

Rakennusten kaukolämmitys

Määräykset ja ohjeet

Julkaisu K1/2013



Energiateollisuus

Kaukolämpö

Rakennusten kaukolämmitys

Määräykset ja ohjeet

julkaisu K1/2013

© Energiateollisuus ry 2013

ISBN 978-952-5615-41-8 (nid.)
ISBN 978-952-5615-42-5 (pdf)

Viite: ET-kaukolämpökansio 1/1

Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet

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

Oikein mitoitettut ja valitut laitteet laadukkaasti asennettuina ja säädettyinä takaavat energiatehokkuuden toteutumisen sekä asiakkaan lämmön käytössä että myös kaukolämmön tuotannossa ja jakelussa.

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. Energiateollisuus ry (ET) laati ensimmäisen suosituksen kuluttajalaitteiden kytkennöistä vuonna 1973. Jo tätä ennen, vuonna 1967 oli annettu ohjeita lämmityslaitteiden mitoituksista ja rakenteesta. Suositukset ja ohjeet ovat muuttuneet vähitellen koko maan kattavaksi käytänteeksi.

Yhtenäiset ohjeet koko maassa ovat kaikkien toimialalla toimivien etu. Tarkoituksenmukaisilla laitteilla ja laadunvalvonnalla taataan asiakkaiden ostaman lämmitysenergian korkea laatu ja turvallisuus. Yhtenäiset vaatimukset laitteiden toiminnolle ja varusteille alentavat kustannuksia ja lisäävät kaukolämmityksen kilpailukykyä. Tämä julkaisu korvaa ET:n julkaisun K1/2003 "Rakennusten kaukolämmitys, määräykset ja ohjeet".

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

Julkaisu astuu voimaan 1.9.2013, niitä sovelletaan 1.1.2014 jälkeen tapahtuvissa toimituksissa.

Lämmönkäyttötoimikunta

Puheenjohtaja	Petri Flyktman	Jyväskylän Energia Oy
Jäsenet	Marko Alén	Helsingin Energia
	Antti Eskola	Hyvinkään Lämpövoima Oy
	Lassi Kortelainen	Vantaan Energia Oy
	Veli-Matti Mäkelä	Oulun seudun ammattikorkeakoulu
	Risto Pohjolainen	Savon Voima Oyj
	Petri Turtiainen	Kuopion Energia
	Ari Veijalainen	Turku Energia Oy
Sihteeri	Mirja Tiitinen	Energiateollisuus ry (ET)

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 laitettilan sijoitus	4
2.2 Teknisen laitettilan koko	4
2.3 Laitteiden sijoitus ja huoltotilat	5
2.4 Lämmitys ja ilmanvaihto.....	5
2.5 Vesipiste ja viemäröinti	5
2.6 Valaistus ja sähköpistorasia	5
2.7 Tiedonsiirto.....	5
2.8 Lämpömäärämittarin sähköistys	5
3 RAKENNUSTEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	7
3.1 Perusvaatimukset	7
3.2 Suunnittelun ja mitoituksen lähtökohdat	7
3.3 Lämmitystehontarve	7
3.4 Mitoituslämpötilat	8
3.4.1 Uudisrakennukset	8
3.4.2 Olemassa olevat rakennukset	9
3.4.3 Ilmanvaihtopatterit	9
3.5 Mitoituspainehäviöt.....	9
4 LÄMMÖNSIIRTIMET.....	12
4.1 Mitoitusperiaatteet.....	12
4.2 Lämmönsiirtimien mitoitus-teho	12
4.2.1 Käyttöveden lämmönsiirrin	12
4.2.2 Lämmityksen ja ilmanvaihdon lämmönsiirtimet	12
4.3 Rakenneaineet	12
4.4 Lämmönsiirtimistä annettavat tiedot.....	13
4.5 Viranomaisten hyväksymiset, tyyppitestaukset	13
5 SÄÄTÖLAITTEET	14
5.1 Säättöjärjestelmät	14
5.2 Säädön toimintavaatimukset	14
5.3 Säättöventtiilit	15
5.3.1 Säättöventtiilien valinta	15
5.3.2 Kahden säättöventtiilien käyttö ja mitoitus	16
5.3.3 Paine-erosäädin	16
5.3.4 Rakennevaatimukset	17
5.3.5 Rakenneaineet.....	17
5.3.6 Käsikäyttölaitteet ja asennonosoittimet	17
5.3.7 Säättöventtiilien sijoitus	17
5.4 Lämpötila-anturit.....	17
5.5 Säätimet	18
5.6 Tiedonsiirto.....	18

6 ENSIÖPUOLEN PUTKISTOT JA LIITOKSET	19
6.1 Putkimateriaalit ensiöpuolella	19
6.1.1 Hitsattavat teräspuutket ensiöpuolella	19
6.1.2 Kierteitetettävät teräspuutket ensiöpuolella	19
6.1.3 Kuparipuutket ensiöpuolella	19
6.2 Putkien liitokset ensiöpuolella	19
6.3 Putkikäyrät ja supistukset ensiöpuolella	20
6.4 Ensiöpuolen putkien mitoitus.....	20
6.5 Liitosten tarkastus ensiöpuolella	20
6.6 Joustavat liittimet ensiöpuolella	21
6.7 Lämpöliikkeen tasaaminen ensiöpuolella	21
6.8 Maanalaiset asiakkaan johdot ensiöpuolella	21
7 TOISIOPUOLEN PUTKISTOT JA LIITOKSET	22
7.1 Putkimateriaalit ja liitostavat toisiopuolella	22
7.1.1 Lämmitysverkosto.....	22
7.1.2 Käyttövesiverkosto.....	22
8. ENSIÖPUOLEN VENTTIILIT JA VARUSTEET.....	23
8.1 Rakenneaineet ensiöpuolella	23
8.2 Sulkuventtiilit ensiöpuolella	23
8.3 Lianerottimet ensiöpuolella	23
8.4 Ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilit ensiöpuolella	23
8.5 Lämpömittarit ensiöpuolella	24
8.6 Painemittarit ensiöpuolella	24
9. TOISIOPUOLEN VENTTIILIT JA VARUSTEET	25
9.1 Rakenneaineet toisiopuolella	25
9.2 Sulkuventtiilit toisiopuolella.....	25
9.3 Kertasäätöventtiilit toisiopuolella.....	25
9.4 Lianerottimet toisiopuolella	25
9.5 Ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilit toisiopuolella	26
9.6 Lämpömittarit toisiopuolella	26
9.7 Painemittarit toisiopuolella	26
10 PUMPUT, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET.....	27
10.1 Lämmityksen ja lämpimän käyttöveden kiertopumput	27
10.1.1 Pumppujen ohjaus ja säätö.....	27
10.1.2 Pumppujen mitoitus.....	27
10.2 Paisunta- ja varolaitteet.....	27
10.2.1 Paisuntajärjestelmät	27
10.2.2 Paisunta- ja täyttöputki	28
10.2.3 Varoventtiilit ja varusteet	28
10.2.4 Paisuntasäiliö.....	28
11 KYTKENNÄT JA LÄMMÖNJAKOKESKUKSET	29
11.1. Lämmönjakokeskuskytkennät ja käyttöalueet	29
11.1.1 Peruskytkentä, käyttöalue	29
11.1.2 Pientalokytchentä, käyttöalue	29
11.1.3 Välisyöttökytkentä, käyttöalue	29
11.1.4 Peruskytkentöjen varusteet	30
11.2 Kierrätysilma- ja ilmanvaihtokoneiden putkikytkennät.....	30
11.2.1 Kierrätysilmakone	30
11.2.2 Ilmanvaihtokone	30

11.3 KytKentäpiirustus	30
11.3.1 KytKentäpiirustuksessa esitettävät lämmitysverkoston toimintalämpötilat ...	31
11.3.2 KytKentäpiirustuksen toimintaselostukset	31
11.4 Lämmönjakokeskukset	37
11.4.1 Tehdasvalmiin lämmönjakokeskuksen toimitusrajat ja varusteet	37
11.4.2 Lämmönjakokeskusten mittaus- ja säätölaitteet sekä -järjestelmät	37
11.4.3 Ohjauskeskus	37
11.4.4 Lämpöeristykset, pintakäsittelyt ja merkinnät.....	37
11.4.4.1 Lämmönsiirtimien merkintä.....	38
11.4.4.2 Säätöventtiilin merkintä	38
11.4.4.3 Pumpun merkintä	38
11.4.5 Hälytykset.....	38
11.4.6 Lämmönjakokeskuksen asennus.....	39
11.4.7 Ääni	39
11.4.8 Käyttö- ja huolto-ohjeet	39
11.4.9 Lämmönjakokeskuksen takuu	39
11.4.10 Lämmönjakokeskus painelaitteena	39
12 KAUKOLÄMPÖLAITTEIDEN UUSINTA	40
12.1 Yhteydenpito lämmönmyyjään	40
12.2 Laitteuusinnan toteutusperiaatteet	40
12.3 Laitteuusinnan toteutus ja -laajuus.....	40
12.4 Laitteuusinnan suunnittelu ja asennustyö	41
12.4.1 Suunnittelun ja mitoituksen lähtökohdat.....	41
12.4.2 Suunnitelma, toimintakaavio.....	41
12.4.3 Lämmönsiirtimet, lämmönjakokeskukset	41
12.4.4 Säätöventtiilit, lämpötila-anturit	41
12.4.5 Pumput.....	42
12.4.6 Paisunta- ja varolaitteet	42
12.4.7 Sulkuventtiilit ja putkistot.....	42
12.4.8 Lämpö- ja painemittarit.....	42
12.4.9 Dokumentointi	42
12.5 Lämmönmyyjän laitteet	42
13 LAADUNVARMISTUS JA TARKASTUKSET	44
13.1 Kaukolämmitys- ja LVI-suunnitelmat	44
13.1.1 LVI-suunnittelijan tehtävät	44
13.1.2 Laitetoimittajien tehtävät	45
13.2 Lämmönjakokeskuksen asennus ja vastaanotto.....	45
13.2.1 Laitteiden käyttöönotto, käyttöönottotarkastus	46
13.2.1.1 Tiiviyskoe	47
13.2.2 Lämmöntoimituksen aloitus	47
13.2.3 Säätöjärjestelmän viritys ja toimintakoe	47
13.2.4 Rakennuksen kaukolämpölaitteiden valmistuminen, lopputarkastus	47
13.2.4.1 Kaukolämpölaitteiden toimintakoe	48
13.3 Laadunvarmistuksen dokumentointi.....	49
13.4 Huoltokirja.....	49
13.5 Takuuajan toimenpiteet	49
13.6 Rakennuksen kaukolämmityslaitteiden testaus käyttöolosuhteissa	49
14 SUUNNITTELUOHJEITA.....	55
14.1 Lämmitystekniset tiedot, mitoitusaulukon 1 täyttöohjeet	55
14.2 Lämmönjakokeskuksen laitteiden mitoitus, mitoitusaulukon 2 täyttöohjeet	56
14.3 Olemassa olevan rakennuksen lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat	57
14.4 Lattialämmitys.....	57
14.5 Lämpimän käyttöveden kiertojohdon mitoitus, säätö ja lämpöeristys.....	58

15 ESIMERKKEJÄ.....	59
15.1 Teknisen tilan laitteiden sijoitus-esimerkkejä.....	59
15.2 Säästöventtiilien valinta	64
15.2.1 Lämmityksen säästöventtiilien valinta.....	64
15.2.2 Käyttöveden säästöventtiilin valinta	64
15.2.3 Kahden säästöventtiilin valinta	65
15.3 Liikerakennuksen lämmönjakokeskuksen mitoitus	67
15.4 Vanhan asuintalon lämmönjakokeskuksen mitoitus	74
15.5 Varusteiden ja putkiston mitoitus	81
15.6 Kyt-kentä-esimerkkejä	81

LIITE 1 Lämmönsiirrinten ja lämmönjakokeskusten CE-merkki

1 SOVELTAMISALA, TARKOITUS JA PERUSTEET

1.1 Soveltamisala

Näiden määräysten noudattamisesta sovitaan kaukolämpöasiakkaan kanssa tehtävässä yksityisoikeudellisessa sopimuksessa. Määräyksiä ja ohjeita noudatetaan vesikaukolämpöön liitettävän tai jo 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 ET:n antamien määräysten, suositusten ja ohjeiden mukaisesti.

1.4 Toimialan muut määräykset ja ohjeet

- Painelaitteita koskevat säännökset
- Suomen rakentamismääräyskokoelma (RakMk)
- Asumisterveysohje, Sosiaali- ja terveysministeriön opas (2003)
- 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.

Lämmitysenergian tarpeella tarkoitetaan sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseksi ja lämpimän käyttöveden lämmittämiseksi tarvittavaa energiamäärää.

Rakennuksen kaukolämmityslaitteet ovat lämmityslaittekokonaisuus, 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, pumpauslaitteet, 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.

Rakennuksen käyttö ja huolto-ohje on kiinteistökohtainen asiakirjakokonaisuus, johon kootaan kiinteistön hoidon, huollon ja kunnossapidon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet. /RakMK A4/

Pientalo on tässä julkaisussa enintään kahden asunnon rakennus tai muu rakennus, jonka käyttöveden lämmityksen teho on enintään 120 kW ja tilojen lämmitystehon tarve enintään 30 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 erillinen tila, jossa lämmönjakokeskuksen lisäksi voi sijaita muita yhdyskuntatekniikan vaatimia laitteita (esim. vesi-, sähkö- ja tietoliikennejärjestelmien laitteita)

Sopimusteho tarkoittaa asiakkaan käyttöön varattua suurinta tuntista lämpötehoa. Sopimustehon mittayksikkö on kW.

Sopimusvesivirta tarkoittaa asiakkaan käyttöön varattua suurinta tuntista kaukolämpöveden virtausta. Sopimusvesivirran 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.

Suunnittelijan tulee varmistaa lämmönmyyjältä kaukolämpökierroveden paine-eron käyttöolosuhteissa vaihtelurajoineen. Paine-ero mittauskeskuksen jälkeen on vähintään 60 kPa.

1.7 Eri yksikköjen välisiä muuntokertoimia

1 kWh	= 3600 kJ	= 0,860 Mcal
1 Mcal	= 1,163 kWh	= 4,187 MJ
1 kJ	= 1 kWs	= 0,278 Wh
1 kW	= 0,860 Mcal/h	= 102 kpm/s
1 kPa	= 0,010 bar	= 0,102 mvp
1 bar	= 10,197 mvp	= 100 kPa
1 m ³ /h	= 0,278 dm ³ /s	= 0,278 l/s

2 TEKINEN LAITETILA

2.1 Teknisen laitetilän sijoitus

Teknisen laitetilän ja sinne tulevien kaukolämpöputkien sijoittelu 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. Kaukolämpöjohtoja sijoitetaan rakennuksen alle tai sisälle mahdollisimman vähän.
- Teknisen laitetilän sijoituksessa on huomioitava laitteiden aiheuttama ääni siten, että asuinhuoneistoissa sallittu äänitaso ei ylity.

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

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

2.2 Teknisen laitetilän koko

Tekninen laitetila mitoitetaan sinne 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. Laitteiden sijoittelu esitetään kaukolämmityssuunnitelmassa.

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

Asuinrakennuksen tilavuus m ³	Lämmönsiirrinten lukumäärä	Kaukolämpölaitteiden tilantarve m ²	Muiden laitteiden tilantarve m ²
500	2	2	määritetään laitteiden tilantarpeen mukaisesti ja lisätään kaukolämpölaitteiden tilantarpeeseen
500	3	2,5	
1 000	3	3	
1 000	4	4	
10 000	4	5	
20 000	4	5	

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

Teknisen laitetilän ratkaisumalleja on esitetty kohdassa 15.1.

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

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

2.5 Vesipiste ja viemärointi

Tekninen laitetilä ja mahdollinen lämmönmittauskeskuksen erillinen sijoitustila varustetaan viemäroinnillä. Tekniseen laitetilaan asennetaan kylmä- ja lämminvesipisteet, vesikaluste varustetaan letkuliittimellä.

2.6 Valaistus ja sähköpistorasia

Tekninen laitetilä 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 kaukolämmityslaitteiden toiminnan seurantaan varten tarvittavia laitteita ja järjestelmiä.

Asiakkaan tulee selvittää lämmönmyyjältä mahdollinen tarve tiedonsiirtoyhteyden tarjoamisesta lämmönmyyjän käyttöön sekä selvittää tarvittaessa lämmönmyyjältä mahdollisuus energianmittaustiedon siirtämisestä myös asiakkaan omiin järjestelmiin.

2.8 Lämpöenergia mittarin sähköistys

Lämpöenergiamittarin sähköistys tehdään paikallisten ohjeiden mukaan.

Yleisohje:

Lämpöenergiamittarin 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 A sinetöitävällä varokkeella, joka sijoitetaan ensisijaisesti pääkeskukseen.

Olemassa olevissa kiinteistöissä tai pääkeskuksen ollessa kaukana teknisestä laite-tilasta voidaan ryhmäjohto kytkeä teknisen laitetilän ryhmäkeskukseen

Rakennusvaiheen aikainen tilapäinen syöttökaapeli voidaan kytkeä lämmönjakokeskuksen ryhmäkeskukseen ennen pääkytkintä.

Lämpömäärämittarin 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 ovat mahdollisimman alhaisia.

Kaukolämmityslaitteiden mitoituksessa ja valinnassa otetaan huomioon seuraavat vaatimukset:

- säätöjärjestelmät kykenevät sopeuttamaan energianhankinnan niin, että aurin-
gon säteilystä, ihmisistä, valaistuksesta yms. syntyvät lämpökuormat tulevat
tilakohtaisesti hyödynnetyiksi rakennuksen lämmityksessä
- virtauspiirien toimintalämpötilat ovat säädettävissä ja ne pidetään mahdolli-
simman alhaisella tasolla
- laitteistot toimivat moitteettomasti muuttuvissa paine-ero-olosuhteissa
- energian- ja tehontarpeen optimointi on mahdollista
 - ♦ esim. käyttöveden tehontarpeen ollessa maksimissaan pienennetään
lämmityssiirtimelle menevää tehoa lyhytaikaisesti.

3.2 Suunnittelun ja mitoituksen lähtökohdat

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

Lämmitysjärjestelmä suunnitellaan siten, että erityyppisten tilojen (esim. asuintilat, puolilämpimät tilat, pesutilat) lämmitystä voidaan ohjata erikseen tilakohtaisesti. Olemassa olevissa rakennuksissa suositellaan selvittämään lämmitysverkon osien toiminnan parantamismahdollisuuksia.

Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa kylmää tuloilmaa voidaan lämmittää lämmöntalteenottolaitteessa poistoilmasta saatavalla lämpöenergialla. Ilmanvaihtokoneen jälkilämmityspatteri on vesikiertoinen.

Lämmönmyyjälle toimitetaan kaukolämpötehon ja -vesivirran määräämistä sekä energiankulutuksen arviointia varten lämmitystekniset tiedot ja lämmönjakokeskus-
taulukoiden mukaiset tiedot (taulukoiden täyttöohjeet ovat kohdassa 14 ja esimerkkitäyttöjä on esitetty kohdassa 15).

3.3 Lämmitystehontarve

Uudisrakennuksen lämmityksen ja ilmanvaihdon tehontarpeet lasketaan RakMK:n määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

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

3.4 Mitoituslämpötilat

3.4.1 Uudisrakennukset

Uudisrakennusten lämmitysjärjestelmien mitoituslämpötilat valitaan siten, että lämmönjaon ja -luovutuksen lämpöhäviöt ovat mahdollisimman pienet. Taulukossa B on esitetty lämmitysverkon lämpötilojen maksimiarvot.

Laajennusten lämmitysjärjestelmät mitoitetaan kuten uudisrakennukset.

Taulukko B. Lämmityksen ja ilmanvaihdon lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat mitoitusulkolämpötilassa – uudisrakennukset

	LÄMMÖNSIIRTIMIEN MITOITUSLÄMPÖTILAT °C			
	ENSIÖ		TOISIO	
	TULO	PALUU	PALUU	MENO
Lämmityksen lämmönsiirtimet, radiaattori-lämmitys	115	33 (max)	30 (max)	45 (max)
Lämmityksen lämmönsiirtimet, lattialämmitys	115	33 (max)	30 (max)	35 (max)
Kosteiden tilojen mukavuuslattialämmitys	70	28 (max)	25 (max)	30 (max)
Ilmanvaihdon lämmönsiirtimet	115	33 (max)	30 (max)	60 (max)
Huomautus		Ensiöpuolen paluulämpötila saa olla enintään 3 °C korkeampi kuin toisiopuolen paluulämpötila		

Mukavuuslattialämmityksen lämmönsiirtimen mitoituslämpötiloja käytetään vain silloin, kun tarkoituksena on ylläpitää lattian pintalämpötila mukavalla tasolla. Kun lattialämmitys on samalla myös tilojen varsinainen lämmönjakojärjestelmä, lattialämmitys mitoitetaan kuten normaali lattialämmitysverkosto.

Taulukko C. Käyttöveden lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat

	LÄMMÖNSIIRTIMIEN MITOITUSLÄMPÖTILAT °C			
	ENSIÖ		TOISIO	
	TULO	PALUU	KYLMÄ VESI	LÄMMIN VESI
Käyttöveden lämmönsiirtimet	70	20 (max)	10	58

Lämmönsiirtimen tehon riittävyys tulee tarvittaessa tarkistaa myös muissa toimintatapisteissä niissä vallitsevilla lämpötiloilla. 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 paikkakunta-kohtaista 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 Olemassa olevat rakennukset

Olemassa olevan rakennuksen lämmitysjärjestelmien toiminta-arvot (lämpötilat, virtaukset) mitataan. Mitatut arvot 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). Lämpötilojen valinnassa pyritään mahdollisimman alhaiseen paluuveden lämpötilaan.

Taulukko lämmitysjärjestelmän mitoituslämpötilojen enimmäisarvoista on esitetty taulukossa K kohdassa 14.3.

Käyttöveden lämmönsiirtimet mitoitetaan kuten uudisrakennuksissa (taulukko C).

3.4.3 Ilmanvaihtopatterit

Ilmanvaihtopatterit mitoitetaan uudisrakennuksissa lämpötiloilla 50/30 °C, olemassa olevissa rakennuksissa ne voidaan mitoittaa myös lämpötiloilla 60/40 °C mitoitusulkolämpötilassa. Ilmanvaihtopatterien tehon riittävyys on tarvittaessa tarkistettava myös täyden ilmanvaihdon ulkolämpötilassa ko. tilanteessa esiintyvillä toisioverkoston lämpötiloilla.

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 15.5)	5 kPa	5 kPa

Rakennuksen käyttötarkoitus							
Rakennusten lukumäärä							kpl
Rakennustilavuus (SFS 5139)							m ³
Lämmitetty nettoala (RakMK osa D3)							m ²
Sisälämpötila(t)							°C
Asuntojen lukumäärä (Liikehuoneistojen yms. lukumäärä)							kpl
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama							dm ³ /s
KAUKOLÄMMITYKSEN LÄMMITYSTEHOT LAITERYHMÄKOHTAISESTI ERITELTYNÄ				LÄMMITYSTEHON ERITTELY (kW)			
				Muu toimintapiste, joka määrittelee max tehontarpeen - _____ °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 käyttövetä)		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	dm³/s						
Lämpötilat	°C - °C	-	-	-	-	-	-
Painehäviö	kPa						
SÄÄTÖVENTTIILIT		Käyttövesi TV 1		Lämmitys TV 2		Ilmanvaihto TV 3	
Valmistaja							
Malli							
Virtaus	dm³/s						
Painehäviö	kPa						
Koko / kvs-arvo	DN / k _{vs}	/		/		/	
Säätökeskus							
KIERTOYESIPUMPUT		Käyttövesi P 1		Lämmitys P 2		Ilmanvaihto P 3	
Valmistaja							
Malli							
Virtaus	dm³/s						
Nostokorkeus	kPa						
Moottorin ottama teho	W						
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET				Lämmitysverkosto		Ilmanvaihtoverkosto	
Verkoston tilavuus / painehäviö			dm³ / kPa	/		/	
Paisuntasäiliön tilavuus / esipaine			dm³ / kPa	/		/	
Varoventtiilin koko / avautumispaine			DN / kPa	/		/	
PAINE-EROSÄÄDIN							
Valmistaja / malli		/					
Virtaama / painehäviö		dm³/s / kPa		/			
Koko / k _{vs} -arvo		DN / k _{vs}		/			
Asetusarvo		kPa					
N:o	kpl	Laite			Mitoitus		
LISÄTIETOJA:							
PAINE-ERO Lämmönmyyjän ilmoittama käytettävissä oleva paine-ero vaihtelurajoiheen - kPa							

4 LÄMMÖNSIIRTIMET

4.1 Mitoitusperiaatteet

Lämmönsiirtimet mitoitetaan lämmitystehontarvetta vastaaviksi. Mitoituksessa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen kaukolämpöveden jäähtymään kaikissa käyttötilanteissa.

Lämmönsiirtimien ensiö- ja toisiopuolen koko vesivirta ohjataan lämpöpintojen kautta.

