan tehdä SFS-EN 1057 mukaisista kupariputkista.

6.1.5 Muoviputket

Käyttövesiverkosto voidaan tehdä tähän tarkoitukseen tyyppihyväksytyistä PB- ja PEX-muoviputkista. Lämmitysputket voidaan tehdä happidiffuusiotiiviistä PEX-muoviputkesta.

Muoviputkien tulee kestää kulloinkin vallitsevat käyttöolosuhteet (lämpötila ja paine). Muoviputkien tulee täyttää DIN 16893 vaatimukset: jatkuva käyttölämpötila 70 °C ja lyhytaikainen 95 °C, hetkellisesti putkien tulee kestää 110 °C.

6.1.6 Ensiöpuolen putkien mitoitus

Ensiöpuolen putket mitoitetaan siten, että sallittu kokonaispainehäviö ei ylitä.

Yleisimmissä tapauksissa, joissa lämmönjakokeskus on lähellä mittauskeskusta, mitoitetaan ensiöpuolen putket taulukon C mukaisesti. Taulukon mitoituksen perustana on painehäviö 0,5 kPa/m yhdessä putkessa (hitsattavat teräsputket).

Virtaama lasketaan putkessa esiintyvän suurimman yhtäaikaisen hetkellisen virtaaman mukaan.

Taulukko C. Ensiöpuolen putkien mitoitus

Nimelliskoko DN	Laskettu vesivirta enintään	
	dm ³ /s	m ³ /h
20	0,3	1,1
25	0,6	2,2
32	1,2	4,3
40	1,7	6,1
50	3,2	11,5
65	6,4	23,0
80	10,0	36,0
100	19,0	68,0
125	35,0	126,0
150	60,0	216,0

Kupariputkilla mitoitusperusteena käytetään virtausnopeutta 0,5 m/s. Virtausnopeus ei saa ylittää lämmönjakokeskuksen kupariputkien missään osassa 1,0 m/s nopeutta jatkuvassa virtauksessa esiintyvän eroosiokorroosiovaaran takia.

6.2 Liitostavat

Putkiasennuksissa on käytettävä SFS-standardien mukaisia hitsaus- ja laippaliitoksia. Muut liitostavat on mitoittava painelaitemääräysten mukaisesti. Laippojen tulee olla mitoiltaan niihin liittyviä putkia vastaavia. Tasotiivisteinen ulkokierreliitos vastaa rakenteeltaan laippaliitosta. Käytetyn liitostavan tulee olla hyväksytty ko. piirin suunnitteluvarvoille.

6.2.1 Teräsputkien liitokset

Teräslaipat:

Aine, mitat: St 37.0 ISO 7005-1, SFS 2154

Toisiopuolen laitteet voidaan liittää myös kierre- tai puristusliitoksiin.

Ensiöpuolella pientaloissa voidaan enintään DN 20 liitokset tehdä kierrelitoksin, puristusliitosta voidaan käyttää enintään DN 25 liitoksissa. Liitokset tulee tehdä takoteräksisin putkiyhtein. Käytetyn liitostavan tulee olla hyväksytty ensiöpuolen suunnitteluarvoille.

6.2.2 Kupariputkien liitokset

Kupariputkien liitokset tehdään toisiopuolella lämmityspiirin kova- tai pehmeäjuotoksella, laippa- tai kierrelitoksilla. Kuparisten käyttövesiputkien sallittuja liitostapoja ovat kovajuotto sekä puristus-, laippa- ja kierrelitokset.

Ensiöpuolella kupariputkien liitokset tehdään kapillaarisella kovajuotoksella tai laippaliitoksella. Kierrelitoksia voidaan käyttää pientaloissa ulkohalkaisijaltaan enintään 22 mm putkien liitoksissa, puristusliitoksia voidaan käyttää enintään 28 mm putkien liitoksissa. Käytetyn liitostavan tulee olla hyväksytty ensiöpuolen suunnittelupaineelle.

Muilta osin liitokset tehdään TalotekniikkaRYLin mukaan.

6.2.3 Muoviputkien liitokset

Muoviputkien liittämässä noudatetaan tuotevalmistajan antamia ohjeita. Liitokset tehdään tarkoitusta varten valmistetuilla erikoisliittimillä.

6.3 Liitosten tarkastus

Liitosten tiiviys tarkastetaan tiiviyskokeella (ks. kohta 11.2.1.1) Liitokset tarkastetaan lisäksi silmämääräisesti.

Hitsissä olevan vuodon tai silmämääräisessä tarkastuksessa havaitun virheen takia hylätyt saumat korjataan poistamalla hitsiaine ja suorittamalla hitsaus uudelleen.

6.4 Joustavat liittimet

Joustavien äänenvaimennusputkielementtien yms. käyttö ensiöpuolella on kielletty.

6.5 Lämpöliikkeen tasaaminen

Lämpöliikkeet tasataan ensisijaisesti ns. luonnollisella kompensoinnilla. Paljetasaimia tms. käytetään vain erikoistapauksissa.

6.6 Maanalaiset johdot

Maanalaiset ensiöpuolen johdot tulee tehdä Sky:n antamien suositusten mukaan. Toisiopuolen maanalaisiin johtoihin sovelletaan em. määräyksiä lämmönmyyjän antamien ohjeiden mukaan.

7 VENTTIILIT JA VARUSTEET

Kaikki tässä olevat määräykset ja ohjeet koskevat sekä ensiö- että toisiopuolen venttiileitä ja varusteita, jos sitä ei ole erikseen mainittu.

7.1 Rakenneaineet

Venttiileiden, suojataskujen ja muiden varusteiden materiaalien tulee olla sellaisia, että ne käyttöolosuhteissa kestävät riittävän pitkän, laitteen sopivan uusimisvälin ajan aiheuttamatta laitteen lujuuden heikkenemistä tai toiminnallista haittaa. Kestäviä materiaaleja ovat suojataskuissa ja venttiilien sulkupinnoissa esim. ruostumaton teräs (esim. AISI 304) ja haponkestävä teräs (esim. AISI 316) sekä suojataskuissa myös kupari.

Valmistajan/maahantuojan tulee pyydettäessä antaa selvitys käytetyistä materiaaleista ja materiaalianalyseistä.

7.2 Sulkuventtiilit

DN 200 ja sitä pienempien sulkuventtiilien tulee olla palloventtiileitä tai vastavat ominaisuudet omaavia. Suurempina sulkulaitteina käytetään ensisijaisesti palloventtiileitä ja toissijaisesti läppäventtiileitä tai käyttöarvoltaan vastaavia. Läppäventtiilien oltava metallitiivisteisiä.

Sulkuventtiilien tulee olla hitsattavia, laipallisia tai laippojen väliin asennettavia. Ensiöpuolen enintään kokoa DN 20 olevat ja toisiopuolen sulkuventtiilit voivat olla myös kierteellisiä.

Venttiilin kertavastusluvun tulee olla pienempi kuin 4. Palloventtiilin virtausaukon tulee olla vähintään edellinen DN-koko millimetreinä.

Venttiilien tulee olla nimelliskooltaan putken kokoa vastaavia.

Toisiopuolen sulkuventtiiliksi hyväksytään myös kertasäätöventtiili, jos se rakenteeltaan on siihen soveltuva ja säädön asetteluarvo ei venttiiliä sulkuna käytettäessä muutu.

7.3 Kertasäätöventtiilit

Kertasäätöventtiilin paine-ero tulee voida helposti mitata venttiilistä. Paine-eroa vastaavan virtauksen selvittämiseksi tulee venttiilistä olla saatavissa yksikäsitteiset tiedot, jotka toimitetaan venttiilin/lämmönjakokeskuksen mukana.

7.4 Lianerottimet

Lianerottimen suodatinverkon silmäkoon tulee olla enintään 1,0 mm. Lianerot-timen DN-koon tulee olla vähintään putken kokoa.

Erillistä lianerotinta ei tarvitse asentaa, jos jokin muu laite sisältää määräysten mukaisen lianerottimen. Lianerottimen on oltava puhdistettavissa.

7.5 Ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilit

Ilmanpoistoven-ttiileitä asennetaan siten, että ilma voidaan poistaa laitoksen kaikista osista. Ilmanpoistimena käytetään palloventtiileitä, jotka toisiopuolella voidaan varustaa automaattisilla ilmanpoistimilla.

Tyhjennysventtiileitä asennetaan sellaisiin kohtiin, että lämmönjakokeskus ko-konaisuudessaan voidaan tyhjentää. Tyhjennysventtiileinä käytetään pallo-venttiileitä.

Ilmanpoistoven-ttiilit ja tarvittaessa tyhjennysventtiilit varustetaan poistoputkella, joka johdetaan 300 mm korkeudelle lattiasta. Venttiilien ja poistoputkien vapaa pää taivutetaan n. 30° ja turvallisuussyistä varustetaan tulppauksella.

7.6 Lämpömittarit

Lämpömittarit voivat olla joko vankkarakenteisia pilarimittareita tai tukevasti asennettuja pintalämpömittareita. Mittareiden mitta-alue on 0...+120 °C ja lu-kematarkkuus vähintään 1 °C. Mittareiden tulee täyttää DIN 16195 mukaiset tarkkuusvaatimukset.

Kauko-osoituksella varustettujen lämpömittareiden tulee olla helposti luettavis-sa. Niiden mittaustuloksen tulee täyttää DIN 16195 mukaiset tarkkuusvaati-mukset ja olla kohdennettavissa mittauskohteeseen.

7.7 Painemittarit

Painemittarit ovat joko MPa- tai bar-asteikolla varustettuja painemittareita, joi-den taulun halkaisija on 100 mm (pientaloissa vähintään 50 mm). Asteikon ja-koväli on 0,05 MPa, mitta-alue on suunnittelupaineen mukainen: ensiöpuolella 0...1,6 MPa, käyttövesiverkostossa 0...1,0 MPa ja lämmitysverkostossa 0...0,6 MPa.

Painemittareiden tulee täyttää standardin SFS-EN 837 mukaiset tarkkuusvaa-timukset. Taulun halkaisijan ollessa 100 mm tarkkuus on oltava $\leq 1,6$ %. Tau-lun halkaisijan ollessa pienempi kuin 100 mm tarkkuus on oltava $\leq 2,5$ %.

Painemittariyhteet varustetaan sulkuventtiileillä.

8 PUMPUT, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET

8.1 Lämmitys- ja käyttövesipumput

Pumppujen käytöstä aiheutuva ääni ei saa ylittää asunnoissa Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa C 1 esitettyjä enimmäisäänitasoja ja muita vaatimuksia.

Pumppu suositellaan asennettavaksi paluuputkeen.

Mahdollinen varasarja toimitetaan lämmönjakokeskukseen sitä varten asennettuun telineeseen tukevasti kiinnitettynä.

8.1.1 Pumppujen ohjaus ja säätö

Käyttövesipumpun tulee käydä jatkuvasti.

Mahdollisuuksien mukaan tulee ohjausjärjestelmän olla sellainen, että lämmitys- tai ilmanvaihtopumpun pysähtyessä sulkeutuu vastaava ensiöpuolen säätöventtiili.

Lämmityspumppua suositellaan ohjattavaksi siten, että pumpun ollessa pysäytettynä ohjausjärjestelmä käyttää pumppua määräajoin.

Lämmitys- ja ilmanvaihtoverkostoissa suositellaan käytettäväksi portaattomasti säädettäviä pumppuja.

8.1.2 Pumppujen mitoitus

Pumput mitoitetaan lämmönsiirtimen toiminta-arvojen mukaisilla virtaamilla. Tehtäessä laiteuusintoja vanhojen käyttöön jäävien pumppujen toimintapiste tulee esittää suunnitelmassa lämmönsiirtimen todellisten toiminta-arvojen mukaisilla virtaamilla.

Toisiopuolen kiertoveden virtauksen säätö tulee ensisijaisesti toteuttaa pumpun oikealla mitoituksella.

Lämmönjakokeskuksen valmistaja on velvollinen tarkistamaan pumppujen nostokorkeudet valitsemiensa siirtimien painehäviöitä vastaaviksi.

8.2 Paisunta- ja varolaitteet

8.2.1 Paisuntajärjestelmät

Paisuntajärjestelmänä käytetään suljettua järjestelmää.

Kalvopaisuntasäiliö ja kaasutäytteinen paisuntasäiliö soveltuvat paisuntajärjestelmään, jossa säiliön paine on korkeintaan 600 kPa.

Korkeiden rakennusten paisuntajärjestelmänä käytetään tarkoitukseen soveltuvaan kompressori- tai pumppuohjattua suljettua järjestelmää.

8.2.2 Paisunta- ja täyttöputki

Paisuntaputki liitetään paluuputkeen pumpun imupuolelle lämmönsiirtimen ja sulkuventtiilin väliin.

Jos paisuntaputki edellisestä poiketen on asennettu sulkuventtiilin verkoston puolelle, tulee lämmönsiirtimen toisiopuolen ensimmäisten sulkuventtiileiden väliin lämmönsiirtimen puolelle asentaa ylimääräinen varoventtiili.

Muissa kuin pientaloissa paisuntaputkeen suositellaan asennettavaksi sulkuventtiili, joka tulee sijoittaa varoventtiiliin nähden paisuntasäiliön puolelle. Vahinkojen estämiseksi poistetaan venttiilin sulkukahva. Se on kiinnitettävä venttiilin läheisyyteen.

Verkoston täyttöputki liitetään niin, että liitoskohdan ja paisuntaputken/varoventtiilin välillä ei ole suljettavaa venttiiliä.

8.2.3 Varoventtiilit ja varusteet

Varoventtiilit sijoitetaan paisuntaputkeen tai lähelle paisuntaputken liitosta. Varoventtiilien ulospuhallusyhdet putkitetaan 100 mm:n etäisyydelle lattiasta. Jokainen varoventtiili yhdistetään omaan ulospuhallusputkeensa.

Varoventtiilien koon tulee olla vähintään DN 15. Kahden varoventtiilin käyttö on suositeltavaa. Kaukolämmön lämmönjakokeskukseen kuuluvan varoventtiilin koko määräytyy taulukon D mukaisesti:

Taulukko D. Varoventtiilin mitoitusohje

Lämmönsiirtimen teho kW	Varoventtiili DN
....200	15
200...800	20
800...	25

Verkoston painemittari sijoitetaan siten, että sitä voidaan helposti lukea verkostoa täytettäessä. Painemittarin suurin näytämä valitaan lähimpään mahdolliseen varoventtiilin avautumispaineen määräämään arvoon.

Verkoston painemittari varustetaan sulkuventtiilillä ja hälytyskytkimillä tai painelähtimellä lukuun ottamatta pientaloja.

Varoventtiiliin tulee merkitä DN-koko ja avautumispaine.

8.2.4 Paisuntasäiliö

Suljetun paisuntasäiliön mitoituksessa noudatetaan painelaitteita koskevia määräyksiä.

Paisuntasäiliön mitoituksessa on varauduttava lämmitysjärjestelmän veden tilavuuden 2 - 2,5 %:n muutokseen mitoituslämpötiloista riippuen. Paisuntajärjestelmän mitoitus on esitetty Rakennustietosäätiön ohjekortissa LVI 11-10329.

Paisuntasäiliö varustetaan tyhjennysventtiilillä, jos paisuntajohdossa on sulkuventtiili.

9 KYTKENNÄT JA LÄMMÖNJAKOKESKUKSET

9.1. Lämmönjakokeskuskytkennät ja käyttöalueet

Peruskytkennöissä varusteet on esitetty suositeltavissa kohdissa, mutta rakenteellisista syistä ne voidaan kytkeä myös muuhun paikkaan.

9.1.1 Peruskytkentä 1, käyttöalue

Peruskytkentää 1 käytetään seuraavissa rakennuksissa:

- Uusissa asuinrakennuksissa, joissa käyttöveden mitoitus-teho on yli 220 kW.
- Asuinrakennuksissa, joissa käyttöveden mitoitus-teho on vähintään 120 kW (n. 6 asuntoa) ja lämmitys-siirtimien kaukolämpöveden paluulämpötila on mitoitus-tilanteessa yli 45 °C.
- Muissa rakennuksissa, joissa lämmitys- tai ilmanvaihtosiirtimien kaukolämpöveden paluulämpötila on yli 45 °C ja/tai rakennuksen käyttöveden teho ja kulutuksen pysyvyys ovat sellaisia, että kytkennällä saavutetaan selvästi parempi kaukolämpöveden jäähdytys.

9.1.2 Peruskytkentä 2, käyttöalue

Peruskytkentää 2 käytetään muissa kuin kohtien 9.1.1 ja 9.1.3 mukaisissa rakennuksissa.

9.1.3 Pientalokytkentä, käyttöalue

Pientalokytkentää käytetään rakennuksissa, joissa lämpöhäviöiden summa on enintään 30 kW ja lämpimän käyttöveden mitoitus-teho on alle 120 kW.

Taulukko E. Eri kytkentävaihtoehtojen valinta

VALITTAVA KYTKENTÄ	ASUINRAKENNUKSET		MUUT KUIN ASUINRAKENNUKSET	
	Käyttövesiteho tai asuntojen lukumäärä	Lämmitys- tai iv-siirtimeltä palaavan ensiöpuolen veden lämpötila	Rakennuksen lämpöhäviöt	Lämmitys- tai iv-siirtimeltä palaavan ensiöpuolen veden lämpötila
PERUS 1	yli 220 kW		yli 30 kW	hyödynnettävissä käyttövesisiirtimessä jäähdytyksen parantamiseksi
	120...220 kW	yli 45 °C		
PERUS 2	120...220 kW	enintään 45 °C	yli 30 kW	ei hyödynnettävissä käyttövesisiirtimessä jäähdytyksen parantamiseksi
PIENTALO	enintään 120 kW tai 6 asuntoa		enintään 30 kW	

9.1.4 Peruskytkentöjen varusteet

Lämmönjakokeskuksen tulee sisältää vähintään peruskytkennöissä esitetyt varusteet ja laitteet. Kaikki tavanomaiset ratkaisut voidaan hoitaa peruskytkennöissä esitetyillä varusteilla. Jos varusteita lisätään, pitää ne lisätä kytkentäkaavioihin.

Pientalon käyttöveden säätöjärjestelmä voi olla myös omavoimainen.

Lämmitysverkoston virtaama on oltava luotettavasti mitattavissa kertasäätöventtiilistä tai todennettavissa pumpun näytöstä tai sen kaukosäätimestä.

9.2 Kierrätysilma- ja ilmanvaihtokoneiden putkikytkennät

9.2.1 Kierrätysilmakone

Kierrätysilmakoneet ja muut siihen verrattavissa olevat puhaltimella jäähdytettävät patterit varustetaan säätö- tai magneettiventtiilillä, sulku- ja kertasäätöventtiileillä sekä tulo- ja paluuveden lämpömittareilla kohdassa 13.7 esitetyn kytkennän mukaisesti.

Huonetilan pääasialliseen lämmityskäyttöön sijoitettujen useamman kierrätysilmakoneen ohjaus tulee järjestää yhden huonetermostaatin välityksellä.

Puhaltimen pysähtyessä tulee säätöventtiilin sulkeutua. Mahdollinen säätöventtiilin ohitusputki varustetaan kertäsäätöventtiilillä. Kierrätysilmakoneen esimerkkikytkentä on esitetty kohdassa 13.7.

9.2.2 Ilmanvaihtokone

Ilmanvaihtokoneen putkikytkentä ja säätö voidaan toteuttaa joko 3-tie- tai 2-tieventtiilillä kohdassa 13.7 esitettyjen kytkentöjen mukaisesti. 3-tieventtiiliä on käytettävä silloin, kun verkostossa ei ole pääpumpua.

Ilmanvaihtokoneiden toimintaselostukset esitetään mahdollisuuksien mukaan ko. laitteiden kytkentäpiirustuksissa.

Tehomuutosten tasaamiseksi suositellaan ilmanvaihtokoneiden vaiheittaista käynnistämistä ja pysäytystä.

9.3 Kytkentäpiirustus

Lämmönjakokeskuksen kytkentäkaavio ja mitoitusaulukot yms. esitetään samassa piirustuksessa sivulla 33 olevan kytkentäpiirustusohjeen mukaisesti.

Teknisen laittilan pohjapiirustus liitetään kytkentäpiirustukseen.

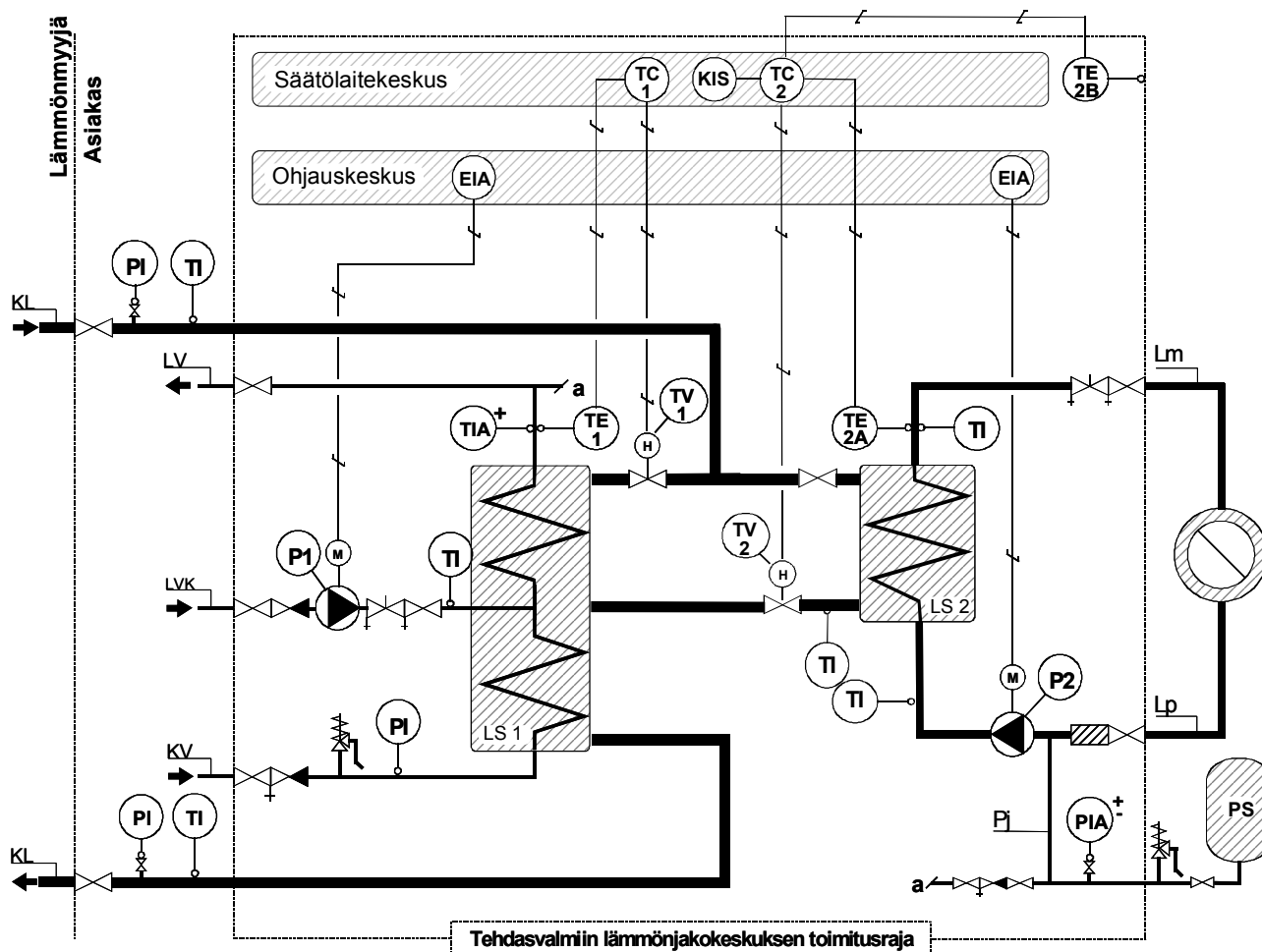
Piirrosmerkkien ja viivanleveyksien tulee olla selkeälukuisia.

9.3.1 Kytkentäpiirustuksessa esitettävät lämmitysverkoston toimintalämpötilat

Lämmönjakokeskuksen ensiöpuolen säätölaitteiden suunnitellut meno- ja paluueden lämpötilan toiminta-arvot ulkolämpötilan funktiona (= säätökäyrät ja mahdolliset rajoitukset) esitetään kytkentäpiirustuksessa.

9.3.2 Kytkentäpiirustuksen toimintaselostukset

Lämmönjakokeskuksen laitteiden toimintaselostukset esitetään kytkentäpiirustuksessa.