4.2 Lämmönsiirtimien mitoitusteho

4.2.1 Käyttöveden lämmönsiirrin

Käyttöveden mitoitusvirtaamana käytetään RakMK osan D1 "Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot" lämpimän käyttöveden jakojohdon mitoitusvirtaamaa. Siirtimen teho mitoitetaan siten, että siitä saatavan käyttöveden lämpötila mitoitusvirtaamalla on 58 °C. Lämminvesilaitteisto (ml. lämpimän käyttöveden kiertojohto) suunnitellaan siten, että veden lämpötila siinä on vähintään 55 °C.

Käyttöveden mitoitusvirtaama on vähintään 0,3 dm³/s, joka vastaa lämmönsiirtimen lämpötehoa 60 kW.

4.2.2 Lämmityksen ja ilmanvaihdon lämmönsiirtimet

Lämmönsiirtimet mitoitetaan suurimman esiintyvän lämmitystehontarpeen 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. vanhoissa rakennuksissa täyden ilmanvaihdon alimmassa lämpötilassa).

Lämmityspiirit, joilla on erilaiset mitoitus- tai toimintalämpötilat tai käyttöajat, toutetaan omilla erillisillä lämmönsiirtimillä ja säätöautomaatiikalla.

Jos lämmönsiirtimen valinnassa otetaan huomioon mahdollinen tehovaraus, ilmoitetaan suunnitelmassa lopullista tehoa vastaavat toiminta-arvot lisätietoina. Lisätietona eritellään tehovarauksen suuruus ja sen käyttöönoton aikataulu.

Ensiöpuolen virtaamat lasketaan ja ilmoitetaan lämmönsiirtimen todellisen jäähtymän mukaisesti.

Jos toisiopuolella käytetään lämmönsiirtonesteenä muuta kuin vettä, esimerkiksi glykoli-vesiliuosta, liuoksen ominaisuudet lämmönsiirrossa otetaan 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 materiaalianalyyseistä.

4.5 Viranomaisten hyväksymiset, tyyppitestaukset

Kaukolämpöverkkoon liitettävien lämmönsiirtimien tulee olla painelaitemääräysten mukaisia. Lämmönsiirtimien ja mitoitusmenetelmien tulee olla tyyppitestattuja 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, hyödynnettävät lämpökuormat 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
- Lämmönjakokeskuksen säätöventtiilit, -moottorit ja lämpötila-anturit kuuluvat lämmönjakokeskuksen valmistajan toimitukseen ja ne sijoitetaan lämmönjakokeskuksen kanssa samaan tilaan. Mikäli tämä ei ole mahdollista, lämmönjakokeskus on varustettava sen toimintaa riittävästi kuvaavilla paikallisilla näytöillä.
- Säätolaitteet 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 Säädon toimintavaatimukset

Säätojärjestelmät 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 | +/- 5 °C |
| | lämmityksen säätöjärjestelmät | +7/-10 °C |
| | käyttöveden säätöjärjestelmät | +/-10 °C |
| | muut säätöjärjestelmät | |
| 3. | Sallittu jatkuva huojunta | +/-2 °C |
| | käyttöveden säätöjärjestelmät | +/- 0,5 °C |
| | muut säätöjärjestelmät | |

Lämpimän käyttöveden lämpötila käyttöpisteessä ei kuitenkaan saa olla korkeampi kuin 65 °C (RakMK D1).

5.3 Säätöventtiilit

5.3.1 Säätöventtiilien valinta

Säätöventtiilit mitoitetaan kohdan 4.2 mukaisesti saatujen lämmönsiirtimen mitoitusarvojen mukaisilla virtaamilla ja tehoilla sekä kohdan 3.4 mukaisilla lämpötiloilla sekä normaaleissa käyttöolosuhteissa vallitsevalla paine-erolla. Kaukolämmön sopimusehtojen mukainen vähimmäispaine-ero on 60 kPa. Lämmönmyyjän tulee antaa mitoitusta varten tiedot asiakkaan käytettävissä olevasta paine-erosta käyttöolosuhteissa vaihtelurajoineen.

Säätöventtiilin mitoituspaine-ero lasketaan yhtälöllä

$$\Delta p = \Delta p_{\text{ilm}} - \Delta p_{\text{siirrin}} - \Delta p_{\text{putkisto}}$$

Δp	= säätöventtiilin mitoituspaine-ero [bar]
Δp_{ilm}	= lämmönmyyjän ilmoittama käytettävissä oleva paine-ero
$\Delta p_{\text{siirrin}}$	= siirtimen painehäviö
$\Delta p_{\text{putkisto}}$	= putkiston painehäviö

Säätöventtiilin k_v -arvo lasketaan yhtälöllä

$$k_v = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p}}$$

q_v	= lämmönsiirtimen ensiöpuolen mitoitusvirtaama [m ³ /h]
Δp	= mitoituspaine-ero [bar]

Venttiiliksi valitaan k_{vs} -arvoltaan sopivin venttiili. Yleensä käyttöveden säätöventtiiliksi valitaan seuraavaksi pienempi ja lämmityspiirin säätöventtiiliksi k_{vs} arvoltaan seuraavaksi suurempi venttiili.

k_v -arvon yhtälöstä saadaan ratkaistua valitun venttiilin aiheuttama todellinen painehäviö

$$\Delta p_{sv} = \left(\frac{q_v}{k_{vs}} \right)^2$$

q_v	= mitoitusvirtaama [m ³ /h]
Δp_{sv}	= valitun venttiilin aiheuttama todellinen painehäviö [bar]

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

5.3.2 Kahden säätöventtiilien käyttö ja mitoitus

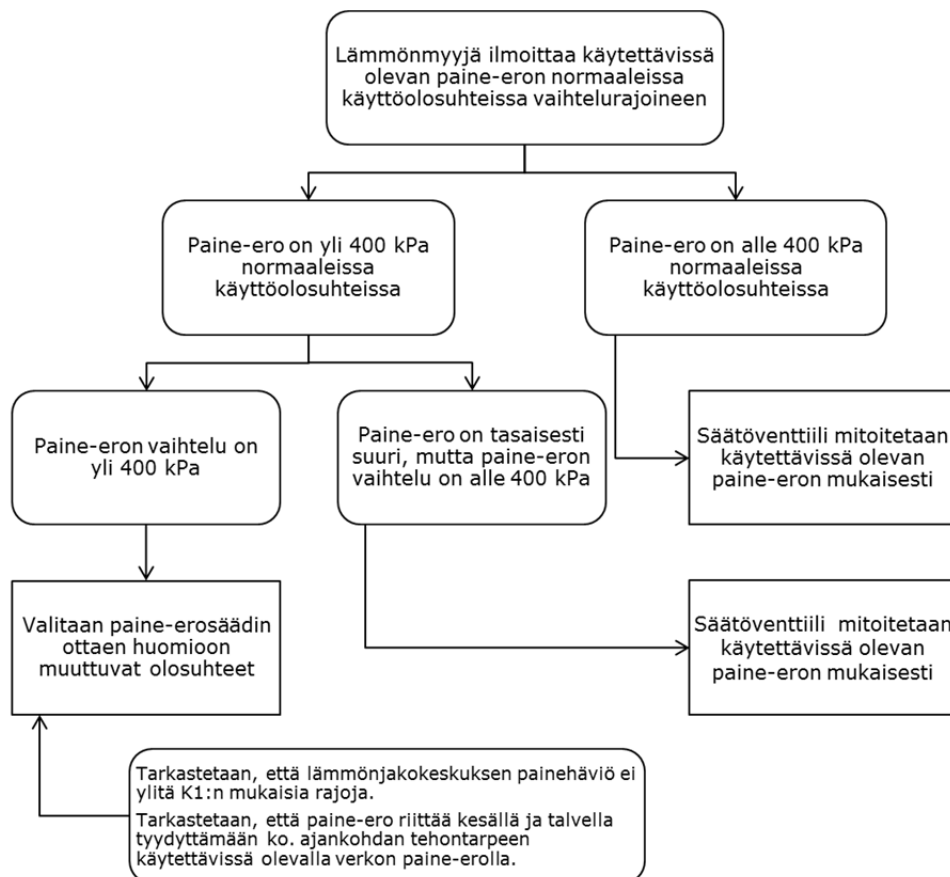
Kahta tai useampaa rinnankytkettyä säätöventtiiliä käytetään pientaloja lukuun ottamatta silloin, kun säädettävä teho vaihtelee laajalla alueella. Kahden säätöventtiilin käyttöä suositellaan, jos säätöventtiilin k_{vs} -arvoksi tulisi suurempi kuin 6,3.

Pienempi venttiili mitoitetetaan korkeintaan 30 prosentin mitoitus-tehoa vastaavalla virtaamalla. Venttiilien toiminta ohjataan lopputuloksen kannalta optimaalisesti.

5.3.3 Paine-erosäädin

Jos lämmönmyyjän ilmoittama kaukolämpöverkossa vallitseva paine-ero vaihtelee enemmän kuin 400 kPa, suositellaan käytettäväksi paine-erosäätöä. Paine-eron säätölaitteet mitoitetetaan siten, että paine-ero voidaan säätää noin 150 kPa:iin riippuen säätöventtiilin mitoituksesta. Paine-erosäätö kohdistetaan koko lämmönjakokeskukselle. Paine-erosäätimen tarve tarkastellaan eri olosuhteissa seuraavan kaavion mukaisesti.

Paine-eroventtiili mitoitetetaan siten, että lasketaan lämmönjakokeskuksen virtaamat paine-eron ollessa pienimmillään ja suurimmillaan (esim. kesä- ja talvitilanne). Venttiilin DN-koko ja jousi valitaan siten, että paine-ero saadaan rajoitettua suurimman paine-eron aikana noin 150 kPa:iin. Valitun paine-eroventtiilin aiheuttama painehäviö ja säätöventtiilin auktoriteetti tarkistetaan pienimmän paine-eron aikaisella virtaamalla, jolloin paine-eroventtiili on täysin auki.



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

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

5.3.4 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. Tasotiivisteinen ulkokierreltiitos vastaa rakenteeltaan laippaliitosta. Pientalojen säätöventtiilit voidaan asentaa kierreltiittimin kokoon DN 20 asti.

5.3.5 Rakenneaineet

Säätöventtiilien tulee kestää käyttöolosuhteita siten, että niiden rakenneaineissa ei tapahdu kemiallisia eikä rakenteellisia muutoksia. Valmistajan/maahantuojan 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.

5.3.6 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.

5.3.7 Säätöventtiilien sijoitus

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

5.4 Lämpötila-anturit

Lämpötila-anturit voivat olla joko suojataskuihin asennettavia uppoantureita tai tukevasti putken pintaan asennettuja pinta-antureita. Toisiopuolen lämpötila-anturi voidaan asentaa ilman suojataskua, jos sen normaalit huoltotoimet voidaan tehdä ilman verkoston tyhjentämistä.

Menoveden lämpötila-anturi tulee sijoittaa välittömästi lämmönsiirtimen jälkeen sellaiseen kohtaan, jossa lämpötilat ovat riittävästi tasoittuneet ja mittaustulos vastaa todellista arvoa.

Ulkolämpötila-anturi sijoitetaan ensisijaisesti rakennuksen pohjoisseinälle.

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

Lämmönjakokeskus varustetaan sen toimintaa riittävästi kuvaavilla paikallisilla näytöillä.

Lämpötila-anturin 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).

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.

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. Lämmönmyyjä tekee kaikki mittauslaitteisiin tehtävät asennukset mukaan lukien tiedonsiirron vaatimat liittynät. Asiakkaalle annetun tiedonsiirtoyhteyden kautta asiakkaalla ei saa olla mahdollisuutta muuttaa mittarin metrologisia arvoja tai parametreja. Asiakkaalla voi olla mahdollisuus seurata lämmönkäyttötietojaan myös lämmönmyyjän tarjoaman www-palvelun kautta.

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 kulutusta ja tehontarvetta sekä säätökeskukseen liitettyjen lämpötila-antureiden mittaus- ja hälytystietoja.
- Asiakas voi hyödyntää mittaustietoja energian ja tehon käytön optimoinnissa.
- Asiakas voi hyödyntää mittaustietoja kunnonvalvonnassa ja kunnossapidossa.

6 ENSIÖPUOLEN PUTKISTOT JA LIITOKSET

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

Ensiöpuolen suunnittelulämpötila (sisällön korkein lämpötila) on 120 °C sekä suunnittelupaine (suurin käyttöpaine) on 1,6 MPa.

Tässä kappaleessa määritellään vaatimukset asiakkaan vastuulla teknisessä laitetilassa oleville, lämmönmyyjän mittauskeskuksen asiakkaan puolelle asennettaville ensiöpuolen putkille ja liitoksille.

6.1 Putkimateriaalit ensiöpuolella

6.1.1 Hitsattavat teräsputket ensiöpuolella

Teräsputkina käytetään SFS-EN 10216-2 mukaisesti valmistettuja saumattomia teräsputkia (DIN 2448/17175) tai SFS-EN 10217-1, SFS-EN 10217-2 ja SFS-EN 10217-5 mukaisesti valmistettuja pituus- tai kierresaumahitsattuja teräsputkia.

Taulukko D. Teräsputkien tyypit, viitestandardit ja materiaalit

Putkityyppi	Ulkohalkaisija	EN-standardi	Materiaali
Saumaton	Kaikki	EN 10216-2	P235GH TC 1
Suurtaajuusvastushitsattu	$\leq 323,9$ mm	EN 10217-1 tai EN 10217-2	P235TR1 tai P235TR2 tai P235GH
Suurtaajuusvastushitsattu	$\geq 323,9$ mm	EN 10217-2	P235GH
Jauhekaarhitsattu	Kaikki	EN 10217-5	P235GH

6.1.2 Kierteitettävät teräsputket ensiöpuolella

Kierteitettäviä teräsputkia voidaan käyttää ainoastaan kokoon DN 20 asti.

Putkina käytetään standardin SFS-EN 10255S mukaisia kierteitettäviä teräsputkia, materiaali 195 T.

6.1.3 Kupariputket ensiöpuolella

Kupariputkina käytetään standardin SFS-EN 1057 kova (R 290) mukaisia kupari-putkia.

6.2 Putkien liitokset ensiöpuolella

Käytetyn liitostavan tulee olla hyväksytty ensiöpuolen suunnitteluarvoille 120 °C ja 1,6 MPa

Teräsputkille käytetään SFS-EN standardin mukaisia hitsaus- ja laippaliitoksia.

Teräslaippoina käytetään standardin SFS-EN 1092-1 mukaisia laippoja. Laippojen tulee olla mitoiltaan niihin liittyviä putkia vastaavia. Tasotiivisteinen ulkokierreltiitos vastaa rakenteeltaan laippaliitosta.

Kierteitettävien teräsputkien liitokset tehdään kierreliitoksiksi. Liitoksissa on käytettävä takorautaisia putkenosia. Valurautaisten adusoitujen putkenosien käyttö on kielletty.

Kupariputkien liitokset tehdään kapillaarisella kovajuotoksella.

6.3 Putkikäyrät ja supistukset ensiöpuolella

Ensiöpuolen käyrinä ja supistuksina käytetään valmisosia.

Teräsputkien käyrinä käytetään saumattomia tai pituushitsattuja putkikäyriä. Hitsattujen käyrien tulee olla standardin SFS-EN 10253-2 mukaisesti valmistettuja, materiaali P235GH.

Teräsputkien supistukset EN 10253-2 materiaali P 235GH.

Teräsputkien haarayhteet EN 10253-2 materiaali P 235GH.

6.4 Ensiöpuolen putkien mitoitus

Ensiöpuolen putket mitoitetaan siten, että putkiston sallittu kokonaispainehäviö ei ylitä.

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

Virtaama lasketaan putkessa esiintyvän suurimman yhtäaikaisen hetkellisen virtaaman mukaan.

Taulukko E. Ensiöpuolen teräsputkien mitoitus teknisessä laitetilassa silloin, kun laitetilän mitoitus on kohdan 2.2 mukainen

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

6.5 Liitosten tarkastus ensiöpuolella

Liitosten tiiviys tarkastetaan tiiviyskokeella (kts. kohta 13.2.1.1). Liitokset tarkastetaan lisäksi silmämääräisesti.

Putkistoja ei saa eristää eikä peittää ennen tarkastusta. Liitosten on oltava näkyvissä.

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

6.6 Joustavat liittimet ensiöpuolella

Joustavien äänenvaimentimien yms. käyttö ensiöpuolen putkissa on kielletty.

6.7 Lämpöliikkeen tasaaminen ensiöpuolella

Lämpöliikkeet tasataan normaalisti ns. luonnollisella kompensoinnilla. Paljettasaimia tms. käytetään vain erikoistapauksissa.

6.8 Maanalaiset asiakkaan johdot ensiöpuolella

Maanalaisina johtoina käytetään ET:n suosituksen L1/2010 mukaisia jäykkärakenteisia kiinnivaahdotettuja johtorakenteita tai standardin SFS-EN 15632-4 mukaisia joustavia putkirakenteita.

Tuotteiden, joita käytetään kaukolämpöverkon rakentamiseen, on täytettävä kaikilta osiltaan asetetut laatuvaatimukset. Kaukolämpöputkiston asennustyö on verkon käyttöiän kannalta tärkein vaihe. Asennustyössä vaaditaan hitsaustyötä tekeviltä voimassaoleva todistus suoritetusta pätevyydestä ja liitostyöurakoitsijalta voimassaoleva liitostyön asennusoikeus.

7 TOISIOPUOLEN PUTKISTOT JA LIITOKSET

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

Toisiopuolen suunnittelulämpötila (sisällön korkein lämpötila) on lämmitysverkostossa 80 °C ja käyttövesiverkostossa 65 °C. Suunnittelupaine (suurin käyttöpainne) on lämmitysverkostossa 0,6 MPa ja käyttövesiverkostossa 1,0 MPa

Käyttövesijärjestelmän materiaaleina käytetään käyttötarkoitukseen sopivia laadultaan testattuja ja tarkastettuja materiaaleja rakentamismääräysten mukaisesti.

7.1 Putkimateriaalit ja liitostavat toisiopuolella

7.1.1 Lämmitysverkosto

Taulukko F. Lämmitysverkostossa yleisimmin käytettävät putkimateriaalit ja liitokset

Putkimateriaali	Liitos	Huomautus
teräspanket sekä ruostumattomat ja haponkestävät teräspanket	hitsaus, laippa, kierre, puristus	SFS-EN 10216-2 SFS-EN 10217-1 SFS-EN 10217-2 SFS-EN 10217-5 SFS-EN 10217-7 SFS-EN 10255
kupari	juotos, puserrus, puristus, laippa	SFS-EN 1057
muovi • PE-X • monikerrospanket	puristus	Liitokset tehdään putki- valmistajan suosittele- milla liittimillä.

Lämmönjakokeskuksissa suositellaan käytettäväksi maksimissaan 54 mm kupari-putkea.

Käytetyn liitostavan tulee olla hyväksytty toisiopuolen suunnitteluarvoille.

7.1.2 Käyttövesiverkosto

Taulukko G. Käyttövesiverkostossa yleisimmin käytettävät putkimateriaalit ja liitokset /RakMK D1/

Putkimateriaali	Liitos	Huomautus
kupari	juotos, puserrus, puristus, pisto, laippa	SFS-EN 1057
ruostumaton teräs	hitsaus, kierre, puristus	EN 1.4401, AISI 316
muovi • PE • PE-X • PP • monikerrospanket	puristus, pisto, hitsaus, laippa puristus puristus, hitsaus puristus	Liitokset tehdään putki- valmistajan suosittele- milla liittimillä.

Käytetyn liitostavan tulee olla hyväksytty toisiopuolen suunnitteluarvoille.

8. ENSIÖPUOLEN VENTTIILIT JA VARUSTEET

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

Ensiöpuolen suunnittelulämpötila (sisällön korkein lämpötila) on 120 °C ja suunnittelupaine (suurin käyttöpaine) on 1,6 MPa.

Kaikki tässä kappaleessa 8 olevat määräykset koskevat ensiöpuolen venttiilejä ja varusteita.

8.1 Rakenneaineet ensiöpuolella

Venttiilien, 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 EN 1.4301 sekä haponkestävä teräs EN 1.4404.

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

8.2 Sulkuventtiilit ensiöpuolella

Sulkuventtiilit ovat hitsattavia tai laipallisia palloventtiilejä. Enintään kokoa DN 20 voivat olla myös kierteellisiä palloventtiilejä.

Palloventtiilin virtausaukon tulee vastata vähintään edellistä DN-kokoa. Venttiilien tulee olla samaa DN-kokoa kuin siihen liittyvä putki.

8.3 Lianerottimet ensiöpuolella

Lianerottimen suodatinverkon silmäkoon tulee olla enintään 1,0 mm.

Suodatinverkon materiaalina on ruostumaton teräs EN 1.4301 tai haponkestävä teräs EN 1.4404.

Lianerottimen DN-koon tulee olla vähintään putken kokoa.

Lianerottimen on oltava puhdistettavissa.

8.4 Ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilit ensiöpuolella

Ilmanpoistovenktiileitä asennetaan siten, että ilma voidaan poistaa laitoksen kaikista osista. Ilmanpoistovenktiileinä käytetään palloventtiilejä.

Tyhjennysventtiileitä asennetaan sellaisiin kohtiin, että lämmönjakokeskus voidaan tyhjentää kokonaisuudessaan. Tyhjennysventtiileinä käytetään palloventtiilejä.

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

8.5 Lämpömittarit ensiöpuolella

Lämpömittarit ovat vankkarakenteisia pilarimittareita. Mittarien mitta-alue on 0...120 °C ja lukematarkkuus vähintään 2 °C.

Mittarien tulee täyttää EN 13190 tarkkuusvaatimukset.

Suojataskuissa käytetään ruostumaton terästä EN 1.4301 tai haponkestävää terästä EN 1.4404.

Kauko-osoituksella varustettujen lämpömittareiden tulee olla helposti luettavissa. Niiden mittaustuloksen tulee täyttää EN 13190 mukaiset tarkkuusvaatimukset. Lämpötilat on oltava luettavissa lämmönjakohuoneesta.

8.6 Painemittarit ensiöpuolella

Painemittarit ovat MPa- tai bar-asteikolla varustettuja painemittareita, joiden halkaisija on 100 mm (pientaloissa vähintään 40 mm). Asteikon jakoväli on 0,05 MPa, mitta-alue 0...2,5 MPa.

Painemittarien tulee täyttää standardin SFS-EN 837 mukaiset tarkkuusvaatimukset. Taulun halkaisijan ollessa 100 mm tarkkuus on oltava vähintään 1,6 %. Taulun halkaisijan ollessa pienempi kuin 100 mm tarkkuus on oltava vähintään 2,5 %.

Painemittareiden tulee kestää ensiöpuolen suunnitteluolosuhteet 120 °C ja 1,6 MPa, ja niiden tulee olla merkittynä mittariin.

Painemittariyhteet varustetaan sulkuventtiileillä.

Painemittarien sulkuventtiili pidetään suljettuna normaalikäytössä. Painemittaria luettaessa sulkuventtiili aukaistaan.

9. TOISIOPUOLEN VENTTIILIT JA VARUSTEET

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

Toisiopuolen suunnittelulämpötila (sisällön korkein lämpötila) on lämmitysverkostossa 80 °C ja käyttövesiverkostossa 65 °C. Suunnittelupaine (suurin käyttöpaine) on lämmitysverkostossa 0,6 MPa ja käyttövesiverkostossa 1,0 MPa.

Kaikki tässä olevat määräykset koskevat toisiopuolen venttiilejä ja varusteita.

Toisiopuolen käyttövesijohtojen asennuksissa on noudatettava RakMK D1 mukaisia ohjeita ja määräyksiä.

9.1 Rakenneaineet toisiopuolella

Venttiilien, 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 EN 1.4301, haponkestävä teräs EN 1.4404 ja messinki.

Valmistajan tai maahantuojan tulee pyydetessä antaa selvitys käytetyistä materiaaleista ja materiaalianalyyseistä.

9.2 Sulkuventtiilit toisiopuolella

DN 200 ja sitä pienempien sulkuventtiilit ovat palloventtiilejä tai vastaavat ominaisuudet omaavia. Suurempina sulkulaitteina käytetään ensisijaisesti palloventtiileitä ja toissijaisesti läppäventtiileitä tai käyttöarvoltaan vastaavia.

Sulkuventtiilit ovat kierteellisiä, hitsattavia, laipallisia tai laippojen väliin asennettavia.

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

9.3 Kertasäätöventtiilit toisiopuolella

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

9.4 Lianerottimet toisiopuolella

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

Lianerottimen on oltava puhdistettavissa.

Erillistä lianerotinta ei tarvitse asentaa, jos jokin muu laite sisältää määräysten mukaisen lianerottimen.

9.5 Ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilit toisiopuolella

Ilmanpoistovenktiileitä asennetaan siten, että ilma voidaan poistaa laitoksen kaikista osista. Ilmanpoistimena käytetään palloventtiilejä, jotka voidaan varustaa automaattisilla ilmanpoistimilla.

Tyhjennysventtiileitä asennetaan sellaisiin kohtiin, että lämmönjakokeskus voidaan tyhjentää kokonaisuudessaan. Tyhjennysventtiileinä käytetään palloventtiilejä.