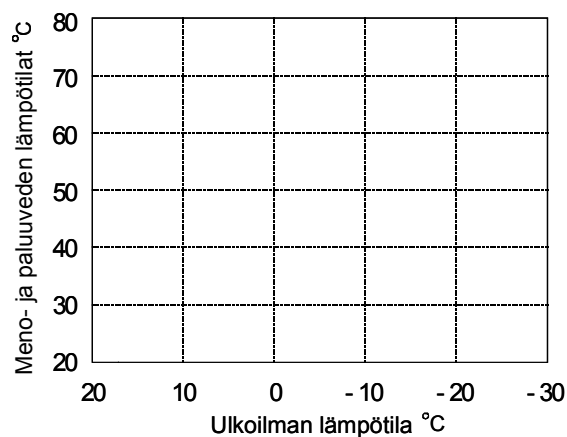
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

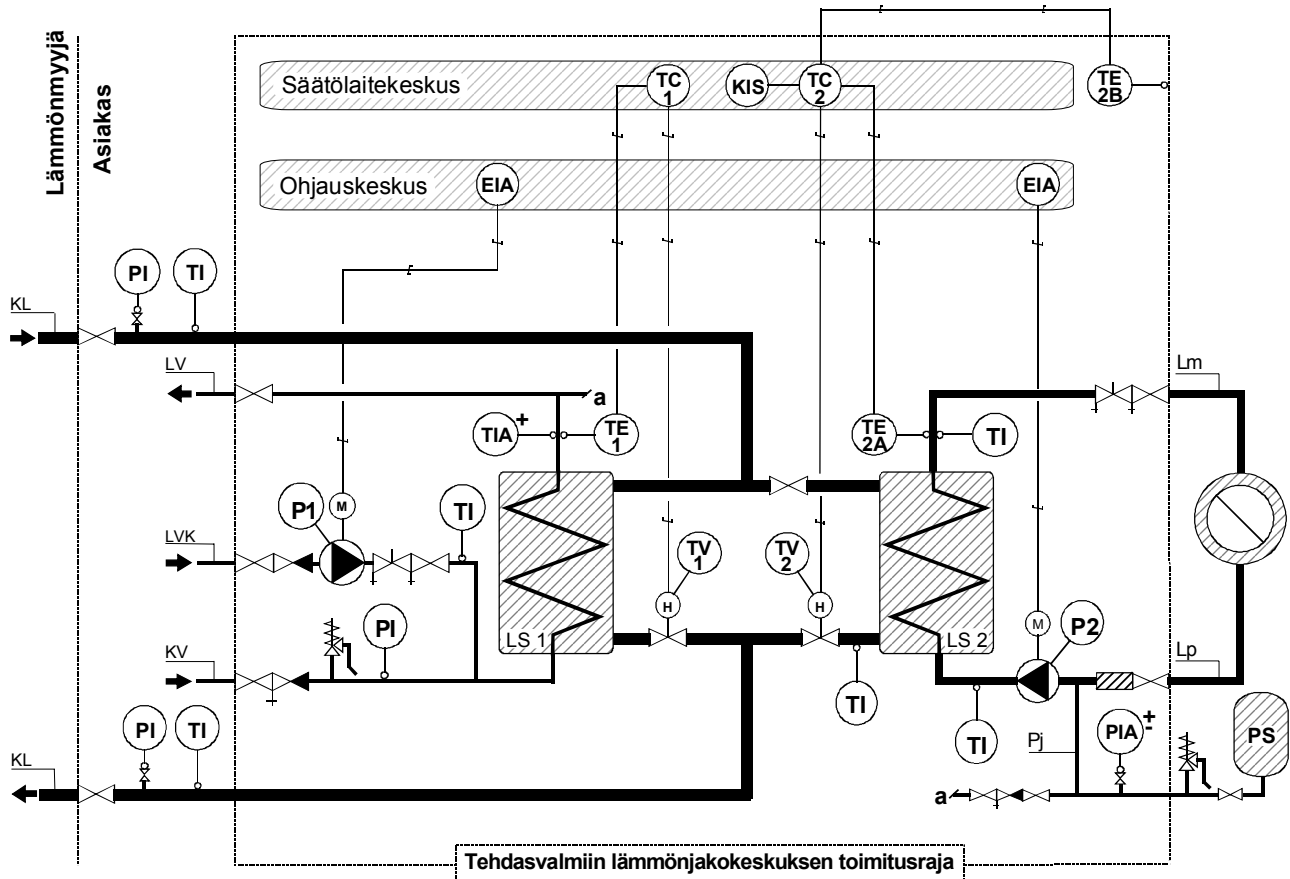
Säätökeskus TC 1 ohjaa säätöventtiiliä TV1 käyttöveden lämpötilan tuntoelimen TE1 mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 55 °C.

LÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC2 ohjaa säätöventtiiliä TV2 menoveden lämpötilan tuntoelimen TE2A ja ulkoilman lämpötilan tuntoelimen TE2B mittausarvojen perusteella pitäen lämmitysverkostoon lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvojen mukaisena.

LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT





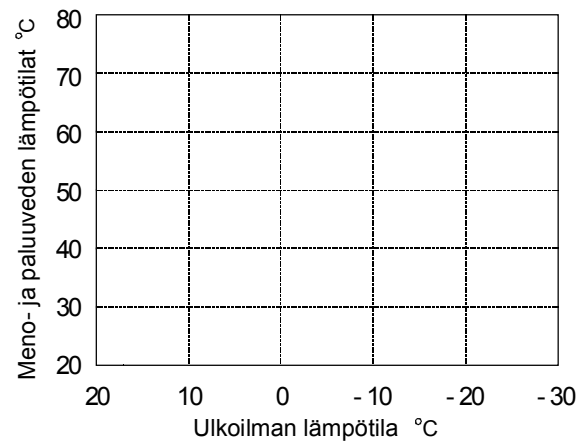
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

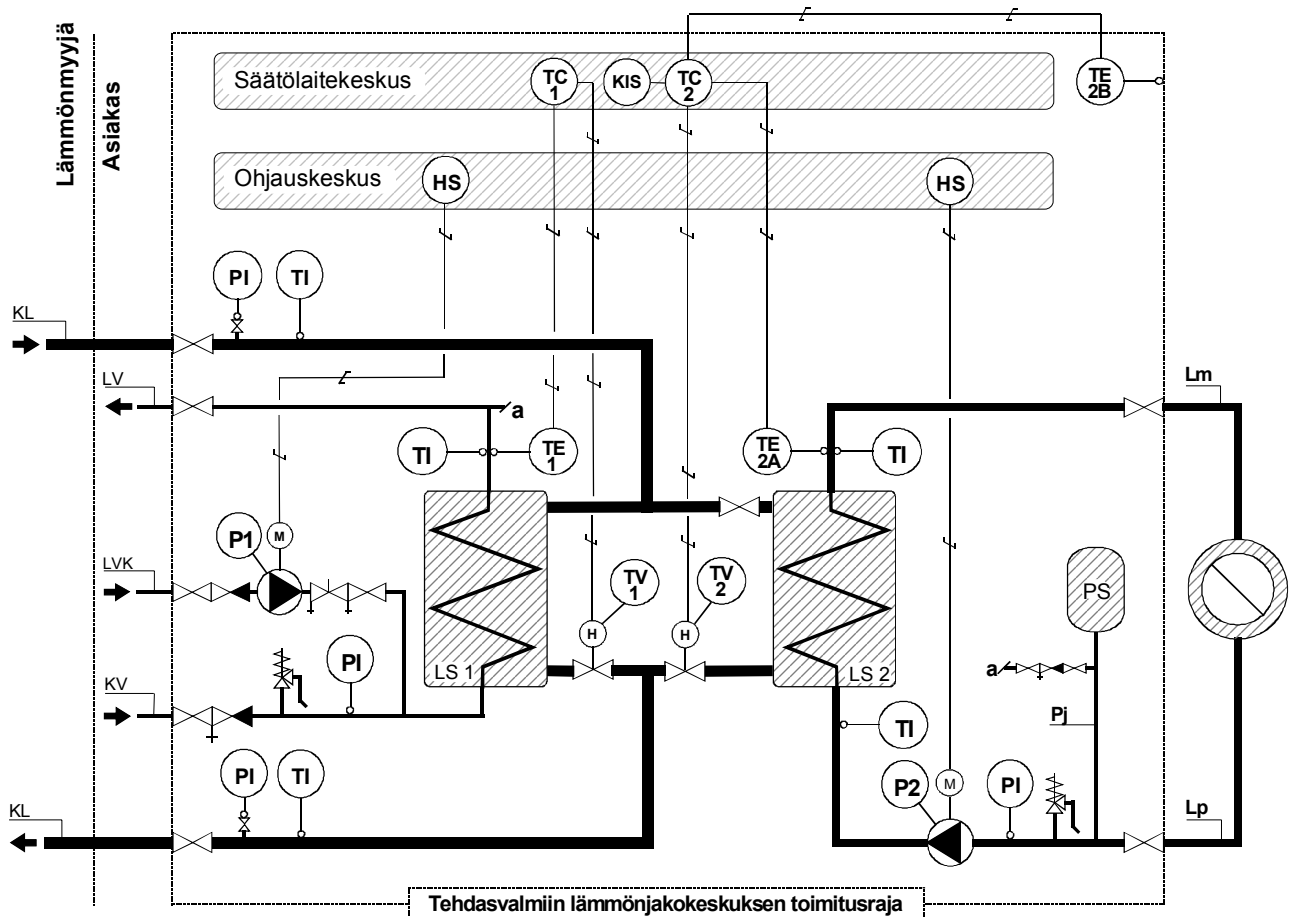
Säätökeskus TC1 ohjaa säätöventtiiliä TV1 käyttöveden lämpötilan tuntoelimen TE1 mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 55 °C.

LÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC2 ohjaa säätöventtiiliä TV2 menoveden lämpötilan tuntoelimen TE 2A ja ulkoilman lämpötilan tuntoelimen TE2B mittausarvojen perusteella pitäen lämmitysverkostoon lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvojen mukaisena.

LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT





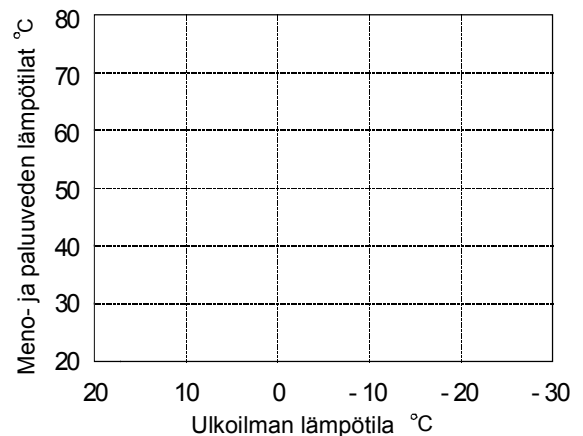
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC 1 ohjaa säätöventtiiliä TV1 käyttöveden lämpötilan tuntoelimen TE1 mittausravon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 55 °C.

LÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC2 ohjaa säätöventtiiliä TV2 menoveden lämpötilan tuntoelimen TE2A ja ulkoilman lämpötilan tuntoelimen TE2B mittausravon perusteella, pitäen lämmitysverkostoon lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvojen mukaisena.

LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT



Symboli	Mer- kintä	Nimitys	Symboli	Mer- kintä	Nimitys	
	LS	Lämmönsiirrin		L	Lämmönluovutin (lämmitysverkosto)	
	TV	Säätöventtiili (2-tie), automaatti- ja käsiohjaus		Pa	Lämmityspatteri	
	TV	Säätöventtiili (3-tie), automaatti- ja käsiohjaus		SP	Sulku-/säätöpelti	
	TV	Magneettiventtiili		F	Puhallin (ja moottori)	
		Pumppu (ja moottori)				
	PS	Paisuntasäiliö		VV	Varoventtiili	
		Sulkuventtiili		TI	Lämpömittari	
		Yksisuuntaventtiili		TIA	Lämpömittari hälytyksellä	
		Kertasäätöventtiili paineenmittaus- yhtein		PI	Painemittari	
		Ryhmäventtiili (sulku + koestus- yhde + yksisuunta)		PIA	Painemittari hälytyksillä	
		Ryhmäventtiili (sulku + koestus- yhde + yksisuunta + sulku)		TE	Lämpötilan tuntoelin	
		Lianerotin		TE ⁺	Lämpötilan tuntoelin (rajoitus)	
		Sähköinen viestijohto		TC	Säätökeskus	
		Hydraulinen viestijohto		KIS	Aikakytkin	
		Kaukolämpöjohto		HS	Kytkin	
		Lämpöjohto meno		EIA	Relekytkin (näyttö + hälytys)	
		Lämpöjohto paluu		EY	Ohjausrele	
		Lämminvesiputki		FG	Peltimoottori	
		Lämminvesikiertoputki		TAH	Jäätymissuojatermostaatti	
		Kylmävesiputki		Ryhmä- nume- rointi	1	Käyttövesi
		Paisuntaputki			2	Lämmitys
		Ilmakanava			3	Ilmanvaihto

Oheiset tässä julkaisussa käytetyt merkinnät perustuvat pääasiassa seuraaviin standardeihin:

- Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa D4 LVI-piirrosmerkit. Ohjeet
- standardi SFS 4103 Instrumentoinnin piirrosmerkit
- standardi SFS 4286 Prosessikaavioiden piirrosmerkit

Laitoksen kytkentäkaavio	<p>LÄMMÖNJAKOKESKUS</p> <p>Taulukko: Lämmönjakokeskuksen laitteiden mitoitus</p>	<p>LÄMMITYSTEKNISEET TIEDOT</p> <p>Taulukko</p>
Lämmitysverkoston toimintalämpötilat ja toimintaselostukset	Mahdolliset lämmönmyyjän ja urakoitsijan merkinnät	Kohteen tunnistetiedot (Otsikkotaulu)

- Kytkenäkaaviossa esitetään lämmönjakokeskuksen kytkentöjen lisäksi muut oleelliset kytkennät ja laitteet niin, että laitoksen kokonaistoiminta selviää kaaviosta.
 - Lämmönjakohuoneen pohjapiirustus liitetään kytkentäpiirustuksen vasempaan päähän.
- Kytkenäpiirustus kiinnitetään lämmönjakohuoneeseen käytön kannalta sopivaan paikkaan kosteudenkestävästi pinnoitettuna.

9.4 Lämmönjakokeskukset

9.4.1 Tehdasvalmiin lämmönjakokeskuksen toimitusrajat ja varusteet

Tehdasvalmiin lämmönjakokeskuksen vakiotoimitus sisältää peruskytkentöjen (ks. peruskytkentöjen toimitusrajat) mukaiset putkistot ja laitteet sähköisesti valmiiksi kytkettynä ja tarvittavilla ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiileillä varustettuna.

Jos suunnitelmissa on poikettu peruskytkennöistä, lämmönjakokeskus toimitetaan lämmönmyyjän hyväksymien suunnitelmien mukaisesti.

Lämmönjakokeskuksen meno- ja paluuputken tulee olla samaa kokoa. Venttiilien ja varusteiden tulee olla putken kokoa. Lämmönjakokeskuksen putkistojen ja varusteiden painehäviöt eivät saa ylittää 5 kPa:a. Kohdassa 13.6 on esitetty ohjeellinen taulukko G lämmityssiirtimen toisiopuolen putkiston ja varusteiden mitoituksista. Lämmönjakokeskuksen valmistajan tulee pyydetessä antaa selvitys putkiston ja varusteiden mitoituksista ja painehäviöistä taulukosta poikkeavia kokoja käytettäessä.

9.4.2 Lämmönjakokeskusten säätölaitteet ja -järjestelmät sekä mittaukset

Lämmönjakokeskuksen säätöventtiilit, -moottorit ja lämpötilan tuntoelimet kuuluvat aina lämmönjakokeskuksen valmistajan toimitukseen. Lämmönjakokeskus suositellaan varustettavaksi yksikkösäätimillä riippumatta rakennuksen säätö- ja valvontajärjestelmästä.

Säätölaitteet on pyrittävä varustamaan tehdasvalmisteisesti siten, että ne ovat liitännävalmiit rakennusten rakennusvalvontajärjestelmiin.

Säätölaitteet tulee ennakkovirtittää siten, että rakennusaikana lämmityslaitteiston käytöstä ei aiheudu haittaa tai vaaraa. Tarvittaessa rakennukseen asennetaan väliaikainen säätöjärjestelmä

Lämmönjakokeskukseen välittömästi liittyvät toisiopuolen säätöpiirit laitteineen ja kytkentöineen suositellaan sisällytettäväksi tehdasvalmiin lämmönjakokeskuksen toimitukseen säätö- ja ohjauskeskuksen sekä kytkentöjen yhtenäistämiseksi.

Lämmönjakokeskuksen mittausten sijoitukseen on kiinnitettävä huomiota niin, että mittaustulokset antavat luotettavan kuvan toiminta-arvoista. Esim. lämpötila-anturit on sijoitettava sellaiseen paikkaan, että mittaustulos kuvaa riittävän hyvin ko. kohdassa vallitsevaa keskimääräistä lämpötilaa. Samoin virtauksen mittauksen tarkkuus on varmistettava mm. riittävän pitkällä rauhoitusputkella.

9.4.3 Ohjauskeskus

Kiertovesipumppujen ja säätölaitteiden ohjauskeskus sisältää vakiotoimituksena kaikki sähköalan määräysten mukaiset kytkimet ja laitteet. Ohjauskeskuksen tulee olla helppokäyttöinen ja helposti liitettävissä sähköverkkoon.

9.4.4 Lämpöeristykset, pintakäsittelyt ja merkinnät

Lämmönjakokeskuksen tulee olla eristetty ja pinnoitettu. Osa laitteista voidaan tarvittaessa eristää vasta asennuspaikalla.

Laitteisiin kiinnitetään pysyvät, selkeät ja selvästi luettavat laite- tai ryhmäkohtaiset merkinnät. Jos käytetään ryhmäkohtaisia merkintöjä, laitteet numeroidaan kytkentäkaavion merkintöjen mukaisesti. Putkistot merkitään eristyksen päälle virtaussuuntaa osoittavilla nuolilla ja selittäville teksteillä.

Laitteiden merkintä kuuluu lämmönjakokeskuksen toimitukseen. Merkintöjen on oltava helposti luoksepäästävissä kohdassa näkyvissä, kun laite on asennettu käyttöpaikalleen. Ne eivät saa sijaita helposti irrotettavissa kansissa tai vastaavissa osissa.

Laitteiden ja varusteiden merkinnöistä on selkeästi ja yksikäsitteisesti käytävä ilmi laitteen mitoitusarvot ja muut tekniset tiedot.

9.4.4.1 Lämmönsiirtimien merkintä

Lämmönsiirtimien merkinnät sisältävät seuraavat tiedot:

- valmistajan nimi
- mallin ja sarjan tai erän yksilöivä merkintä
- CE-merkki ja sen kiinnittämivuoden kaksi viimeistä numeroa (ei hyvän konepajakäytännön mukaisissa eli luokan 1 painelaitteissa)
- valmistumisvuosi, jos ei CE-merkkiä
- korkein ja alin käyttölämpötila (°C)
- suurin käyttöpaine (bar)
- tilavuus tilakohtaisesti (L)
- lämpöteho (kW)
- suunnittelu- ja mitoituslämpötilat (°C)
- painehäviöt tilakohtaisesti (kPa)
- virtaus, ensiö- ja toisiopuolella (dm³/s).

Liitoskohdissa on ilmoitettava selvästi tekstein ja virtaussuuntaa osoittavin merkein, mihin putkiin ne on yhdistettävä.

9.4.4.2 Säätöventtiilin merkintä

Säätöventtiilin merkinnät sisältävät seuraavat tiedot:

- valmistaja
- malli
- kvs-arvo

- nimelliskoko
- paineluokka.

9.4.4.3 Pumpun merkintä

Pumpun merkinnät sisältävät seuraavat tiedot:

- valmistaja
- malli/juoksupyörän koko
- pyörimisnopeus (1/min)
- tuotto (dm^3/s)
- nostokorkeus (kPa)
- moottorin ottama teho (kW) ja nimellisvirta (A)
- suurin sallittu käyttöpaine (MPa tai bar)
- korkein sallittu käyttölämpötila ($^{\circ}\text{C}$).

Pumpun tuottona (dm^3/s) ja nostokorkeutena (kPa) ilmoitetaan toiminta-arvot lämmönjakokeskuksen mitoitusolosuhteissa.

9.4.5 Hälytykset

Lämmönjakokeskus varustetaan vähintään peruskytkennöissä esitetyillä hälytyskytkimillä.

9.4.6 Lämmönjakokeskuksen asennus

Asennustyössä tulee noudattaa hyvää konepajatekniikkaa ja huolellisuutta. Asennuspaikalla tehtävissä asennuksissa tulee käyttää tehdasvalmisteisia osia.

9.4.7 Ääni

Lämmönjakokeskuksen laitteiden aiheuttama ääni ei saa olla häiritsevää lämmönmyyjän ilmoittamissa käyttöolosuhteissa. Äänitaso ei saa ylittää asunnoissa Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1 annettuja arvoja. Rakennuksen LVIS-laitteiden aiheuttama enimmäisäänitaso saa asunnon keittiössä olla enintään 38 dB ja muussa asuinhuoneessa enintään 33 dB. Keskiäänitasovaatimukset ovat keittiössä enintään 33 dB ja muissa asuinhuoneissa enintään 28 dB.

9.4.8 Käyttö- ja huolto-ohjeet

Asiakkaalle toimitetaan lämmönjakokeskusten mukana hänen haluamallaan kotimaisella kielellä olevat laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet sekä sähkö- ja säätölaitekytkentäkaaviot. Näitä varten tekniseen laitetilaan asennetaan taroituksenmukainen säilytystila, jossa ohjeet säilyvät siistinä.

9.4.9 Lämmönjakokeskuksen takuu

Lämmönjakokeskuksella tulee olla vähintään 1 vuoden mittainen ns. täystakuu, joka sisältää myös välittömät asennuskustannukset. Lämmönjakokeskuksen varusteiden takuu on vähintään 2 vuotta. Lämmönsiirtimien materiaalitakuun tulee olla vähintään 5 vuotta.

9.4.10 Lämmönjakokeskus painelaitteena

Lämmönsiirtimet ja paisunta-astiat ovat painelaitteita. Painelaitteita koskeva lainsäädäntö perustuu EU:n direktiiviin 97/23/EY. Lainsäädännössä korostetaan painelaitteen markkinoille saattamiseen liittyvää valmistajan vastuuta ja painelaitteen käytönaikaista omistajan ja haltijan vastuuta.

Painelaitteen tai laitekokonaisuuden valmistajan on annettava EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus ja kiinnitettävä siihen CE-merkki

- CE-merkillä valmistaja ilmoittaa, että painelaite tai laitekokonaisuus on suunniteltu ja valmistettu painelaitedirektiivin mukaisesti
- ns. hyvän konepajakäytännön mukaisiin painelaitteisiin tai painelaitetekonaisuuksiin CE-merkkiä ei saa kiinnittää /KTM-päätös 938/1999, 6 §/.

Liitteessä 1 on tarkemmin esitetty rajat, milloin lämmönsiirtimessä on oltava CE-merkki.

10 KAUKOLÄMPÖLAITTEIDEN UUSINTA

10.1 Yhteydenpito lämmönmyyjään

Jo laiteusintojen suunnitteluvaiheessa on asiakkaan tai hänen edustajansa (suunnittelija, urakoitsija) otettava yhteyttä lämmönmyyjään, jolloin voidaan selvittää mm. lämmönkulutustietojen perusteella laiteistomitoitusta. Samalla selvitetään rakennuksessa sijaisevien lämmönmyyjän laitteiden uusinta- ja muutostarve.

10.2 Laitteusinnan toteutusperiaatteet

Asiakkaan ja lämmönmyyjän sekä myös suunnittelijoiden ja asennusurakoitsijoiden edun mukaista on, että lämmönjakokeskus tai sen osa peruskorjataan hallitusti taloudellisen käyttöiän päättyessä. Tällöin voidaan rahoitus, suunnittelu ja asennustyö aikatauluineen valmistella huolella.

Yli 20 vuotta vanhan lämmönjakokeskuksen uusinta tulee pääsääntöisesti tehdä kokonaisuusintana.

10.3 Laitteusinnan toteutus ja -laajuus

Lämmönjakokeskuksen toiminnan kannalta epävarmat, rikkoutuneet ja puutteelliset laitteet uusitaan nykyisiä vaatimuksia vastaaviksi myös osittaisten laiteusintojen yhteydessä.

Lämmitys- ja ilmanvaihtosiirtimen uusimisen yhteydessä selvitetään ko. piirien toisiopuolen laitteiden ja kytkentöjen uusintatarve.

Laitteusinnan yhteydessä tehdään asbestikartoitus koko alueelta yhteistyössä lämmönmyyjän kanssa. Purkutyöt tehdään asbestipurkutöitä koskevien määräysten mukaan.

Lämmitysverkoston tasapainotus on syytä tarkistaa ja tarvittaessa tehdä siirtimen uusimisen yhteydessä.

10.4 Laitteusinnan suunnittelu ja asennustyö

10.4.1 Suunnittelun ja mitoituksen lähtökohdat

Laitteiden mitoituksen tulee perustua todellisiin toiminta-arvoihin. Järjestelmää tarkastellaan aina kokonaisuutena. Laitteiden mitoitusta varten tarvittavat energiankulutustiedot saa tarvittaessa lämmönmyyjältä (asiakkaan luvalla).

Rakennuksen käyttötavat ja -kokemukset selvitetään rakennuksen käyttäjiltä. Toteutuneet toisiopuolen meno- ja paluuveden lämpötilat selvitetään tarvittaessa mittauksin. Rakennustekniset tiedot (rakennustilavuus, asuntojen/asukkaiden lukumäärä yms. tiedot) tarkistetaan.

10.4.2 Suunnitelma, toimintakaavio

Muutostyötä koskevan suunnitelman tulee sisältää yhtenäinen selkeä toimintakaavio, josta käy ilmi asiakkaan lämmityslaitoksen toiminta muutoksen jälkeen ja laitteiden tekniset arvot myös käyttöön jäävien laitteiden osalta. Käyttöön jäävien vanhojen laitteiden tekniset arvot esitetään todellisina toiminta-arvoina.

Muut piirustukset ja työselostus tehdään tarpeen mukaan.

10.4.3 Lämmönsiirtimet, lämmönjakokeskukset

Lämmityksen lämmönsiirtimen tehontarve voidaan useimmissa tapauksissa laskea kulutustietojen perusteella. Kohdassa 13.4 on esimerkki lämmityksen lämmönsiirtimen mitoituksesta energiankulutuksen perusteella.

Ilmanvaihtoverkoston lämmönsiirtimen tehontarpeen yms. asioiden selvittämiseksi on ilmanvaihtolaitteiden toiminta tutkittava ja tarvittaessa mitattava. Ilmanvaihtolaitteiden uusintatarve selvitetään samalla.

Käyttövesisiirrin mitoitetaan kohdan 4.2.1 mukaisesti riippumatta entisestä mitoituksesta.

Uusittavat toisiopuolen säätölaitteet ja kytkennät sisällytetään mahdollisuuksiensa mukaan keskitetysti lämmönjakokeskukseen.

10.4.4 Säätöventtiilit, lämpötilan tuntoelimet

Säätöventtiilien mitoitusta varten hankitaan lämmönmyyjältä tieto käytettävissä olevasta paine-erosta vaihtelurajoineen.

Venttiilin mitoituksen tulee perustua todellisiin toiminta-arvoihin myös silloin, kun kysymyksessä on vain säätöventtiilin uusiminen.

Menoveden lämpötilan tuntoelimen sijainti tarkistetaan ja tarvittaessa asennetaan uudestaan kohdan 5.4 mukaisesti. Ulkolämpötilan tuntoelimen sijoitus tarkistetaan.

10.4.5 Pumput

Pumput mitoitetaan todellisten toiminta-arvojen mukaan. Näin varmistetaan lämmitysverkoston tasapainon säilyminen.

Vanhojen käyttöön jäävien pumppujen toiminta ja kunto tarkistetaan. Toimintapiste esitetään suunnitelmassa.

Haluttu virtaama ja paine-ero toteutetaan ensisijaisesti pumpun oikealla mitoituksella, toissijaisesti virtausta kuristamalla.

10.4.6 Paisunta- ja varolaitteet

Paisunta- ja varolaitteiden mitoitukset tarkistetaan ja esitetään suunnitelmassa, vaikka niitä ei uusittaisikaan. Paisuntasäiliön esipaine on aina tarkistettava.

Avonaiset paisuntajärjestelmät korvataan suljetuilla järjestelmillä, jos ei ole perusteltua syytä säilyttää avointa järjestelmää.

Varolaitteiden avautumispaineen valinnassa otetaan huomioon vanhan lämmitysjärjestelmän rakennepaine ja kunto.

Lämmitys- ja ilmanvaihtoverkoston vanhat täyttöventtiilit poistetaan. Lämmönjakokeskukseen asennetaan uudet täyttöventtiilit.

10.4.7 Sulkuventtiilit ja putkistot

Rasvatiivisteiset venttiilit ja tarpeettomat vanhat sulkuventtiilit poistetaan osittaisenkin uusintatyön yhteydessä.

Käyttöön jäävien venttiilien kunto ja toiminta tarkistetaan.

Vanhat tarpeettomaksi jäävät putkistot ja laitteet puretaan.

10.4.8 Lämpö- ja painemittarit

Lämpömittarit ja mittaritaskut sekä painemittarit sulkuineen uusitaan muutostyön yhteydessä.

Mittarointi tehdään samoin kuin uudessa lämmönjakokeskuksessa, tarpeettomat mittarit poistetaan ja puuttuvat lisätään.

Osittaisenkin laiteuusinnan yhteydessä lisätään puuttuvat lämpö- ja painemittarit kaukolämpöjohdon tulo- ja paluuputkeen asiakkaan pääsulkujen jälkeen vaikka ne sisältyisivät lämmönmyyjän mittauskeskukseen.

10.5 Lämmönmyyjän laitteet

Hyvissä ajoin ennen laiteuusintatyön aloittamista tulee ottaa yhteys lämmönmyyjään, jotta mahdollinen mittauskeskuksen uusiminen voidaan selvittää ja sovittaa yhteen rakennuksen laitteiden uusimistöiden kanssa.

Rakennuksessa tehtävien asbestipurkutöiden yhteydessä on tarkoituksenmukaista purkaa asbestieristeet myös lämmönmyyjän laitteiden ja putkien osalta. Asiasta ja kustannusten jakamisesta tulee sopia lämmönmyyjän kanssa ennen purkutöitä. Tällöin sovitaan myös uudelleeneristämisestä.

Lämmönmyyjän putkien ja laitteiden mahdolliset siirrot tilataan kirjallisesti lämmönmyyjältä hyvissä ajoin ennen siirtotarvetta. Siirroista voidaan periä aiheutuneet kulut, jotka sovitaan töiden aloittamista lämmönmyyjän kanssa.

11 LAADUNVARMISTUS JA TARKASTUKSET

Laadunvalvonnan ja tarkastustoiminnan tavoitteena on taata kaukolämpöasiakkaalle hyvälaatuinen ja turvallinen lämmitysjärjestelmä. Samalla lämmönmyyjä varmistaa kaukolämpöverkon tehokkaan toiminnan.

Laadunvarmistukseen ja tarkastuksiin liittyvä, tässä kappaleessa esitetty menettely perustuu lämmönmyyjän ja asiakkaan kesken tehtyyn yksityisoikeudelliseen sopimukseen (lämpösopimus / lämmönmyyntiehtot). Lämmönjakokeskuksen asennuksia tekevien lämpöurakoitsijoiden ja lämmönmyyjien välisen yhteistyösopimuksen malli ja toteutustapa on esitetty Sky:n suosituksessa K2.

11.1 Kaukolämmitys- ja LVI-suunnitelmat

Kaukolämmityssuunnitelmat tehdään rakennuksen tehon- ja energiatarpeiden selvittämiseksi. Lämmönmyyjä tarvitsee suunnitelmissa esitettäviä tietoja mm. seuraaviin tarkoituksiin:

- lämpösopimuksen perusteiden määrittämiseen
 - ♦ tilausteho ja/tai -vesivirta
- energiankulutuksen arviointiin
- kaukolämpöliittymän suunnitteluun (mitoitus, rakentamisen aikataulut).

Kaukolämmityssuunnitelmat, selvitykset ja piirustukset toimitetaan paperilla tai sähköisessä muodossa lämmönmyyjän käyttöön.

Kaukolämmityssuunnitelmissa esitetään kaukolämpöön liitettävän rakennuksen lämmitystekninen mitoitus ja asennussuunnitelmat niiltä osin kuin ne liittyvät kaukolämpölaitteiden valintaan ja asennukseen. Kaukolämmityssuunnitelma on osa rakennuksen LVI-suunnitelmaa. Suunnitelmien oikeellisuudesta vastaa LVI-suunnittelija.

Kaukolämmityssuunnitelman tulee sisältää seuraavat tiedot, joita eri osapuolet (suunnittelija, laitetoimittaja, lämpöurakoitsija, säätölaite-urakoitsija) tarkentavat rakentamisprosessin aikana:

- lämmitystekniset tiedot
- toisioverkoston mitoitus
- lämmönjakokeskuksen mitoitus
- lämmityspiirien toiminta-arvot
- kytkennät (myös toisiopiirit)
- laitteiden toimintakuvaukset
- laitteiden ja putkien sijoituskuva
- asemapiirros.

11.1.1 LVI-suunnittelijan tehtävät

LVI-suunnittelijan tekemä kaukolämmityssuunnitelma sisältää

- Lämmitystekniset tiedot -taulukko
 - ♦ rakennuksen perustiedot
 - ♦ lämmitystekhot ja mitoituslämpötilat laiteryhmäkohtaisesti
- kaukolämpöenergian vuosikulutus
 - ♦ laitteiden käyttötapa- ja käyttöaikatiedot energian- ja tehontarpeen laskentaa varten
- Laitteiden mitoitus tiedot (Lämmönjakokeskuksen mitoitus taulukko)
 - ♦ siirtimien, venttiilien ja pumppujen virtaukset, toimintalämpötilat ja painehäviöt sekä em. laitteiden alustava mitoitus
 - ♦ verkosto, paisunta- ja varolaitteiden mitoitus
 - ♦ käytettävissä olevan paine-ero, mahdollisen paine-erosäätimen mitoitus tiedot
- Lämmityspiirien toiminta-arvot, alustavat tiedot virityspöytäkirjaan
 - ♦ tehotiedot eri ulkolämpötiloilla
 - ♦ virtaamat eri kiertopiireissä lämmönsiirtimen mitoitusarvoilla
 - ♦ suunnitellut toimintalämpötilat ulkolämpötilan funktiona

- Kytkenät
 - ♦ lämmönjakokeskuksen kytkentä
 - ♦ mahdolliset toisiopiirien kytkennät (kierrätysilmakoneet, ilmanvaihtokoneet)
- Sääto- ja ohjausprosessien toimintakuvaukset
- Laitteiden ja putkien sijoituskuva sekä laitteiden käyttöön liittyvä huoltoreitti
 - ♦ erillinen lämmönjakohuoneen pohjapiirros vain tarvittaessa
- Asemapiirros
 - ♦ sisältää myös lämmönmyyjän kanssa sovitun liittymisjohdon alustavan sijainnin.

11.1.2 Laitetoimittajien tehtävät

Laitetoimittaja mitoittaa ja valitsee rakennukseen lämmönjakokeskuksen ja laitteet kaukolämmityssuunnitelman perusteella. Laitetoimittaja täydentää ja tarkistaa laitetiedot LVI-suunnittelijan laatiman alustavan lämmönjakokeskuksen mitoitusaulukon vastaamaan kohteeseen valittuja laitteita.

Laitetoimittajat täydentävät kaukolämmityssuunnitelmaan seuraavat kohdat:

- Lämmönjakokeskus-aulukko
 - ♦ lämmönsiirtimet: valmistaja, mallit, tehot, lämpötilat, painehäviöt
 - ♦ säätöjärjestelmä: säätöventtiilien valmistajat, mallit, painehäviöt, säätökeskus, toimilaitteet, paine-erosäädin
 - ♦ pumpput
 - ♦ lisävarusteet
 - ♦ lämmönjakokeskuksen toimitusrajan sisällä olevien laitteiden ja varusteiden mitoitus
 - ♦ tieto lämmönsiirrinten EN-standardin mukaisesta testauksesta
- Lämmityspiirien toiminta-arvot, virituspöytäkirjan alustavien tietojen täydennys
 - ♦ säätölaitteiden tiedot: säätökeskus, säätöventtiilit, toimilaitteet
 - ♦ käyttöveden virtaamat ja kiertovesipiirin virtaamat
 - ♦ lämmityspiirien virtaamat ja lämpötilat ulkolämpötilan funktiona
- Lämmönjakokeskuksen kytkentä
- Laitteiden toimintakuvaukset ja käyttöohjeet.

Lämmönjakokeskus-aulukko tai vastaavat tiedot sisältävä lämmönjakokeskuksen tekninen erittely tulee lähettää lämmönmyyjälle heti kaupan vahvistuksen jälkeen ennen lämmönjakokeskuksen toimittamista asiakkaalle, jotta siihen tulevat mahdolliset muutokset ehditään tehdä ennen toimitusta.

11.2 Lämmönjakokeskuksen asennus ja vastaanotto

Kaukolämmityslaitteiden käyttöönottoon liittyy dokumentoituja toimenpiteitä, jotka on esitetty taulukossa F. Lämmönmyyjä voi tehdä käyttöönotto- ja valvontatoimenpiteet itse tai halutessaan antaa osan toiminnoista hyväksytyjen (auktorisoitujen) lämpöurakoitsijoiden tai muiden palveluntarjoajien tehtäväksi.

Taulukko F. Kaukolämpölaitteiden käyttöönottoprosessi.

Toimenpide	Dokumentti	Toteuttaja
Laitteiden asennus ja toimintatarkastus		Lämpöurakoitsija
Laitteiden käyttöönotto, käyttöönottotarkastus	Asennusvalvontapöytäkirja	Lämmönmyyjä, auktorisoitu lämpöurakoitsija tai muu palveluntarjoaja
Lämmöntoimituksen aloitus	Aloituseroilmoitus	Lämmönmyyjä
Säätölaitteiden viritys ja säätölaitteiden toimintakoe	Virityspöytäkirja	Laitetoimittaja (valtuutettu säätölaitteurakoitsija)
Laitteasennusten valmistuminen, toimintakoe, lopputarkastus	Valmistumispöytäkirja	Lämmönmyyjä, auktorisoitu lämpöurakoitsija tai muu palveluntarjoaja
Loppukäyttäjän koulutus		Lämpöurakoitsija

Lämmönmyyjä voi auktorisoida lämpöurakoitsijoita tai muita palvelun tarjoajia tekemään laitteiden käyttöönotto- ja toimintakokeita. Auktorisoidulla lämpöurakoitsijalla tulee olla riittäväksi katsottu laadunvalvontajärjestelmä. Auktorisoitu lämpöurakoitsija toimittaa allekirjoituksella vahvistamansa pöytäkirjat lämmönmyyjälle. Lämmönmyyjä seuraa auktorisoidun urakoitsijan laatua pistokokein

11.2.1 Laitteiden käyttöönotto, käyttöönottotarkastus

Laitteasennusten valmius todetaan joko lämmönmyyjän tekemässä käyttöönottotarkastuksessa tai lämmönmyyjän auktorisoiman lämpöurakoitsijan laatimassa asennusvalvontapöytäkirjassa.

Laitteiden käyttöönotossa tarkastetaan seuraavat asiat:

- liitosten tiiviystarkastus
- sijoitus- ja huoltotilat
- lämmönsiirtimet (kilpiarvot)
- CE-merkki ja vaatimustenmukaisuusvakuutus
- säätöventtiilit (kilpiarvot)
- kytkentä, ensiö ja toisio
- paisunta- ja varolaitteet
- venttiilit yms. varusteet/liitokset
- ilmanpoistot ja tyhjennykset
- paine- ja lämpömittarit
- säätölaitteet ja lämpötila-anturit
- putkikoot ja materiaalit
- laitteiden ja putkien tuenta
- lämpölaajenemisasiat

- pumppauslaitteet
- lämmitys- ja ilmanvaihtokoneet.

11.2.1.1 Tiiviyskoe

Ensiöpuolen putkiston ja laitteiden sekä lämmönsiirtimien tiiviys todetaan painekokeella, joka tehdään kylmällä vedellä. Koepaine on 1,3 x suurin sallittu käyttöpaine (= suunnittelupaine). Normaalisti koepaine on 2,1 MPa (1,3 x 1,6 MPa). Koepainetta ylläpidetään vähintään 15 minuuttia, kuitenkin niin, että kaikkien paineenalaisten osien ja liitosten tarkastaminen on mahdollista kokeen aikana.

Käyttöön jäävien vanhojen laitteiden suunnittelupaine tulee ottaa huomioon koepainetta määrättäessä.

11.2.2 Lämmöntoimituksen aloitus

Lämmöntoimituksen aloituksen tekee aina lämmönmyyjä. Lämmöntoimitus voidaan aloittaa, kun asiakkaan kaukolämmityslaitteet täyttävät lämmönmyyjän asettamat tekniset vaatimukset ja valmius lämpöenergian mittaukselle on olemassa.

11.2.3 Säätojärjestelmän viritys ja toimintakoe

Lämmönjakokeskuksen säätojärjestelmä viritetään asennuspaikalla lämmöntoimituksen aloituksen jälkeen. Viritys tehdään suunnittelijan antamien lähtöarvojen pohjalta.

Lämpöurakoitsija toimittaa säätoilaitteurakoitsijalle kaukolämmityssuunnitelman ne osat, joista löytyvät tarvittavat laitteiden perustiedot ja suunnitteluarvot:

- Laitetiedot
 - ♦ säätokekus
 - ♦ toimilaitteet
 - ♦ venttiilit
- Suunnittelijan mitoitustiedot
 - ♦ tehontarpeet ja niiden vaihtelut
 - ♦ virtaamat
 - ♦ lämpötilat ja paine-erot.

Virittäjän tehtäviin kuuluvat:

- anturien mittausviestien kalibrointi
- ulostulojen toimintapisteiden ja toiminta-alueiden asettelu
- säätoparametrien asettelu
- kompensointien vaikutusten asettelu
- pääsäätojen ja raja-arvosäätojen asetusarvojen asettelu
- asetus-nappien asteikkonäyttämien tarkistukset
- virityspöytäkirjojen tekeminen.

Säätölaiteurakoitsijan tekemässä säätöpiirien toimintakokeessa varmennetaan askelvastekokein, että säätölaitteet toimivat virityksen jälkeen vaatimusten mukaisesti. Erityisen vaativissa kohteissa askelvastekokeet tulee suorittaa piirturia tai dataloggeria hyväksi käyttäen. Toimintakokeen tulokset liitetään virityspöytäkirjaan.

Virityspöytäkirja esitetään osana valmistumispöytäkirjaan liitettäviä dokumentteja.

11.2.4 Kaukolämpölaitteiden vastaanotto, lopputarkastus

Kun asennus-, muutos- tai korjaustyö on täysin valmis, todetaan kaukolämpölaitteiden vastaanotto joko lämmönmyyjän tekemässä lopputarkastuksessa tai auktorisoidun lämpöurakoitsijan valmistumispöytäkirjalla. Uudisrakennuksien kaukolämpölaitteiden vastaanotto tulee olla hyväksytty ennen muuttokatselmusta.

Kaukolämpölaitteiden vastaanotossa tarkastetaan

- asennusvalvontapöytäkirjassa mainittujen virheiden ja puutteiden korjaukset
- käyttö- ja huoltotilat
- siirtimien toiminta
- säätölaitteiden toiminta
- paine- ja lämpömittarit sekä hälytykset
- lämmöneristykset
- laitteiden ja putkien merkintä
- laitoksen toimintakaavio (laitetilassa)
- käyttö- ja huolto-ohjeet (laitetilassa)
- säätö- ja virityspöytäkirjat
- lämmitys- ja ilmanvaihtokoneiden toiminta
- laittilan ilmanvaihto, viemäröinti ja vesipiste
- laittilan valaistus ja viestiyhteydet (puhelin)
- käytön opastus.

Lämmönmyyjä tai auktorisoitu lämpöurakoitsija tekee laitteille toimintakokeen kaukolämmityslaitteiden oikean toiminnan varmistamiseksi, kun lämpöurakoitsija katsoo asennustyön olevan valmis. Kokeen tulokset liitetään laitteiden vastaanotosta laadittavaan valmistumispöytäkirjaan.

Tarkastuksessa havaittujen virheiden ja puutteiden perusteella voidaan määrätä uusintatarkastus.

Lämmönmyyjä katsoo kaukolämpölaitteiden asennustyön valmistuneeksi, kun se on hyväksytty lopputarkastuksessa tai auktorisoitu lämpöurakoitsija on toimittanut lämmönmyyjälle valmistumispöytäkirjan liitteineen.

Hyväksytyin laitteiden vastaanoton jälkeen laitteet luovutetaan asiakkaalle.

11.2.4.1 Kaukolämpölaitteiden toimintakoe

Lämmityksen ja ilmanvaihdon lämmönsiirtimen toiminta testataan niillä tehoilla, jotka testauksen aikana vallitsevat, käyttövesisiirrintä kuormitetaan avaamalla riittävä määrä lämminvesihanoja. Käyttövesivirtaamaa tulee kasvattaa vähintään 50 % mitoitusvirtaamasta. Siirtimen mitoituksen riittävyys voidaan kuitenkin varmistaa vasta, kun lämmönsiirrintä kuormitetaan mitoitusvirtaaman mukaisella virtauksella.

Säätöjärjestelmän toiminnan testauksessa varmistetaan, että virityspöytäkirjassa esitetyt arvot ovat voimassa ja että valitut säätökäyrät ovat suunnittelijan esittämien mitoitus säätökäyrien mukaisia. Säätöjärjestelmän toiminnasta ja virityksestä kaukolämpölaitteiden toimintakokeessa tarkastetaan ainakin

- lämmönsiirtimien ensiö- ja toisiopuolen meno- ja paluulämpötilat
- ulkoilman lämpötila
- ulkolämpötila-anturin asennus ja kytkentä
- viritysarvot ja asetusarvot
 - ♦ säätökäyrät (suunnitellut ja asetetut)
 - ♦ rajoitusarvot

Lämmönsiirrinten testauksessa mitataan

- kaukolämpöveden virtaama
- tarkkuuspainemittarilla paineet lämmönsiirtimien ensiö- ja toisiopuolilla (tarkastetaan painehäviöiden suuruus lämmönsiirtimissä)
- lämpötilat ensiö- ja toisiopuolen meno- ja paluuputkissa.

Mittaustuloksia verrataan lämmönjakokeskustoimittajan mitoitus tietoihin ko. toimintapisteessä ja kohdassa 5.2 esitettyihin vaatimuksiin.

11.3 Laadunvarmistuksen dokumentointi

Asiakas taltioi käyttöönottoprosessin yhteydessä syntyvät dokumentit: kaukolämmityssuunnitelman, asennusvalvontapöytäkirjan, virityspöytäkirjan ja valmistuspöytäkirjan. Kaikki rakennuksen lämmityslaitteisiin liittyvät asiakirjat (myös laitteiden huolto- ja käyttöohjeet) voidaan taltioida esim. lämmönjako-huoneeseen sijoitettavaan kaappiin.

Myös lämmönmyyjä taltioi omiin arkistoihinsa rakennuksen kaukolämmityslaitteisiin liittyvät tarpeellisiksi katsomansa dokumentit.

11.4 Huoltokirja

Lämpöurakoitsija täydentää osaltaan rakennuskohtaiset käyttö- ja huolto-ohjeet.

11.5 Takuuajan toimenpiteet

Urakoitsija korjaa takuuaikana havaitut virheet, viat ja puutteet. Takuuajan töistä laaditaan ja ylläpidetään käyttö- ja huolto-ohjeen liitteeksi ja täydennykseksi päiväkirjaa.

Lämmönmyyjällä on oikeus laitteiden vastaanoton jälkeenkin suorittaa pistokein järjestelmän kuormituskoe, jolla voidaan varmistua laitteiden oikeasta toiminnasta.

11.6 Lämmönjakokeskuksen testaus käyttöolosuhteissa

Lämmönmyyjällä on oikeus testata lämmönjakokeskuksen toiminta joko käyttöönoton yhteydessä tai tarvittaessa myöhemmin, jos järjestelmä ei toimi asetettujen vaatimusten mukaisesti. Testissä tarkastellaan koko lämmönjakokeskuksen ja kaukolämmityslaitteiden toimintaa normaaleissa käyttöolosuhteissa.

Toimintatestauksella varmistetaan laitteiston kokonaistoiminta vaihtuvissa kuormitusolosuhteissa. Lämmönjakokeskuksen toimintatesti käyttöolosuhteissa suoritetaan Sky:n ohjeen (Suositus K16/2003) mukaisesti.