Ilmanpoistovenktiilit ja tarvittaessa tyhjennysventtiilit varustetaan poistoputkella, joka johdetaan 300 mm korkeudelle lattiasta. Venttiilien ja poistoputkien vapaa pää taivutetaan 30° ja varustetaan tulppauksella.

9.6 Lämpömittarit toisiopuolella

Lämpömittarit voivat olla joko vankkarakenteisia pilarimittareita tai pyöreitä mittareita. Mittarien mitta-alue on 0...120 °C ja lukematarkkuus vähintään 2 °C. Mittarien tulee täyttää standardin EN 13190 mukaiset tarkkuusvaatimukset.

Suojataskut ovat messinkiä, ruostumaton terästä EN 1.4301 tai haponkestävää terästä EN 1.4404.

9.7 Painemittarit toisiopuolella

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

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

Pientaloissa painemittarit ovat MPa- tai bar-asteikolla varustettuja painemittareita, joiden halkaisija on vähintään 40 mm.

Mitta-alue on suunnittelupaineen mukainen: 0...1,0 MPa käyttövesiverkossa ja 0...0,6 MPa lämmitysverkostossa.

Muissa kuin pientaloissa painemittarit ovat MPa- tai bar-asteikolla varustettuja painemittareita, joiden halkaisija on vähintään 100 mm. Mitta-alue on suunnittelupaineen mukainen 0...1,0 MPa käyttövesiverkossa ja 0...0,6 MPa lämmitysverkostossa.

Painemittarien tulee täyttää standardin SFS-EN 837 mukaiset tarkkuusvaatimukset. Taulun halkaisijan ollessa 100 mm tarkkuuden on oltava vähintään 1,6 %. Taulun halkaisijan ollessa pienempi kuin 100 mm tarkkuus on oltava vähintään 2,5 %.

10 PUMPUT, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET

10.1 Lämmityksen ja lämpimän käyttöveden kiertopumput

Pumppujen käytöstä aiheutuva ääni ei saa ylittää asunnoissa RakMK:n osassa C 1 esitettyjä enimmäisäänitasoja ja muita vaatimuksia.

Pumppu asennetaan paluuputkeen.

Mahdollinen varasarja toimitetaan lämmönjakokeskukseen sitä varten asennettuun telineeseen tukevasti kiinnitettynä.

10.1.1 Pumppujen ohjaus ja säätö

Lämpimän käyttöveden kiertopumpun tulee käydä jatkuvasti.

Pumput varustetaan käsikäyttömahdollisuudella, ohjeet sen käyttöönottoon sijoitetaan tekniseen laitetilaan.

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

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

Lämmitys- ja ilmanvaihtoverkostoissa suositellaan käytettäväksi portaattomasti säädettäviä pumppuja.

10.1.2 Pumppujen mitoitus

Pumput mitoitetaan lämmönsiirtimen toiminta-arvojen mukaisilla virtaamilla. Tehdessä 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.

10.2 Paisunta- ja varolaitteet

10.2.1 Paisuntajärjestelmät

Paisuntajärjestelmänä käytetään suljettua järjestelmää.

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

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

10.2.2 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. Virheellisen käytön estämiseksi poistetaan sulkuventtiilin kahva, joka kiinnitetään paisuntaputkeen sulkuventtiilin läheisyyteen.

Verkoston täyttöputki liitetään niin, että liitoskohdan ja paisuntaputkessa olevan varoventtiilin välillä ei ole suljettavaa venttiiliä.

10.2.3 Varoventtiilit ja varusteet

Varoventtiilit sijoitetaan paisuntaputkeen tai lähelle paisuntaputken liitosta. Varoventtiilien ulospuhallusyhde johdetaan 100 mm:n etäisyydelle lattiasta. Jokainen varoventtiili yhdistetään omaan ulospuhallusputkeensa. Ulospuhallusputki on vähintään varoventtiilin ulospuhallusaukon kokoa.

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

Taulukko H. Varoventtiilin mitoitusohje

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

Varoventtiiliin tulee merkitä DN-koko ja avautumispaine.

10.2.4 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 11-10472.

Paisuntasäiliö varustetaan tyhjennysventtiilillä, jos paisuntajohdossa on sulkuventtiili.

KYTKENNÄT JA LÄMMÖNJAKOKESKUKSET

11.1. Lämmönjakokeskuskytkennät ja käyttöalueet

Peruskytkennöissä varusteet on esitetty suositeltavissa kohdissa, mutta rakenteellisista syistä ne voidaan kytkeä myös muuhun paikkaan. Peruskytkennöissä esitetty järjestelmän toimintaa kuvaavat mittaukset (esim. virtauksen, lämpötilan ja paineen mittaukset) on esitetty erillisinä varusteina. Vastaavat toiminnot on mahdollista toteuttaa myös integroituina muihin järjestelmiin.

Taulukko I. Ohje: eri kytkentävaihtoehtojen valinta

Valittava kytkentä	Rakennus
Peruskytkentä	Rakennus, jonka tilojen lämmitystehontarve on yli 30 kW tai käyttövesiteho yli 120 kW ja lämmitys- tai ilmanvaihtosiirtimeltä palaavan kaukolämpöveden lämpötila ei ole hyödynnettävissä käyttövesisiirtimessä jäähtymän parantamiseksi.
Pientalokytkentä	Rakennus, jonka tilojen lämmitystehontarve on enintään 30 kW ja käyttövesiteho enintään 120 kW.
Välisyöttökytkentä	Rakennus, jonka tilojen lämmitystehontarve on yli 30 kW tai käyttövesiteho yli 120 kW ja lämmitys- tai ilmanvaihtosiirtimeltä palaavan kaukolämpöveden lämpötila on hyödynnettävissä käyttövesisiirtimessä jäähtymän parantamiseksi.

11.1.1 Peruskytkentä, käyttöalue

Peruskytkentää käytetään pientaloja lukuun ottamatta kaikissa uudisrakennuksissa sekä myös pääosassa olemassa olevia rakennuksia. Peruskytkennässä lämmitys- tai ilmanvaihtosiirtimeltä palaavan kaukolämpöveden lämpötila ei ole hyödynnettävissä käyttövesisiirtimessä kaukolämpöveden jäähtymän parantamiseksi.

11.1.2 Pientalokytkentä, käyttöalue

Pientalokytkentää käytetään rakennuksissa, joiden tilojen lämmitystehon tarve on enintään 30 kW ja lämpimän käyttöveden mitoitus-teho on enintään 120 kW.

Pientalokytkentäkaaviossa on esitetty eräs ratkaisumalli lämpimän käyttöveden lämpötilan säätötuloksen varmistamiseksi. Lämmönsiirtimeltä lähtevään lämpimän käyttöveden johtoon on lisätty tasaussäiliö, jonka koko on 10...15 litraa. Säiliössä käytettävien materiaalien on oltava käyttövesijärjestelmään hyväksyttyjä. Lämmönjakokeskuksen valmistaja voi ratkaista säätötuloksen toimintavaatimusten saavuttamisen myös muilla, kytkentämallissa esitetystä menettelystä poikkeavilla keinoilla.

11.1.3 Välisyöttökytkentä, käyttöalue

Välisyöttökytkentää käytetään niissä rakennuksissa, joissa lämmitys- tai ilmanvaihtosiirtimien kaukolämpöveden paluulämpötila on hyödynnettävissä käyttövesi-

siirtimessä jäähtymän parantamiseksi. Välisyöttökytkennän käyttömahdollisuutta kannattaa tarkastella silloin, kun käyttövesiteho on suuri ja lämmitys- tai ilmanvaihtosiirtimeltä palaavan kaukolämpöveden lämpötila on yli 45 °C. Välisyöttökytkentää käytetään myös silloin, kun rakennuksen käyttöveden teho ja kulutuksen pysyvyys ovat sellaisia, että kytkennällä saavutetaan selvästi parempi kaukolämpöveden jäähtymä kuin peruskytkennällä.

11.1.4 Peruskytkentöjen varusteet

Lämmönjakokeskus sisältää vähintään peruskytkennöissä esitetyt varusteet ja laitteet. 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.

11.2 Kierrätysilma- ja ilmanvaihtokoneiden putkikytkennät

11.2.1 Kierrätysilmakone

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

Huonetilan pääasialliseen lämmityskäyttöön sijoitettujen useamman kierrätysilmakoneen käynnin ohjaus toteutetaan yhdellä huonetermostaatilla.

Puhaltimen pysähtyessä tulee säätöventtiilin sulkeutua. Mahdollinen säätöventtiilin ohitusputki varustetaan kertasäätöventtiilillä. Kertasäätöventtiilin esisäätöarvo ilmoitetaan suunnitelmissa.

Kierrätysilmakoneen esimerkkikytkentä on esitetty kohdassa 15.6.

11.2.2 Ilmanvaihtokone

Ilmanvaihtokoneen kytkentä ja säätö voidaan toteuttaa joko 3-tie- tai 2-tieventtiilillä kohdassa 15.6 esitettyjen ilmanvaihtokoneen putkikytkentöjen mukaisesti. 3-tieventtiiliä käytetään silloin, kun verkostossa ei ole pääpumppua.

Tehomuutosten tasaamiseksi suositellaan ilmanvaihtokoneiden vaiheittaista käynnistämistä ja pysäyttämistä.

Ilmanvaihtokoneiden toimintaselostukset esitetään ko. laitteiden kytkentäpiirustuksissa.

11.3 Kytkentäpiirustus

Lämmönjakokeskuksen kytkentäkaavio ja mitoitusaulukot yms. esitetään samassa kytkentäpiirustuksessa sivulla 36 olevan ohjeen mukaisesti. Piirrosmerkkien ja viivanleveyksien tulee olla selkeälukuisia.

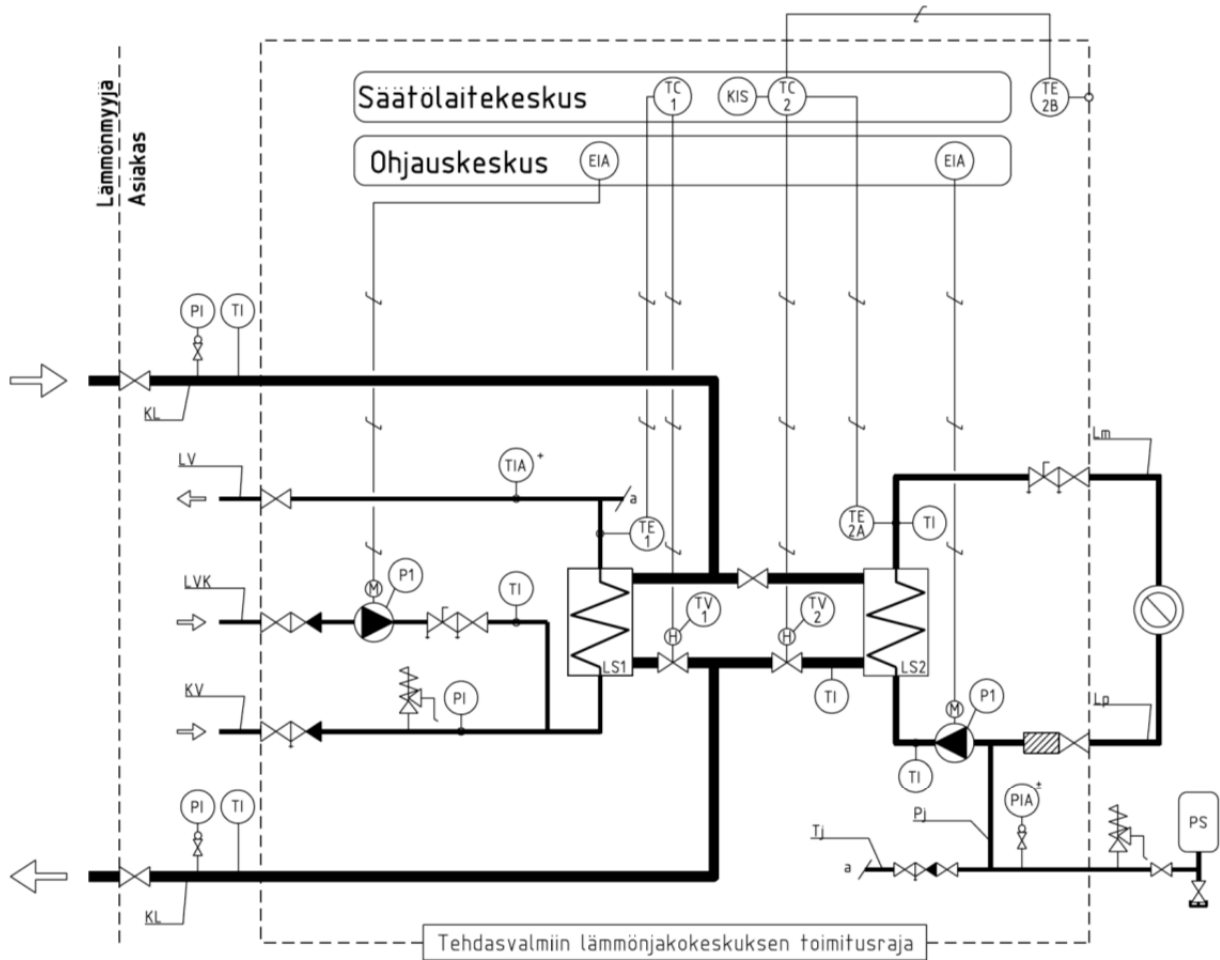
Teknisen laittilan pohjapiirustus liitetään kytkentäpiirustukseen. Pohjapiirustus esitetään mittakaavassa 1:50 tai 1:20.

11.3.1 KytKentäpiirustuksessa esitettävät lämmitysverkoston toimintalämpötilat

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

11.3.2 KytKentäpiirustuksen toimintaselostukset

Lämmönjakokeskuksen laitteiden toimintaselostukset esitetään kytKentäpiirustuksessa.



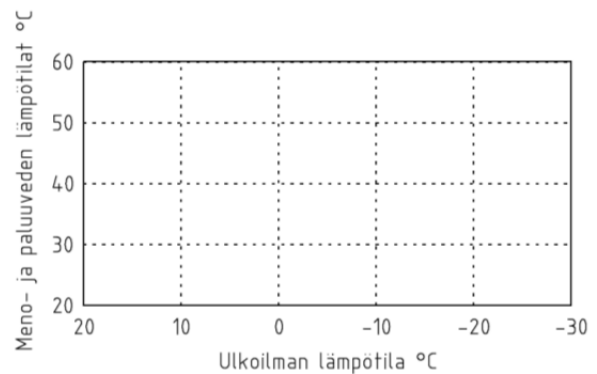
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

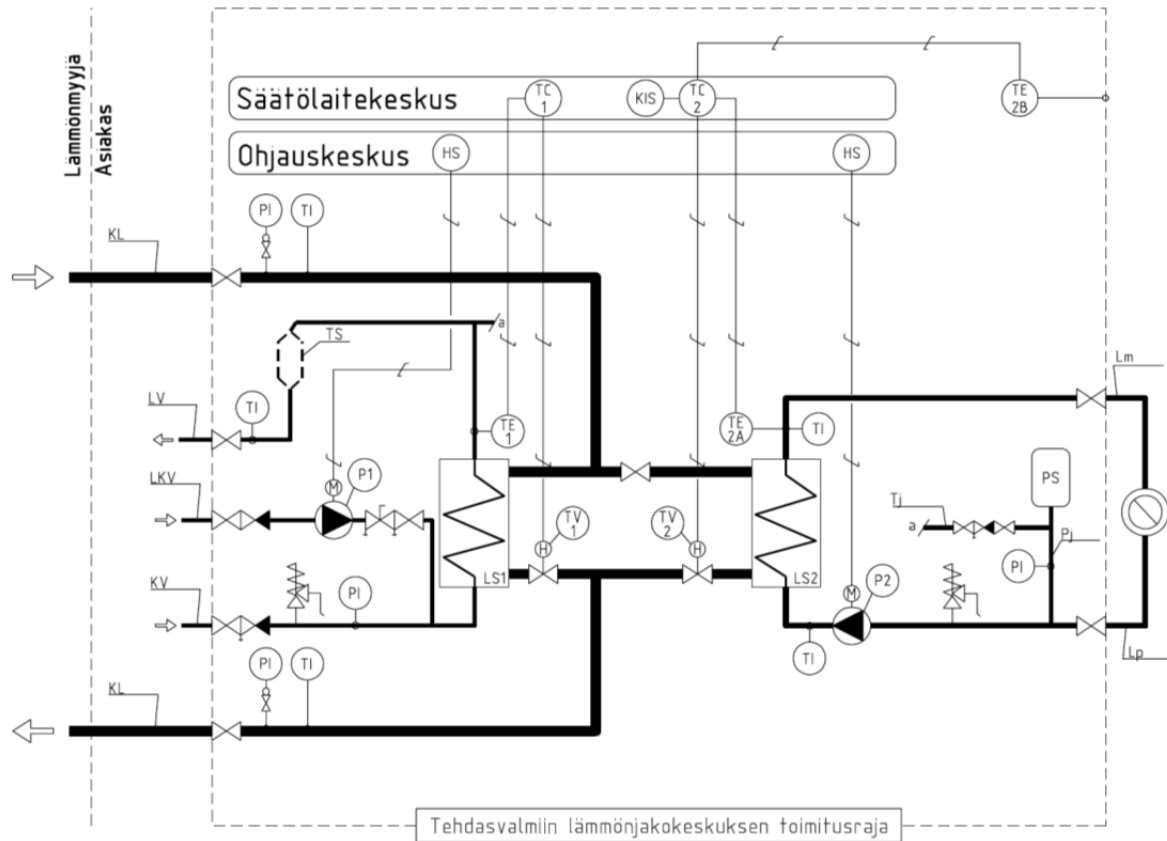
Säätokeskus TC1 ohjaa säätöventtiiliä TV1 käyttöveden lämpötila-anturin TE1 mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 58°C.

LÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätokeskus TC2 ohjaa säätöventtiiliä TV2 menoveden lämpötila-anturin TE2A ja ulkoilman lämpötila-anturin TE2B mittausarvojen perusteella pitäen lämmitysverkoston lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena.

LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT





LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

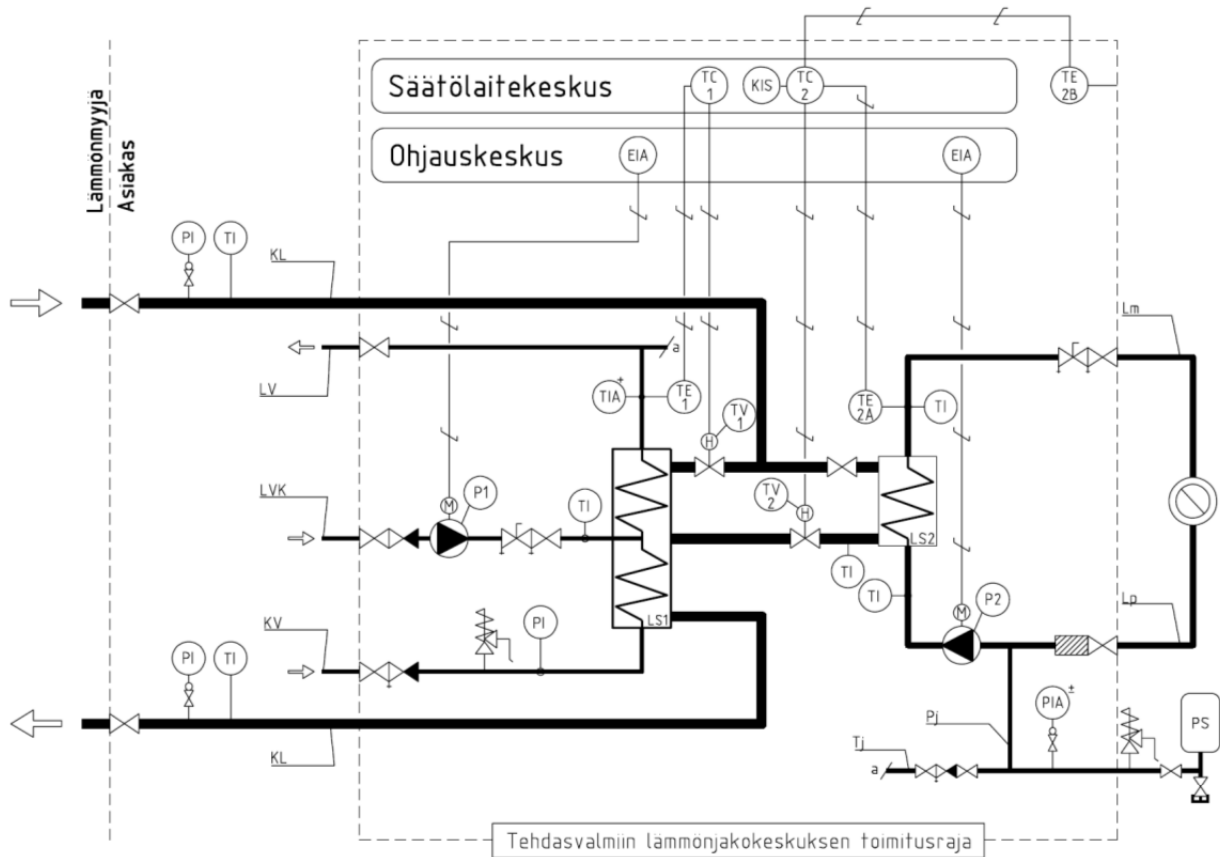
Säätokeskus TC1 ohjaa säätöventtiiliä TV1 käyttöveden lämpötila-anturin TE1 mittaustausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätokeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 58°C.

LÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätokeskus TC2 ohjaa säätöventtiiliä TV2 menoveden lämpötila-anturin TE2A ja ulkoilman lämpötila-anturin TE2B mittaustausarvojen perusteella pitäen lämmitysverkoston lähtevän menoveden lämpötilan säätokeskuksen asetusarvon mukaisena.

LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT

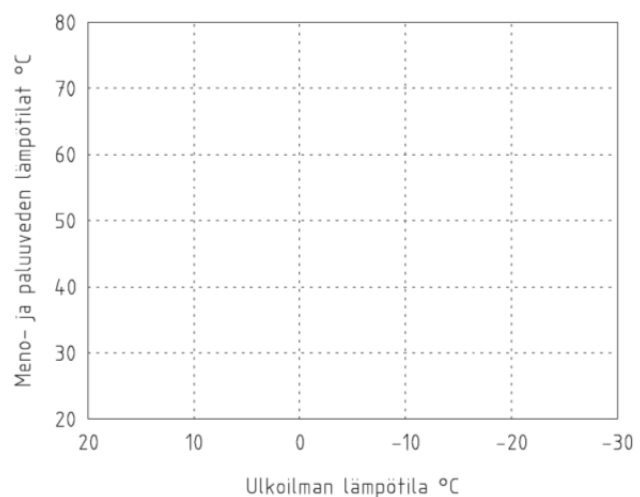


**LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ**

Säätokeskus TC1 ohjaa säätöventtiiliä TV1 käyttöveden lämpötila-anturin TE1 mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätokeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 58°C.

LÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätokeskus TC2 ohjaa säätöventtiiliä TV2 menoveden lämpötila-anturin TE2A ja ulkoilman lämpötila-anturin TE2B mittausarvojen perusteella pitäen lämmitysverkostoon lähtevän menoveden lämpötilan säätokeskuksen asetusarvon mukaisena

LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT

Symboli	Mer- kintä	Nimitys	Symboli	Mer- kintä	Nimitys
	LS	Lämmönsiirrin		L	Lämmönluovutin (lämmitysverkosto)
	TV	Säätöventtiili (2-tie), automaatti- ja käsiohjaus		LP	Lämmityspatteri
	TV	Säätöventtiili (3-tie), automaatti- ja käsiohjaus		SP	Sulku-/säätöpelti
	MV	Magneettiventtiili		PU	Puhallin (ja moottori)
	P	Pumppu (ja moottori)		VV	Varoventtiili
	PS	Paisuntasäiliö		TI	Lämpömittari
		Sulkuventtiili		TIA	Lämpömittari hälytyksellä
		Yksisuuntaventtiili		PI	Painemittari
		Kertasäätöventtiili paineen- mittaus yhtein		PIA	Painemittari hälytyksillä
		Ryhmäventtiili (sulku+koes- tusyhd+yksisuunta)		TE	Lämpötila-anturi
		Ryhmäventtiili (sulku+koes- tusyhd+yksisuunta+sulku)		TE±	Lämpötila-anturi (rajoitus)
		Paineenalennusventtiili Vakiopaineventtiili		TC	Säätökeskus
		Ylivirtausventtiili/ virtaus vasemmalta oikealle		KIS	Aikakytkin
		Lianerotin		HS	Kytkin
		Sähköinen viestijohto		EIA	Relekytkin (näyttö + hälytys)
		Hydraulinen viestijohto		EY	Ohjausrele
		Kaukolämpöjohto		FG	Peltimoottori
		Lämpöjohto meno		TAH	Jäätymissuojatermostaatti
		Lämpöjohto paluu		SC	Kierrätysnopeuden säätö
		Lämmivesijohto		TS	Putken laajennus/ tasaussäiliö
		Lämpimän käyttö- veden kiertöjohto			
		Kylmävesijohto			
		Paisuntajohto			
		Ilmakanava			

Oheiset tässä julkaisussa käytetyt merkinnät perustuvat pääasiassa seuraaviin standardeihin:

- Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa D4 LVI-piirrosmerkit. Ohjeet
- Standardi SFS-ISO 14617 kaavioissa käytettävät piirrosmerkit
- Standardi SFS-EN ISO 10628 Prosessikaaviot. Yleiset ohjeet

KYTKENTÄPIIRUSTUSOHJE

Laitoksen kytkentäkaavio	LÄMMÖNJAKOKESKUS Taulukko: Lämmönjakokeskuksen lait- teiden mitoitus	LÄMMITYSTEKNISET TIEDOT Taulukko
Lämmitysverkoston toimintalämpötilat ja toimintaselostukset		Mahdolliset lämmönvyyjän 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 kosteudenkestä- västi pinnoitettuna.