Kiinteistö				Asiakas n:o				
Osoite			Asiakkaan edustaja					
Urakoitsija				Puh. nro				
Ensiöpuoli	on	ei	Lisäselvitykset				on	ei
Laitteiden sijoitus suunnitelman mukainen			Käyttö- ja huoltoilat riittävät					
Lämmönmyyjän laitteiden huoltoila ohjeen mukainen			Lämpömäärämittarin sähkösyöttö asennettu					
Kytkeä suunnitelmien mukainen			DN-koot suunnitelmien mukaiset					
Tarvitavat ilmanpoistot			Vahinkokäyttö estetty					
Tarvitavat tyhjennykset			Tulppaus suoritettu					
Tarvitavat paine- ja lämpömittarit			Luettavuus esteetön					
Säätöventtiilit oikein asennettu			Käsikäytöt kunnossa					
Lämpötila-anturit oikein asennettu			Säätölaitteet toimintakunnossa					
Sulkulaitteet, varusteet ja rakenneaineet hyväksyttäviä			Liitokset hyväksyttäviä					
Asennustyö hyväksyttävä			Tuenta riittävä					
Putkiston ja siirtimien huudonta suoritettu			Vedenpoisto lattiatasolta järjestetty					
Tiivistarkastus hyväksyttävä			Koepaine					MPa
Lämmönsiirtimet	Käyttövesi		Lämmitys		Ilmanvaihto			
Valmistaja								
Malli								
Valmistusnumero/ -vuosi								
Teho kW								
Lämpötilat ensiö / toisiö °C	-	-	-	-	-	-	-	
Painehäviö ensiö / toisiö kPa	/	/	/	/	/	/	/	
Lämmönsiirtimet suunnitelman mukaiset				Siirtimet hyväksyttäviä				
Säätöventtiilit	Valmistaja							
	DN / kvs	/	/	/	/	/	/	
Säätöventtiilit suunnitelman mukaiset				Säätöventtiilit hyväksyttäviä				
Toisiopuoli			Käyttövesi		Lämmitys		Ilmanvaihto	
			on	ei	on	ei	on	ei
Kytkeä ja DN-koot suunnitelman mukaiset								
Paisunta- ja varolaitteet suunnitelman mukaiset								
Tarvitavat ilmanpoistot ja tyhjennykset								
Tarvitavat paine- ja lämpömittarit sekä hälytykset								
Verkoston täyttö hyväksyttävä								
Sulkulaitteet, varusteet ja rakenneaineet hyväksyttäviä								
Pumppauslaitteet suunnitelman mukaiset								
Säätölaitteet oikein asennettu								
Asennus ja tuenta hyväksyttäviä								
Lämminilmakojeet asennettu ja oikein kytketty								
Huomautuksia								
Lämmönjakokeskus	CE-merkintä (jos ei kyseessä hyvän konepajatekniikan muk. painelaite)							
Huomautuksia:								
Uusintatarkastus pidettävä				Laitteisto hyväksytty käyttöön				
Urakoitsijan edustaja				Lämmönmyyjän edustaja				

Kiinteistö				Asiakas n:o	
Osoite				Virityksen tilaaja	
Lämpöurakoitsija				Puh. nro	
Säätölaiteurakoitsija				Puh. nro	
Säätöpiiri Käyttövesi LS 1		Säätöpiiri Lämmitys LS 2		Säätöpiiri Ilmanvaihto LS 3	
Siirrin	Valmistaja _____ Tyyppi _____	Siirrin	Valmistaja _____ Tyyppi _____	Siirrin	Valmistaja _____ Tyyppi _____
Säädin	Valmistaja _____ Tyyppi _____	Säädin	Valmistaja _____ Tyyppi _____	Säädin	Valmistaja _____ Tyyppi _____
Toimilaite	Valmistaja _____ Tyyppi _____	Toimilaite	Valmistaja _____ Tyyppi _____	Toimilaite	Valmistaja _____ Tyyppi _____
Venttiili	Valmistaja _____ DN / kvs _____	Venttiili	Valmistaja _____ DN / kvs _____	Venttiili	Valmistaja _____ DN / kvs _____
Asetus- ja viritysarvot		Asetus- ja viritysarvot		Asetus- ja viritysarvot	
Asetusarvo	_____ °C	Rinnakkaissiirto	_____ °C	Rinnakkaissiirto	_____ °C
P-alue	_____ °C	Yöpudotus	_____ °C	Yöpudotus	_____ °C
I-aika	_____ s	Aamukorotus	_____ °C	Aamukorotus	_____ °C
_____	_____	Max rajoitus	_____ °C	Max rajoitus	_____ °C
_____	_____	Min rajoitus	_____ °C	Min rajoitus	_____ °C
Erikoistoiminnot:					
Havaitut asennusvirheet:		Ulkolämpötila _____ °C Menolämpötila _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C		Ulkolämpötila _____ °C Menolämpötila _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C _____ °C	
Toimintalämpötilat tarkastushetkellä, °C				Kaukolämpövesi	
Käyttövesi	Lämminvesi	Lämmin kiertovesi	Kylmävesi	Tulo °C	Paluu °C
Lämmitys	Meno	Paluu	Ensiöpaluu	Kaukolämmön paineet säätöventtiilit suljettuina	
Ilmanvaihto	Meno	Paluu	Ensiöpaluu	Tulo bar	Paluu bar
				Ulkoilman lämpötila _____ °C	
Säätölaiteurakoitsijan edustaja					

Suomen Kaukolämpö ry
Lämmönkäyttötoimikunta

VALMISTUMISPÖYTÄKIRJA

Päivämäärä _____

Kiinteistö		Asiakas n:o				
Osoite		Asiakkaan edustaja				
Urakoitsija		Puh. nro				
Tarkastuskohde					on	ei
Asennusvalvontapöytäkirjassa esitetyt virheet ja puutteet korjattu						
Laitteiden käyttö- ja huoltotilat riittävät						
Säätölaitteet oikein asennettu ja viritetty						
Ulkotermostaatin sijoitus oikea						
Paine- ja lämpömittarit kunnossa						
Hälytykset kunnossa						
Tiedonsiirron puhelinliittymä kunnossa						
Lämmöneristykset valmiit						
Lämmönjakohuoneen ilmanvaihto järjestetty						
Laitteiston käyttö- ja huolto-ohjeet lämmönjakohuoneessa						
Laitteiston toimintakaavio lämmönjakohuoneessa						
Säätölaitteiden virituspöytäkirjat luovutettu						
Lämminilmakoneet oikein kytketty ja säädetty						
Huoltoreitti tekniseen laitetilaan järjestetty						
Laitteiston käytön opastus suoritettu						
Toimintalämpötilat tarkastushetkellä °C						
Kaukolämpövesi		Käyttövesi	Lämminvesi	Lämmin kiertovesi	Kylmävesi	
Tulo	Paluu	Lämmitys	Meno	Paluu	Ensiöpaluu	
Ulkoilman lämpötila		Ilmanvaihto	Meno	Paluu	Ensiöpaluu	
_____ °C			Meno	Paluu	Ensiöpaluu	
Huomautuksia						
Uusintatarkastus pidettävä			Laitteisto hyväksytty käyttöön			
Urakoitsijan edustaja			Lämmönmyyjän edustaja			

12 SUUNNITTELUOHJEITA

12.1 Lämmitystekniset tiedot, mitoitusaulukon 1 täyttöohjeet

Rakennuksen käyttötarkoitus: Taulukossa ilmoitetaan rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus käyttötarkoitusluokituksen mukaisesti.

Rakennusten lukumäärä: Rakennusten lukumäärä ilmoitetaan tarvittaessa rakennustilavuusina eriteltynä.

Rakennustilavuus: Rakennustilavuus lasketaan ja ilmoitetaan suunnitelmissa standardin SFS 5139 mukaisesti ja eritellään, jos rakennuksessa on lämmittämättömiä tiloja. Laajennusta koskevassa suunnitelmassa ilmoitetaan rakennustilavuudet eriteltynä.

Sisälämpötilat: Jos rakennuksessa on eri lämpöisiä tiloja, ne ilmoitetaan eriteltynä vastaavine tilavuuksineen.

Asuntojen lukumäärä (Liikehuoneistojen yms. lukumäärä): Asuntojen ja liikehuoneistojen yms. lukumäärä ilmoitetaan erikseen, liikehuoneistot yms. sulkeissa. Tarvittaessa selvitetään asukkaiden tai työntekijöiden yms. lukumäärä kohdassa lisätietoja.

Käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet: Käyttövesipiiriin liitettyjen lämmityslaitteiden (esim. kylpyhuonepatterit) teho ilmoitetaan taulukon mukaisesti.

Lämmityspatterit: Lämmityspattereilla tuotettu lämmitysteho eritellään taulukon mukaisesti. Lisäksi ilmoitetaan verkoston toimintalämpötilat. Erilaisilla toimintalämpötiloilla toimivien lämmityspiirien tehot (esim. lattialämmitys) ilmoitetaan erikseen kuten myös laajennusta koskevat tehot.

Kierrätysilmapatterit: Taulukossa ilmoitetaan kierrätysilmakoneiden pattereiden lukumäärä ja niiden kiertoveden toimintalämpötilat ja tehot eriteltynä. Eri lämmönsiirtimiin kytketyt kierrätysilmakoneet ilmoitetaan eri ryhminä.

Ilmanvaihtopatterit ja jälkilämmityspatterit: Ilmanvaihtolaitteiden lämmityspatterit ilmoitetaan lämmityspiirikohtaisesti taulukon 1 mukaisesti. Mitoituslämpötiloina ilmoitetaan kiertoveden lämpötilat. Lämmitystehona ilmoitetaan laitteiden kiertovesiverkostosta ottama teho. Asennettujen ja asennettavien tai muutettavien ilmanvaihtolaitteiden em. tiedot ilmoitetaan eriteltynä. Tarvittaessa ilmoitetaan esim. poikkeavat käyntiajat yms. tiedot.

Tarvittava kaukolämpöteho: Lämmityslaiteryhmien eriteltyt tehot summataan tarvittavaksi kaukolämmitystehoksi. Lämmitys- ja ilmanvaihtosiirtimien yhteensasketun tehon tulee vastata taulukon arvoja.

Lämmöntalteenottolaitteet: Talteenottolaitteiden teho ilmoitetaan taulukon mukaisesti. Tarvittaessa annetaan lisäselvityksiä.

Muu lämmitysteho: Muulla kuin kaukolämmöllä kiinteistöön tuotava lämmitysteho eritellään taulukon mukaisesti.

Kaukolämpöenergian kulutus: Kohdassa ilmoitetaan laskettu kaukolämpöenergian kulutus. Jos osa rakennuksen energian tarpeesta katetaan muulla energiamuodolla, erittely esitetään kohdassa lisätiedot tai erillisellä liitteellä.

Lisätiedot: Kohdassa lisätietoja ilmoitetaan ne tiedot, joilla on merkitystä kaukolämpötehon tai -vesivirran ja lämmitysenergian kulutuksen määrittämiseksi.

Tässä voidaan ilmoittaa mm. seuraavanlaisia tietoja:

- mahdolliset varaukset laajennuksia yms. varten
- erittely eri lämmityspiirien lämmöntalteenotoista
- tiedonsiirtoyhteydet.

12.2 Lämmönjakokeskuksen laitteiden mitoitus, mitoitusaulukon 2 täyttöohjeet

Laitteet mitoitetaan kohdan 3 mukaisesti määriteltyjen tehontarpeiden ja toiminta-arvojen mukaan. Mitoituksella ja laiteratkaisuilla tulee pyrkiä mahdollisimman suureen kaukolämpöveden jäähdytykseen kaikissa käyttötilanteissa.

Tässä kohdassa esitetyt mitoitusohjeet ovat mitoitusaulukon 2 täyttämisen ohjeena. Yksityiskohtaisemmat mitoitusperusteet on esitetty kutakin laitetta käsittelevässä osassa.

Lämmönsiirtimien mitoitusteho: Käyttöveden mitoitusvirtaamana käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 "Kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistot" lämpimän käyttöveden jakojohdon mitoitusvirtaamaa.

Lämmitys- ja ilmanvaihtosiirtimien mitoitustehona käytetään tarvittavia todellisia lämmityshuipputehoja.

Jos lämmönsiirtimen valinnassa otetaan huomioon mahdollinen tehovaraus, ilmoitetaan taulukossa lopullista tehoa vastaavat toiminta-arvot lisätietona.

Lämmönsiirtimien virtaamat: Virtaamat lasketaan ja ilmoitetaan lämmönsiirtimen todellisen jäähdytyksen mukaisesti.

Lämmönsiirtimien lämpötilat: Siirtimet mitoitetaan suurimman esiintyvän lämmitystehon mukaisilla lämpötiloilla. Taulukossa esitetään valittujen lämmönsiirtimien todelliset toimintalämpötilat. Taulukossa on lisäksi esitettävä siirtimen toiminnan tarkastelu siinä käyttötilanteessa, jossa siirtimen virtaamat ovat suurimmat (esim. täyden ilmanvaihdon alimmassa ulkolämpötilassa).

Lämmönsiirtimien painehäviöt: Painehäviöt ilmoitetaan valittujen lämmönsiirtimien mukaisilla mitoitusvirtaamilla.

Kiertovesipumput: Pumppujen juoksupyörän koko, pumpun säätöasento tai suunniteltu pyörimisnopeus ilmoitetaan taulukossa. Mitoitusnostokorkeutena ilmoitetaan verkoston ja lämmönjakokeskuksen painehäviön summa. Moottorin

tehona ilmoitetaan sen sähköverkosta ottama teho. Mahdolliset muut tarvittavat tiedot annetaan lisätiedoissa.

Lisätiedot: Lämmönjakokeskuksen muut laitteet ja niiden mitoitus luetellaan tarvittaessa taulukon laiteluettelossa.

Mahdollinen glykolivesiliuoksen tms. käyttö ja liuoksen koostumus ilmoitetaan lisätiedoissa.

12.3 Lattialämmitys

Lattialämmitysjärjestelmissä mitoituslämpötilat eroavat patterilämmitysjärjestelmistä, menoveden lämpötila on alhaisempi samoin kuin mitoituslämpötila-ero. Lämmityspiiriin lähtevän veden lämpötila on korkeimmillaan 40...45 °C, lattialämmityspiirin mitoituslämpötilaero on normaalisti 5...10 °C. Lattialämmitysjärjestelmän mitoituksessa käytetään putkivalmistajien esittämiä mitoitusohjeita tai erillisiä mitoitusohjelmia.

Lattialämmityksen menoveden lämpötila voidaan tarvittaessa rajoittaa rajoitin-termostaatilla, joka pysäyttää kiertovesipumpun lämpötilan noustessa liian korkeaksi.

Lattialämmityksen lämmönsiirtimien kytkennästä on esitetty esimerkki kohdassa 13.7.

12.4 Kiertovesijohdon mitoitus

Lämpimän käyttöveden säätötuloksen parantamiseksi tulee käyttöveden kiertovesijohdon virtaus mitoittaa riittävän suureksi. Varsinkin pienemmissä rakennuksissa kiertovesijohdon mitoituksella on olennainen merkitys käyttöveden lämpötilan säätötulokseen. Kiertovesijohdon mitoitusvirtaaman tulisi olla vähintään 20 % lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaamasta. Kiertovesijohto tulee mitoittaa siten, että lämmönsiirtimelle palaavan veden lämpötila on vähintään 50 °C (RakMK D1). Kupariputken mitoituksessa tulee ottaa huomioon virtausnopeus.

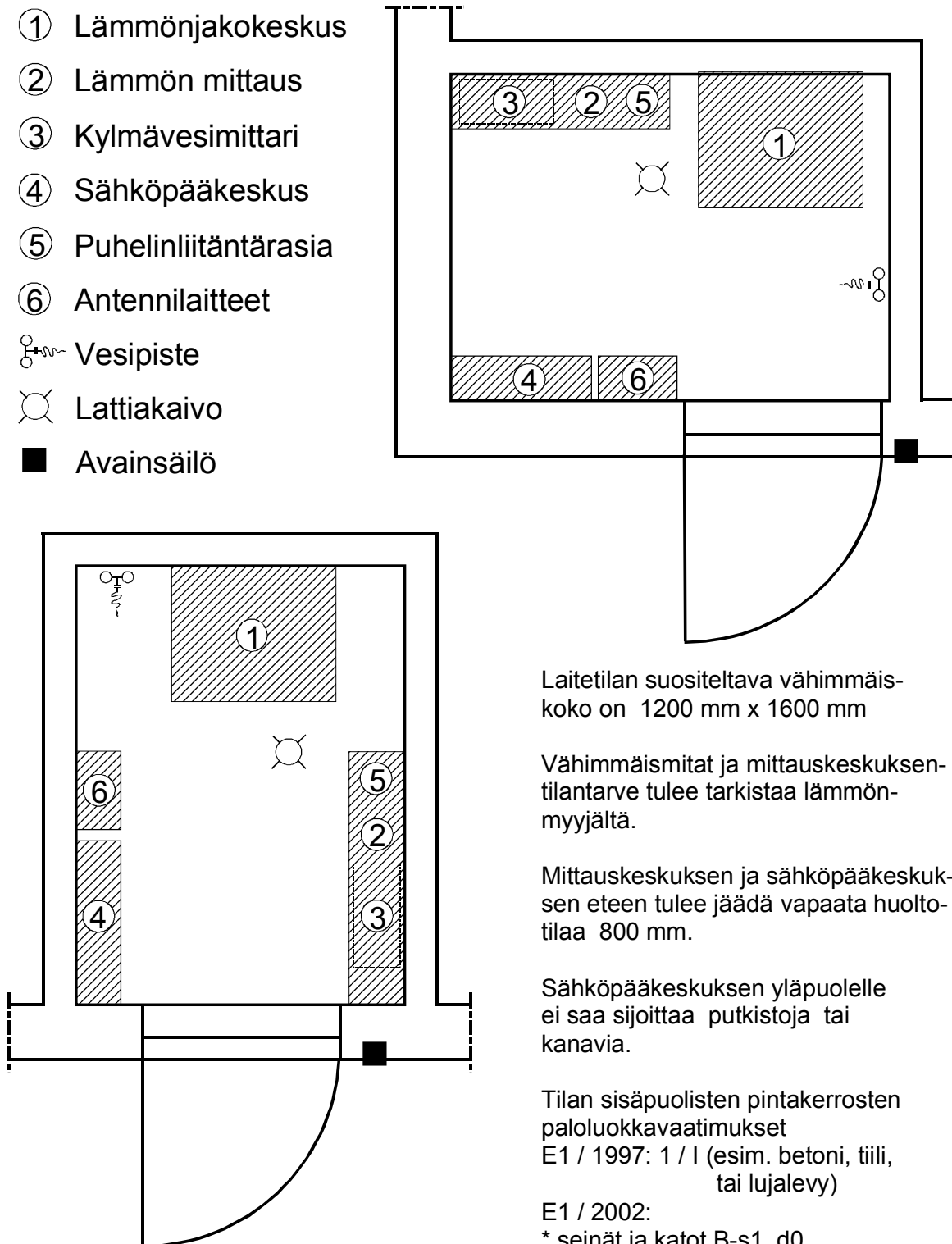
13 ESIMERKKEJÄ

13.1 Teknisen tilan laitteiden sijoitusesimerkkejä

Sivuilla 54..56 on esitetty esimerkkeinä, miten lämmönjakolaitteet, sähköpääkeskus jne. voidaan sijoittaa tekniseen laitetilaan pientalossa, rivitalossa ja kerrostalossa.

Pientalon tekninen laitetila (omakotitalo, paritalo)

- ① Lämmönjakokeskus
 ② Lämmön mittaus
 ③ Kylmävesimittari
 ④ Sähköpääkeskus
 ⑤ Puhelinliitännätarasia
 ⑥ Antennilaitteet
 Vesipiste
 Lattiakaivo
 Avainsäilö



Laitetilan suositeltava vähimmäis-
koko on 1200 mm x 1600 mm

Vähimmäismat ja mittauskeskuksen-
tilantarve tulee tarkistaa lämmön-
myyjältä.

Mittauskeskuksen ja sähköpääkeskuk-
sen eteen tulee jäädä vapaata huolto-
tilaa 800 mm.

Sähköpääkeskuksen yläpuolelle
ei saa sijoittaa putkistoja tai
kanavia.

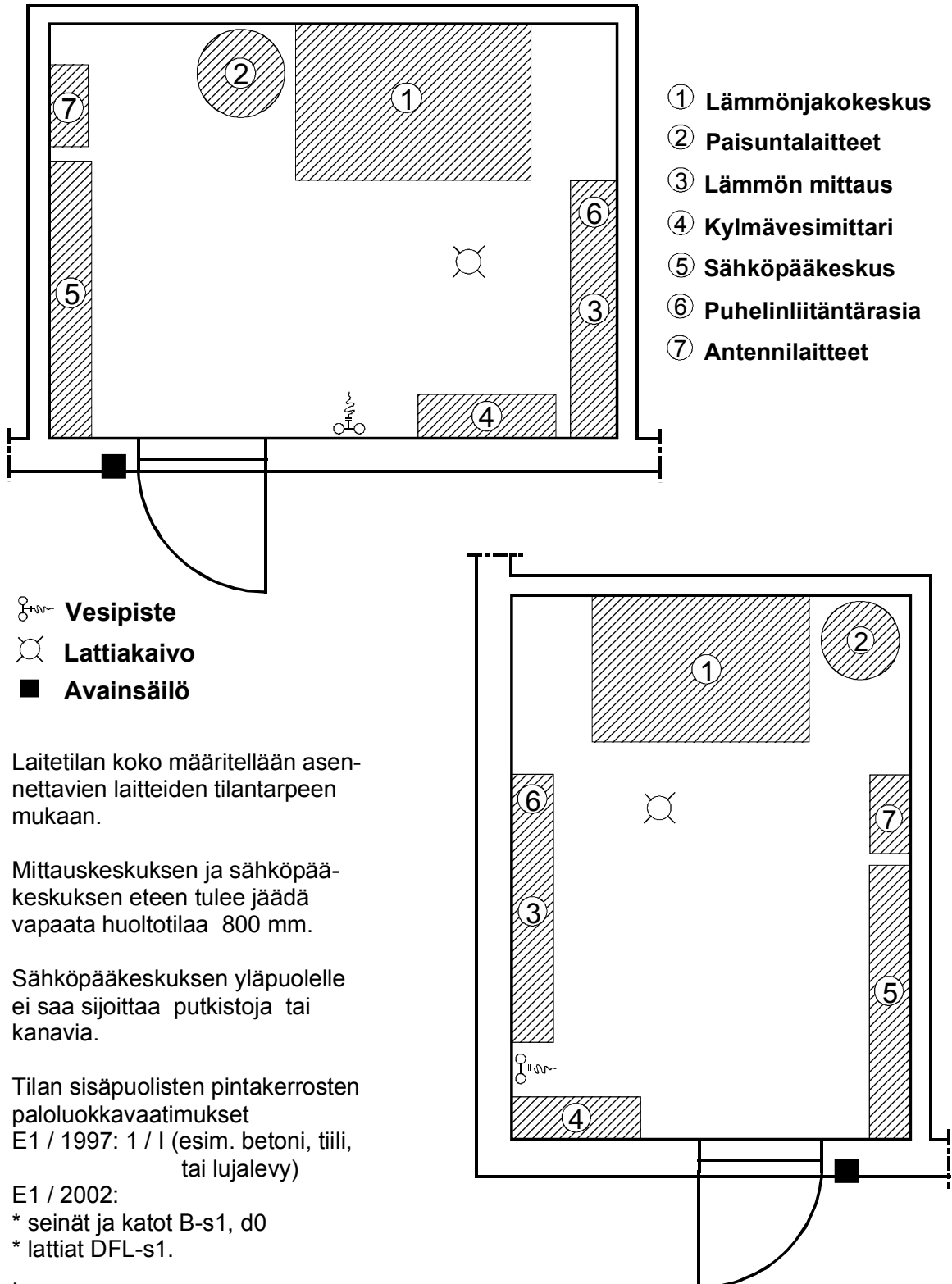
Tilan sisäpuolisten pintakerrosten
paloluokkavaatimukset
E1 / 1997: 1 / I (esim. betoni, tiili,
tai lujalevy)

E1 / 2002:

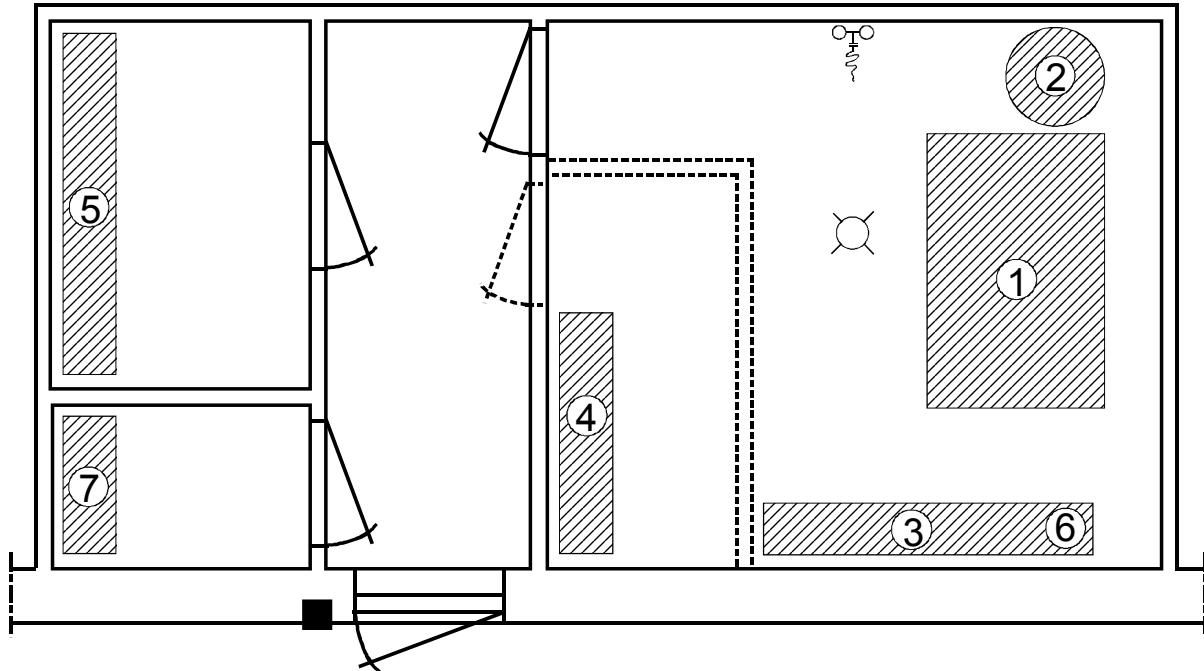
* seinät ja katot B-s1, d0

* lattiat D_{FL} -s1.