11.4 Lämmönjakokeskukset

11.4.1 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. Putket mitoitetaan virtaamien mukaisesti. Venttiilien ja varusteiden tulee olla putken kokoa. Lämmönjakokeskuksen ensiö- ja toisiopuolen putkistojen ja varusteiden painehäviöt eivät saa ylittää 5 kPa:a. Kohdassa 15.5 on esitetty ohjeellinen taulukko L lämmityssiirtimen toisiopuolen putkiston ja varusteiden mitoituksista. Lämmönjakokeskuksen valmistajan tulee pyydettäessä antaa selvitys putkiston ja varusteiden mitoituksista ja painehäviöistä taulukosta poikkeavia kokoja käytettäessä.

11.4.2 Lämmönjakokeskusten mittaus- ja säätölaitteet sekä -järjestelmät

Lämmönjakokeskuksen säätöventtiilit, -moottorit ja lämpötila-anturit kuuluvat aina lämmönjakokeskuksen valmistajan toimitukseen. Lämmönjakokeskus varustetaan yksikkösäätimillä tai liitetään kiinteistöautomaatiojärjestelmään siten, että siinä on yksikkösäätimillä toteutettua järjestelmää vastaavat paikalliskäyttöominaisuudet.

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

Säätölaitteet tulee ennakkovirittää 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 mittauslaitteiden 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. Virtauksen mittauksen tarkkuus varmistetaan mm. riittävän pitkällä häiriöttömällä putkiosuudella.

11.4.3 Ohjauskeskus

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

Kiertovesipumpuille on oltava käsikäyttömahdollisuus ja sille on oltava ohjeistus.

11.4.4 Lämpöeristykset, pintakäsittelyt ja merkinnät

Lämmönjakokeskuksen tulee olla eristetty ja pinnoitettu.

Lämmönsiirtimet ja ensiöpuolen putket eristetään tehtaalla ja toimitetaan eristettyinä tai erillisinä elementteinä asennuspaikalle. Muilta osin lämmönjakokeskus 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 selittävillä 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.

11.4.4.1 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.

11.4.4.2 Säästöventtiilin merkintä

Säästöventtiilin merkinnät sisältävät seuraavat tiedot:

- valmistaja
- malli
- kvs-arvo
- nimelliskoko
- paineluokka.

11.4.4.3 Pumpun merkintä

Pumpun merkinnät sisältävät seuraavat tiedot:

- valmistaja
- malli, koko

11.4.5 Hälytykset

Lämmönjakokeskus varustetaan vähintään peruskytkennöissä esitetyillä hälytyskytkimillä.

11.4.6 Lämmönjakokeskuksen asennus

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

11.4.7 Ääni

Lämmönjakokeskuksen laitteiden aiheuttama ääni ei saa olla häiritsevä lämmönmyyjän ilmoittamissa käyttöolosuhteissa. Äänitaso ei saa ylittää asunnoissa Suomen RakMK:n 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.

11.4.8 Käyttö- ja huolto-ohjeet

Asiakkaalle toimitetaan lämmönjakokeskusten mukana hänen haluamallaan kotimaisella kielellä olevat laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet sekä sähkö- ja säätölaittekytkentäkaaviot. Näitä varten tekniseen laitetilään asennetaan tarkoituksenmukainen säilytystila, jossa ohjeet säilyvät siistinä. Asiakirjat liitetään myös osaksi RakMk osa A4:n tarkoittamia rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeita.

11.4.9 Lämmönjakokeskuksen takuu

Lämmönjakokeskuksella tulee olla vähintään kahden vuoden mittainen ns. täystakuu, joka sisältää myös välittömät asennuskustannukset. Takuuaika alkaa laitteen vastaanotosta. Lämmönsiirtimien materiaalitakuun tulee olla vähintään 5 vuotta.

11.4.10 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 mukaisesti painelaitteisiin tai painelaittekokonaisuuksiin CE-merkkiä ei saa kiinnittää /KTM-päätös 938/1999, 6 §/.

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

12 KAUKOLÄMPÖLAITTEIDEN UUSINTA

12.1 Yhteydenpito lämmönmyyjään

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

12.2 Laitteusinnan toteutusperiaatteet

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeessa määritellään rakenteiden ja teknisten järjestelmien kunnossapitotaksot sekä tarkastusten ja huoltojen ohjelmat. Huoltokirjaan liitetään pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelma (PTS), jossa esitetään esimerkiksi seuraavan kymmenen vuoden aikana tehtävät ylläpitokorjaukset sekä korjausten kustannusarviot.

Huoltokirjaa päivitetään säännöllisin väliajoin ja tehdään tarvittavat kuntoarviointit. Kaukolämpölaitteiden kuntoarviointi perustuu esim. lämmönmyyjän toimittamiin käyttöraportteihin (muutokset aiempiin vuosiin, vertailu muihin vastaaviin rakennuksiin), lämmityksen ja käyttöveden säädön toimivuuteen sekä pumppujen ja varusteiden kuntoon ja toimivuuteen.

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.

Laitteusinnan ajankohtaa suunniteltaessa kannattaa huomioida myös laitteiden rikkoontumisesta aiheutuvat toiminnalliset haitat: tilojen ja käyttöveden lämmityksen keskeytyminen alentaa viihtyisyyttä, mutta saattaa aiheuttaa myös taloudellisia menetyksiä.

Säätöventtiilit ja pumput ovat mekaanisia laitteita, jotka kuluvat käytössä ja erityisesti epänormaaleissa olosuhteissa. Ne joudutaan monesti uusimaan erikseen. Yli 20 vuotta vanhan lämmönjakokeskukseen ei kannata uusia yksittäisiä osia, vaan sen uusinta tulee pääsääntöisesti tehdä kokonaisuusintana.

12.3 Laitteusinnan toteutus ja -laajuus

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

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

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

Lämmitysjärjestelmän energiatehokkuutta voidaan parantaa lämmitysverkoston tasapainotuksella.

12.4 Laitteusinnan suunnittelu ja asennustyö

12.4.1 Suunnittelun ja mitoituksen lähtökohdat

Laitteiden mitoitus perustuu todellisiin toiminta-arvoihin. Järjestelmää tarkastellaan aina kokonaisuutena. Laitteiden mitoitusta varten tarvittavat energiankäyttötiedot saa tarvittaessa lämmönmyyjältä. Lämmönmyyjä antaa asiakkaan edustajana toimivalle suunnittelijalle tai urakoitsijalle tarvittavat tiedot, kun tällä on asiakkaan antama valtuutus tietojen luovuttamisesta.

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

12.4.2 Suunnitelma, toimintakaavio

Muutostyötä koskeva suunnitelma sisältää yhtenäisen selkeän toimintakaavion, josta käy ilmi rakennuksen kaukolämmityslaitteiden 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 työselitys tehdään tarpeen mukaan.

12.4.3 Lämmönsiirtimet, lämmönjakokeskukset

Lämmityksen lämmönsiirtimen mitoitusteho voidaan useimmissa tapauksissa laskea energian käyttötietojen perusteella. Kohdassa 15.4 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 mahdollisuuksien mukaan keskitetysti lämmönjakokeskukseen.

12.4.4 Säästöventtiilit, lämpötila-anturit

Suunnittelija hankkii säästöventtiilien mitoitusta varten lämmönmyyjältä tiedon käytettävissä olevasta paine-erosta vaihtelurajoineen.

Säästöventtiilit mitoitetaan ja valitaan todellisten toiminta-arvojen mukaan myös silloin, kun kysymyksessä on vain säästöventtiilin uusiminen.

Menoveden lämpötila-anturin sijainti tarkistetaan ja tarvittaessa asennetaan uudestaan kohdan 5.4 mukaisesti. Ulkolämpötila-anturin sijoitus tarkistetaan.

12.4.5 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 ja säädöllä, toissijaisesti virtausta kuristamalla.

12.4.6 Paisunta- ja varolaitteet

Paisunta- ja varolaitteiden mitoitus 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.

12.4.7 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.

12.4.8 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.

12.4.9 Dokumentointi

Laiteuusinnan aikana syntyvät asiakirjat (suunnitelmat, toimintakaaviot, valvontapöytäkirjat, laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet) liitetään rakennuksen huoltokirjaan.

12.5 Lämmönmyyjän laitteet

Asiakas tai hänen edustajansa ottaa yhteyttä lämmönmyyjään hyvissä ajoin ennen laiteuusintatyön aloittamista, jolloin selvitetään rakennuksessa sijaitsevien läm-

mönmyyjän laitteiden uusimistarve. Esim. mahdollinen mittauskeskuksen uusiminen voidaan näin 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 uudelleen eristämisestä.

Lämmönmyyjän putkien ja laitteiden mahdolliset siirrot tilataan kirjallisesti lämmönmyyjältä hyvissä ajoin ennen siirtotarvetta. Menettelytavoista on sovittu kaukolämmön sopimusehdoissa.

13 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, sopimusehdot). Lämmönjakokeskuksen asennuksia tekevien lämpöurakoitsijoiden ja lämmönmyyjien välisen yhteistyösopimuksen malli ja toteutustapa on esitetty ET:n suosituksessa K2.

13.1 Kaukolämmitys- ja LVI-suunnitelmat

Kaukolämmityssuunnitelma on osa rakennuksen LVI-suunnitelmaa. Suunnitelmien oikeellisuudesta vastaa LVI-suunnittelija. Kaukolämmityssuunnitelmissa esitetään kaukolämpöön liitettävän rakennuksen lämmitystekninen mitoitus ja asennussuunnitelmat niiltä osin kuin ne liittyvät kaukolämpölaitteiden valintaan ja asennukseen. LVI-suunnittelijaan sovelletaan RakMK osan A2 mukaisia kvv-suunnittelutehtävien pätevyysvaatimuksia.

Lämmönmyyjä tarvitsee suunnitelmissa esitettäviä tietoja mm. seuraaviin tarkoituksiin:

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

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

Kaukolämmityssuunnitelma sisältää seuraavat tiedot, joita eri osapuolet (suunnittelija, laitetoimittaja, lämpöurakoitsija, säätölaiteurakoitsija) tarkentavat rakentamisprosessin aikana:

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

13.1.1 LVI-suunnittelijan tehtävät

LVI-suunnittelijan tekemä kaukolämmityssuunnitelma sisältää

- Lämmitystekniset tiedot -taulukko
 - ♦ rakennuksen perustiedot
 - ♦ lämmitystehot 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 lämmönsiirtimien mitoitusarvoilla
 - ♦ suunnitellut toimintalämpötilat ulkolämpötilan funktiona
- Kytkenät
 - ♦ lämmönjakokeskuksen kytkentä
 - ♦ mahdolliset toisiopiirien kytkennät (kierrätysilmakoneet, ilmanvaihtoko-neet)
- 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 si-jainnin.

13.1.2 Laitetoimittajien tehtävät

Laitetoimittaja mitoittaa ja valitsee rakennukseen lämmönjakokeskuksen ja lait-teet kaukolämmityssuunnitelman perusteella. Laitetoimittaja täydentää ja tarkis-taa laitetiedot LVI-suunnittelijan laatiman alustavan lämmönjakokeskuksen mitoi-tustaulukon vastaamaan kohteeseen valittuja laitteita.

Laitetoimittajat täydentävät kaukolämmityssuunnitelmaan seuraavat kohdat:

- Lämmönjakokeskus-tila
 - ♦ lämmönsiirtimet: valmistaja, mallit, tehot, lämpötilat, painehäviöt
 - ♦ säätojärjestelmä: säätoventtiilien valmistajat, mallit, painehäviöt, sääto-keskus, toimilaitteet, paine-erosäädin
 - ♦ kiertovesipumput: valmistajat, mallit, virtaukset, nostokorkeudet, moot-torien ottama tehot
 - ♦ lisävarusteet
 - ♦ lämmönjakokeskuksen toimitusrajan sisällä olevien laitteiden ja varustei-den mitoitus
 - ♦ tieto lämmönsiirrinten EN-standardin mukaisesta testauksesta
- Lämmityspiirien toiminta-arvot, virityspöytäkirjan alustavien tietojen täydennys
 - ♦ säätolaitteiden tiedot: säätokeskus, säätoventtiilit, toimilaitteet
 - ♦ käyttöveden virtaamat ja kiertovesipiirin virtaamat
 - ♦ lämmityspiirien virtaamat ja lämpötilat ulkolämpötilan funktiona
- Lämmönjakokeskuksen kytkentä
- Laitteiden toimintakuvaukset ja käyttöohjeet asiakkaan edellyttämällä kotimai-sella kielellä.

Laitetoimittaja lähettää lämmönjakokeskus -taulukon tai vastaavat tiedot sisältä-vän lämmönjakokeskuksen teknisen erittelyn lämmönmyyjälle heti kaupan vahvis-tuksen jälkeen ennen lämmönjakokeskuksen toimittamista asiakkaalle, jotta läm-mönjakokeskukseen tulevat lämmönmyyjän edellyttämät mahdolliset muutokset ehditään tehdä ennen toimitusta.

13.2 Lämmönjakokeskuksen asennus ja vastaanotto

Kaukolämmityslaitteiden käyttöönottoon liittyy dokumentoitavia toimenpiteitä, jot-ka on esitetty taulukossa J. Lämmönmyyjä voi tehdä käyttöönotto- ja valvonta-toimenpiteet itse tai halutessaan antaa osan toiminnoista hyväksymiensä (auktori-soitujen) lämpöurakoitsijoiden tai muiden palveluntarjoajien tehtäväksi. Auktori-

soidulla lämpöurakoitsijalla tulee olla riittäväksi katsottu laadunvalvontajärjestelmä. Lämmönmyyjä seuraa auktorisoidun urakoitsijan laatua pistokokein.

Taulukko J. Kaukolämpölaitteiden käyttöönottoprosessi.

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

13.2.1 Laitteiden käyttöönotto, käyttöönottotarkastus

Laitteisto on käyttöönotettavissa, kun lämmönmyyjä tai auktorisoitu lämpöurakoitsija on hyväksynyt laiteasennuksen käyttöönottotarkastuksessa ja laatinut siitä asennusvalvontapöytäkirjan. Auktorisoitu lämpöurakoitsija toimittaa allekirjoituksella vahvistamansa asennusvalvontapöytäkirjan lämmönmyyjälle.

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 ja niiden liitokset
- ilmanpoistot ja tyhjennykset
- paine- ja lämpömittarit
- säätölaitteet ja lämpötila-anturit
- putkikoot ja materiaalit
- laitteiden ja putkien tuenta
- lämpölaajenemisen huomiointi
- pumppauslaitteet
- lämmitys- ja ilmanvaihtokoneet
- lämpöenergiamittarin sähkösyöttö.

13.2.1.1 Tiiviyskoe

Ensiöpuolen putkiston ja laitteiden sekä lämmönsiirtimien tiiviys todetaan paineko-keella, 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.

13.2.2 Lämmöntoimituksen aloitus

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

13.2.3 Sääätöjärjestelmän viritys ja toimintakoe

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

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

- Laitetiedot
 - ♦ säätökeskus
 - ♦ toimilaitteet
 - ♦ venttiilit
- Suunnittelijan mitoitus tiedot
 - ♦ tehontarpeet ja niiden vaihtelut
 - ♦ virtaamat
 - ♦ lämpötilat ja paine-erot.

Virittäjän tehtäviin kuuluvat:

- anturien mittausviestien kalibrointi
- ulostulojen toimintapisteiden ja toiminta-alueiden asettelu
- säätöparametrien asettelu
- kompensointien vaikutusten asettelu
- pääsäättöjen ja raja-arvosäättöjen asetusarvojen asettelu
- asetusnappien asteikkonäyttämien tarkistukset
- virityspöytäkirjojen tekeminen.

Säätölaiteturakoitsijan 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.

13.2.4 Rakennuksen kaukolämpölaitteiden valmistuminen, lopputarkastus

Kun asennus-, muutos- tai korjaustyö on täysin valmis, todetaan rakennuksen kaukolämpölaitteiden valmistuminen joko tai auktorisoidun lämpöurakoitsijan suositellussa lopputarkastuksessa. Lopputarkastuksesta laaditaan valmistumispöytä-

kirja. Auktorisoitu lämpöurakoitsija toimittaa allekirjoituksella vahvistamansa valmistumispöytäkirjan lämmönmyyjälle.

Uudisrakennuksien kaukolämpölaitteiden vastaanotto tulee olla hyväksytty ennen muuttokatselmusta.

Rakennuksen kaukolämpölaitteiden lopputarkastuksessa 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 virituspöytäkirjat
- lämmitys- ja ilmanvaihtokoneiden toiminta
- laitetilän ilmanvaihto, viemäröinti ja vesipiste
- laitetilän valaistus ja viestiyhteydet
- huoltoreitti laitetilaan
- käytön opastus.

Toimintakaaviot ja käyttö- ja huolto-ohjeet liitetään osaksi rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta. /RakMk A4/

Lämmönmyyjä tai auktorisoitu lämpöurakoitsija tekee rakennuksen kaukolämmityslaitteille kohdan 13.2.4.1 mukaisen toimintakokeen kaukolämmityslaitteiden oikean toiminnan varmistamiseksi, kun lämpöurakoitsija katsoo asennustyön olevan valmis. Kokeen tulokset liitetään laadittavaan valmistumispöytäkirjaan.

Tarkastuksessa havaittujen virheiden ja puutteiden perusteella voidaan määrätä uusintatarkastus.

Lämmönmyyjä katsoo rakennuksen kaukolämpölaitteiden asennustyön valmistuneeksi, kun lämmönmyyjällä on siitä hyväksytty valmistumispöytäkirja liitteineen.

Hyväksytyn kaukolämpölaitteiden vastaanoton jälkeen lämpöurakoitsija luovuttaa laitteet asiakkaalle.

13.2.4.1 Kaukolämpölaitteiden toimintakoe

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

Säätöjärjestelmän toiminnan testauksessa varmistetaan, että virituspöytäkirjassa esitetyt arvot ovat voimassa ja että valitut säätökäyrät ovat suunnittelijan esittämien suunniteltujen toimintalämpötilojen mukaisia. Säätöjärjestelmän toiminnasta ja v erityksestä 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 mitoitustietoihin ko. toimintapisteessä ja kohdassa 5.2 esitettyihin vaatimuksiin.

13.3 Laadunvarmistuksen dokumentointi

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

Lämmönmyyjä taltioi omiin arkistoihinsa rakennuksen kaukolämmityslaitteisiin liittyvät tarpeelliseksi katsomansa dokumentit.

13.4 Huoltokirja

Lämpöurakoitsija täydentää osaltaan rakennuskohtaiset käyttö- ja huolto-ohjeet. /RakMk A4/

13.5 Takuuajan toimenpiteet

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

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

13.6 Rakennuksen kaukolämmityslaitteiden testaus käyttöolosuhteissa

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

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

Kiinteistö				Asiakas n:o			
Osoite				Kiinteistön edustaja			
Urakoitsija				Puh.nro			
Suunnittelija				Puh.nro			
Lämmönsiirtimet		Käyttövesi		Lämmitys		Ilmanvaihto	
Valmistaja							
Malli							
Valmistusnumero/ -vuosi							
Teho kW							
Virtaus ensiö / toisio dm ³ /s		/		/		/	
Mitoituslämpötilat ensiö / toisio °C		- / -		- / -		- / -	
Painehäviö ensiö / toisio kPa		/		/		/	
Lämmönsiirtimet suunnitelman mukaiset		☐ on ☐ ei		☐ on ☐ ei		☐ on ☐ ei	
Säätöventtiilit	Valmistaja						
	DN / kvs	/		/		/	
Säätöventtiilit suunnitelman mukaiset		☐ on ☐ ei		☐ on ☐ ei		☐ on ☐ ei	
Lämmönjakokeskus (putkistot, liitokset, varusteet, asennus), tekninen laitetila							
Ensiöpuoli		on		ei		Lisäselvitykset	
Rikkinäistä, pölyävää asbestia näkyvissä		☐		☐		Käyttö- ja huoltotilat riittävät	
Lämmönmyyjän laitteiden huoltotila ohjeen mukainen		☐		☐		Lämpöaaramittarin sähkösyöttö asennettu	
Kytkenät suunnitelmien mukaiset		☐		☐		DN-koot suunnitelmien mukaiset	
Tarvittavat ilmanpoistot ja tyhjennykset		☐		☐		Vahinkokäyttö estetty	
Tarvittavat lämpö- ja painemittarit		☐		☐		Tulppaus suoritettu	
Säätöventtiilit oikein asennettu		☐		☐		Luettavuus esteetön	
Lämpötila-anturit oikein asennettu		☐		☐		Käsitötköt kunnossa	
Sulkulaitteet, varusteet ja rakenneaineet hyväksyttäviä		☐		☐		Säätölaitteet toimintakunnossa	
Asennustyö hyväksyttävä		☐		☐		Liitokset hyväksyttäviä	
Putkiston ja siirtimien huudonta suoritettu		☐		☐		Tuenta riittävä	
Tiivistarkastus hyväksyttävä		☐		☐		Vedenpoisto lattiatasolta järjestetty	
Toisipuoli		on		ei		on	
Kytkenä ja DN-koot suunnitelman mukaiset		☐		☐		☐	
Paisunta- ja varolaitteet suunnitelman mukaiset		☐		☐		☐	
Tarvittavat ilmanpoistot ja tyhjennykset		☐		☐		☐	
Tarvittavat paine- ja lämpömittarit sekä hälytykset		☐		☐		☐	
Verkon täyttö hyväksyttävä		☐		☐		☐	
Sulkulaitteet, varusteet ja rakenneaineet hyväksyttäviä		☐		☐		☐	
Pumppauslaitteet suunnitelman mukaiset		☐		☐		☐	
Säätölaitteet oikein asennettu		☐		☐		☐	
Asennus ja tuenta hyväksyttäviä		☐		☐		☐	
Lämmiilimakoeet asennettu ja oikein kytetty		☐		☐		☐	
Lämmönjakokeskus		CE-merkintä (jos ei kyseessä hyvän konepajatekniikan mukainen painelaite)				☐	
Huomautuksia:							
Lämmöntoimituksen aloituspäivämäärä				☐ Laitteisto hyväksytty käyttöön ☐ Uusintatarkastus pidettävä			
Päiväys				Kiinteistön edustaja			
Urakoitsijan vastuuhenkilö				Lämmönmyyjän edustaja			
Kaukolämpöyhteyden yhteystiedot (Nimi, www-osoite, postiosoite, käyntiosoite, puhelin, faksi, Y-tunnus, kotipaikka)							

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		Ulkolämpötila _____ °C Menolämpötila _____ °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					

Kiinteistö				Asiakas n:o		
Osoite			Kiinteistön edustaja			
Urakoitsija				Puh.nro		
Suunnittelija				Puh.nro		
Toimintalämpötilat tarkastushetkellä °C						
Kaukolämpövesi		Käyttövesi	Lämminvesi	Lämmin kiertovesi	Kylmä vesi	
Tulo	Paluu	Lämmitys	Meno	Paluu	Ensiöpaluu	
Ulkoilman lämpötila		Ilmanvaihto	Meno	Paluu	Ensiöpaluu	
			Meno	Paluu	Ensiöpaluu	
Lämmönjakokeskus (putkistot, liitokset, varusteet, asennus), tekninen laitetila					on	ei
Asennusvalvontapöytäkirjassa havaitut puutteet korjattu						
Ulkolämpötilan mittausanturin sijoitus hyväksytty						
Lämpö- ja painemittarit sekä varolaitteet toimintakuntoiset						
Säätölaitteiden toiminta oikea						
Virityspöytäkirja luovutettu						
Eristystyö suoritettu						
Lämminilmakojeet oikein kytketty						
Laitteiden käyttö- ja huoltotilat riittävät sekä siivous suoritettu						
Laitteet ja putket merkitty						
Kytkenäkaavio teknisessä laitetilassa						
Sisäänpääsy tekniseen laitelaan järjestetty						
Lämpöenergiamittarin sähköliitäntä kunnossa						
Laitteiston käyttöopastus suoritettu						
Käyttöohjeet luovutettu kiinteistön omistajalle						
Huomautuksia:						
☐ Laitteisto hyväksytty			☐ Laitteisto hyväksytty, kun puutteet korjattu			☐ Uusintatarkastus pidettävä
Päiväys			Kiinteistön edustaja			
Urakoitsijan vastuuhenkilö			Lämmönmyyjän edustaja			
Kaukolämpöyhteyksien yhteystiedot (Nimi, www.osoite, postiosoite, käyntiosoite, puhelin, faksi, Y-tunnus, kotipaikka)						