Rivitalon (3...18 asuntoa) ja pienhallin yms. tekninen laitetila

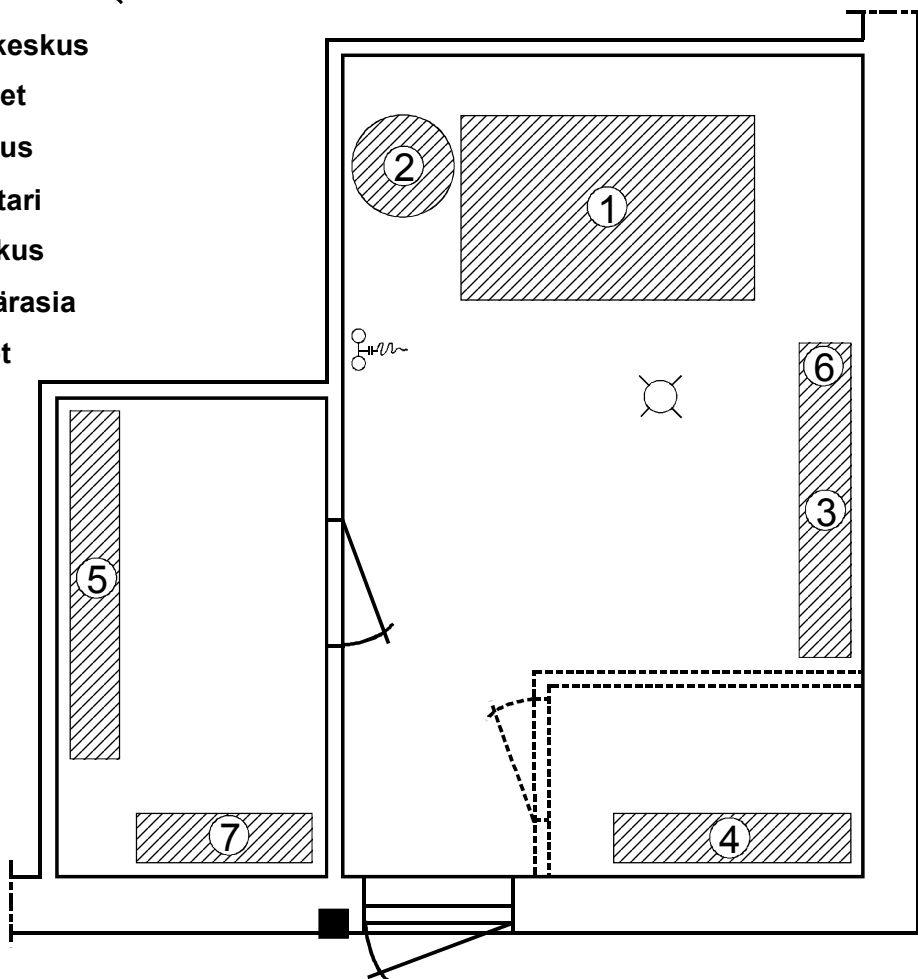


Kerrostalon yms. ison rakennuksen tekninen laitetila



- ① Lämmönjakokeskus
- ② Paisuntalaitteet
- ③ Lämmönmittaus
- ④ Kylmävesimittari
- ⑤ Sähköpääkeskus
- ⑥ Puhelinliitännätarasia
- ⑦ Antennilaitteet

-  Vesipiste
-  Lattiakaivo
-  Avainsäilö



13.2 Liikerakennuksen lämmönjakokeskuksen mitoitus

ESIMERKKI 1

Lähtötiedot:

• Liikerakennus, tilavuus		17250 m ³
• Sisälämpötila	t_s	20 °C
• Mitoitusulkolämpötila	$t_{u,mit}$	-29 °C
• Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama	$l_{v,mit}$	0,62 dm ³ /s
• Käyttövesipiiriin liitettyjen lämmityslaitteiden teho	$\Phi_{lkv,pat}$	1 kW
• Lämmityspatterien teho	Φ_{pat}	83 kW
• Kierrätysilmakoneiden teho	Φ_{ki}	84 kW
• Ilmanvaihdon ilmavirta	V_i	5,5 m ³ /s
• Ilman esilämmityslämpötila	t_{es}	25 °C
• Jälkilämmityspatterien tehot täydellä ilmavirralla	$\Phi_{jäl}$	52 kW
• Lämmöntalteenottoteho täydellä ilmavirralla	Φ_{lto}	164 kW
• Ilmanvaihdossa ei ilmavirran puolitusta		
• Lämmönmyyjän ilm. käytettävissä oleva paine-ero		100 kPa

1. Lasketaan käyttövesisiirtimen (LS1) teho Φ_{kv}

Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama 0,62 dm³/s.

Käyttöveden lämmityssiirtimen mitoituslämpötilat ovat 70/25 °C, 10/55 °C.

$$\Phi = \dot{V} \cdot C_p \cdot \rho \cdot \Delta T$$

$$\Phi_{kv} = 0,62 \text{ dm}^3 / \text{s} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \cdot 0,994 \text{ kg/dm}^3 \cdot (55 \text{ } ^\circ\text{C} - 10 \text{ } ^\circ\text{C}) = 116 \text{ kW}$$

2. Käyttöveden säätöventtiilin valinta

Mitoitusvirtaama on 0,62 dm³/s = 2,23 m³/h

Lämmönmyyjän ilmoittama käytettävissä oleva paine-ero on 100 kPa. Valitun lämmönsiirtimen painehäviö on 17 kPa, putkiston painehäviö on 5 kPa. Säätöventtiilin mitoituspainehäviö on siis

$$100 \text{ kPa} - 17 \text{ kPa} - 5 \text{ kPa} = 78 \text{ kPa} = 0,78 \text{ bar.}$$

Lasketaan venttiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{2,23}{\sqrt{0,78}} = 2,52$$

Käyttöveden säätöventtiiliksi valitaan k_{vs} -arvo 2,5.

Lasketaan venttiilin todellinen painehäviö

$$\Delta p_{tv1} = \left(\frac{2,23}{2,5} \right)^2 \text{ bar} = 0,80 \text{ bar} = 80 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{80 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} = 0,8 \quad \text{OK!}$$

Mitoitus voidaan hyväksyä, vaikka yhteenlasketut painehäviöt mitoitusolosuhteissa ylittävätkin hieman mitoituksen pohjaksi annetun paine-eron. Käyttöveden säätöventtiiliksi kannattaa valita pienin mahdollinen säätötuloksen parantamiseksi.

3. Käyttövesipumpun virtaaman määrittäminen

Käyttövesipiiriin liitettyjen lämmityslaitteiden teho on 1 kW. Lämmönsiirtimelle palaavan veden lämpötila ei saa laskea alle 50 °C:een. Kiertovesijohto ja käyttövesipumppu mitoittetaan ottaen huomioon lämmityslaitteiden teho, lämpöhäviöt ja sallittu lämpötilan lasku. Käyttöveden säädön ja säätöventtiilin toiminnan kannalta on oleellista mitoittaa virtaus riittävän suureksi, virtauksen tulisi olla vähintään 20 % käyttöveden mitoitusvirtaamasta.

4. Lasketaan lämmityssiirtimen (LS2) teho Φ_{ls} ja virtaamat

Lämmönsiirtimeen kytketään lämmityspatterit ja kierrätysilmakoneet, joten lämmönsiirtimen mitoitusaste

$$\Phi_{ls} = 83 \text{ kW} + 84 \text{ kW} = 167 \text{ kW}$$

Lämmityssiirtimen toimintalämpötilat ovat 115-45/40-70 °C.

Lämmityssiirtimen ensiöpuolen virtaus $V_{l,e}$

$$\dot{V}_{l,e} = \frac{167 \text{ kW}}{(115 \text{ °C} - 45 \text{ °C}) \cdot 4,20 \text{ kJ/kg °C} \cdot 0,972 \text{ kg/dm}^3} = 0,58 \text{ dm}^3/\text{s} = 2,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lämmityssiirtimen toisiopuolen virtaus $V_{l,t}$

$$\dot{V}_{l,t} = \frac{167 \text{ kW}}{(70 \text{ °C} - 40 \text{ °C}) \cdot 4,18 \text{ kJ/kg °C} \cdot 0,986 \text{ kg/dm}^3} = 1,35 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Säätöventtiilin mitoituksessa virtaamana käytetään ensiövirtausta, kierto-vesipumpun ym. toisiopuolen varusteiden mitoituksessa toisiovirtausta.

5. Lämmityksen säätöventtiilin valinta

Lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero on 100 kPa. Valitun lämmönsiirtimen painehäviö on 3 kPa, putkiston painehäviö on 5 kPa. Säätöventtiilin mitoitus-painehäviö on siis

$$100 \text{ kPa} - 3 \text{ kPa} - 5 \text{ kPa} = 92 \text{ kPa} = 0,92 \text{ bar.}$$

Mitoitusvirtaama on $0,58 \text{ dm}^3/\text{s} = 2,1 \text{ m}^3/\text{h}$

Lasketaan venttiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{2,1}{\sqrt{0,92}} = 2,19$$

Venttiiliksi valitaan lämmityspiirissä yleensä k_v -arvoltaan lähinnä seuraavaksi suurempi venttiili. Valitaan tässä lämmityksen säätöventtiiliksi k_{vs} -arvo 2,5 ja lasketaan venttiilin todellinen painehäviö

$$\Delta p_{tv2} = \left(\frac{2,1}{2,5} \right)^2 \text{ bar} = 0,71 \text{ bar} = 71 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{71 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} = 0,71 \quad \text{OK!}$$

6. Lasketaan ilmanvaihtosiirtimen (LS3) teho Φ_{iv} ja virtaamat

Etulämmityspatterien teho täydellä ilmavirralla ($5,5 \text{ m}^3/\text{s}$) mitoitusulkolämpötilassa $-29 \text{ }^\circ\text{C}$, kun ilma lämmitetään $+25 \text{ }^\circ\text{C}$:een

$$5,5 \text{ m}^3 / \text{s} \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,0 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \cdot (25 \text{ }^\circ\text{C} - -29 \text{ }^\circ\text{C}) = 356 \text{ kW}$$

Jälkilämmityspatterien tehon täydellä ilmavirralla on 52 kW, lämmöntalteenototeho on 164 kW, joten tarvittava siirrinteho on

$$356 \text{ kW} + 52 \text{ kW} - 164 \text{ kW} = 244 \text{ kW}$$

Ilmanvaihtosiirtimen toimintalämpötilat ovat $115\text{-}45/40\text{-}70 \text{ }^\circ\text{C}$, lasketaan siirtimen virtaamat

$$\dot{V}_{iv,e} = \frac{244 \text{ kW}}{(115 \text{ }^\circ\text{C} - 45 \text{ }^\circ\text{C}) \cdot 0,972 \text{ kg/dm}^3 \cdot 4,20 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}} = 0,85 \text{ dm}^3/\text{s} = 3,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{iv,t} = \frac{244 \text{ kW}}{(70 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C}) \cdot 0,986 \text{ kg/dm}^3 \cdot 4,18 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}} = 1,97 \text{ dm}^3/\text{s}$$

7. Ilmanvaihdon säätöventtiilin valinta

Lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero on 100 kPa. Valitun lämmönsiirtimen painehäviö on 5 kPa, putkiston painehäviö on 5 kPa. Säätöventtiilin mitoitus-painehäviö on siis

$$100 \text{ kPa} - 5 \text{ kPa} - 5 \text{ kPa} = 90 \text{ kPa} = 0,90 \text{ bar.}$$

Mitoitusvirtaama on $0,85 \text{ dm}^3/\text{s} = 3,1 \text{ m}^3/\text{h}$

Lasketaan venttiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{3,1}{\sqrt{0,90}} = 3,27$$

Venttiiliksi valitaan ilmanvaihtopiirissä yleensä k_v -arvoltaan lähinnä seuraavaksi suurempi venttiili.

Valitaan tässä ilmanvaihdon säätöventtiiliksi k_{vs} -arvo 4,0 ja lasketaan venttiilin todellinen painehäviö

$$\Delta p_{tv3} = \left(\frac{3,1}{4,0} \right)^2 \text{ bar} = 0,60 \text{ bar} = 60 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{60 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} = 0,60 \text{ OK!}$$

Säätöventtiilin mitoitus voidaan hyväksyä, sillä vaikutusaste on yli 0,5. Ilmanvaihtoverkostossa nopeita muutoksia prosessissa aiheuttavat lähinnä eri ilmanvaihtokoneiden käynnistymiset ja pysähtymiset, muuten prosessimuutokset ovat suhteellisen hitaita.

8. Lasketaan tarvittava kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)

Tarvittava kaukolämpöteho Φ_{kl} mitoitusulkolämpötilassa $-29 \text{ }^\circ\text{C}$ on

$$\phi_{kl} = \phi_{Is} + \phi_{iv} + \phi_{lkv,pat} = 167 \text{ kW} + 244 \text{ kW} + 1 \text{ kW} = 412 \text{ kW}$$

Kaukolämpövesivirta on siten

$$\dot{V}_{-29^\circ\text{C}} = \frac{412 \text{ kW}}{(115 \text{ }^\circ\text{C} - 45 \text{ }^\circ\text{C}) \cdot 0,972 \text{ kg/dm}^3 \cdot 4,20 \text{ kJ/kg }^\circ\text{C}} = 1,44 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Seuraavilla sivuilla on esitetty mitoitustaulukoiden 1 ja 2 mallitöt esimerkin 1 mukaisessa rakennuksessa. Mallitötössä on myös kiertovesipumppujen sekä paisunta- ja varolaitteiden arvot esimerkinomaisesti.

Täyttöesimerkki: lämmitystekniset tiedot

Liittyy esimerkkiin 1

Rakennuksen käyttötarkoitus								
Rakennusten lukumäärä							1 kpl	
Rakennustilavuus (SFS 5139)							17250 m ³	
Sisälämpötila(t)							20 °C	
Asuntojen lukumäärä (Liikehuoneistojen yms. lukumäärä)							(1) kpl	
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama							0,62 dm ³ /s	
KAUKOLÄMMITYKSEN LÄMMITYSTEHOT LAITERYHMÄKOHTAISESTI ERITELTYNÄ				LÄMMITYSTEHDON ERITTELY (kW)				
				Täyden ilmanvaihdon alimmassa ulkolämpötilassa - _____ °C			Paikkakunnan mitoitus- ulkolämpötilassa - <u>29</u> °C	
Laiteryhmä		Mitoitus °C - °C	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä
Käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet		50 - 55				1		1
Lämmityspatterit		40 - 70				83		83
Lattialämmitys		-						
Kierrätysilmapatterit <u>7</u> kpl		40 - 70				84		84
Ilmanvaihtopatterit <u>2</u> kpl		40 - 60					192	192
Jälkilämmityspatterit <u>2</u> kpl		40 - 60					52	52
		-						
		-						
TARVITTAVA KAUKOLÄMPÖTEHO						168	244	412
+ Teho lämmöntalteenotosta							164	164
+ Muu lämmitysteho								0
LÄMMITYSTEHDOT YHTEENSÄ						168	408	576
Kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)					dm ³ /s	1,44 dm ³ /s		
Kaukolämpöenergian kulutus / vuosi					680 MWh/a			
LISÄTIETOJA								

Urakoitsijan merkinnät	Lämmönmyyjän merkinnät

Kohteen tunnistetiedot (Otsikkotaulu)

Kohde		Kiinteistö Oy Liiketalo						
LÄMMÖNSIIRTIMET		Käyttövesi LS 1		Lämmitys LS 2		Ilmanvaihto LS 3		
Valmistaja		SIIRTO OY		SIIRTO OY		SIIRTO OY		
Malli		KV-XXX		LM-YYY		LM-ZZZ		
Teho		116		167		244		
		ensiö	toisio	ensiö	toisio	ensiö	toisio	
Virtaus		dm ³ /s	0,62	0,62	0,58	1,35	0,85	1,97
Lämpötilat		°C - °C	70 - 25	10 - 55	115 - 45	40 - 70	115 - 45	40 - 70
Painehäviö		kPa	17	15	3	12	5	19
SÄÄTÖVENTTIILIT		Käyttövesi TV 1		Lämmitys TV 2		Ilmanvaihto TV 3		
Valmistaja		SÄÄTÖ OY		SÄÄTÖ OY		SÄÄTÖ OY		
Malli		KL		KL		KL		
Virtaus		dm ³ /s	0,62		0,58		0,85	
Painehäviö		kPa	80		71		60	
Koko / kvs-arvo		DN / k _{vs}	15 / 2,5		15 / 2,5		15 / 4,0	
Säätökeskus		SÄÄTÖ-KL1		SÄÄTÖ-KL1		SÄÄTÖ-KL1		
KIERTOYESIPUMPUT		Käyttövesi P 1		Lämmitys P 2		Ilmanvaihto P 3		
Valmistaja		PUMPPU OY		PUMPPU OY		PUMPPU OY		
Malli / lisätiedot		ABC-S / Ø90		ABC-S / Ø110		ABC-S / Ø120		
Virtaus		dm ³ /s	0,13		1,35		1,97	
Nostokorkeus		kPa	30		35		38	
Moottorin ottama teho		W	45		130		180	
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET				Lämmitysverkosto		Ilmanvaihtoverkosto		
Verkoston tilavuus / painehäviö			dm ³ / kPa	1250 / 16	950 / 18			
Paisuntasäiliön tilav. / esipaine / suunnittelupaine			dm ³ / kPa	100 / 150	80 / 150			
Varoventtiilin koko / avautumispaine			DN / kPa	15 / 350	20 / 350			
PAINE-EROSÄÄDIN								
Valmistaja / malli		/						
Virtaama / painehäviö		dm ³ /s / kPa	/					
Koko / k _{vs} -arvo		DN / k _{vs}	/					
Asetusarvo		kPa						
N:o	kpl	Laite			Mitoitus			
LISÄTIETOJA:								
LÄMMÖNMYYJÄN ILMOITTAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO								
							100 kPa	

13.3 Ilmanvaihtosiirtimen mitoitus, kun ilmavirta puolitetaan

ESIMERKKI 2

Lähtötiedot:

• Liikerakennus, tilavuus		17250 m ³
• Sisälämpötila	t_s	20 °C
• Mitoitusulkolämpötila	$t_{u,mit}$	-29 °C
• Ilmanvaihdon ilmavirta	V_i	5,5 m ³ /s
• Ilman esilämmityslämpötila	t_{es}	25 °C
• Jälkilämmityspatterien tehot täydellä ilmavirralla	$\Phi_{jäl}$	52 kW
• Lämmöntalteenottoteho täydellä ilmavirralla	$\Phi_{lto,-14}$	164 kW
• Lämmöntalteenottoteho puolella ilmavirralla	$\Phi_{lto,-29}$	110 kW
• Ilmanvaihdon ilmavirran puolitus ulkolämpötilassa	$t_{u,puol}$	-14 °C
• Lämmönmyyjän ilm. käytettävissä oleva paine-ero		100 kPa

1. Lasketaan ilmanvaihdon tehontarve $\Phi_{iv,-29}$ mitoitusulkolämpötilassa -29 °C (puolitettu ilmavirta)

Etulämmityspatterien teho puolella ilmavirralla mitoitusulkolämpötilassa -29 °C, kun ilma lämmitetään +25 °C:een

$$0,5 \cdot 5,5 \text{ m}^3 / \text{s} \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (25 \text{ }^\circ\text{C} - -29 \text{ }^\circ\text{C}) = 178 \text{ kW}$$

Jälkilämmityspatterien teho puolella ilmavirralla on 26 kW ja lämmöntalteenottoteho 110 kW, joten ilmavirran lämmittämiseen tarvittava teho ulkolämpötilassa -29 °C on

$$\Phi_{iv,-29} = 178 \text{ kW} + 26 \text{ kW} - 110 \text{ kW} = 94 \text{ kW}$$

2. Lasketaan ilmanvaihdon tehontarve $\Phi_{iv,-14}$ ulkolämpötilassa -14 °C (täyden ilmavirran alin ulkolämpötila)

Etulämmityspatterien teho täydellä ilmavirralla ulkolämpötilassa -14 °C, kun ilma lämmitetään +25 °C:een

$$5,5 \text{ m}^3 / \text{s} \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (25 \text{ }^\circ\text{C} - -14 \text{ }^\circ\text{C}) = 257 \text{ kW}$$

Jälkilämmityspatterien teho täydellä ilmavirralla on 52 kW ja lämmöntalteenottoteho 164 kW. Ilmavirran lämmittämiseen tarvittava teho ulkolämpötilassa -14 °C on siis

$$\Phi_{iv,-14} = 257 \text{ kW} + 52 \text{ kW} - 164 \text{ kW} = 145 \text{ kW}$$

3. Siirtimen toimintalämpötilat ulkolämpötilassa -14 °C

Kun ulkolämpötila on enintään 8 °C, kaukolämpöveden tulolämpötila x eri ulkolämpötiloilla lasketaan kohdan 3.4 mukaan seuraavasti:

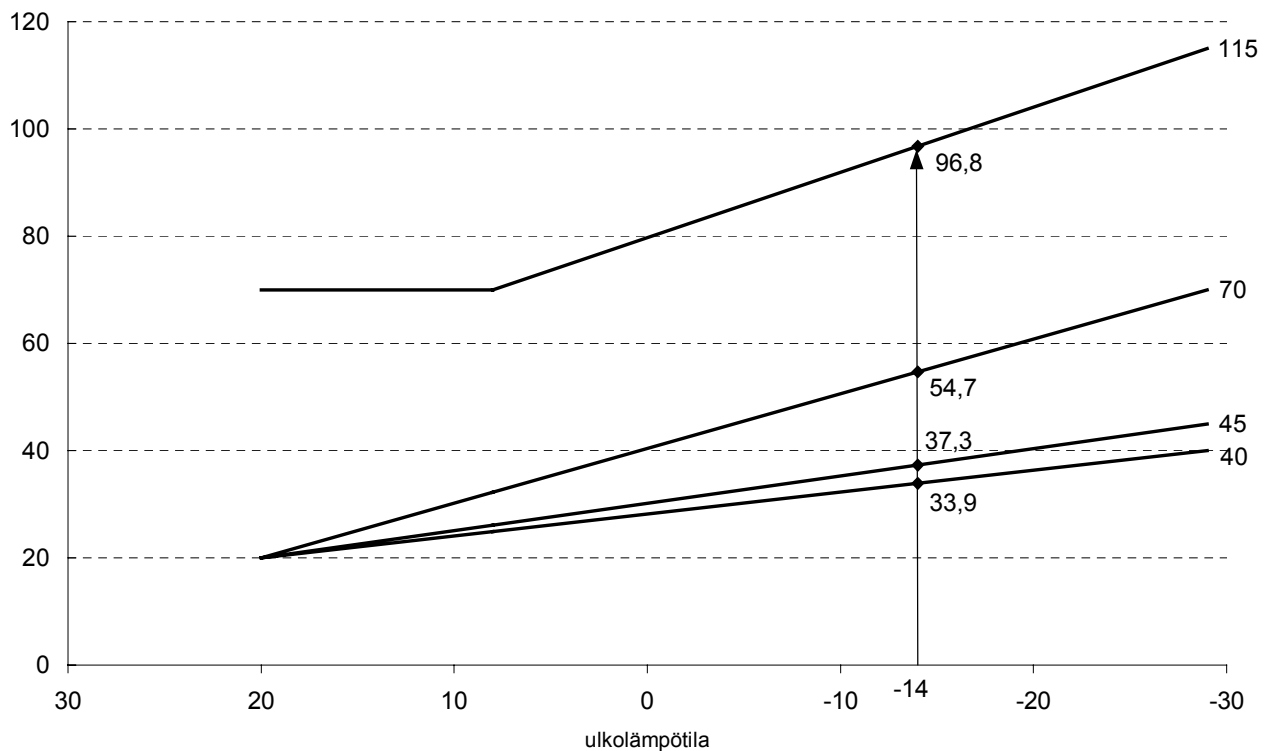
$$X = 115 \text{ °C} + (t_u - t_x) \times \frac{45 \text{ °C}}{8 \text{ °C} - t_u}$$

missä t_x on ulkoilman lämpötila ja t_u mitoitusulkolämpötila. Ulkolämpötilalla -14 °C kaukolämpöveden tulolämpötila on siis

$$X = 115 \text{ °C} + (-29 \text{ °C} - -14 \text{ °C}) \times \frac{45 \text{ °C}}{8 \text{ °C} - -29 \text{ °C}} = 96,8 \text{ °C}$$

Oletetaan säätökäyrän olevan lineaarinen ja paluulämpötilat arvioidaan siirtimen asteisuuden perusteella, jolloin siirtimen toimintalämpötilat -14 °C :ssa ovat

- | | | |
|---|-------|-------------------|
| • kaukolämpöveden tulolämpötila | T_1 | $96,8 \text{ °C}$ |
| • kaukolämpöveden paluulämpötila | T_2 | $37,3 \text{ °C}$ |
| • ilmanvaihtoverkoston menoveden lämpötila | T_4 | $54,7 \text{ °C}$ |
| • ilmanvaihtoverkoston paluuv veden lämpötila | T_3 | $33,9 \text{ °C}$ |



4. Tarkastetaan siirtimen tehon riittävyys, jos siirrin mitoitetaan vastaamaan ilmanvaihdon tehon tarvetta ulkolämpötilassa -29 °C

Tehon tarvetta eri toimintapisteissä voidaan tarkastella likimääräisesti siirtimien logaritmisesta lämpötilaeron avulla. Tällöin on käytettävä mahdollisimman oikeita ja tarkkoja lämpötila-arvoja ($\pm 0,1 \text{ °C}$).

Siirtimen logaritminen lämpötilaero LMTD on

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{(T_1 - T_4) - (T_2 - T_3)}{\ln \frac{T_1 - T_4}{T_2 - T_3}}$$

T_1 = kaukolämpöveden tulolämpötila

T_2 = kaukolämpöveden paluulämpötila

T_3 = lämmitysverkoston paluulämpötila

T_4 = lämmitysverkoston menolämpötila

Lasketaan siirtimen logaritminen lämpötilaeroa ulkolämpötiloissa -14 °C ja -29 °C

$$LMTD_{-29} = \frac{(115\text{ °C} - 70\text{ °C}) - (45\text{ °C} - 40\text{ °C})}{\ln \frac{115\text{ °C} - 70\text{ °C}}{45\text{ °C} - 40\text{ °C}}} = 18,2\text{ °C}$$

$$LMTD_{-14} = \frac{(96,8\text{ °C} - 54,7\text{ °C}) - (37,3\text{ °C} - 33,9\text{ °C})}{\ln \frac{96,8\text{ °C} - 54,7\text{ °C}}{37,3\text{ °C} - 33,9\text{ °C}}} = 15,4\text{ °C}$$

Jos siirrin on mitoitettu vastaamaan ulkolämpötilaa -29 °C , lämmityssiirtimen teho ulkolämpötilassa -14 °C on

$$\Phi_{iv,-14} = \frac{LMTD_{-14}}{LMTD_{-29}} \times \Phi_{iv,-29}$$

$$\Phi_{iv,-14} = \frac{15,4\text{ °C}}{18,2\text{ °C}} \times 94\text{ kW} = 80\text{ kW}$$

Ilmanvaihdon tehontarve -14 °C :ssa laskettiin olevan 145 kW . Siirtimen teho ei siis riittäisi, jos siirrin mitoitettaisiin -29 °C :een tilanteen mukaisella tehontarpeella.

5. Lasketaan ilmanvaihtosiirtimen virtaukset

Ilmanvaihtosiirtimen virtaamat ulkolämpötilaa -14 °C vastaavilla toimintalämpötiloilla $96,8-37,3/33,9-54,7\text{ °C}$ ovat

$$\dot{V}_{IV,e} = \frac{145 \text{ kW}}{(96,8 \text{ °C} - 37,3 \text{ °C}) \cdot 0,977 \text{ kg} / \text{dm}^3 \cdot 4,19 \text{ kJ/kg °C}} = 0,60 \text{ dm}^3 / \text{s}$$

$$\dot{V}_{IV,t} = \frac{145 \text{ kW}}{(54,7 \text{ °C} - 33,9 \text{ °C}) \cdot 0,991 \text{ kg} / \text{dm}^3 \cdot 4,18 \text{ kJ/kg °C}} = 1,68 \text{ dm}^3 / \text{s}$$

6. Lasketaan tarvittava kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)

Tarvittava kaukolämpöteho Φ_{kl} mitoitussulkolämpötilassa -29 °C on

$$\phi_{kl} = \phi_{ls} + \phi_{iv} + \phi_{lkv,pat} = 167 \text{ kW} + 94 \text{ kW} + 1 \text{ kW} = 262 \text{ kW}$$

Kaukolämpövesivirta on siten

$$\dot{V}_{-29\text{°C}} = \frac{262 \text{ kW}}{(115 \text{ °C} - 45 \text{ °C}) \cdot 0,972 \text{ kg} / \text{dm}^3 \cdot 4,20 \text{ kJ/kg °C}} = 0,92 \text{ dm}^3 / \text{s}$$

Tarvittava kaukolämpöteho Φ_{kl} ulkolämpötilassa -14 °C on

$$\phi_{kl} = \phi_{ls} + \phi_{iv} + \phi_{lkv,pat} = 116 \text{ kW} + 145 \text{ kW} + 1 \text{ kW} = 262 \text{ kW}$$

Kaukolämpövesivirta on siten

$$\dot{V}_{-14\text{°C}} = \frac{262 \text{ kW}}{(96,8 \text{ °C} - 37,3 \text{ °C}) \cdot 0,977 \text{ kg} / \text{dm}^3 \cdot 4,19 \text{ kJ/kg °C}} = 1,08 \text{ dm}^3 / \text{s}$$

Seuraavilla sivuilla on esitetty mitoitustaulukon 2 mallitäyttö esimerkin 2 mukaisessa rakennuksessa. Mallitäytössä on myös käyttövesi- ja lämmityspiirin sekä varusteiden arvot esimerkinomaisesti.

Täyttöesimerkki: lämmitystekniset tiedot

Liittyy esimerkkiin 2

Rakennuksen käyttötarkoitus								
Rakennusten lukumäärä							1 kpl	
Rakennustilavuus (SFS 5139)							17250 m ³	
Sisälämpötila(t)							20 °C	
Asuntojen lukumäärä (Liikehuoneistojen yms. lukumäärä)							(1) kpl	
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama							0,62 dm ³ /s	
KAUKOLÄMMITYKSEN LÄMMITYSTEHOT LAITERYHMÄKOHTAISESTI ERITELTYNÄ				LÄMMITYSTEHDON ERITTELY (kW)				
				Täyden ilmanvaihdon alimmassa ulkolämpötilassa - <u>14</u> °C			Paikkakunnan mitoitus- ulkolämpötilassa - <u>29</u> °C	
Laiteryhmä		Mitoitus °C - °C	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä
Käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet		50 - 55	1		1	1		1
Lämmityspatterit		40 - 70	58		58	83		83
Lattialämmitys		-						
Kierrätysilmapatterit <u>7</u> kpl		40 - 70	58		58	84		84
Ilmanvaihtopatterit <u>2</u> kpl		34 - 48		93	93		68	68
Jälkilämmityspatterit <u>2</u> kpl		34 - 55		52	52		26	26
		-						
		-						
TARVITTAVA KAUKOLÄMPÖTEHO			117	145	262	168	94	262
+ Teho lämmöntalteenotosta				164	164		110	110
+ Muu lämmitysteho								
LÄMMITYSTEHDOT YHTEENSÄ			117	309	426	168	204	372
Kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)			1,08 dm ³ /s			0,92 dm ³ /s		
Kaukolämpöenergian kulutus / vuosi			520 MWh/a					
LISÄTIETOJA								

Urakoitsijan merkinnät	Lämmönmyyjän merkinnät

Kohteen tunnistetiedot (Otsikkotaulu)

Täyttöesimerkki: lämmönjakokeskus

Liittyy esimerkkiin 2

Kohde		Kiinteistö Oy Liiketalo					
LÄMMÖNSIIRTIMET		Käyttövesi LS 1		Lämmitys LS 2		Ilmanvaihto LS 3	
Valmistaja		SIIRTO OY		SIIRTO OY		SIIRTO OY	
Malli		KV-XXX		LM-YYY		LM-ZZZ	
Teho		kW		116		167	
		ensiö		toisio		ensiö	
						toisio	
Virtaus		dm ³ /s		0,62		0,62	
Lämpötilat		°C - °C		70 - 25		10 - 55	
Painehäviö		kPa		17		15	
				3		12	
				5		19	
SÄÄTÖVENTTIILIT		Käyttövesi TV 1		Lämmitys TV 2		Ilmanvaihto TV 3	
Valmistaja		SÄÄTÖ OY		SÄÄTÖ OY		SÄÄTÖ OY	
Malli		KL		KL		KL	
Virtaus		dm ³ /s		0,62		0,60	
Painehäviö		kPa		80		71	
Koko / kvs-arvo		DN / k _{vs}		15 / 2,5		15 / 2,5	
Säätökeskus		SÄÄTÖ-KL1		SÄÄTÖ-KL1		SÄÄTÖ-KL1	
KIERTOVIPIPUMPUT		Käyttövesi P 1		Lämmitys P 2		Ilmanvaihto P 3	
Valmistaja		PUMPPU OY		PUMPPU OY		PUMPPU OY	
Malli / lisätiedot		ABC-S / Ø90		ABC-S / Ø110		ABC-S / Ø120	
Virtaus		dm ³ /s		0,13		1,35	
Nostokorkeus		kPa		30		35	
Moottorin ottama teho		W		45		130	
				130		180	
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET				Lämmitysverkosto		Ilmanvaihtoverkosto	
Verkoston tilavuus / painehäviö				dm ³ / kPa		1250 / 16	
Paisuntasäiliön tilavuus / esipaine				dm ³ / kPa		950 / 18	
Varoventtiilin koko / avautumispaine				DN / kPa		80 / 150	
						20 / 350	
PAINE-EROSÄÄDIN							
Valmistaja / malli		/					
Virtaama / painehäviö		dm ³ /s / kPa					
Koko / kvs-arvo		DN / k _{vs}					
Asetusarvo		kPa					
N:o	kpl	Laite			Mitoitus		
LISÄTIETOJA: LS3 on mitoitettu ulkolämpötilan -14 °C mukaisilla arvoilla.							
LÄMMÖNMYYJÄN ILMOITTAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO							
100 kPa							

13.4 Vanhan asuintalon lämmönjakokeskuksen mitoitus

Lämmityshuipputeho voidaan laskea tietyn ajanjakson lämpöenergian tai polttoaineen kulutuksen perusteella. Laskenta voidaan tehdä seuraavan kaavan mukaisesti niissä asuinrakennuksissa, joissa ei ole koneellista ilmastointia (tuloilman lämmitystä).

$$\Phi_{mit} = \frac{Q_l}{H} = \frac{Q - Q_k}{24 \times S} = \frac{(Q - Q_k) \times (17^\circ\text{C} - t_u)}{24 \times S}$$

Φ_{mit} = Lämmityksen huipputehontarve (mitoitusteho), kW

H = $24 \cdot S / (17^\circ\text{C} - t_u)$ = Lämmityshuipun käyttöaika tarkasteluaikana, h

S = Lämmitystarveluku tarkasteluaikana, °Cd

t_u = Paikkakunnan mitoitusulkolämpötila, °C

Q = Energiankulutus tarkasteluaikana, MWh

Q_k = Käyttöveden lämmittämiseen kulunut lämmitysenergia tarkasteluaikana (kiinteä kulutus), MWh

Q_l = $Q - Q_k$ = Lämmitykseen kulunut energia tarkasteluaikana, MWh

Jos tunnetaan rakennuksen polttoaineen kulutus, muutetaan tarkastelujakson polttoaineen kulutus lämpöenergiaksi kertomalla polttoaineen ominaislämpöarvo polttoainemäärällä ja lämmityslaitteen arvioidulla hyötysuhteella (vuoshiyötysuhde esim. 0,7) ja lasketaan lämmityshuipputeho em. mukaisesti.

Laskelmat tarkistetaan arvioimalla näin saatua ominaistehoa ja vertaamalla sitä vastaaviin muihin rakennuksiin.

Laskentamenetelmä ei sellaisenaan sovellu käytettäväksi koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdoilla varustettujen rakennusten lämmityshuipputehon laskentaan. Näissä tapauksissa on ilmanvaihtolaitteiden tehot ja käyntiajat selvitettävä ja laskettava lämmityshuipputeho tätä kautta saatavien lisätietojen perusteella.

ESIMERKKI 3.

Lähtötiedot:

- | | |
|---|----------------------|
| • Asuinrakennus, rakennustilavuus | 10850 m ³ |
| • Valmistumisvuosi | 1974 |
| • Sisälämpötila t_s | 20 °C |
| • Mitoitusulkolämpötila t_u | -29 °C |
| • Asuntoja | 52 kpl |
| • Energiankulutus (normeerattu) | 525 MWh/a |
| • Normaali vuoden lämmitystarveluku S | 4550 °Cd |
| • Lämmönmyyjän ilmoittama käytettävissä oleva paine-ero | 200 kPa. |

Käyttöveden lämmityksen energiankulutus voidaan arvioida kesäkuukausien (kesä-, heinä- ja elokuu) kulutusten perusteella. Kesäkuukausien kulutuksen keskiarvo on ollut 8 MWh/kk, josta voidaan laskea koko vuoden käyttöveden lämmityksen energiankulutuksen olevan

$$Q_k = 12 \text{ kk/a} \cdot 8 \text{ MWh/kk} = 96 \text{ MWh/a}$$

Tarkistetaan rakennuksen ominaiskulutus

$$\frac{525 \text{ MWh/a}}{10850 \text{ m}^3} = 48,4 \text{ kWh/ m}^3, \text{ a}$$

1. Lasketaan lämmityssiirtimen teho Φ_{is}

$$\Phi_{is} = \frac{(525 \text{ MWh} - 96 \text{ MWh}) \cdot (17^\circ\text{C} - -29^\circ\text{C})}{24 \text{ h} \times 4550^\circ\text{C}} = 181 \text{ kW}$$

Tarkistetaan ominaistehon suuruusluokka

$$\frac{181 \text{ kW}}{10850 \text{ m}^3} \approx 16,7 \text{ W/m}^3 \text{ OK!}$$

2. Lasketaan käyttövesisiirtimen teho Φ_{kv}

Lämpimän käyttöveden normivirtaama 0,5 dm³/s,as. Rakennuksessa on 52 asuntoa, normivirtaamien summa on siis 26 dm³/s. D1:n mukainen mitoitusvirtaama on tällöin 1,45 dm³/s.

Käyttöveden lämmityssiirtimen mitoituslämpötilat ovat 70/25 °C, 10/55 °C.

$$\Phi = \dot{V} \cdot C_p \cdot \rho \cdot \Delta T$$

$$\Phi_{kv} = 1,45 \text{ dm}^3 / \text{s} \cdot 4,18 \text{ kJ/kg }^\circ\text{C} \cdot 0,994 \text{ kg/dm}^3 \cdot (55^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 271 \text{ kW}$$

3. Käyttöveden säätöventtiilin valinta

Mitoitusvirtaama on 1,45 dm³/s = 5,22 m³/h.

Lämmönmyyjän ilmoittama käytettävissä oleva paine-ero on 200 kPa. Valitun lämmönsiirtimen painehäviö on 18 kPa, putkiston painehäviö on 5 kPa, joten säätöventtiilin painehäviö on

$$200 \text{ kPa} - 18 \text{ kPa} - 5 \text{ kPa} = 177 \text{ kPa} = 1,77 \text{ bar.}$$

Lasketaan säätöventtiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{5,22}{\sqrt{1,77}} = 3,92$$

Käyttöveden säätöventtiiliksi valitaan k_{vs} -arvo 4,0.

Lasketaan venttiilin todellinen painehäviö

$$\Delta p = \left(\frac{5,22}{4,0} \right)^2 = 1,7 \text{ bar} = 170 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{170 \text{ kPa}}{200 \text{ kPa}} = 0,85 \quad \text{OK!}$$

4. Lämmityssiirtimen toimintalämpötilat

Rakennuksessa on todettu olleen seuraavat lämmitysverkoston toimintalämpötilat (esim. lämmönkäyttöilmoituksista)

lämmitysverkoston menolämpötila	t_m	65 °C
lämmitysverkoston paluulämpötila	t_p	60 °C

Patterin yllämpötila on ollut

$$t_{vk} = \frac{t_m - t_p}{\ln \left(\frac{t_m - t_h}{t_p - t_h} \right)}$$

$$t_{vk} = \frac{65^\circ \text{C} - 60^\circ \text{C}}{\ln \left(\frac{65^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}}{60^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}} \right)} = 42,5^\circ \text{C}$$

Jotta patterien lämmönluovutus pysyy samana, patterin yllämpötila tulee säilyä samana. Uudet lämpötilat ovat siten esim. 77/51 °C.

$$t_{vk} = \frac{77^\circ \text{C} - 51^\circ \text{C}}{\ln \left(\frac{77^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}}{51^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}} \right)} = 42,7^\circ \text{C}$$

Siirtimen lämpötilaohjelma on tällöin 115/56 °C, 51/77 °C.

Kun toimintalämpötilat on muutettu, tulee rakennuksen lämmitysverkoston tasapainotus tarkastaa ja verkosto tulee tarvittaessa perussäätää.

5. Lämmityssiirtimien virtaukset

$$\dot{V} = \frac{\Phi}{\Delta T \cdot c_p \cdot \rho}$$

Lämmityssiirtimen ensiöpuolen virtaus $V_{l,e}$

$$\dot{V}_{l,e} = \frac{181 \text{ kW}}{(115 \text{ °C} - 56 \text{ °C}) \cdot 4,20 \text{ kJ/kg °C} \cdot 0,969 \text{ kg /dm}^3} = 0,75 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Lämmityssiirtimen toisiopuolen virtaus $V_{l,t}$

$$\dot{V}_{l,t} = \frac{181 \text{ kW}}{(77 \text{ °C} - 51 \text{ °C}) \cdot 4,19 \text{ kJ / kg °C} \cdot 0,982 \text{ kg /dm}^3} = 1,69 \text{ dm}^3/\text{s}$$

6. Lämmityksen säätöventtiilin valinta

Lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero on 200 kPa, josta siirtimille (lämmityssiirtin ja käyttövesisiirtimen esilämmitysosa) varataan 15 kPa ja putkistolle 5 kPa. Säätöventtiilin mitoituspainehäviö on siis 180 kPa = 1,80 bar.

Mitoitusvirtaama on $0,75 \text{ dm}^3/\text{s} = 2,7 \text{ m}^3/\text{h}$

Venttiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{2,7}{\sqrt{1,80}} = 2,01$$

Valitaan säätöventtiiliksi k_{vs} -arvo 2,5.

Lasketaan venttiilin todellinen painehäviö

$$\Delta p = \left(\frac{2,7}{2,5} \right)^2 = 1,17 \text{ bar} = 117 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{117 \text{ kPa}}{200 \text{ kPa}} = 0,59 \text{ OK!}$$

Rakennuksen käyttötarkoitus	Asuinrakennus, valm. v. 1974						
Rakennusten lukumäärä	1 kpl						
Rakennustilavuus (SFS 5139)	10850 m ³						
Sisälämpötila(t)	20 °C						
Asuntojen lukumäärä (Liikehuoneistojen yms. lukumäärä)	52 kpl						
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama	1,45 dm ³ /s						
KAUKOLÄMMITYKSEN LÄMMITYSTEHOT LAITERYHMÄKOHTAISESTI ERITELTYNÄ	LÄMMITYSTEHDON ERITTELY (kW)						
		Täyden ilmanvaihdon alimmassa ulkolämpötilassa - _____ °C			Paikkakunnan mitoitus- ulkolämpötilassa - 29 °C		
Laiteryhmä	Mitoitus °C - °C	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä
Käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet	50 - 55					3	3
Lämmityspatterit	51 - 77				125	56	181
Lattialämmitys	-						
Kierrätysilmapatterit _____ kpl	-						
Ilmanvaihtopatterit _____ kpl	-						
Jälkilämmityspatterit _____ kpl	-						
	-						
	-						
TARVITTAVA KAUKOLÄMPÖTEHO					125	59	184
+ Teho lämmöntalteenotosta							
+ Muu lämmitysteho							
LÄMMITYSTEHDOT YHTEENSÄ					125	59	184
Kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)					dm ³ /s	0,75 dm ³ /s	
Kaukolämpöenergian kulutus / vuosi	525 MWh/a						
LISÄTIETOJA	<i>Mitoituksen perusteena on normeerattu energiankulutus (v.1999-2001)</i>						
<i>525 MWh, josta käyttöveden osuus on 96 MWh/a sekä todetut lämmitysverkoston toimintalämpötilat</i>							
<i>60 - 65 °C. Lämmitysverkosto perussäädetään.</i>							

Urakoitsijan merkinnät	Lämmönmyyjän merkinnät

Kohteen tunnistetiedot (Otsikkotaulu)

Kohde		As Oy Asunnot					
LÄMMÖNSIIRTIMET		Käyttövesi LS 1		Lämmitys LS 2		Ilmanvaihto LS 3	
Valmistaja		SIIRTO OY		SIIRTO OY			
Malli		KV-XXX		LM-YYY			
Teho		271		181			
		ensiö	toisio	ensiö	toisio	ensiö	toisio
Virtaus	dm ³ /s	1,45	1,45	0,75	1,69		
Lämpötilat	°C - °C	70 - 25	10 - 55	115 - 56	51 - 77	-	-
Painehäviö	kPa	18	17	4	17		
SÄÄTÖVENTTIILIT		Käyttövesi TV 1		Lämmitys TV 2		Ilmanvaihto TV 3	
Valmistaja		SÄÄTÖ OY		SÄÄTÖ OY			
Malli		EFG		EFG			
Virtaus	dm ³ /s	1,45		0,75			
Painehäviö	kPa	170		117			
Koko / kvs-arvo	DN / k _{vs}	15 /	4,0	15 /	2,5	/	
Säätökeskus		SÄÄTÖ-KL2		SÄÄTÖ-KL2			
KIERTOYESIPUMPUT		Käyttövesi P 1		Lämmitys P 2		Ilmanvaihto P 3	
Valmistaja		PUMPPU OY		PUMPPU OY			
Malli / lisätiedot		ABC-S / Ø80		ABC-S / Ø120		/	
Virtaus	dm ³ /s	0,29		1,69			
Nostokorkeus	kPa	20		38			
Moottorin ottama teho	W	33		170			
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET				Lämmitysverkosto		Ilmanvaihtoverkosto	
Verkoston tilavuus / painehäviö			dm ³ / kPa	1500 /	23	/	
Paisuntasäiliön tilavuus / esipaine			dm ³ / kPa	210 /	200	/	
Varoventtiilin koko / avautumispaine			DN / kPa	2 x 20 /	300	/	
PAINE-EROSÄÄDIN							
Valmistaja / malli		/					
Virtaama / painehäviö	dm ³ /s / kPa	/					
Koko / k _{vs} -arvo	DN / k _{vs}	/					
Asetusarvo	kPa						
N:o	kpl	Laite			Mitoitus		
LISÄTIETOJA:							
LÄMMÖNMYYJÄN ILMOITTAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO						200 kPa	

13.5 Kahden säätöventtiilin mitoitus

ESIMERKKI 4.

Lähtötiedot:

- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| • Lämpimän käyttöveden mitoitus-teho | 400 kW |
| • Lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero | 60...150 kPa |
| • Siirtimen painehäviö ensiöpuolella | 20 kPa |
| • Putkiston painehäviö | 5 kPa. |

Siirtimen ensiöpuolen virtaus on

$$\dot{V}_{kv,e} = \frac{400 \text{ kW}}{(70 \text{ °C} - 25 \text{ °C}) \cdot 4,185 \text{ kJ/kg °C} \cdot 0,992 \text{ kg/d m}^3}$$

$$= 2,14 \text{ dm}^3/\text{s} = 7,71 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ensimmäinen säätöventtiili mitoitetaan enimmäispaine-erolle ja 1/3-virtaukselle (2,57 m³/h). Siirtimen painehäviö on tällöin

$$\frac{20 \text{ kPa}}{3^2} = 2,2 \text{ kPa}$$

Putkiston painehäviö 1/3 virtauksella (2,57 m³/h) on

$$\frac{5 \text{ kPa}}{3^2} = 0,6 \text{ kPa}$$

Enimmäispaine-ero on

$$150 \text{ kPa} - 2 \text{ kPa} - 0,6 \text{ kPa} = 147,4 \text{ kPa}$$

Ensimmäisen venttiilin k_v -arvo on

$$k_{v1} = \frac{2,57}{\sqrt{1,47}} = 2,1$$

Valitaan ensimmäiseksi venttiilin k_{vs} -arvoksi 2,5.