Kiinteistö				Asiakas n:o			
Osoite				Kiinteistön edustaja			
Urakoitsija				Puh.nro			
Suunnittelija				Puh.nro			
Toimintalämpötilat tarkastushetkellä °C							
Kaukolämpövesi		Käyttövesi	Läminvesi	Lämmin kiertovesi	Kylmä vesi		
Tulo	Paluu	Lämmitys	Meno	Paluu	Ensiöpaluu		
Ulkoilman lämpötila		Ilmanvaihto	Meno	Paluu	Ensiöpaluu		
			Meno	Paluu	Ensiöpaluu		
Lämmönsiirtimet		Käyttövesi	Lämmitys	Ilmanvaihto			
Valmistaja							
Malli							
Valmistusnumero/ -vuosi							
Teho kW							
Virtaus ensiö / toisio dm ³ /s		/	/	/	/		
Mitoituslämpötilat ensiö / toisio °C		- / -	- / -	- / -	- / -		
Painehäviö ensiö / toisio kPa		/	/	/	/		
Lämmönsiirtimet suunnitelman mukaiset		☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei		
Säätöventtiilit							
Valmistaja							
DN / kvs		/	/	/	/		
Säätöventtiilit suunnitelman mukaiset		☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei		
Lämmönjakokeskus (putkistot, liitokset, varusteet, asennus), tekninen laitetila							
	on	ei			on	ei	
Asbesti-ilmoitus tehty			Vahinkokäyttö estetty				
Laitteiden sijoitus suunnitelman mukainen			Tulppaus suoritettu				
Laitteiden käyttö- ja huoltotilat riittävät			Vesipiste ja viemäröinti hyväksyttävää				
Kytkennot suunnitelmien mukaiset			Valaistus ja ilmanvaihto hyväksyttävää				
Säätölaitteet suunnitelman mukaiset			Ulkolämpötilan mittausanturin sijoitus hyväksytty				
Pumput suunnitelman mukaiset			Säätölaitteiden toiminta oikea				
Tarvittavat paine- ja lämpömittarit			Virityspöytäkirja luovutettu				
Tarvittavat ilmanpoistot ja tyhjennykset			Eristystyö suoritettu				
Paisunta- ja varolaitteet suunnitelman mukaiset			Läminilmakojeet oikein kytketty				
Paisuntajärjestelmä ja varolaitteet toimintakuntoiset			Laitteet ja putket merkitty				
Käsiikäytöt kunnossa			Sisäänpääsy tekniseen laitetilaan järjestetty				
Tiiviyskoe hyväksytty			Lämpöenergiamittarin sähköliitäntä asennettu				
Putkiasennus ja materiaalit hyväksytty			Mittauskeskus suunnitelman mukainen				
Venttiilit ja putkiliitokset hyväksytty			Laitteiston käyttöopastus suoritettu				
Laitteiden ja putkien tuenta hyväksyttävä			Käyttöohjeet luovutettu kiinteistön omistajalle				
Huomautuksia:							
☐ Laitteisto hyväksytty käyttöön				☐ Uusintatarkastus pidettävä			
Päiväys				Kiinteistön edustaja			
Urakoitsijan vastuuhenkilö				Lämmönmyyjän edustaja			

Kaukolämpöyhteyden yhteystiedot (Nimi, www.osoite, postiosoite, käyntiosoite, puhelin, faksi, Y-tunnus, kotipaikka)

Energiatallisuus ry
Lämmönkäyttötoimikunta

LAITEUUSINTAPÖYTÄKIRJA
Urakoitsijan omavalvonta

Kiinteistö				Asiakas n:o			
Osoite			Kiinteistön edustaja				
Urakoitsija				Puh.nro			
Suunnittelija				Puh.nro			
Toimintalämpötilat tarkastushetkellä °C							
Kaukolämpövesi		Käyttövesi	Lämminvesi	Lämmin kiertovesi	Kylmä vesi		
Tulo	Paluu	Lämmitys	Meno	Paluu	Ensiöpaluu		
Ulkoilman lämpötila		Ilmanvaihto	Meno	Paluu	Ensiöpaluu		
			Meno	Paluu	Ensiöpaluu		
Lämmönsiirtimet		Käyttövesi	Lämmitys	Ilmanvaihto			
Valmistaja							
Malli							
Valmistusnumero/ -vuosi							
Teho kW							
Virtaus ensiö / toisio dm ³ /s		/	/	/	/		
Mitoituslämpötilat ensiö / toisio °C		- / -	- / -	- / -	- / -		
Painehäviö ensiö / toisio kPa		/	/	/	/		
Lämmönsiirtimet suunnitelman mukaiset		☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei		
Säätöventtiilit		Valmistaja					
DN / kvs		/	/	/	/		
Säätöventtiilit suunnitelman mukaiset		☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei	☐ on ☐ ei		
Lämmönjakokeskus (putkistot, liitokset, varusteet, asennus), tekninen laitetila							
	on	ei			on	ei	
Asbesti-ilmoitus tehty			Tulppaus suoritettu				
Laitteiden sijoitus suunnitelman mukainen			Vesipiste ja viemärinto hyväksyttävää				
Laitteiden käyttö- ja huoltotilat riittävät, siivous suoritettu			Valaistus ja ilmanvaihto hyväksyttävää				
Kytkenät suunnitelmien mukaiset			Ulkolämpötilan mittausanturin sijoitus hyväksytty				
Säätölaitteet suunnitelman mukaiset			Säätölaitteiden toiminta oikea				
Pumput suunnitelman mukaiset			Virtuspöytäkirja luovutettu				
Tarvittavat paine- ja lämpömittarit			Eristystyö suoritettu				
Tarvittavat ilmanpoistot ja tyhjennykset			Läminilmakojeet oikein kytketty				
Paisunta- ja varolaitteet suunnitelman mukaiset			Laitteet ja putket merkitty				
Paisuntajärjestelmä ja varolaitteet toimintakuntoiset			Sisäänkäsy tekniseen laitetilaan järjestetty				
Käsiyöt kunnossa			Lämpöenergiamittarin sähköliitäntä asennettu				
Tiivyskoe pidetty, päivämäärä: _____			Kytkenäkaavio teknisessä laitetilassa				
Putkiasennus ja materiaalit hyväksytty			Mittauskeskus suunnitelman mukainen				
Venttiilit ja putkiliitokset hyväksytty			Laitteiston käyttöopastus suoritettu				
Laitteiden ja putkien tuenta hyväksyttävä			Käyttöohjeet luovutettu kiinteistön omistajalle				
Vahinkokäyttö estetty							
Huomautuksia:							
Kiinteistön edustaja paikalla ☐ Kyllä ☐ Ei, pöytäkirja luovutettu _____							
Päiväys	Kiinteistön edustaja			Nimen selvennys			
Urakoitsijan vastuhenkilö				Nimen selvennys			
Kaukolämpöyhteyksien yhteystiedot (Nimi, www.osoite, postiosoite, käyntiosoite, puhelin, faksi, Y-tunnus, kotipaikka)							

14 SUUNNITTELUOHJEITA

14.1 Lämmitystekniset tiedot, mitoitusaulukon 1 täyttöohjeet

Rakennuksen käyttötarkoitus: Taulukossa ilmoitetaan rakennuksen pääasiallinen käyttötarkoitus käyttötarkoitussuokituksen mukaisesti.

Rakennusten lukumäärä: Rakennusten lukumäärä ilmoitetaan tarvittaessa rakennustilavuuksin eriteltynä.

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

Lämmitetty nettoala: lämmitettyjen kerrostasojen summa kerrostasojen ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. Lämmitetty nettoala voidaan laskea myös lämmitetystä bruttoalasta, josta on vähennetty ulkoseinien rakennusosa-ala (RakMK D3).

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. Liikuntahalleissa, opetusrakennuksissa ym. vastaavissa rakennuksissa ilmoitetaan suihkujen lukumäärä lisätietona silloin, kun ne määrittävät käyttöveden tehontarpeen.

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 yhteenlasketun 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.

14.2 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 jäähtymään kaikissa käyttötilanteissa.

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

Lämmönsiirtimien mitoitus: Käyttöveden mitoitusvirtaamana käytetään RakMK:n osan D1 "Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot" lämpimän käyttöveden jakojohdon mitoitusvirtaamaa.

Lämmitys- ja ilmanvaihtosiirtimien mitoituskehona käytetään tarvittavia todellisia lämmitystehontarpeita.

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

Lämmönsiirtimien virtaamat: Virtaamat lasketaan ja ilmoitetaan lämmönsiirtilin todellisen jäähtymän mukaisesti.

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

Lämmönsiirtimien painehäviöt: Painehäviöt ilmoitetaan valittujen lämmönsiirtimien mukaisilla mitoitusvirtaamilla.

Kiertovesipumput: Pumpun säätöasento tai suunniteltu pyörimisnopeus ilmoitetaan taulukossa. Mitoitusnostokorkeutena ilmoitetaan verkoston ja lämmönjakokeskuksen painehäviön summa. Moottorin kehona ilmoitetaan sen sähköverkosta ottama teho. Mahdolliset muut tarvittavat tiedot annetaan lisätiedoissa.

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

Jos toisiopuolella käytetään lämmönsiirtonesteenä muuta kuin vettä, esimerkiksi glykoli-vesiliuosta, liuoksen koostumus ilmoitetaan lisätiedoissa.

14.3 Olemassa olevan rakennuksen lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat

Olemassa olevan rakennuksen lämmitysjärjestelmien toiminta-arvot ovat perusteena uusien mitoitusarvojen määrittämisessä. Lämpötilojen valinnassa pyritään mahdollisimman alhaisiin lämpötiloihin.

Käyttöveden lämmönsiirtimet mitoitetaan kuten uudisrakennuksissa.

Taulukko K. Lämmityksen ja ilmanvaihdon lämmönsiirtimien mitoituslämpötilat – olemassa olevat rakennukset

	LÄMMÖNSIIRTIMIEN MITOITUSLÄMPÖTILAT °C			
	TULO	ENSIÖ PALUU	TOISIO PALUU	MENO
Lämmityksen lämmönsiirtimet, radiaattori-lämmitys	115	43 (max)	40 (max)	70 (max)
Lämmityksen lämmönsiirtimet, radiaattori-lämmitys – vanhat rakennukset	115	63 (max)	60 (max)	80 (max)
Lämmityksen lämmönsiirtimet, lattialämmitys	115	33 (max)	30 (max)	40 (max)
Kosteiden tilojen mukavuuslattialämmitys	70	28 (max)	25 (max)	35 (max)
Ilmanvaihdon lämmönsiirtimet	115	43	40	70
Huomautus		Ensiöpuolen paluulämpötila saa olla enintään 3 °C korkeampi kuin toisiopuolen paluulämpötila		

Lämmönsiirtimen tehon riittävyys tulee tarvittaessa tarkistaa myös muissa toimintatapisteissä niissä vallitsevilla lämpötiloilla. Tarkastelu pitää tehdä esim. silloin, kun ilmanvaihdon määrä puolitetaan kovimmilla pakkasilla.

14.4 Lattialämmitys

Lattialämmitysjärjestelmissä mitoituslämpötilat eroavat patterilämmitysjärjestelmistä, menoveden lämpötila on alhaisempi samoin kuin mitoituslämpötilaero. Lattialämmityspiiriin lähtevän veden lämpötila on muoviputkia käytettäessä korkeimmillaan 40 °C, vanhoissa rakennuksissa lämpötila voi korkeimmillaan olla jopa 50 °C. Lattialämmitysjärjestelmän mitoituksessa käytetään putkivalmistajien esittämiä mitoitusohjeita tai erillisiä mitoitusohjelmia.

Kosteiden tilojen lattialämmitys toteutetaan vesikiertoisena omalla lämmönsiirtimellä ja säätöautomaatiikallaan.

Lattialämmityksen menoveden lämpötila rajoitetaan etenkin muoviputkia käytettäessä rajoitintermostaattilla, joka pysäyttää kiertovesipumpun menolämpötilan noustessa liian korkeaksi.

Lattialämmityksen lämmönsiirtimien kytkennästä on esitetty esimerkki kohdassa 15.6.

14.5 Lämpimän käyttöveden kiertojohtoon mitoitus, säätö ja lämpöeristys

Lämpimän käyttöveden kiertojohtoon mitoitus perustuu verkostossa tapahtuvaan lämmönluovutukseen (putkiston lämpöhäviö ja lämmönluovuttimet). Tämän perusteella määrätään verkoston vesivirrat kussakin osassa ja valitaan pumppu, jonka ominaiskäyrä on mahdollisimman jyrkästi laskeva vesimäärän kasvaessa.

Lämpimän käyttöveden verkosto mitoitetaan (valitaan putkikoot) veden virtausnopeuksien mukaan. Virtausnopeus ei saa ylittää jako- ja kiertojohtoon missään osassa 1,0 m/s. Kupariputken virtausnopeuden mitoitusarvona käytetään 0,5 m/s. /RakMK D1/

Lämpimän käyttöveden kiertojohto mitoitetaan ja säädetään uudisrakennuksissa siten, että vesikalusteista saatavan veden lämpötila ja lämmönsiirtimelle palaavan veden lämpötila on vähintään 55 °C (RakMK D1). Kiertojohto lämpöeristetään siten, että eristekerroksen lämmönvastus on vähintään 1 m²K/W. /RakMK D1/

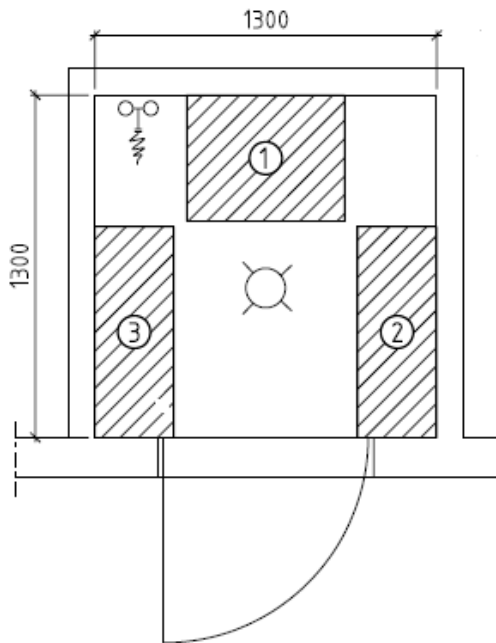
Liitettäessä olemassa olevaa rakennusta kaukolämpöön tai uusittaessa lämmönjakokeskusta voidaan paluulämpötilaksi hyväksyä myös 50 °C, mikäli rakennuksen käyttövesijärjestelmää ei samalla uusita ja säätöteknisillä toimenpiteillä ei pystytä saavuttamaan korkeampaa paluulämpötilaa.

15 ESIMERKKEJÄ

15.1 Teknisen tilan laitteiden sijoitusesimerkkejä

Seuraavilla sivuilla 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 Jakotukit



Tilan sisäpuolisten pintakerrosten paloluokka vaatimukset:
E1/2011:

- seinät, katot B-s1, d0
- lattiat DFL-s1

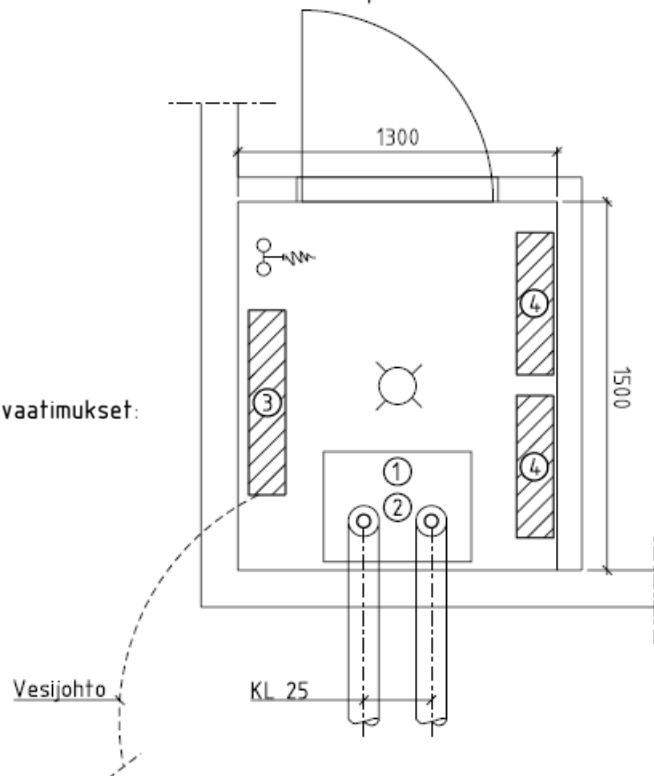
Laitetilaan 1300 mm x 1300 mm ($h \geq 2000$ mm) mahtuu vain kaukolämpölaitteet ja vesimittari.

LVI-suunnittelijan tulee selvittää tekn. laitetilaan tulevien muiden laitteiden tilantarve.

Kaukolämmön mittauskeskuksen DN20 pituus on 800 mm se asennetaan välittömästi ulkoseinän viereen.

Mittauskeskuksen eteen tulee jäädä vapaata huoltotilaa 800mm.

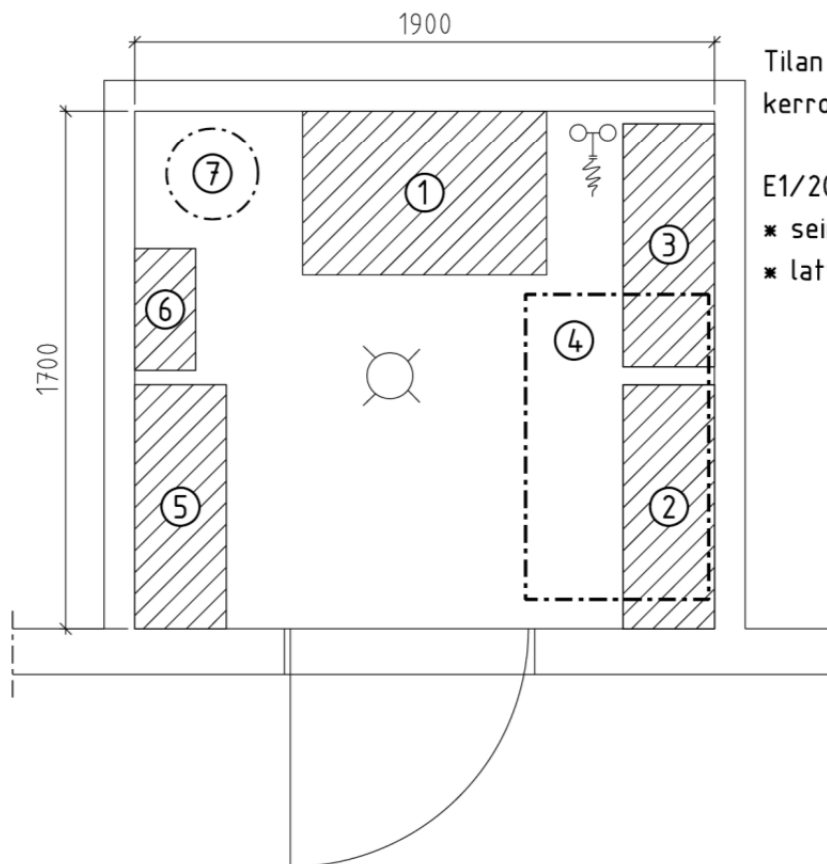
Pystymallinen kaukolämmön mittauskeskus kaukolämpölaitteiden alla.



Laitetilan mitat 1300 mm * 1500 mm. Huonekorkeus ≥ 2600 mm. Kaukolämmön mittauskeskuksen tilantarve pystysuunnassa on noin 700 mm ja leveys noin 600 mm.

Pientalon tekninen laitetila (omakotitalo, paritalo)

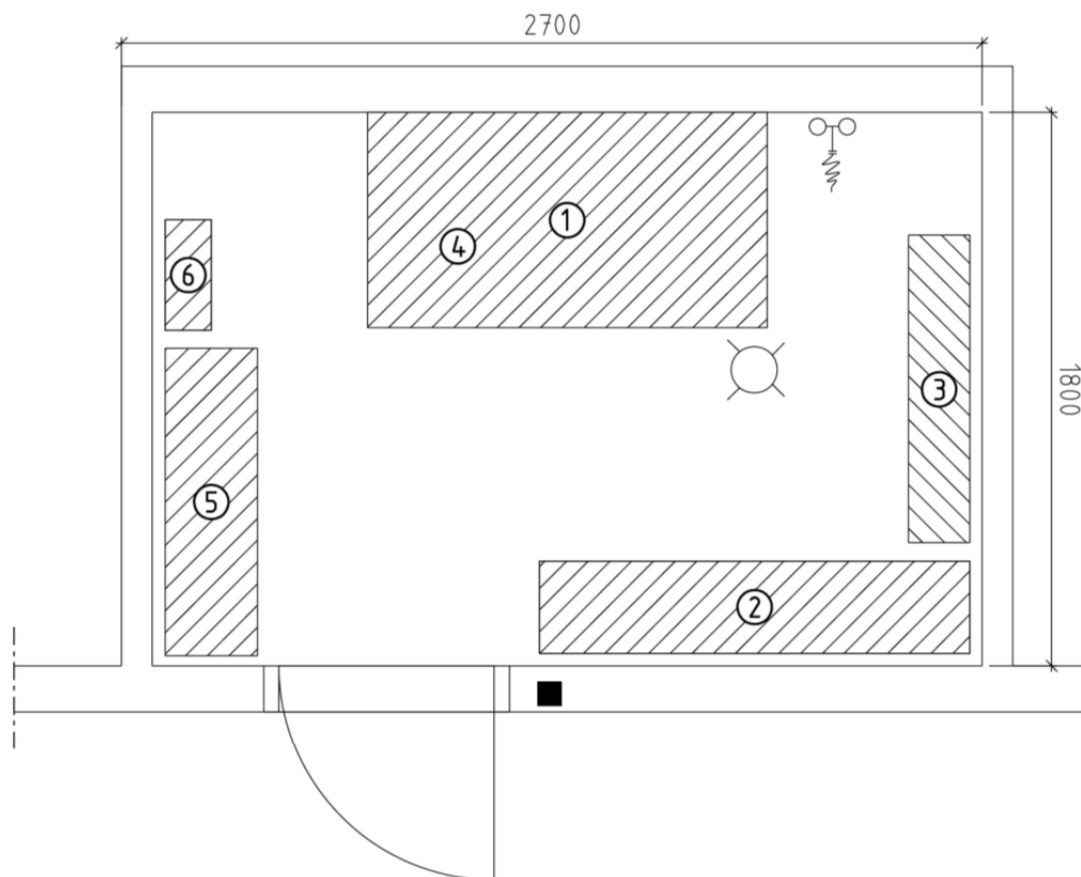
- | | |
|--------------------|--|
| ① Lämmönjakokeskus | Laitetilan mitat 1900 mm* 1700 mm. |
| ② Lämmön mittaus | Huonekorkeus ≥2600mm. |
| ③ Kylmävesimittari | LVI-suunnittelijan tulee selvittää |
| ④ Ilmastointikoje | tekn. laitetilaan tulevien muiden laitteiden |
| ⑤ Sähköpääkeskus | tilantarve. |
| ⑥ Antennilaitteet | Kaukolämmön mittauskeskuksen |
| ⑦ Keskuspölynimuri | DN20 pituus on 800 mm se asennetaan |
| | välittömästi ulkoseinän viereen. |
| | Mittauskeskuksen eteen tulee |
| | jäää vapaata huoltotilaa 800mm. |
| | Ilmastointikoneen alapinnan tulee |
| | olla ≥2000 mm korkeudella. |
-  Vesipiste
 Lattiakaivo



Tilan sisäpuolisten pinta-
kerrosten paloluokkavaatimukset

E1/2011:

- * seinät ja katot B-s1, d0
- * lattiat D_{FL}-s1.

Rivitalon (3...18 asuntoa) ja pientalon tekninen laitetila

- ① Lämmönjakokeskus
- ② Lämmön mittaus
- ③ Kylmävesimittari
- ④ Paisuntalaitteet
- ⑤ Sähköpääkeskus
- ⑥ Antennilaitteet

 Vesipiste

 Lattiakaivo

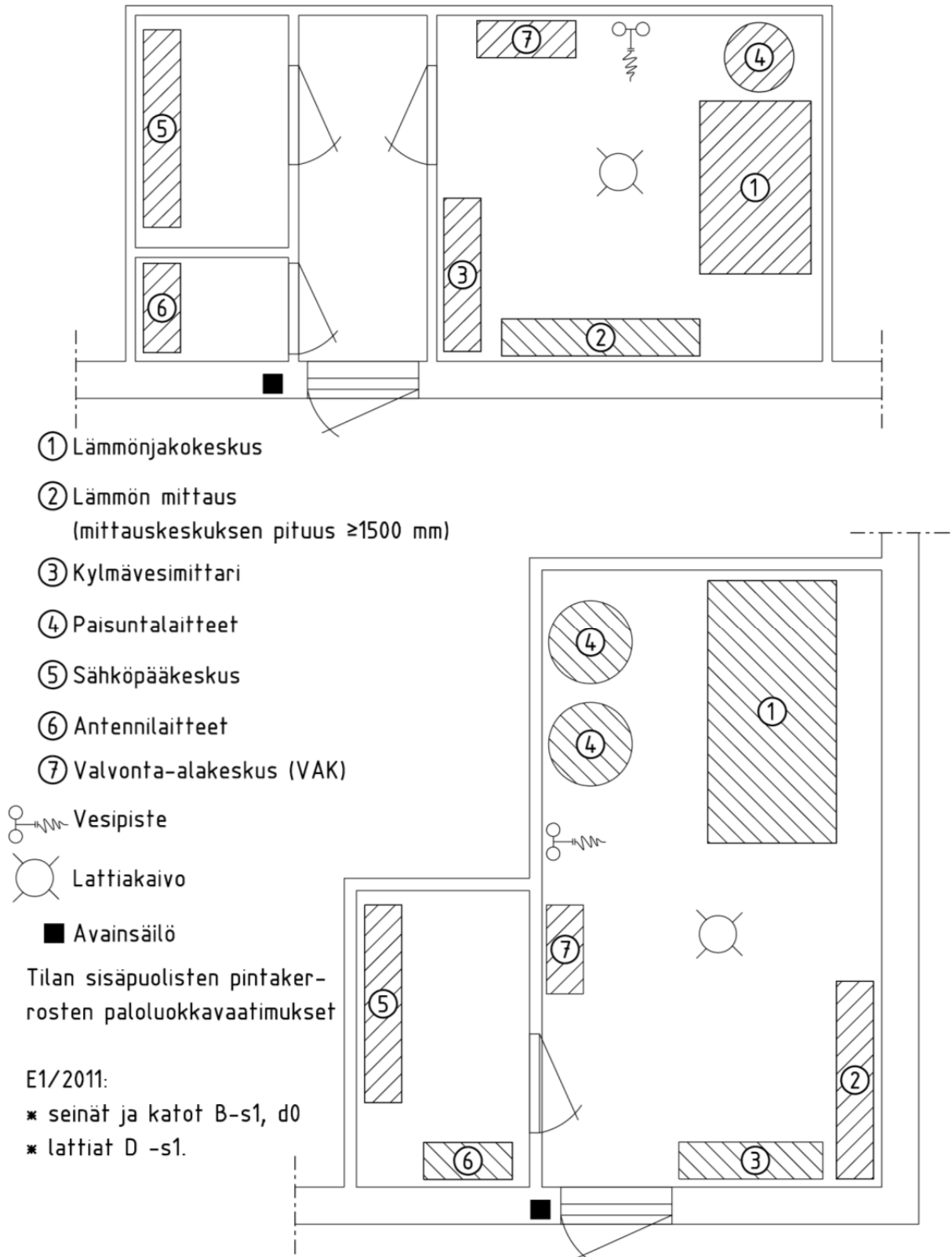
 Avainsäily

Laitetilan mitat 2700 mm * 1800 mm. Huonekorkeus ≥ 2600 mm. Laitetilan koko määritellään asennettavien laitteiden tilantarpeen mukaan. Mittauskeskuksen ja sähköpääkeskuksen eteen tulee jäädä vapaata huoltotilaa 800 mm. Mittauskeskuksen pituus noin 1000–1400 mm. Mittauskeskuksen kohdalla huoltotilan korkeus ≥ 2000 mm. Sähköpääkeskuksen yläpuolelle ei saa sijoittaa putkistoja tai kanavia.

Tilan sisäpuolisten pintakerrosten paloluokkavaatimukset: E1/2011:

- seinät, katot B-s1, d0
- lattiat DFL-s1

Kerrostalon yms. rakennuksen tekninen laitetila



15.2 Säästöventtiilien valinta

15.2.1 Lämmityksen säästöventtiilien valinta

ESIMERKKI 1

Lähtötiedot:

• Lämmityssiirtimen ensiöpuolen virtaus	$\dot{V}_{l,e}$	1,29 dm ³ /s
• Lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero	Δp_{ilm}	100 kPa
• Lämmönsiirtimen painehäviö	$\Delta p_{siirrin}$	7 kPa
• Putkiston painehäviö	$\Delta p_{putkisto}$	5 kPa

Säästöventtiilin mitoituspaine-ero on

$$\Delta p = \Delta p_{ilm} - \Delta p_{siirrin} - \Delta p_{putkisto} = 100 \text{ kPa} - 7 \text{ kPa} - 5 \text{ kPa} = 88 \text{ kPa} = 0,88 \text{ bar}$$

Ensiöpuolen virtaus

$$\dot{V}_{l,e} = 1,29 \text{ dm}^3/\text{s} = 4,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lasketaan säästöventtiilin k_v arvo

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

Venttiiliksi valitaan laskettua k_v -arvoa lähinnä seuraavaksi suurempi venttiili eli $k_{vs} = 6,3$. Valitun venttiilin aiheuttama todellinen painehäviö on

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

Tarkistetaan valitun säästöventtiilin 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.

15.2.2 Käyttöveden säästöventtiilin valinta

ESIMERKKI 2

Lähtötiedot:

• Käyttöveden lämmönsiirtimen ensiöpuolen virtaus	$\dot{V}_{kv,e}$	0,96 dm ³ /s
• Lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero	Δp_{ilm}	200 kPa
• Lämmönsiirtimen painehäviö	$\Delta p_{siirrin}$	20 kPa
• Putkiston painehäviö	$\Delta p_{putkisto}$	5 kPa

Säästöventtiilin mitoituspaine-ero on

$$\Delta p = \Delta p_{ilm} - \Delta p_{siirrin} - \Delta p_{putkisto} = 200 \text{ kPa} - 20 \text{ kPa} - 5 \text{ kPa} = 175 \text{ kPa} = 1,75 \text{ bar}$$

Ensiöpuolen virtaus

$$\dot{V}_{kv,e} = 0,96 \text{ dm}^3/\text{s} = 3,46 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lasketaan säätöventtiilin k_v arvo

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

Venttiiliksi valitaan laskettua k_v -arvoa lähinnä seuraavaksi pienempi venttiili eli $k_{vs} = 2,5$. Valitun venttiilin aiheuttama todellinen painehäviö on

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

Tarkistetaan valitun säätöventtiilin vaikutusaste β .

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

Kokonaispainehäviö on valitulla säätöventtiilillä $192 \text{ kPa} + 20 \text{ kPa} + 5 \text{ kPa} = 217 \text{ kPa}$ eli lämmönmyyjän ilmoittama käytettävissä oleva painehäviö ylittyy.

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. Tiukka venttiilin valinta parantaa oleellisesti käyttöveden säädön laatua verrattuna suurempaan venttiiliin. Lämmönmyyjältä pyydetään hyväksyntä painehäviön ylittymiselle.

15.2.3 Kahden säätöventtiilin valinta

ESIMERKKI 3

Lähtötiedot:

• Lämpimän käyttöveden mitoitus-teho	Φ_{kv}	440 kW
• Lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero	Δp_{ilm}	60...150 kPa
• Siirtimen painehäviö ensiöpuolella	$\Delta p_{siirrin}$	20 kPa
• Putkiston painehäviö	$\Delta p_{putkisto}$	5 kPa.

Lämpimän käyttöveden mitoitus-tehoa vastaava ensiöpuolen virtaus on

$$\begin{aligned} \dot{V}_{kv,e} &= \frac{440 \text{ kW}}{(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) \cdot 4,178 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot 0,990 \text{ kg/dm}^3} \\ &= 2,13 \text{ dm}^3/\text{s} = 7,66 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Lasketaan säätöventtiilin k_v -arvo pienimmän paine-eron mukaan, jos valittaisiin vain yksi säätöventtiili. Vähimmäispaine-ero mitoitusvirtaamalla on

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

$$k_v = \frac{7,66}{\sqrt{0,35}} = 12,95$$

Koska valittavaksi tulisi venttiili, jonka k_{vs} -arvo olisi yli 6,3, jaetaan virtaus säätö-tuloksen varmistamiseksi kahdelle rinnan kytkettävälle säätöventtiilille.

Ensimmäiseksi avautuva säätöventtiili mitoitetaan enimmäispaine-erolle ja 1/3-virtaukselle ($2,55 \text{ m}^3/\text{h}$). Siirtimen painehäviö on tällöin

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

Putkiston painehäviö 1/3 virtauksella on

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

Ensimmäiseksi avautuvan säätöventtiilin mitoituspainehäviö on

$$150 \text{ kPa} - 2,2 \text{ kPa} - 0,6 \text{ kPa} = 147,2 \text{ kPa} = 1,47 \text{ bar}$$

Lasketaan ensimmäiseksi avautuvan venttiilin k_v -arvo

$$k_{v1} = \frac{2,55}{\sqrt{1,47}} = 2,10$$

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

Vähennetään yhteisestä k_v -arvosta ensimmäisen venttiilin k_{vs} -arvo, jolloin saadaan toiselle venttiilille tarvittava k_v -arvo

$$k_{v2} = 12,95 - 2,5 = 10,45$$

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

Todellinen painehäviö valituilla säätöventtiiliyhdistelmällä on siis

$$\Delta p = \left(\frac{7,66}{10,0 + 2,5} \right)^2 = 0,38 \text{ bar} = 38 \text{ kPa}$$

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	2,13	
Painehäviö	kPa	38	
Koko / kvs-arvo	DN /k _{vs}	15 / 2,5	25 / 10
Säätökeskus		SÄÄTÖ OY, XXX	

15.3 Liikerakennuksen lämmönjakokeskuksen mitoitus

ESIMERKKI 4

Lähtötiedot:

- Liikerakennus, tilavuus 17250 m³
- Sisälämpötila t_s 20 °C
- Mitoitusulkolämpötila $t_{u,mit}$ -29 °C
- Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama $\dot{V}_{lv}$ 0,65 dm³/s
- Lämmityspatterien teho Φ_{pat} 40 kW
- Kierrätysilmakoneiden teho Φ_{ki} 85 kW
- Ilmanvaihdon ilmavirta $\dot{V}_i$ 5,5 m³/s
- Ilman sisänpuhalluslämpötila t_{sp} 17 °C
- Lto:n tuloilman lämpötilasuhde mitoitustilanteessa $\eta_{t, mit}$ 60 %
- Lämmönmyyjän ilm. käytettävissä oleva paine-ero Δp_{ilm} 100 kPa

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

Käyttöveden mitoitusvirtaama (toisiopuolen virtaama) on 0,65 dm³/s.

Käyttöveden lämmityssiirtimen mitoituslämpötilat ovat 70-20/10-58 °C.

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

$$\Phi_{kv} = 0,65 \text{ dm}^3 / \text{s} \cdot 4,177 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \cdot 0,994 \text{ kg/dm}^3 \cdot (58^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 130 \text{ kW}$$

Lasketaan käyttövesisiirtimen ensiöpuolen mitoitusvirtaama

$$\dot{V}_{kv,e} = \frac{\Phi}{\Delta T \cdot c_p \cdot \rho}$$

$$\dot{V}_{kv,e} = \frac{130 \text{ kW}}{(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) \cdot 4,178 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \cdot 0,990 \text{ kg/dm}^3} = 0,63 \text{ dm}^3/\text{s}$$

2. Käyttöveden säätöventtiilin valinta

Mitoitusvirtaama on 0,63 dm³/s = 2,25 m³/h

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

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

Lasketaan venttiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{2,25}{\sqrt{0,78}} = 2,55$$

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

Valitun venttiilin aiheuttama todellinen painehäviö

$$\Delta p_{tv1} = \left(\frac{2,25}{2,5} \right)^2 \text{ bar} = 0,81 \text{ bar} = 81 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{81 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} = 0,81 \text{ OK!}$$

Mitoitus voidaan hyväksyä, vaikka yhteenlasketut painehäviöt mitoitusilanteessa ylittävätkin hieman mitoituksen pohjaksi annetun paine-eron. Käyttöveden säästöventtiiliksi kannattaa valita pienin mahdollinen säästötuloksen parantamiseksi.

3. Käyttövesipumpun virtaaman määrittäminen

Lämmönsiirtimelle palaavan veden lämpötila ei saa laskea alle 55 °C:een. Lämpimän käyttöveden kiertojohto ja käyttövesipumppu mitoitetetaan ottaen huomioon kiertojohdon lämpöhäviöt ja sallittu lämpötilan lasku. Käyttöveden lämpötilan säädön ja säästöventtiilin toiminnan kannalta on oleellista mitoittaa virtaus riittävän suureksi.

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

Lämmönsiirtimeen kytketään lämmityspatterit ja kierrätysilmakoneet, joten lämmönsiirtimen mitoitusaste

$$\Phi_{ls} = 40 \text{ kW} + 85 \text{ kW} = 125 \text{ kW}$$

Lämmityssiirtimen toimintalämpötilat ovat 115-33/30-45 °C.

Lämmityssiirtimen ensiöpuolen virtaus $V_{l,e}$

$$\dot{V}_{l,e} = \frac{125 \text{ kW}}{(115^\circ\text{C} - 33^\circ\text{C}) \cdot 4,192 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot 0,976 \text{ kg/dm}^3} = 0,37 \text{ dm}^3/\text{s} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lämmityssiirtimen toisiopuolen virtaus $V_{l,t}$

$$\dot{V}_{l,t} = \frac{125 \text{ kW}}{(45^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) \cdot 4,177 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot 0,993 \text{ kg/dm}^3} = 2,01 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Säätöventtiilin mitoituksessa virtaamana käytetään ensiövirtausta, kiertovesipumpun 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 mitoituspaine-ero on siis

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

Mitoitusvirtaama on $0,37 \text{ dm}^3/\text{s} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$

Lasketaan venttiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{1,3}{\sqrt{0,92}} = 1,36$$

Venttiiliksi valitaan lämmityspiirissä yleensä k_v -arvoltaan lähinnä seuraavaksi suurempi venttiili. Valitaan tässä lämmityksen säätöventtiiliksi k_{vs} -arvo 1,6 ja lasketaan venttiilin aiheuttama todellinen painehäviö

$$\Delta p_{tv2} = \left(\frac{1,3}{1,6} \right)^2 \text{ bar} = 0,66 \text{ bar} = 66 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{66 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} = 0,66 \quad \text{OK!}$$

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

Lämmöntalteenoton jälkeinen tuloilman lämpötila mitoitusilanteessa on

$$t_{LTO,mit} = t_{u,mit} + \eta_{t,mit} \cdot (t_s - t_{u,mit})$$

$$t_{LTO,mit} = -29^\circ\text{C} + 60\% \cdot (20^\circ\text{C} - -29^\circ\text{C}) = 0,4^\circ\text{C}$$

Lämmöntalteenotosta saatava teho on siten

$$5,5 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (0,4^\circ\text{C} - -29^\circ\text{C}) = 194 \text{ kW}$$

Koko rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän tarvitsema lämmitysteho täydellä il-mavirralla ($5,5 \text{ m}^3/\text{s}$) mitoitusulkolämpötilassa -29°C , kun ilma lämmitetään läm-möntalteenoton jälkeen $+17^\circ\text{C}$:een on

$$5,5 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (17^\circ\text{C} - 0,4^\circ\text{C}) = 110 \text{ kW}$$

Ilmanvaihdon tuloilman lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa on 90 %, joten tarvittava siirrinteho on

$$\Phi_{iv} = \frac{110 \text{ kW}}{0,9} = 122 \text{ kW}$$

Ilmanvaihtosiirtimeen toimintalämpötilat ovat 115-33/30-60 °C. Siirtimeen virtaamat mitoitusolanteessa ovat

$$\dot{V}_{IV,e} = \frac{122 \text{ kW}}{(115^\circ\text{C} - 33^\circ\text{C}) \cdot 0,976 \text{ kg/dm}^3 \cdot 4,192 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}} = 0,36 \text{ dm}^3/\text{s} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{IV,t} = \frac{122 \text{ kW}}{(60^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) \cdot 0,990 \text{ kg/dm}^3 \cdot 4,178 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}} = 0,98 \text{ dm}^3/\text{s}$$

7. Ilmanvaihdon säätöventtiilin valinta

Lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero on 100 kPa. Valitun lämmönsiirtimeen ensiöpuolen painehäviö on 5 kPa, putkiston painehäviö on 5 kPa. Säätöventtiilin mitoituspainehäviö on siis

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

Säätöventtiilin mitoitusvirtaama on $0,36 \text{ dm}^3/\text{s} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$

Lasketaan venttiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{1,3}{\sqrt{0,90}} = 1,37$$

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

Valitaan tässä ilmanvaihdon säätöventtiiliksi k_{vs} -arvo 1,6 ja lasketaan venttiilin aiheuttama todellinen painehäviö

$$\Delta p_{tv3} = \left(\frac{1,3}{1,6} \right)^2 \text{ bar} = 0,66 \text{ bar} = 66 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{66 \text{ kPa}}{100 \text{ kPa}} = 0,66 \text{ OK!}$$

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

$$\phi_{kl} = \phi_{ls} + \phi_{iv} = 125\text{ kW} + 122\text{ kW} = 247\text{ kW}$$

Kaukolämpövesivirta on siten

$$\dot{V}_{-29^{\circ}\text{C}} = \frac{247\text{ kW}}{(115^{\circ}\text{C} - 33^{\circ}\text{C}) \cdot 0,976\text{ kg/dm}^3 \cdot 4,192\text{ kJ/kg }^{\circ}\text{C}} = 0,74\text{ dm}^3/\text{s}$$

Seuraavilla sivuilla on esitetty mitoitusaulukoiden 1 ja 2 mallitäytöt esimerkin 4 mukaisessa rakennuksessa. Mallitäytössä on myös kiertovesipumppujen sekä paisunta- ja varolaitteiden arvot esimerkinomaisesti.

Täyttöesimerkki: lämmitystekniset tiedot

Liittyy esimerkkiin 4

Rakennuksen käyttötarkoitus		Liikerakennus					
Rakennusten lukumäärä		1 kpl					
Rakennustilavuus (SFS 5139)		17250 m ³					
Lämmitetty nettoala (RakMK osa D3)		5700 m ²					
Sisälämpötila(t)		20 °C					
Asuntojen lukumäärä (Liikehuoneistojen yms. lukumäärä)		(1) kpl					
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama		0,65 dm ³ /s					
KAUKOLÄMMITYKSEN LÄMMITYSTEHOT LAITERYHMÄKOHTAISESTI ERITELTYNÄ		LÄMMITYSTEHON ERITTELY (kW)					
		Muu toimintapiste, joka määrittelee max tehontarpeen - °C			Paikkakunnan mitoitus- ulkolämpötilassa - 29 °C		
Laiteryhmä	Mitoitus °C - °C	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä
Käyttövesipiiriin liitettyt lämmityslaitteet	-						
Lämmityspatterit	30 - 45				40		40
Lattialämmitys	-						
Kierrätysilmapatterit 7 kpl	30 - 45				85		85
Ilmanvaihtopatterit 4 kpl	30 - 60					122	122
	-						
	-						
	-						
TARVITTAVA KAUKOLÄMPÖTEHO					125	122	247
+ Teho lämmöntalteenotosta						194	194
+ Muu lämmitysteho							
LÄMMITYSTEHOT YHTEENSÄ					125	316	441
Kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)		dm ³ /s			0,74 dm ³ /s		
Kaukolämpöenergian kulutus / vuosi		340 MWh/a					
LISÄTIETOJA							

Urakoitsijan merkinnät	Lämmönmyyjän merkinnät

Kohteen tunnistetiedot (Otsikkotaulu)

15.4 Vanhan asuintalon lämmönjakokeskuksen mitoitus

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

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

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_{kv} = Käyttöveden lämmittämiseen kulunut lämmitysenergia tarkasteluaikana (kiinteä kulutus), MWh

$Q_l = Q - Q_{kv}$ = Lämmitykseen kulunut energia tarkasteluaikana, MWh

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

Laskelmat tarkistetaan arvioimalla näin saatua ominaistehoa ja -kulutusta vertaamalla niitä vastaaviin muihin rakennuksiin.

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

ESIMERKKI 5.

Lähtötiedot:

• Asuinrakennus, rakennustilavuus		10850 m ³
• Valmistumisvuosi		1974
• Sisälämpötila	t_s	21 °C
• Mitoitusulkolämpötila	t_u	-29 °C
• Asuntoja		52 kpl
• Käyttövesipiiriin liitettyjen lämmityslaitteiden teho	$\Phi_{kv,pat}$	10 kW
• Energiankulutus (normeerattu)	Q	620 MWh/a
• Normaaliavuoden lämmitystarveluku	S	4550 °Cd
• Lämmönmyyjän ilm. käytettävissä oleva paine-ero	Δp_{ilm}	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

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

Tarkistetaan rakennuksen lämpöindeksi

$$\frac{550 \text{ MWh/a}}{10850 \text{ m}^3} = 50,7 \text{ kWh/m}^3, a$$

1. Lasketaan lämmityssiirtimen teho Φ_{ls}

Lämmityksen huipunkäyttöaika

$$H = \frac{24 \text{ h/d} \cdot 4550 \text{ °Cd}}{17 \text{ °C} - (-29 \text{ °C})} = 2374 \text{ h}$$

Käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet tuottavat energiaa

$$Q_{lkv,pat} = 10 \text{ kW} \cdot 8760 \text{ h} = 87,6 \text{ MWh}$$

Lämmityssiirtimellä tuotetaan siis energiaa

$$Q_{ls} = 550 \text{ MWh} - 96 \text{ MWh} - 87,6 \text{ MWh} = 436,4 \text{ MWh}$$

Lämmityssiirtimen teho on

$$\Phi_{ls} = \frac{436,4 \text{ MWh}}{2374 \text{ h}} = 184 \text{ kW}$$

Tarkistetaan ominaistehon suuruusluokka

$$\frac{184 \text{ kW}}{10850 \text{ m}^3} = 16,9 \text{ W/m}^3 \quad \text{OK!}$$

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 lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama on tällöin 1,45 dm³/s.

Käyttöveden lämmityssiirtimen mitoituslämpötilat ovat 70-20/10-58 °C.

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

$$\Phi_{kv} = 1,45 \text{ dm}^3 / \text{s} \cdot 4,177 \text{ kJ/kg °C} \cdot 0,994 \text{ kg/dm}^3 \cdot (58 \text{ °C} - 10 \text{ °C}) = 289 \text{ kW}$$

3. Käyttöveden säätöventtiilin valinta

Käyttöveden säätöventtiili mitoitetaan ensiöpuolen virtaamalla $V_{kv,e}$

$$\dot{V}_{kv,e} = \frac{\Phi}{\Delta T \cdot c_p \cdot \rho}$$

Käyttöveden säätöventtiilin mitoitusvirtaama on $1,40 \text{ dm}^3/\text{s} = 5,03 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$\dot{V}_{kv,e} = \frac{289 \text{ kW}}{(70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) \cdot 4,178 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot 0,990 \text{ kg/dm}^3} = 1,40 \text{ dm}^3/\text{s}$$

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

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

Lasketaan säätöventtiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{5,03}{\sqrt{1,77}} = 3,78$$

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

Lasketaan venttiilin aiheuttama todellinen painehäviö

$$\Delta p_{sv} = \left(\frac{5,03}{4,0} \right)^2 = 1,58 \text{ bar} = 158 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{158 \text{ kPa}}{200 \text{ kPa}} = 0,79 \quad \text{OK!}$$

4. Käyttöveden kiertovesipumpun virtaaman määrittäminen

Lämpimän käyttöveden kiertojohdon mitoitus perustuu verkostossa tapahtuvaan lämmönluovutukseen. Tämän perusteella määrätään verkoston vesivirrat kussakin osassa ja valitaan pumppu.

Esimerkkitapauksessa tiedetään, että käyttövesiverkostoon on liitetty lämmittimiä asuntojen kylpyhuoneissa. Lämmittimien teho on yhteensä 10,0 kW. Kiertojohdon paluulämpötila on mittauksin todettu olevan 53°C , kun lähtevän veden lämpötila on 58°C . Lämmönjakokeskusta uusittaessa voidaan lämpimän käyttöveden kiertojohdon paluulämpötilaksi hyväksyä myös alle 55°C , kun rakennuksen käyttövesijärjestelmää ei samalla uusita.

Käyttövesipiiriin liitettyjen lämmittimien vesivirta on

$$\dot{V}_{lkv,pat} = \frac{10 \text{ kW}}{(58^\circ\text{C} - 53^\circ\text{C}) \cdot 4,182 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot 0,986 \text{ kg/dm}^3} = 0,49 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Käyttöveden kiertovesipumppu mitoitetaan siis virtaamalla $0,49 \text{ dm}^3/\text{s}$.

5. Lämmityssiirtimen toimintalämpötilat

Rakennuksessa on todettu olleen seuraavat lämmitysverkoston toimintalämpötilat

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

Patterin yllilämpötila t_{vk} on ollut

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

$$t_{vk} = \frac{65^\circ \text{C} - 60^\circ \text{C}}{\ln \left(\frac{65^\circ \text{C} - 21^\circ \text{C}}{60^\circ \text{C} - 21^\circ \text{C}} \right)} = 41,4^\circ \text{C}$$

Jotta patterien lämmönluovutus pysyy samana, patterin yllilämpötila tulee säilyä samana. Uudet lämpötilat ovat siten esim. 50-77 °C.

$$t_{vk} = \frac{77^\circ \text{C} - 50^\circ \text{C}}{\ln \left(\frac{77^\circ \text{C} - 21^\circ \text{C}}{50^\circ \text{C} - 21^\circ \text{C}} \right)} = 41,0^\circ \text{C}$$

Siirtimen lämpötilaohjelma on tällöin 115-53/50-77 °C.