Lasketaan yhteinen k_v -arvo pienimmän paine-eron mukaan. Vähimmäispaine-ero enimmäisvirtauksella on

$$60 \text{ kPa} - 20 \text{ kPa} - 5 \text{ kPa} = 35 \text{ kPa}$$

$$k_v = \frac{7,71}{\sqrt{0,35}} = 13,0$$

Vähennetään yhteisestä k_v -arvosta ensimmäisen venttiilin k_v -arvo, jolloin saadaan toisen venttiilin k_v -arvo

$$k_{v2} = 13,0 - 2,5 = 10,5$$

Valitaan toisen säätöventtiilin k_{vs} -arvoksi 10,0.

Säätö toimii sekä pienimmällä että suurimmalla ilmoitetulla paine-erolla.

Paine-ero valituilla säätöventtiileillä on siis

$$\Delta p = \left(\frac{7,71}{12,5} \right)^2 = 0,38 \text{ bar} = 38 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilien vaikutusaste

$$\beta = \frac{38 \text{ kPa}}{60 \text{ kPa}} = 0,63 \quad \text{OK!}$$

Esimerkkitäyttö lämmönjakokeskuksen mitoitusaulukon säätöventtiili-kohtaan, kun käytetään kahta rinnan asennettua käyttöveden säätöventtiiliä:

SÄÄTÖVENTTIILIT		Käyttövesi TV 1A	Käyttövesi TV 1B
Valmistaja		ABC OY	ABC OY
Malli		XYZ	XYZ
Virtaus	dm ³ /s	2,14	
Painehäviö	kPa	38	
Koko / kvs-arvo	DN /k _{vs}	15 / 2,5	25 / 10
Säätökeskus		SÄÄTÖ OY, XXX	

13.6 Varusteiden ja putkiston mitoitus

Lämmönjakokeskuksen putkistojen ja varusteiden painehäviöt ensiö- ja toisiopuolella eivät saa ylittää 5 kPa. Taulukossa G on esitetty esimerkki lämmitys-siirtimien toisiopuolen putkiston ja varusteiden mitoituksesta. Lämmönjakokeskuksen valmistajan tulee pyydettäessä antaa selvitys putkiston ja varusteiden mitoituksesta ja painehäviöistä taulukosta poikkeavia kokoja käytettäessä.

Taulukko G. Esimerkki lämmönjakokeskuksen toisiopuolen putkiston ja varusteiden mitoituksesta, jossa sallittu painehäviö jää alle 5 kPa.

Toisiopuolen varusteiden koot (putkisto, lianerotin, ilmanerotin, linjasäätö- ja sulkuventtiilit) DN	Sallittu vesivirta dm ³ /s	
	Kierteelliset varusteet	Hitsattavat/ laipalliset varusteet
20	0,2	
25	0,3	
32	0,5	0,7
40	0,9	1,1
50	1,5	1,7
65		3,1
80		4,9
100		8,5
125		12,1
150		18,2
200		26,6

13.7 Kytkenäesimerkkejä

Kierrätysilmakoneen kytkenä

Ilmanvaihtokoneen putkikytkennät

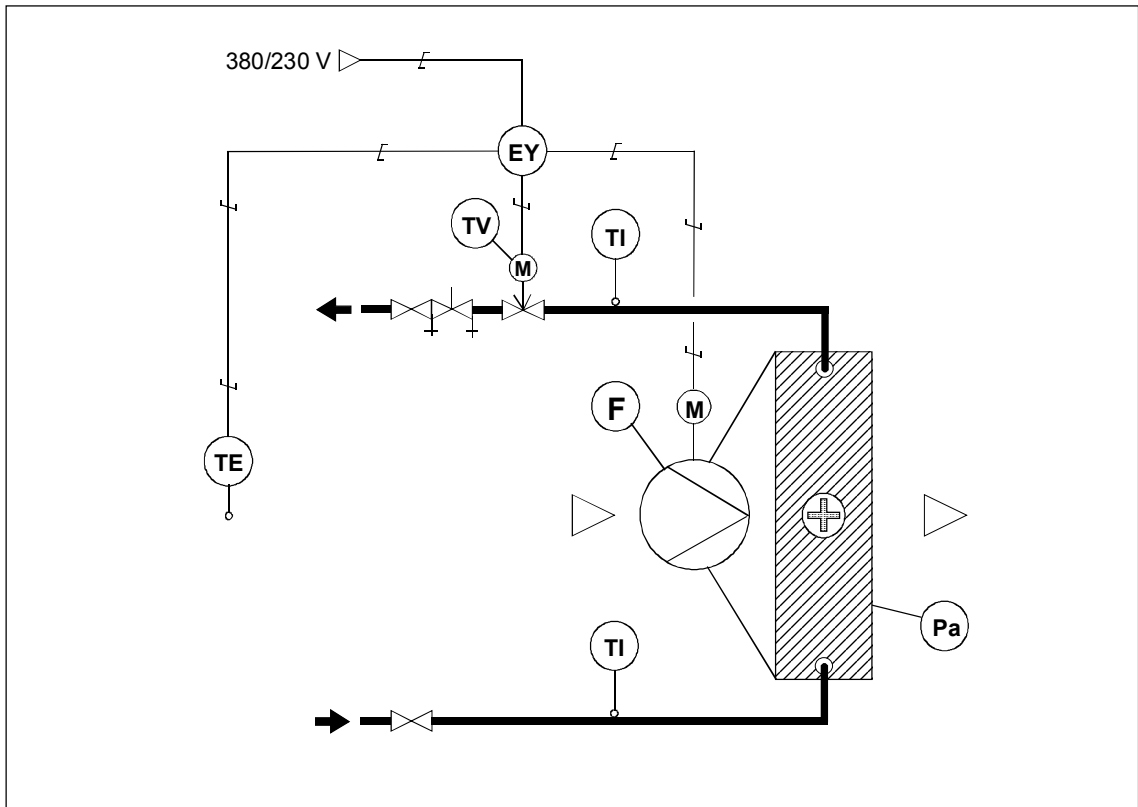
Esimerkkikytkentä 1: Peruskytkentä 1, johon on lisätty ilmanvaihtosiirrin. Ilmanvaihtosiirtimeltä palaavaa kaukolämpövedä ei ole ohjattu käyttöveden esilämmittimeen, koska sen sallittu painehäviö ylittyisi. Käyttöveden säätöventtiili on sijoitettu paluupuolelle, koska käyttöveden lämmönsiirrin on koottu kahdesta erillisestä lämmönsiirtimestä.

Esimerkkikytkentä 2: Peruskytkentä 2, jossa lämmityksen toisiopuolella on kaksi lämmityspiiriä (esim. lämmitys ja ilmanvaihto) toteutettu 2-tiesäätöventtiilillä. Kytkenä voidaan toteuttaa myös 3-tiesäätöventtiilillä.

Esimerkkikytkentä 3: Lattialämmitetyn pientalon kytkenä, jossa on vain ulkolämpötilan mukaan säätävä lattialämmitysverkosto. Lämmityssiirtimen toisiopuolen ohitusputkea voi käyttää vain silloin, kun painehäviö muuten ylittäisi sallitun 20 kPa. Siirrinvalmistaja mitoittaa tällöin siirtimen lämpötilat ja painehäviöt sekä kertäsäätöventtiilien virtaukset.

Esimerkkikytkentä 4: Peruskytkentä 1 varustettuna paine-eron säädöllä. Tässä esimerkissä on kaksi lämmityksen säätöventtiiliä, joista toisen putkitus ohittaa käyttöveden esilämmittimen. Tällainen säätöventtiilien kytkentä tulee kysymykseen niissä tapauksissa, joissa lämmityssiirtimeltä palaava kaukolämpövesivirta on liian suuri virrataksaan kokonaisuudessaan käyttöveden esilämmitysosan kautta. Paine-erosäätö mahdollistaa tällaisen kytkennän hallitun käytön.

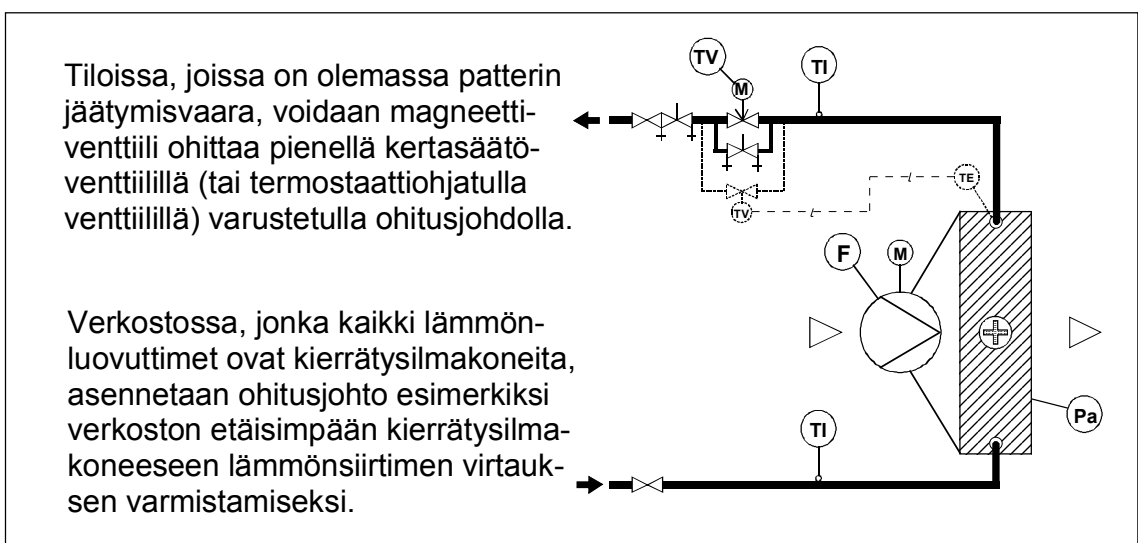
Esimerkkikytkentä 5: Peruskytkentä 1 kolmella siirtimellä ja DDC-säätölaitteistolla. Tässä esimerkissä säätöjärjestelmä mahdollistaa lämpölaitoksen energiamittarin luennan tiedonsiirtoverkon välityksellä.

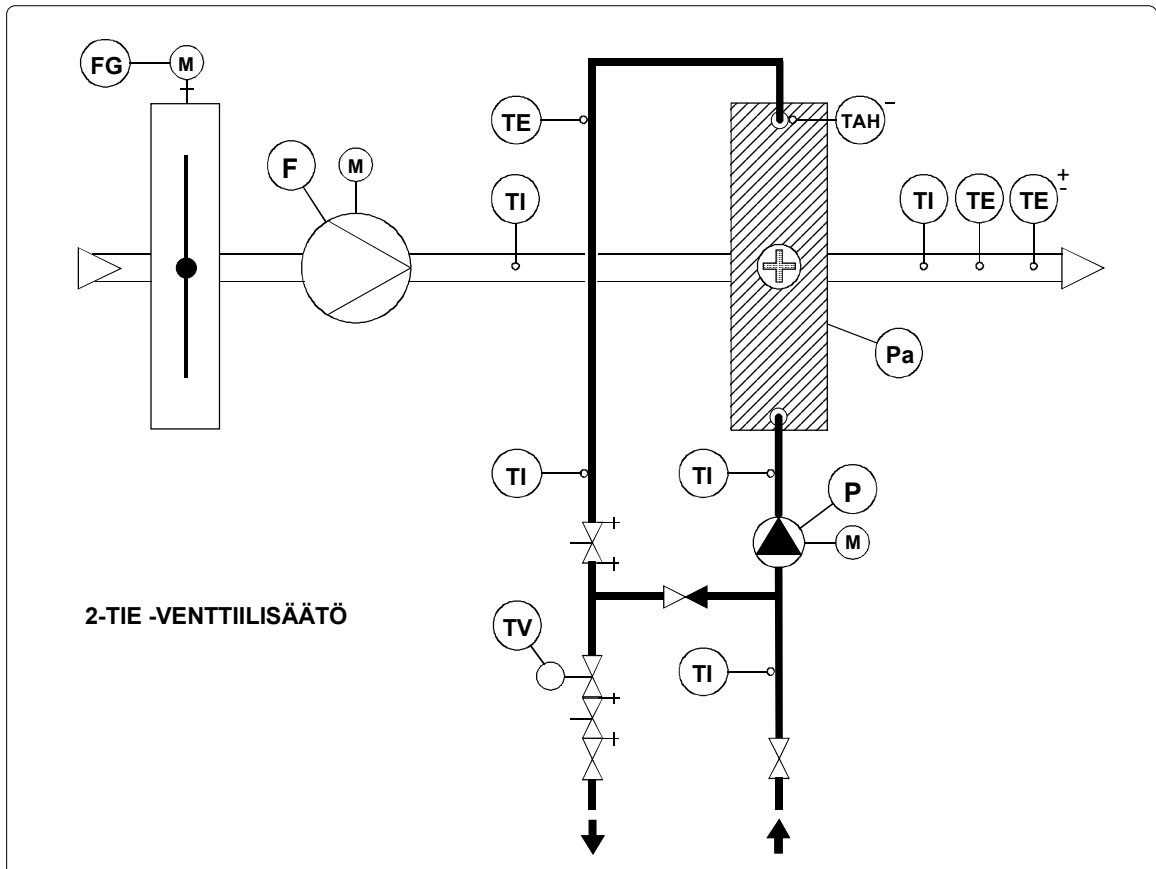
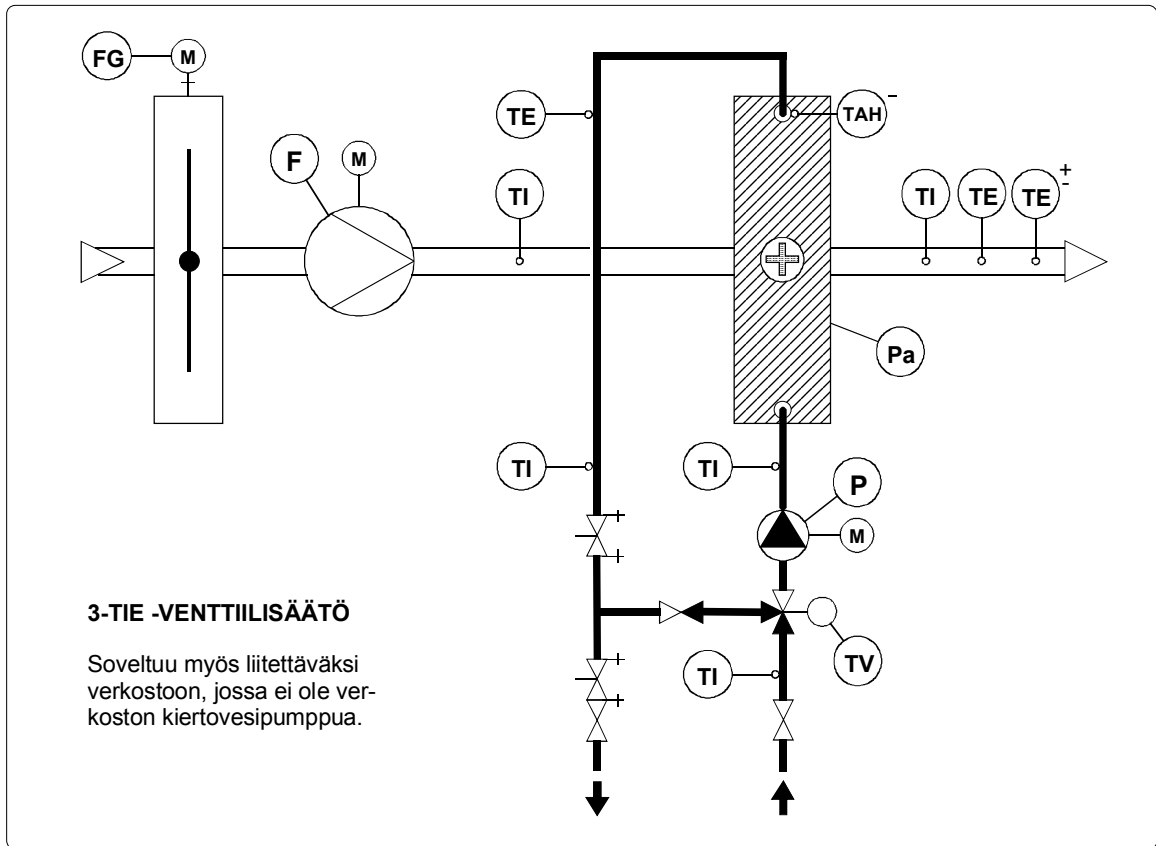


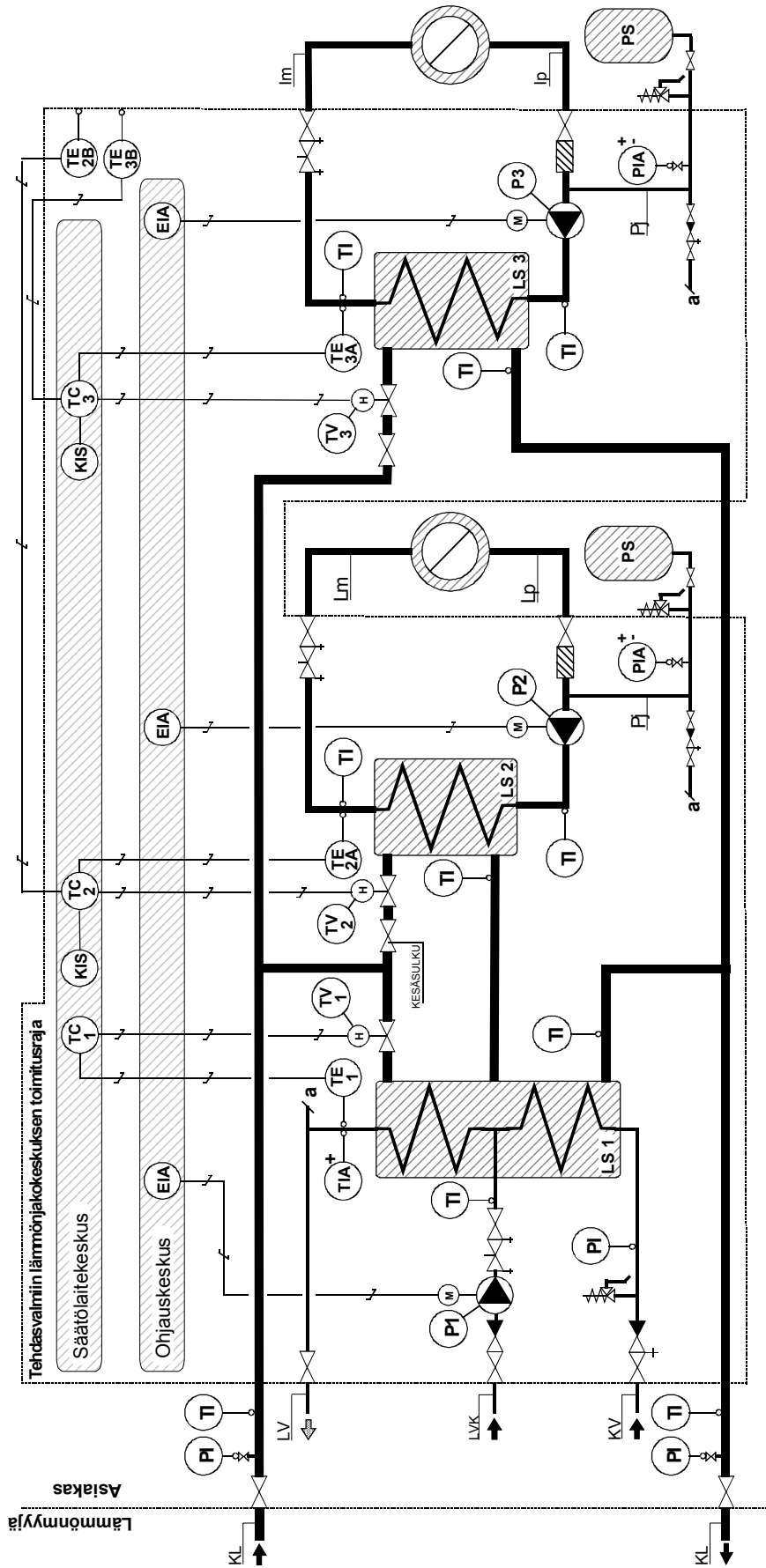
TOIMINTASELOSTUS:

Huoneilman tuntoelin TE käynnistää ja pysäyttää asetteluarvojensa mukaan puhaltimen F releen EY välityksellä. Puhaltimen käynnistyessä magneettiventtiili TV avautuu. Puhaltimen pysähtyessä magneettiventtiili sulkeutuu.

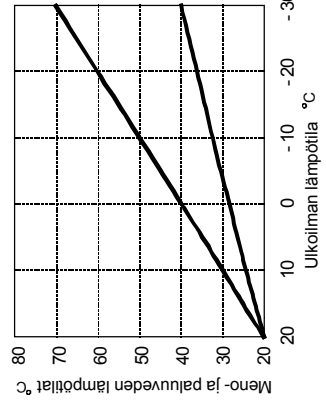
Jäähdytymän turvaamiseksi kierrätysilmakoneilla lämmitettävässä rakennuksessa tulee samaan verkostoon liitettyjen kierrätysilmakoneiden käydä samanaikaisesti tai verkoston pumpun tulee olla vakio paine-ero-säätöisesti ohjattu.



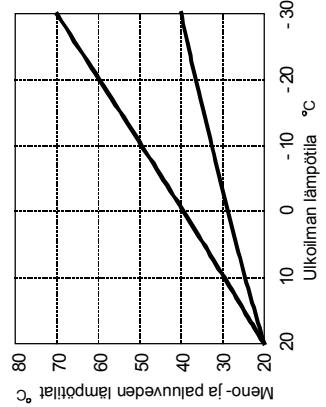




ILMANVAIHTOVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT



LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT

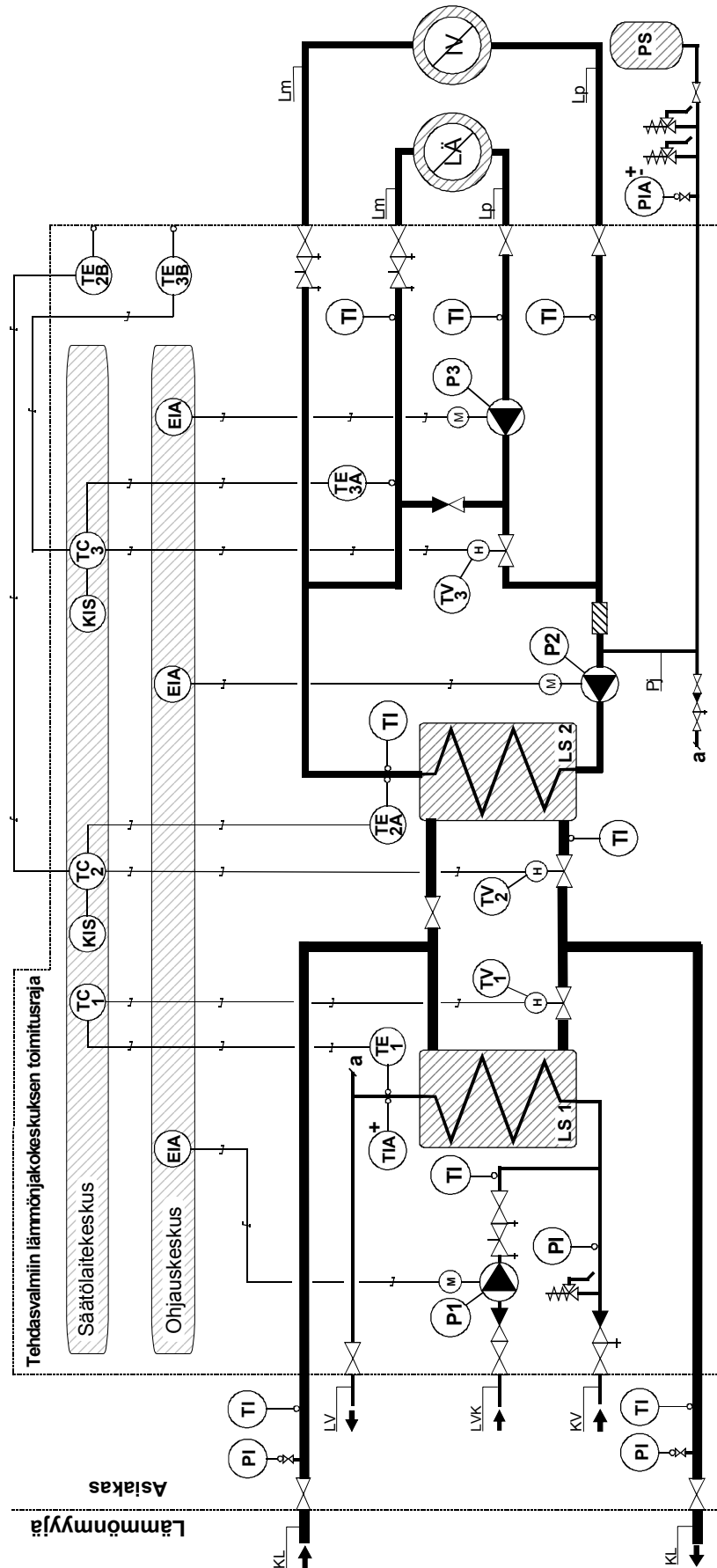


LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC ohjaa säätöventtiiliä TV 1 käyttöveden lämpötilan tuntuolimen TE1 mittausravon perusteella, pitääen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 55 °C.