Rakennuksen energiatehokkuutta ja asumismukavuutta voidaan parantaa tasapainottamalla lämmitysverkosto (verkoston perussäätö), jos huonelämpötilat ovat turhan korkeat tai ne eivät ole tasaiset rakennuksen eri osissa. Tällöin voidaan mahdollisesti myös pudottaa patteriverkkoon lähtevän veden lämpötilaa ilman, että palaavan veden lämpötila nousee.

6. Lämmityssiirtimien virtaukset

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

Lämmityssiirtimen ensiöpuolen virtaus $V_{l,e}$

$$\dot{V}_{l,e} = \frac{184 \text{ kW}}{(115^\circ \text{C} - 53^\circ \text{C}) \cdot 4,199 \text{ kJ/kg}^\circ \text{C} \cdot 0,970 \text{ kg/dm}^3} = 0,73 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Lämmityssiirtimen toisiopuolen virtaus $V_{l,t}$

$$\dot{V}_{l,t} = \frac{184 \text{ kW}}{(77^\circ \text{C} - 50^\circ \text{C}) \cdot 4,186 \text{ kJ/kg}^\circ \text{C} \cdot 0,982 \text{ kg/dm}^3} = 1,66 \text{ dm}^3/\text{s}$$

7. Lämmityksen säätöventtiilin valinta

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

Mitoitusvirtaama on $0,73 \text{ dm}^3/\text{s} = 2,62 \text{ m}^3/\text{h}$

Venttiilin k_v -arvo

$$k_v = \frac{2,62}{\sqrt{1,80}} = 1,95$$

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

Lasketaan venttiilin aiheuttama todellinen painehäviö

$$\Delta p_{sv} = \left(\frac{2,62}{2,5} \right)^2 = 1,10 \text{ bar} = 110 \text{ kPa}$$

Tarkistetaan venttiilin vaikutusaste

$$\beta = \frac{110 \text{ kPa}}{200 \text{ kPa}} = 0,55 \quad \text{OK!}$$

8. Lasketaan tarvittava kaukolämpövesivirta (ilman käyttövettä)

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

$$\phi_{kl} = \phi_{ls} + \phi_{ikv.pat} = 184 \text{ kW} + 10 \text{ kW} = 194 \text{ kW}$$

Kaukolämpövesivirta on siten

$$\dot{V}_{-29^\circ\text{C}} = \frac{194 \text{ kW}}{(115^\circ\text{C} - 53^\circ\text{C}) \cdot 0,970 \text{ kg/dm}^3 \cdot 4,199 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}} = 0,77 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Seuraavilla sivuilla on esitetty mitoitusaulukoiden 1 ja 2 mallitäytöt esimerkin 5 mukaisessa rakennuksessa. Mallitäytössä on myös kiertovesipumppujen sekä paisunta- ja varolaitteiden arvot esimerkinomaisesti.

Täyttöesimerkki: lämmitystekniset tiedot

Liittyy esimerkkiin 5

Rakennuksen käyttötarkoitus		Asuinrakennus, valm. v. 1974					
Rakennusten lukumäärä		1 kpl					
Rakennustilavuus (SFS 5139)		10850 m ³					
Lämmitetty nettoala (RakMK osa D3)		3600 m ²					
Sisälämpötila(t)		21 °C					
Asuntojen lukumäärä (Liikehuoneistojen yms. lukumäärä)		52 kpl					
Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama		1,45 dm ³ /s					
KAUKOLÄMMITYKSEN LÄMMITYSTEHOT LAITERYHMÄKOHTAISESTI ERITELTYNÄ		LÄMMITYSTEHOJEN ERITTELY (kW)					
		Muu toimintapiste, joka määrittelee max tehontarpeen - °C			Paikkakunnan mitoitus- ulkolämpötilassa - 29 °C		
Laiteryhmä	Mitoitus °C - °C	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä	Johtuminen ja vuoto	Ilmanvaihto	Yhteensä
Käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet	53 - 58				10		10
Lämmityspatterit	50 - 77				128	56	184
Lattialämmitys	-						
Kierrätysilmapatterit _____ kpl	-						
Ilmanvaihtopatterit _____ kpl	-						
Jälkilämmityspatterit _____ kpl	-						
	-						
	-						
TARVITTAVA KAUKOLÄMPÖTEHO					138	56	194
+ Teho lämmöntalteenotosta							
+ Muu lämmitysteho							
LÄMMITYSTEHOJEN YHTEENSÄ					138	56	194
Kaukolämpövesivirta (ilman käyttövetä)		dm ³ /s			0,77 dm ³ /s		
Kaukolämpöenergian kulutus / vuosi		620 MWh/a					
LISÄTIETOJA		Mitoituksen perusteena on normeerattu energiankulutus (v.2010-2012)					
		620 MWh, josta käyttöveden osuus on 96 MWh/a sekä todetut lämmitysverkoston toimintalämpötilat					
		60 - 65 °C.					

Urakoitsijan merkinnät	Lämmönmyyjän merkinnät

Kohteen tunnistetiedot (Otsikkotaulu)

15.5 Varusteiden ja putkiston mitoitus

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

Taulukko L. 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

15.6 Kytkenäesimerkkejä

Esimerkkikytkentä 1: Pientalokytkentä, jossa lämmitykselle on kaksi lämmönsiirrintä. Kytkentää käytetään silloin, kun esim. kosteiden tilojen lattialämmitys (tai ns. mukavuuslattialämmitys) toteutetaan omalla lämmönsiirtimellään. Tällä kytkennällä voidaan varmistaa hyvä toiminnallisuus ja asumisviihtyisyys.

Esimerkkikytkentä 2: Pientalokytkentä vanhaan omakotitaloon, jossa ei ole lämpimän veden kiertojohtoa. Lämpimän käyttöveden säädön tasaisuus on varmistettu tässä esimerkissä tasaussäiliöllä, jonka koko on noin 10...15 litraa. Tasaussäiliön materiaalina käytetään samoja materiaaleja, jotka ovat hyväksytty käyttövesijärjestelmän materiaaleiksi.

Esimerkkikytkentä 3: Lattialämmitetyn pientalon kytkentä, jossa lämmitysjärjestelmänä on ulkolämpötilan mukaan säätyvä lattialämmitysverkosto. Lattialämmitysverkoston menoveden lämpötila ei muovisia virtausputkia käytettäessä saa nousta liian korkeaksi. Yliämpösuojauksella estetään lämpötilaltaan yli 50 °C:n

veden pääseminen muoviputkiin. Lämpimän käyttöveden lämpötilan tasaisuus varmistetaan joko tasaussäiliöllä tai korkealaatuisella säätöventtiilillä.

Esimerkkikytkentä 4: Välisyöttökytkentä, johon on lisätty ilmanvaihtosiirrin. Ilmanvaihtosiirtimeltä palaavaa kaukolämpövettä ei ole ohjattu käyttöveden esilämmittimeen, koska sen sallittu painehäviö ylittyisi. Käyttöveden lämmönsiirtimeen menevässä kylmän veden putkessa on vesimittari.

Esimerkkikytkentä 5: Välisyöttökytkentä varustettuna paine-eron säädöllä. Tässä esimerkissä on kaksi lämmityksen säätöventtiiliä, joista toisen putkitus ohittaa käyttöveden esilämmittimen. Tällainen säätöventtiilien kytkentä tulee kysymykseen silloin, kun lämmityssiirtimeltä palaava kaukolämpövesivirta on liian suuri virrataksaan kokonaisuudessaan käyttöveden esilämmitysosan kautta. Paine-erosäätö mahdollistaa tällaisen kytkennän hallitun käytön.

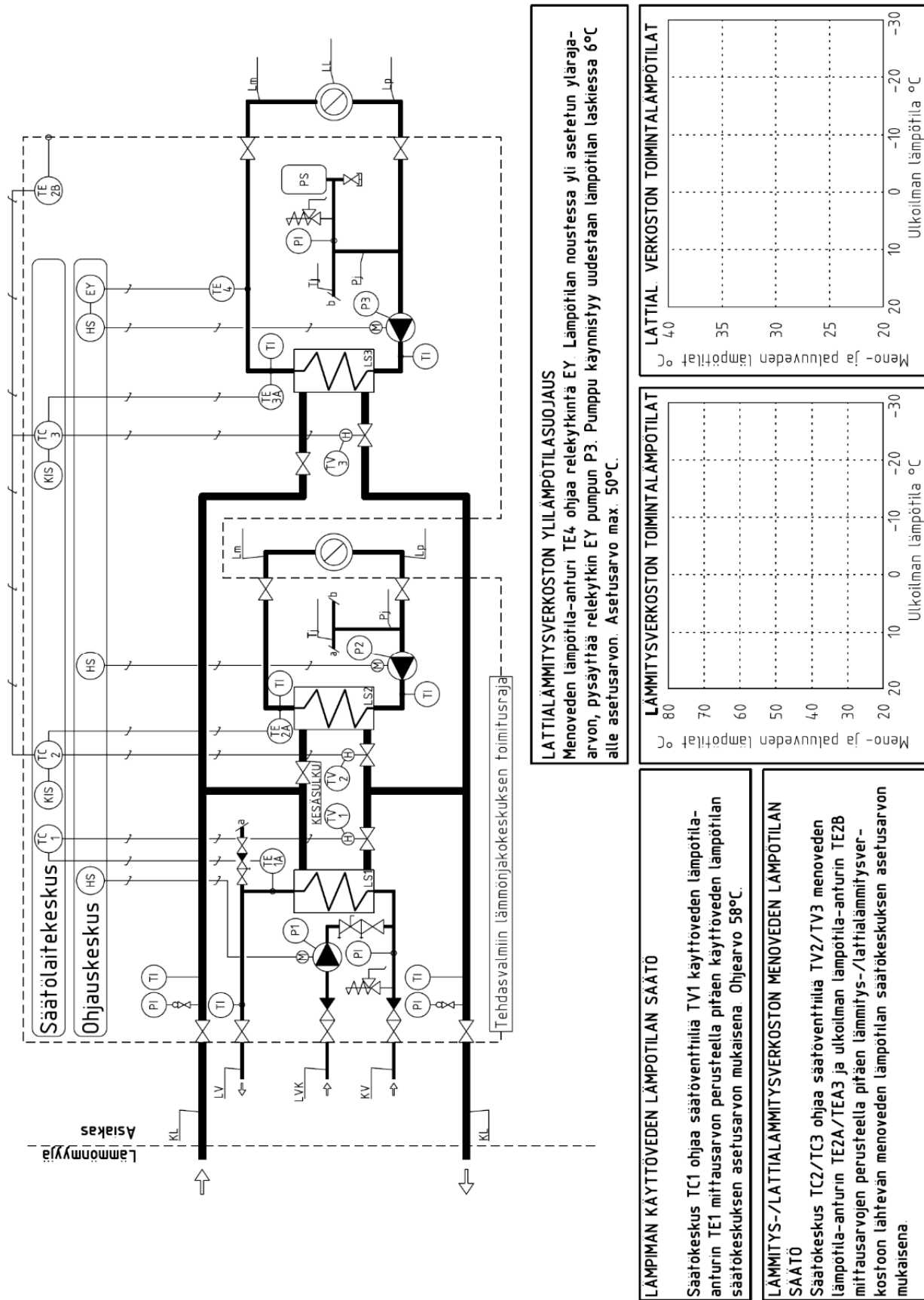
Esimerkkikytkentä 6: Katu- tai piha-alueen sulanpitokytkentä, periaatteellinen kaavio. Järjestelmän mitoituslämpötiloina käytetään ulkolämpötilaa 0 °C vastaavia kaukolämmön meno- ja paluulämpötiloja. Säätöventtiiliä ohjataan sekä ulkolämpötila-anturin että sadeanturin perusteella.

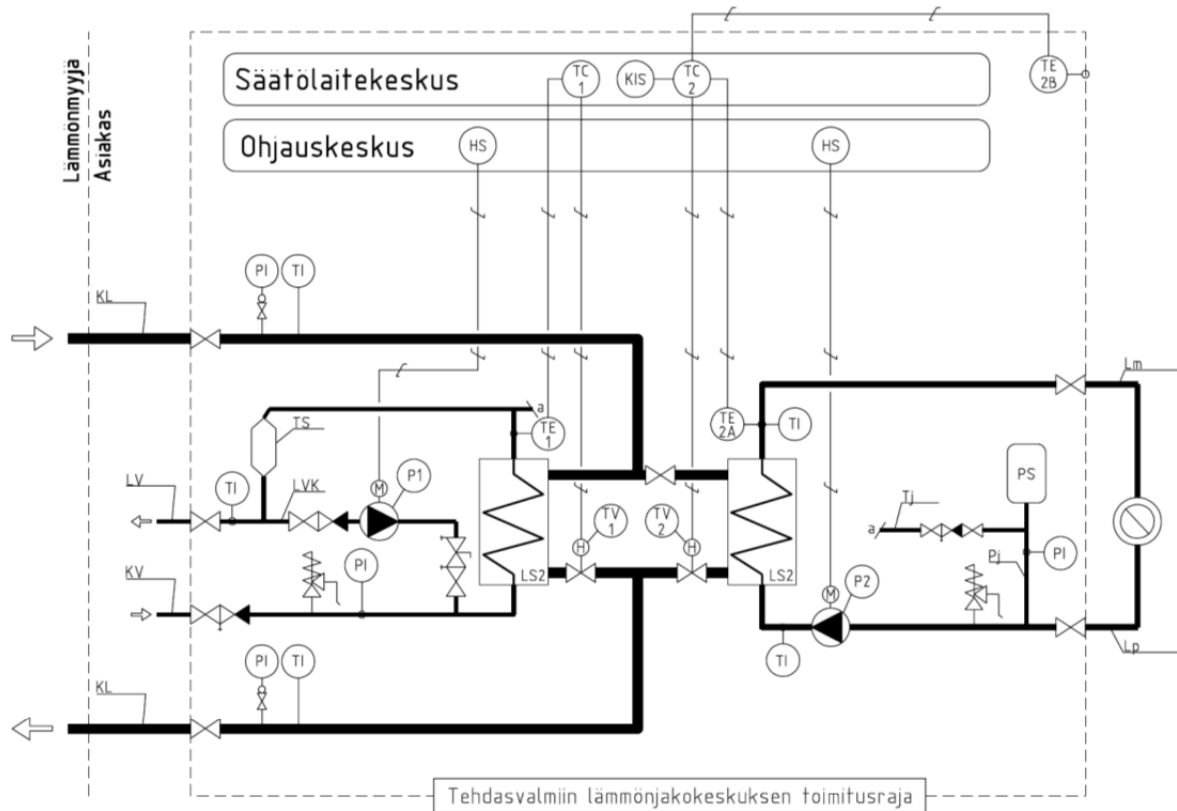
Esimerkkikytkentä 7: Rinnakkaislämmön kytkentä. Periaatteellisissa kytkentämaaleissa on esitetty vaihtoehdot kiinteistön oman lämmönlähteen kytkemisestä lämmitysverkkoon ja käyttöveden lämmittämiseen. Kytkentämallit on laadittu siten, että kaukolämpöveden jäähtymä ei huonone tarpeettomasti. Rinnakkaislämmönlähteen hyödyntäminen esim. mukavuuslattia- ja lämmitykseen on useimmille lämmönlähteille lämpötilatasoltaan sopiva käyttökohde. Varaajan tarve tulee tarkastella erityisesti silloin, kun rinnakkaislämmönlähteenä on aurinko, mutta myös muissa tapauksissa varaaja voi lisätä toimintavarmuutta ja tehostaa rinnakkaisen lämmönlähteen hyödyntämistä.

Esimerkkikytkentä 8: Shunttikytkennässä lämmityksen lämmönsiirtimen toisiopuolella on kaksi lämmityspiiriä toteutettuna 2-tiesäätöventtiilillä. Kytkentä voidaan toteuttaa myös 3-tieventtiilillä. Lämmityspiirit suositellaan kytkettäväksi yleensä omilla lämmönsiirtimillään ja säätöpiireillään. Jos kyseessä on pienehkö, eri lämpötilaista edellyttävä lämmityspiiri etäällä lämmönjakohuoneesta, voidaan käyttää myös sekoituskytkentää.

Esimerkkikytkentä 9: Kierrätysilmakoneen kytkentä

Esimerkkikytkentä 10: Ilmanvaihtokoneen putkikytkennät





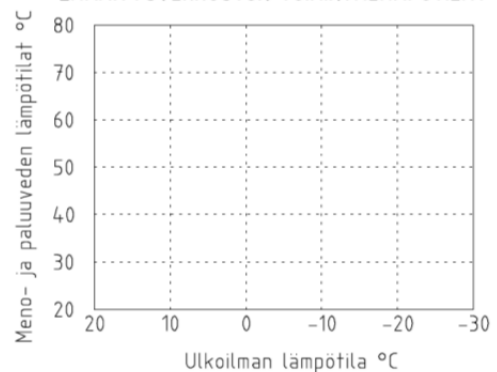
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

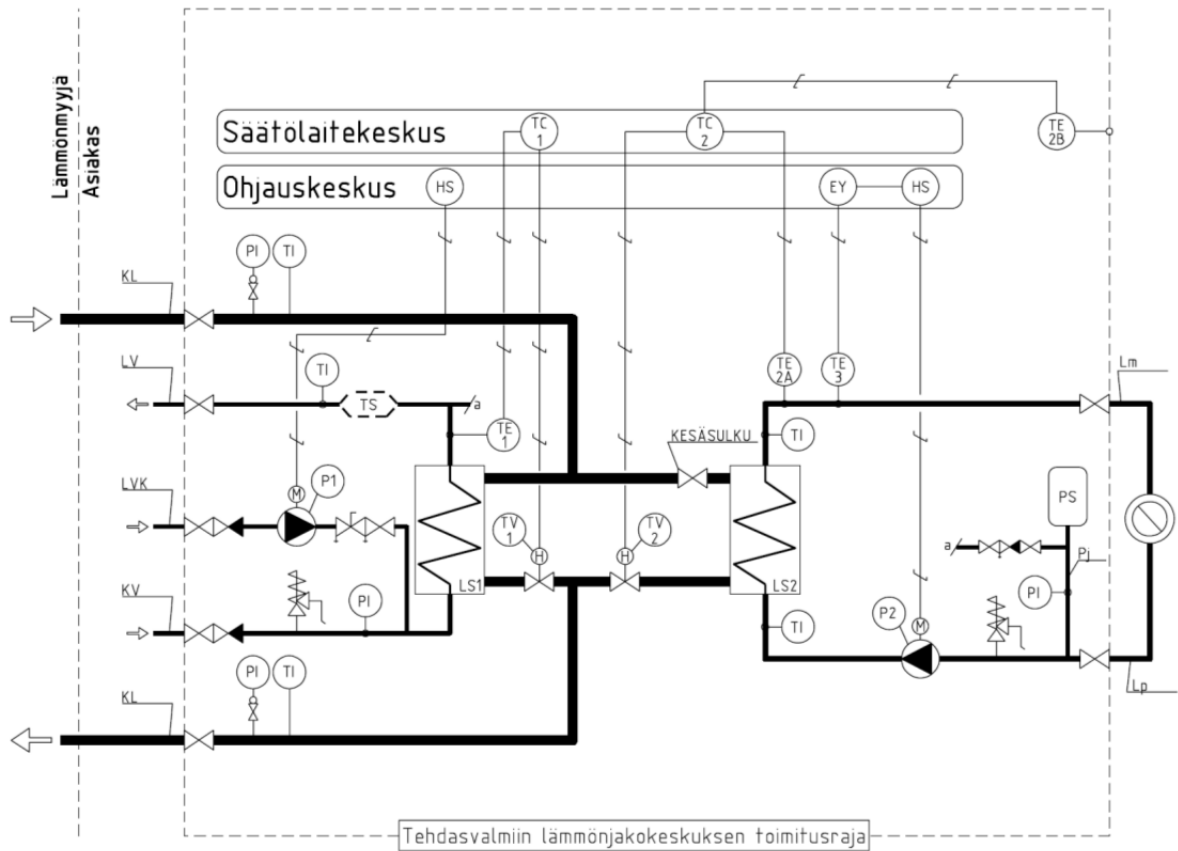
Säätokeskus TC1 ohjaa säätöventtiiliä TV1 käyttöveden lämpötila-anturin TE1 mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätokeskuksen asetusarvon mukaisena Ohjearvo 58°C.

LÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätokeskus TC2 ohjaa säätöventtiiliä TV2 menoveden lämpötila-anturin TE2A ja ulkoilman lämpötila-anturin TE2B mittausarvojen perusteella pitäen lämmitysverkoston lähtevän menoveden lämpötilan säätokeskuksen asetusarvon mukaisena.

LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT





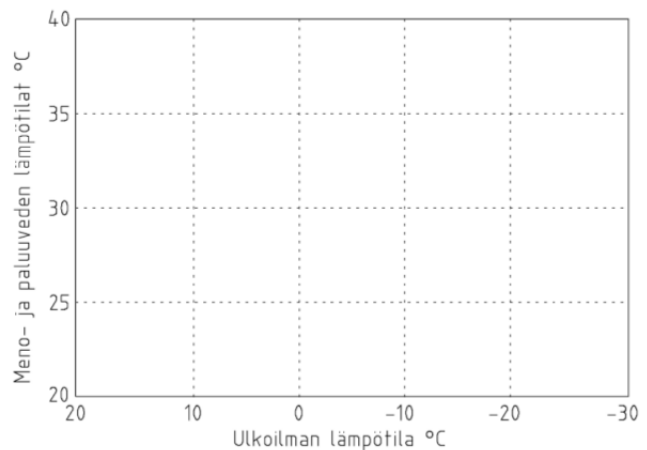
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Säätökeskus TC1 ohjaa säätöventtiiliä TV1 käyttöveden lämpötila-anturin TE1 mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 58°C.

LÄMMITYSVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

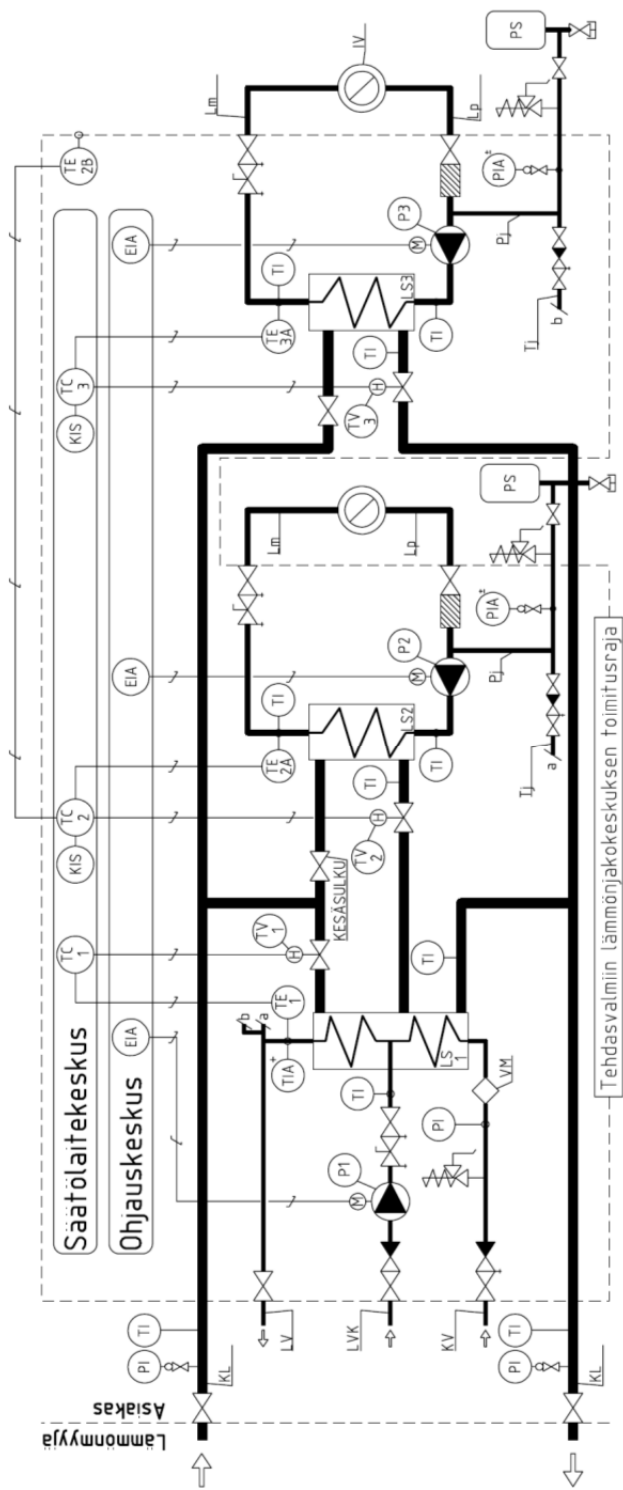
Säätökeskus TC2 ohjaa säätöventtiiliä TV2 menoveden lämpötila-anturin TE2A ja ulkoilman lämpötila-anturin TE2B mittausarvojen perusteella pitäen lämmitysverkoston lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena.