LÄMMITYS- /ILMANVAIHTOVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC 2 / TC 3 ohjaa säätöventtiiliä TV 2 / TV 3 menoveden lämpötilan tuntuolimen TE 2A / TE 3A ja ulkoilman lämpötilan tuntuolimen TE 2B / TE 3B mittausravon perusteella, pitääen lämmitys- / ilmanvaihtoverkoston lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvojen mukaisena.



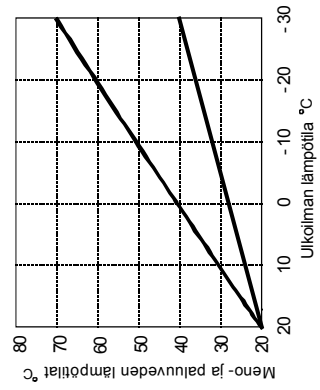
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC 1 ohjaa säätöventtiiliä TV 1 käyttöveden lämpötilan tuntuolimen TE 1 mittausarvon perusteella, pitaen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 55 °C.

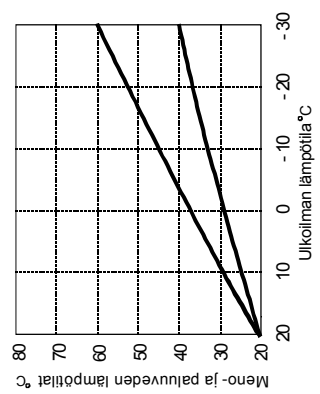
LÄMMITYSVERKORYHMIEN MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

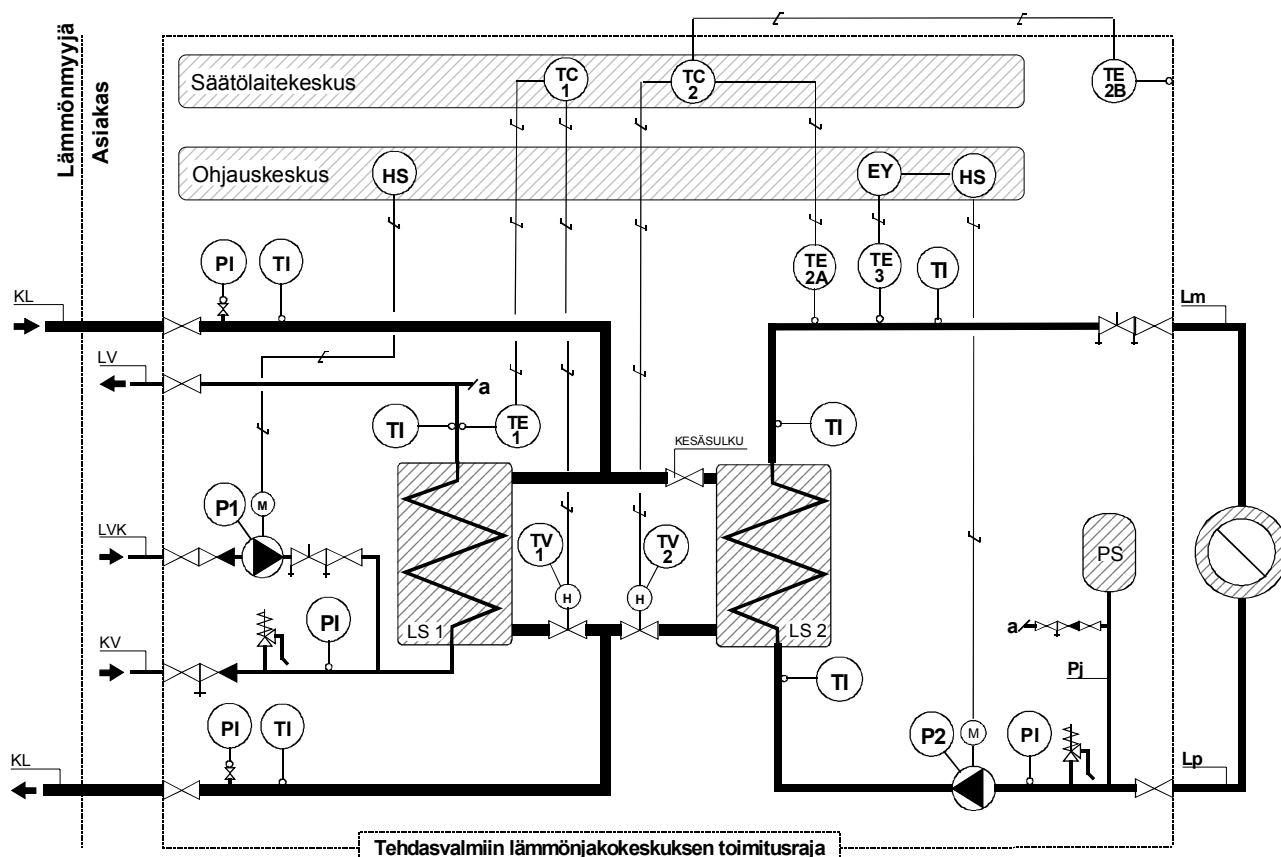
Säätökeskus TC 2 / TC 3 ohjaa säätöventtiiliä TV 2 / TV 3 menoveden lämpötilan tuntuolimen TE 2A / TE 3A ja ulkoilman lämpötilan tuntuolimen TE 2B / TE 3B mittausarvojen perusteella, pitaen ilmanvaihto- / lämmitysverkoston lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvojen mukaisena.

ILMANVAIHTOVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT



LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT





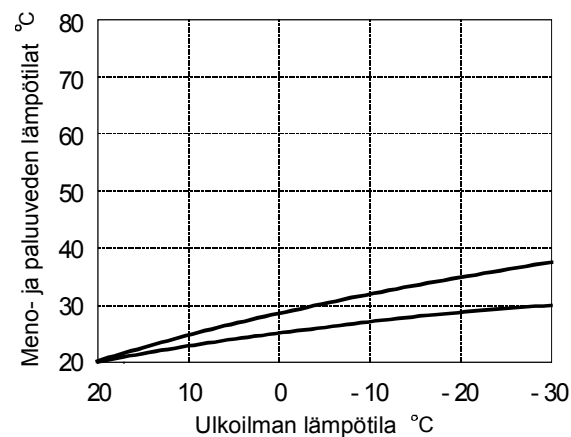
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC 1 ohjaa säätöventtiiliä TV 1 käyttöveden lämpötilan tuntoelimen TE 1 mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 55 °C.

LATTIALÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC 2 ohjaa säätöventtiiliä TV 2 menoveden lämpötilan tuntoelimen TE 2A ja ulkoilman lämpötilan tuntoelimen TE 2B mittausarvojen perusteella pitäen lämmitysverkostoon lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvojen mukaisena.

LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT

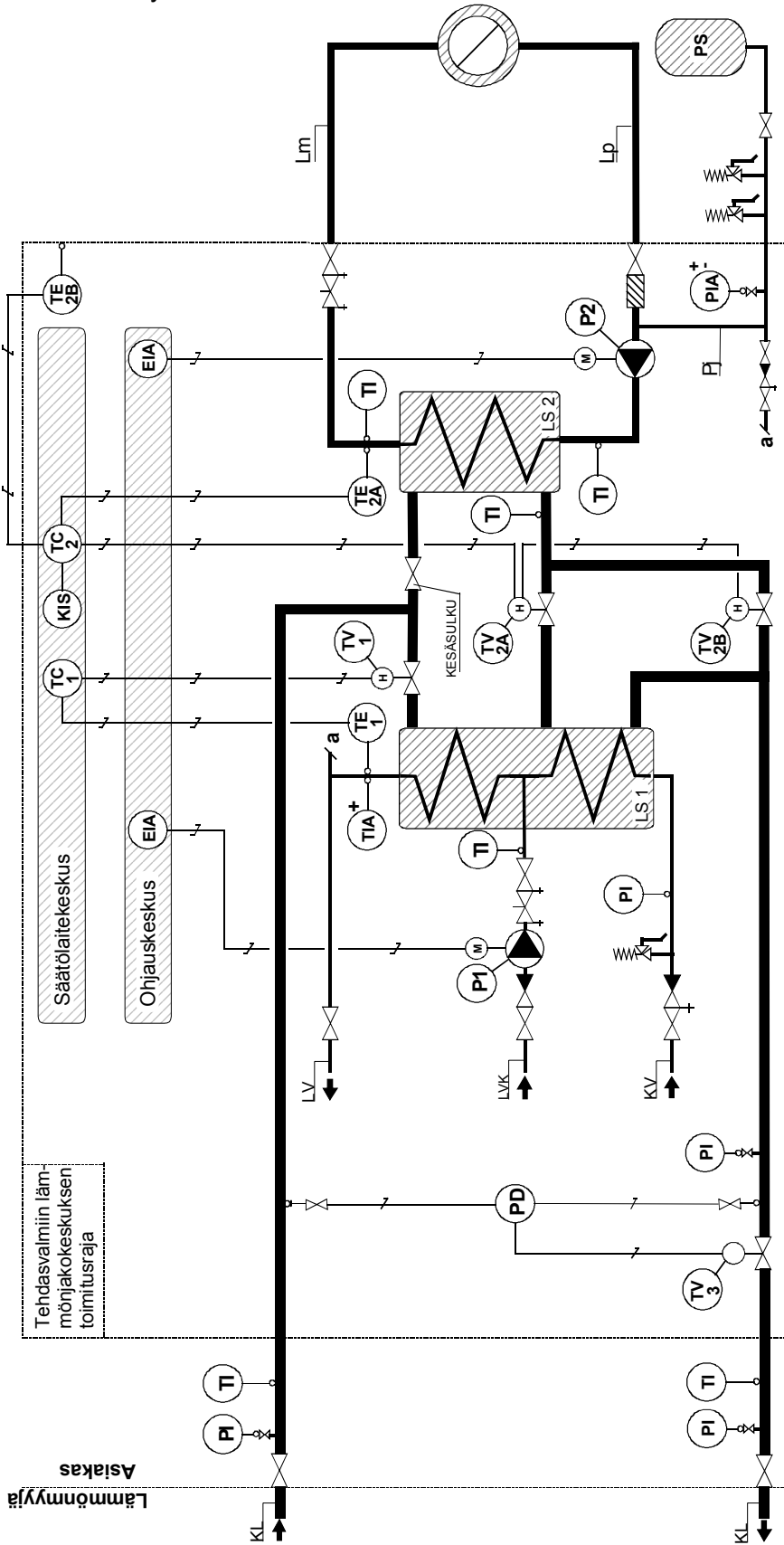


LATTIALÄMMITYSVERKOSTON YLILÄMPÖTILASUOJAUS

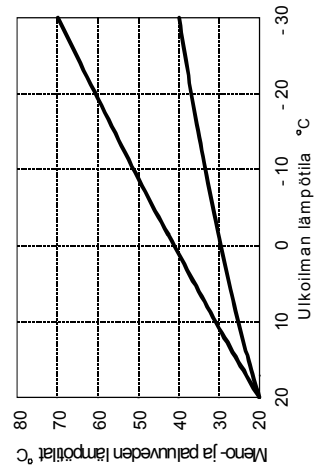
Menoveden lämpötilan rajoitustuntoelin TE 3 ohjaa relekytkintä EY. Lämpötilan noustessa yli asetetun yläraja-arvon, pysäyttää relekytkin EY pumpun P2. Pumppu käynnistyy uudestaan lämpötilan laskiessa alle asetusarvon. Asetusarvo 55 °C.

ESIMERKKIKYTKENTÄ 4

SUOMEN KAUKOLÄMPÖ RY
Lämmönkäyttötoimikunta



LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT



LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

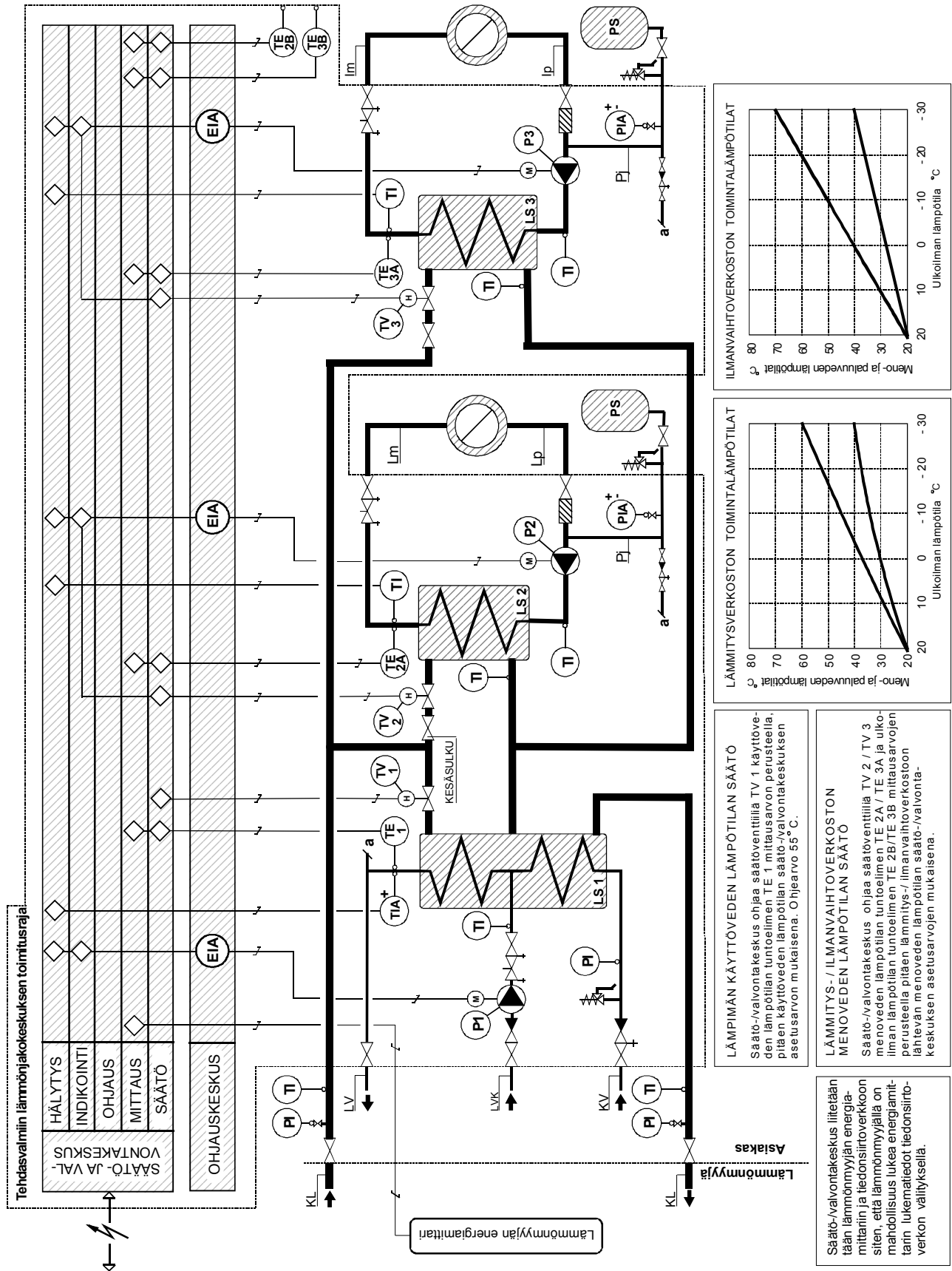
Säätökeskus TC 1 ohjaa säätöventtiiliä TV 1 käyttöveden lämpötilan tunteilimen TE 1 mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 55°C.

LÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC 2 ohjaa säätöventtiiliä TV 2A ja TV 2B menoveden lämpötilan tunteilimen TE 2A ja ulkoilman lämpötilan tunteilimen TE 2B mittausarvojen perusteella pitäen lämmitysverkoston lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvojen mukaisena. Säätöventtiilit toimivat sarjassa siten, että TV2A aukeaa ensin.

KAUKOLÄMPÖKIERTOVEDEN PAINE-ERON SÄÄTÖ

Omavoimainen paine-erosäädin TV3 kuristaa kaukolämpövesivirtaa paine-eron tunteilimen PD mittausarvon perusteella pitäen lämmönjakokeskuksen vaikuttavan kaukolämpövesivirran paine-eron vakiona asetusarvon mukaisesti.



LÄMMÖNSIIRINTEN JA LÄMMÖNJAKOKESKUSTEN CE-MERKKI

Painelaitteen tai laitekokonaisuuden valmistajan on annettava valmistamastaan laitteesta EY-vaatimustenmukaisuusvaatimus ja kiinnitettävä siihen CE-merkki. CE-merkillä valmistaja ilmoittaa, että painelaite tai laitekokonaisuus on suunniteltu ja valmistettu painelaitedirektiivin mukaisesti.

Luokan 1 eli ns. hyvän konepajakäytännön mukaisiin painelaitteisiin tai painelaitetekonaisuuksiin ei CE-merkkiä kuitenkaan saa kiinnittää /KTM-päätös 938/1999, 6 §/. Kaukolämpölaitteiden osalta tämä tarkoittaa, että pienimmät siirtimet ja lämmönjakokeskukset luokitellaan em. luokkaan.

Painelaitteen luokitus määritellään korkeimman luokan antavan yksittäisen kammion mukaan. Tilavuus määritellään kunkin kammion sisäisenä tilavuutena mukaan lukien yhteiden tilavuus ensimmäiseen liitokseen asti.

CE-merkkiä ei saa kiinnittää esimerkiksi seuraavanlaisiin laitteisiin /KTM-päätös 938/1999, liite II, kuvat 2, 4, 7 ja 9/:

painelaite, sisältö vesi	käyttöpaine PS bar	lämpötila enintään °C	tilavuus V enintään L	ehto PS · V	esimerkki lämmönjakokeskuksessa
säiliö	16	120	3,125	≤ 50 bar·L	lämmönsiirrin, ensiöpuoli
	10	100	1000	≤ 10000 bar·L	käyttöveden lämmönsiirrin, toisiopuoli
	6	100	1666,67	≤ 10000 bar·L	lämmityksen lämmönsiirrin, toisiopuoli

painelaite, sisältö vesi	käyttöpaine PS bar	lämpötila enintään °C	DN enintään	ehto PS · DN	esimerkki lämmönjakokeskuksessa
putkisto, enintään DN 32	16	120	DN 32	≤ 3500 bar	kaukolämmön tulo-putki
putkisto, yli DN 32	16	120	DN 50	≤ 1000 bar	kaukolämmön tulo-putki
putkisto	10	100	ei rajoitusta	PS ≤ 10 bar	toisioverkoston putket

Laitekokonaisuus, esim. tehdasvalmisteinen lämmönjakokeskus, luokitellaan sen eri osien (säiliöt ja putkisto) luokituksien perusteella. Jos laitekokonaisuuden kaikki osat ovat hyvän konepajakäytännön mukaisia painelaitteita, ei laitekokonaisuudessa saa olla CE-merkkiä. Jos yhdessäkin laitekokonaisuuden osassa vaaditaan painelaitedirektiivin mukaista CE-merkkiä, tulee laitekokonaisuuteen CE-merkki ja valmistajan tulee laatia siitä vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Lain mukaan hyvän konepajakäytännön painelaitteissa pitää olla merkinnät, joista voi tunnistaa valmistajan tai valmistajan edustajan. Lisäksi niiden mukaan pitää olla riittävät käyttöohjeet.

Tarkemmin aiheeseen voit tutustua Turvatekniikan keskuksen Internet-sivuilla www.tukes.fi, josta löytyvät uusi painelaitelaki, asetukset ja KTM-päätökset.

VIITESTANDARDIT JA -JULKAISUT

Julkaisussa on viitattu seuraaviin standardeihin ja Sky:n suosituksiin ja raportteihin:

C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, määräykset ja ohjeet 1998. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 1987. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

D4 LVI-piirrosmerkit, ohjeet 1978. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

E1 Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet 1997. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

E1 Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet 2002. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

SFS 2154 Hitsattavat kauluslaipat. Nimellispaine PN 16 Suomen Standardisoimisliitto SFS, 1979.

SFS 3313 Teräsputket. Raskaat. Kierteityskelpoiset. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 1980.

SFS 4103 Instrumentoinnin piirrosmerkit. Mittaus-, ohjaus- ja säätötoimintojen perusmerkit. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 1985.

SFS 4286 Prosessikaavioiden piirrosmerkit. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 1988.

SFS 5139 Rakennuksen pinta-alat. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 1985.

SFS-EN 837 Painemittarit. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 1997.

SFS-EN 1057 Kupari ja kupariseokset. Saumattomat pyöreät kupariputket LVI-käyttöön. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 1996.

SFS-EN ISO 898-1 Kiinnityselinten lujuusominaisuudet. Hiili- ja seostetut teräkset. Osa 1: Ruuvit ja vaarnaruuvit. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 2000.

SFS-EN 20898-2 Kiinnityselimien lujuusominaisuudet. Osa 2: Mutterit. Metrinen kierre. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 1994.

DIN 1626 Geschweisste kresförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen; Technische Lieferbedingungen. Deutsches Institut für Normung e.V., 1984.

DIN 1629 Nahtlose kreisförmige Rohre aus unlegierten Stählen für besondere Anforderungen; Technische Lieferbedingungen. Deutsches Institut für Normung e.V., 1984.

LIITE 2
2 (2)

DIN 2441 Stahlrohre; Schwere Gewinderohre. Deutsches Institut für Normung e.V., 1978.

DIN 2458 Ausgabe: 1981-02. Geschweißte Stahlrohre: Maße, längenbezogene Massen. Deutsches Institut für Normung e.V., 1981.

DIN 2616-1 Formstücke zum Anschweißen, Reduzierstücke Verminderter Ausnutzungsgrad. Deutsches Institut für Normung e.V., 1991.

DIN 2616-2 Formstücke zum Anschweißen, Reduzierstücke Voller Ausnutzungsgrad. Deutsches Institut für Normung e.V., 1991.

DIN 16195 Maschinen-Glasthermometer mit rundem oder V-förmigem Gehäuse; Anforderungen und Prüfung. Deutsches Institut für Normung e.V., 1991.

DIN 16893 Rohre aus vernetztem Polyethylen Hoher Dichte (PE-X). Maße. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000. DIN 16893 Berichtigung 1, Ausgabe: Berichtigung zu DIN 16893. Deutsches Institut für Normung e.V., 2001.

DIN 17175 Nahtlose Rohre aus warmfesten Staehlen; technische Lieferbedingungen. Deutsches Institut für Normung e.V., 1989.

ISO 7005-1 Metallic flanges - Part 1: Steel flanges. International Organization for Standardization ISO, 1992.

LVI 11-10329 Paisuntajärjestelmävalinta ja mitoitus. LVI-ohjetiedosto. Rakennustieto Oy, 2001

Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. TalotekniikkaRYL 2002. Rakennustieto Oy, 2003.

Euroopan unionin ja neuvoston direktiivi 97/23/EY Painelaitedirektiivi. 1997.

Painelaitelaki. Suomen säädöskokoelma 869/1999. Muutokset 893/2001, 387/2002.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista. Suomen säädöskokoelma 938/1999.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös yksinkertaisista painesäiliöistä. Suomen säädöskokoelma 917/1999.

Sky-suositus K13/1994 "Kaukolämmön mittaus"

Sky-suositus K3/1995 "Kaukolämmityslaitteiden katselmus"

Sky-raportti K13/1995 "Lämmönmyyjän lukitusjärjestelmä"

Sky-suositus K14/1997 "Säädön toiminnan tarkastaminen käyttöolosuhteissa"

Sky-suositus K15/1998 "Tilausteho ja -vesivirta. Määrittäminen ja tarkastaminen"

Sky-suositus K2/1998 "Kaukolämmityslaitteiden asennus. Urakoitsijan ja lämmönmyyjän yhteistyö"

Sky-suositus K16/2003 "Kaukolämpölaitteiden toimintakoe"

Suomen Kaukolämpö ry:n asiakaslaitteita ja energianmittausta koskevat julkaisut:

K1/2003 Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet

Suosituks:

K13/1994 Kaukolämmön mittaus

K3/1995 Kaukolämmityslaitteiden katselmus

K14/1997 Säädön toiminnan tarkastaminen käyttöolosuhteissa

K15/1998 Tilausteho ja -vesivirta. Määritys ja tarkistaminen

K2/1998 Kaukolämmityslaitteiden asennus. Urakoitsijan ja lämmönmyyjän yhteistyö

K16/2003 Kaukolämpölaitteiden toimintakoe

Raportit:

K13/1995 Lämmönmyyjän lukitusjärjestelmä

K14/1997 Varautuminen lämmöntoimituksen keskeytyksiin



Suomen

Kaukolämpö ry

Fredrikinkatu 61

00100 HELSINKI

Puhelin (09) 686 6730

Faksi (09) 685 2533

etunimi.sukunimi@sky.energia.fi

www.energia.fi/sky