LATTIALÄMMITYS



LATTIALÄMMITYSVERKOSTON YLILÄMPÖTILASUOJAUS

Menoveden lämpötila-anturi TE3 ohjaa relekytkintä EY. Lämpötilan noustessa yli asetetun yläraja-arvon, pysäyttää relekytkin EY pumpun P2. Pumppu käynnistyy uudestaan lämpötilan laskiessa 6°C alle asetusarvon. Asetusarvo max. 50°C



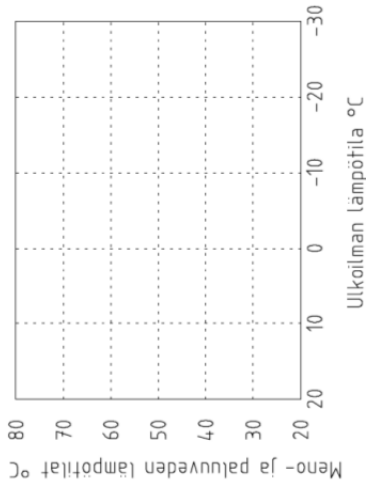
LAMPIMAN KAYTTOVEDEN LAMPOTILAN SAAATO

Saatokeskus TC1 ohjaa saatoventtiiliä TV1 käyttöveden lampotila-anturin TE1 mittausarvon perusteella pitaen kayttoveden lampotilan saatokeskuksen asetusarvon mukaisena Ohjearvo 58°C

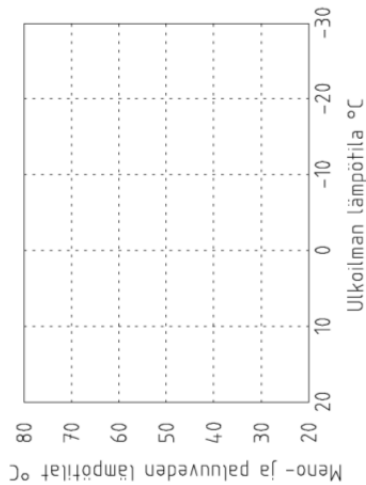
LAMPITYS-/ILMANVAIHTOVERKOSTON MENOVEDEN LAMPOTILANSAAATO

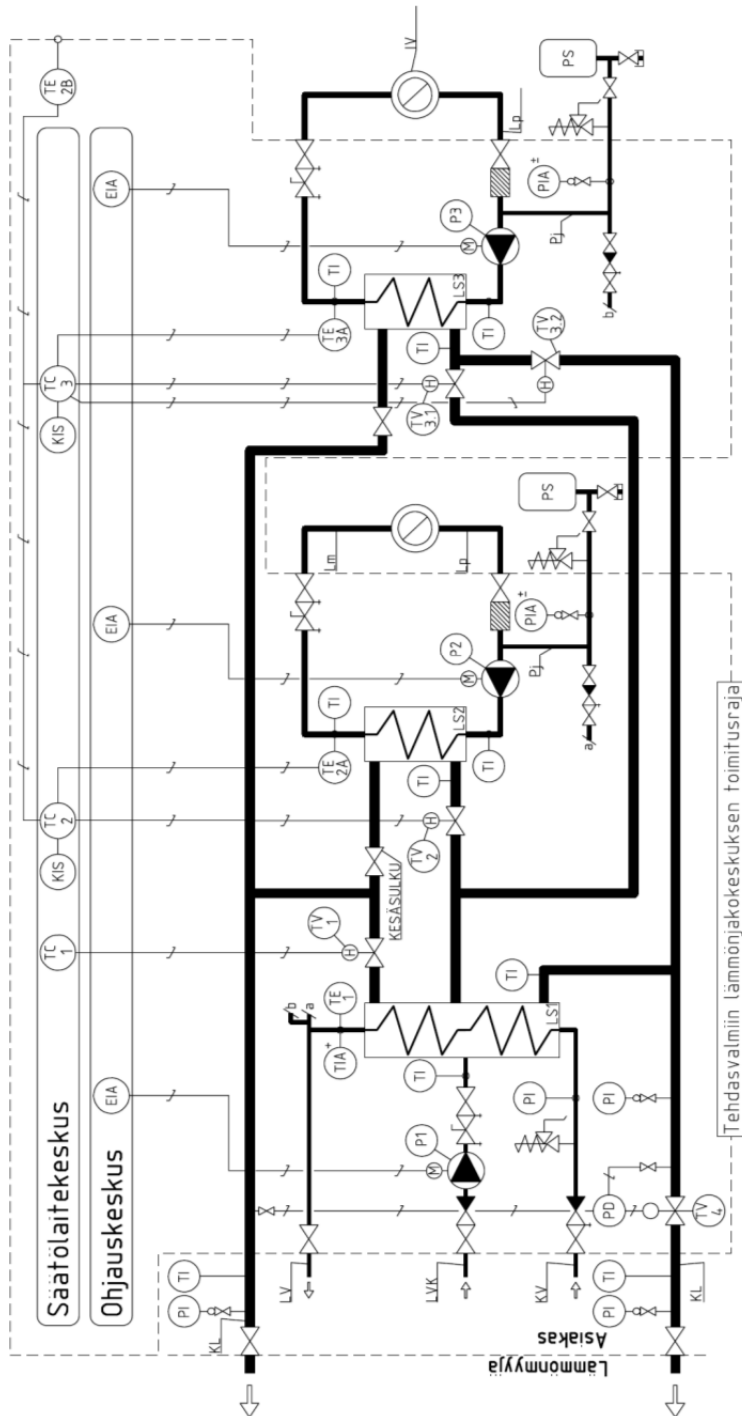
Saatokeskus TC2 / TC3 ohjaa saatoventtiiliä TV2 / TV3 menoveden lampotila-anturin TE2A/ TE3A ja ulkoilman lampotila-anturin TE2B mittausarvojen perusteella pitaen lampityys-/ilmanvaihtoverkoston lahtevan menoveden lampotilan saatokeskuksen asetusarvon mukaisena

LAMPITYSVERKOSTON TOIMINTALAMPOTILAT



ILMANVAIHTOVERKOSTON TOIMINTALAMPOTILAT





KAUKOLÄMPÖKIERTOVEDEN PAINE-ERON SAATO

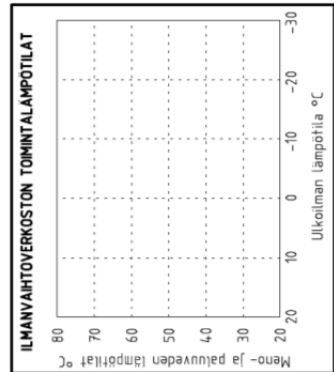
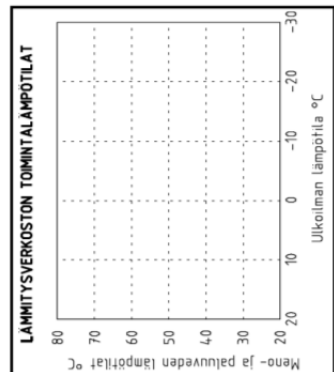
Onavoimainen paine-erosäädin TV4 kuristaa kaukolämpövesivirtaa paine-eron tuntoolimen PD mittausarvon perusteella pitaen lämmönjakokeskukseen vaikuttavan kaukolämpövesivirran paine-eron vakiona asetusrarvon mukaisesti

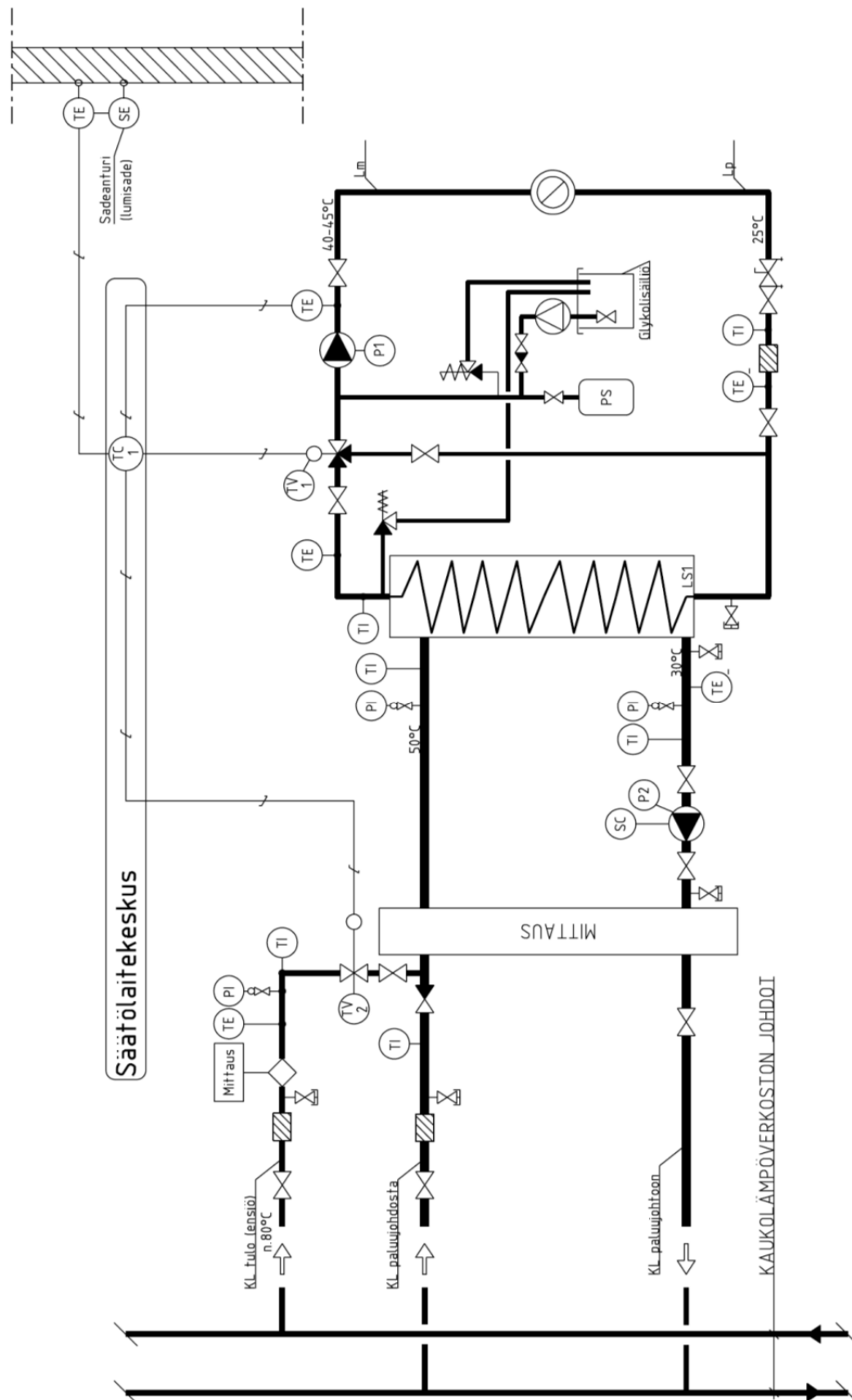
LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SAATO

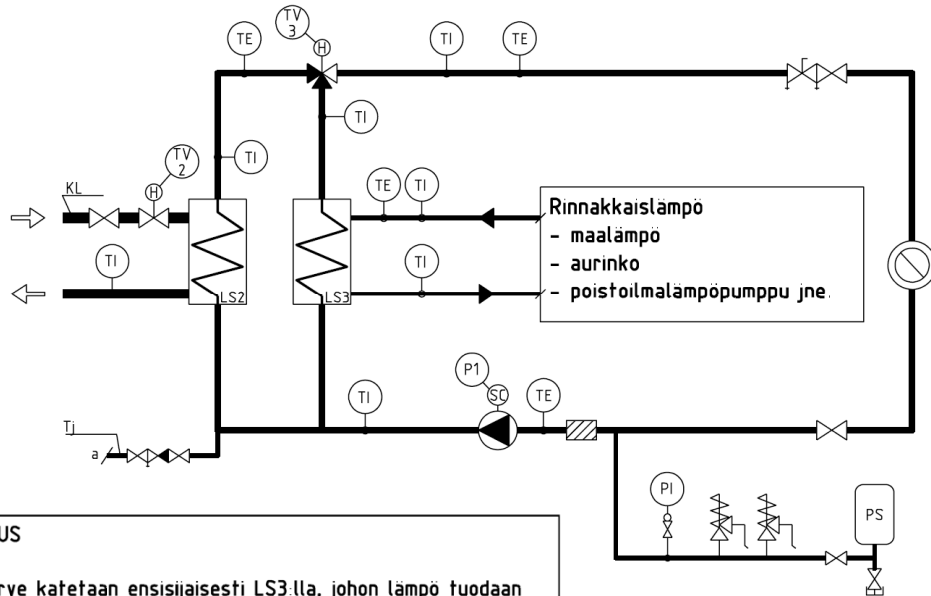
Saattokeskus TC1 ohjaa säätöventtiilillä TV1 käyttöveden lämpötila-anturin TE1 mittausarvon perusteella pitaen käyttöveden lämpötilan saattokeskuksen asetusrarvon mukaisena Ohjearvo 58°C

LÄMMITYS-/ILMANVAIHTOVERKOSTON MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SAATO

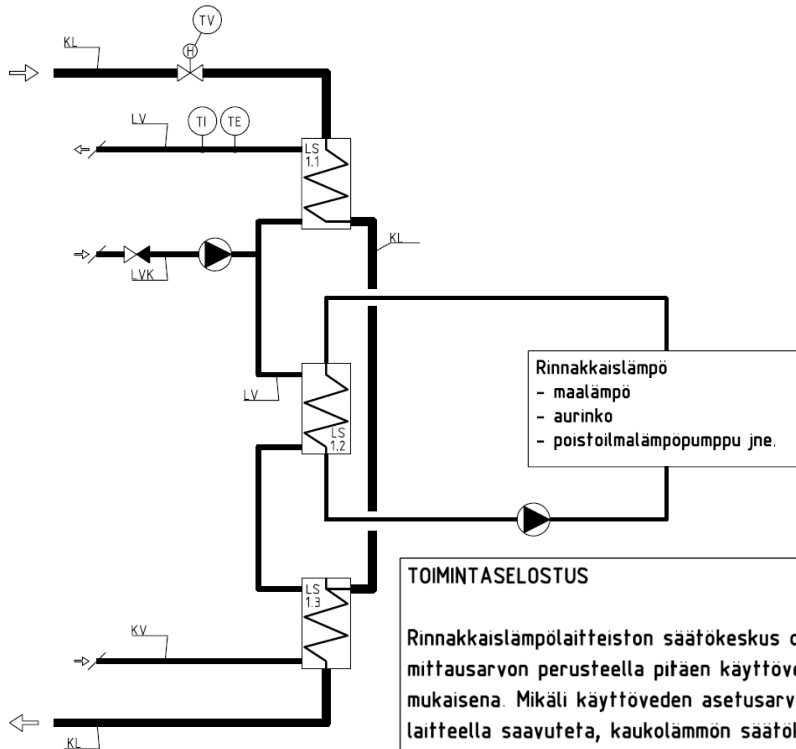
Saattokeskus TC2/TC3 ohjaa säätöventtiileitä TV2/TV3 1 ja 3.2 menoveden lämpötila-anturin TE2A/TE3A ja ulkoilman lämpötila-anturin TE2B mittausarvojen perusteella pitaen lämmitys-/ilmanvaihtoverkoston lähtevän menoveden lämpötilan saattokeskuksen asetusrarvon mukaisena



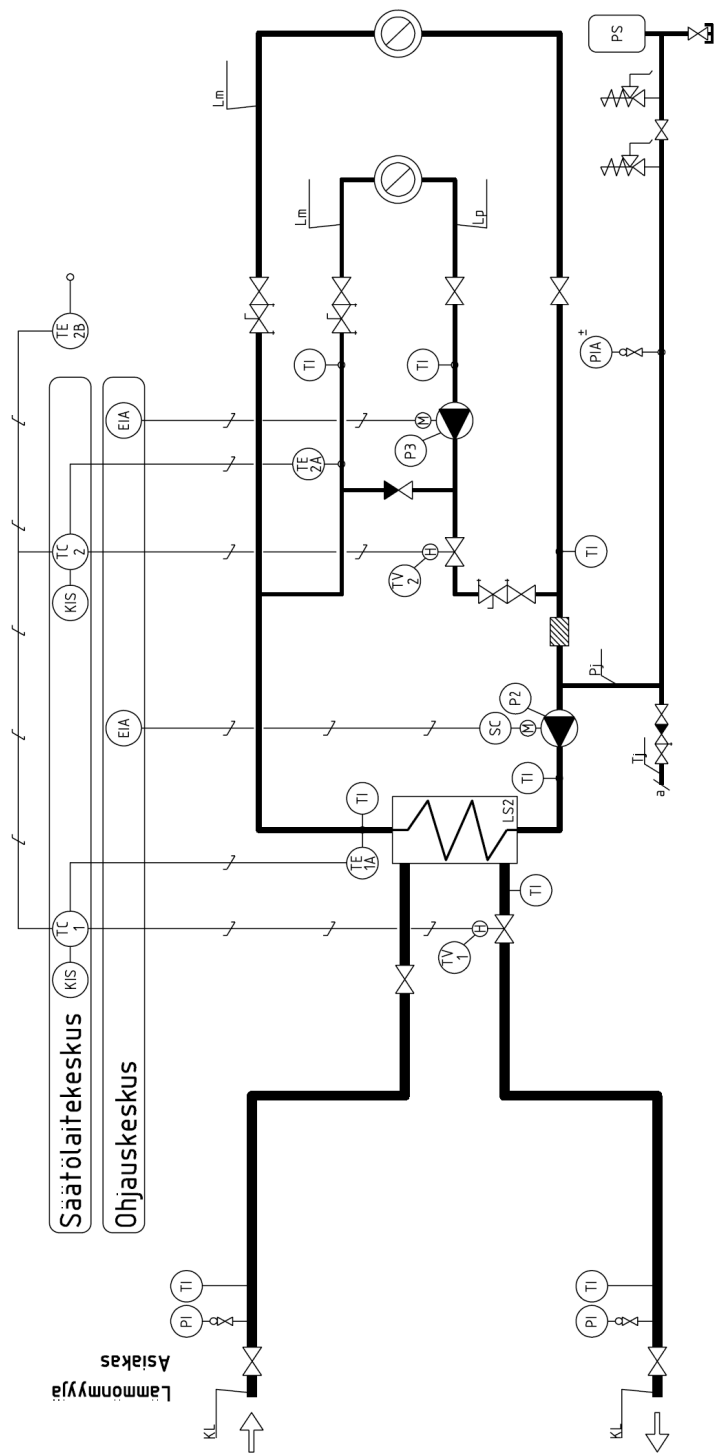


Rinnakkaislämmön (rakennuskohtaisen lämmönlähteen) kytkentä tilojen lämmitykseen**TOIMINTASELOSTUS**

Lämmitystehontarve katetaan ensisijaisesti LS3:lla, johon lämpö tuodaan kiintestokohtaisesta lämmönlähteestä (esim. aurinkokeräimet, poistoilmatai maalämpöpumppu). Mikäli lämmitysverkkoon lähtevän veden lämpötila ei pysy haluttuna, lisälämmöntarve otetaan kaukolämmöstä (LS2). Siirtimen LS2 mitoituksessa on otettava huomioon, että sen pitää tuottaa lämmitysverkoston menoveden lämpötilaa korkeampaa lämpötilaa.

Rinnakkaislämmön kytkentä käyttöveden lämmitykseen**TOIMINTASELOSTUS**

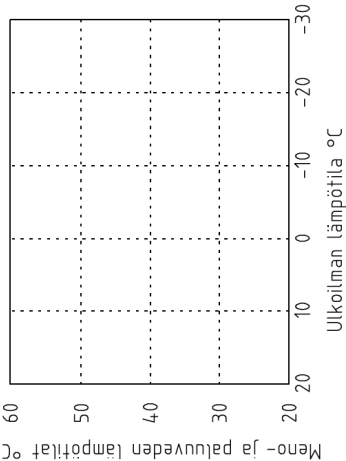
Rinnakkaislämpölaitteiston säätökeskus ohjaa säätölaitteistoa lämpötila-anturin TE mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Mikäli käyttöveden asetusarvon mukaista lämpötilaa ei rinnakkaislämmityslaitteella saavuteta, kaukolämmön säätökeskus ohjaa säätöventtiiliä TV käyttöveden lämpötilan tuntoelimen TE mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena. Ohjearvo 58°C.



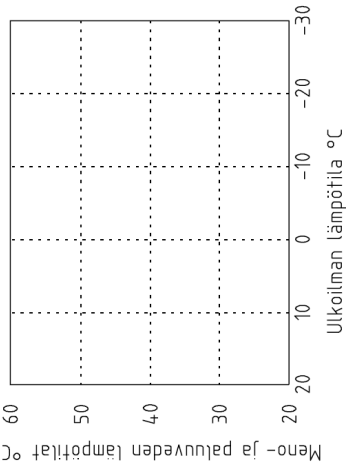
LÄMMITYSVERKKORYMIEN MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

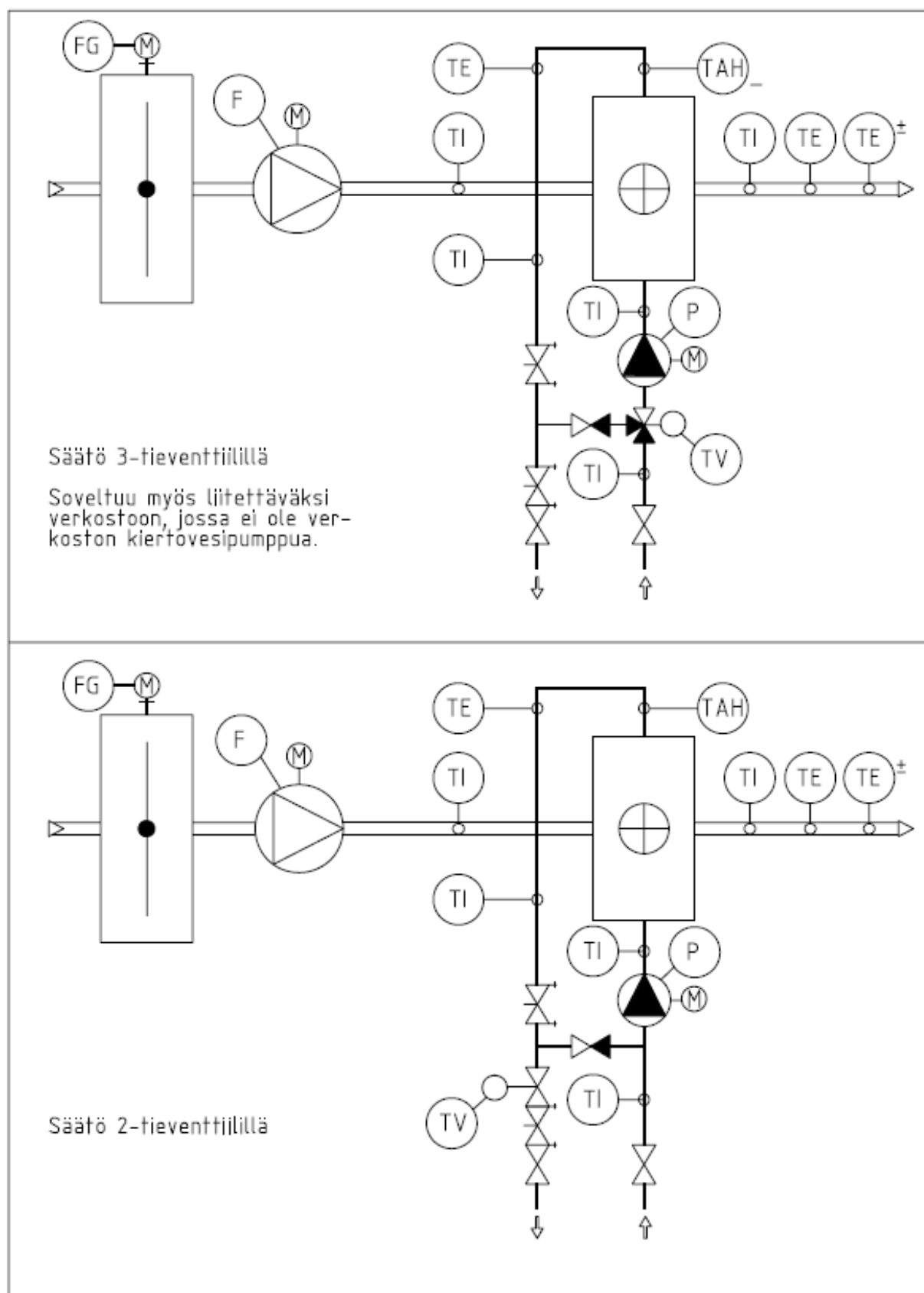
Säätökeskus TC1/TC2 ohjaa saatoventtiiliä TV1/TV2 menoveden lämpötilan funktioelimen TE1A/TE2A ja ulkoilman lämpötila-anturin TE2B mittausarvojen perusteella pifaa ilmanvaihto-/lämmitysverkoston lähtevän menoveden lämpötilan säätökeskuksen asetusarvon mukaisena.

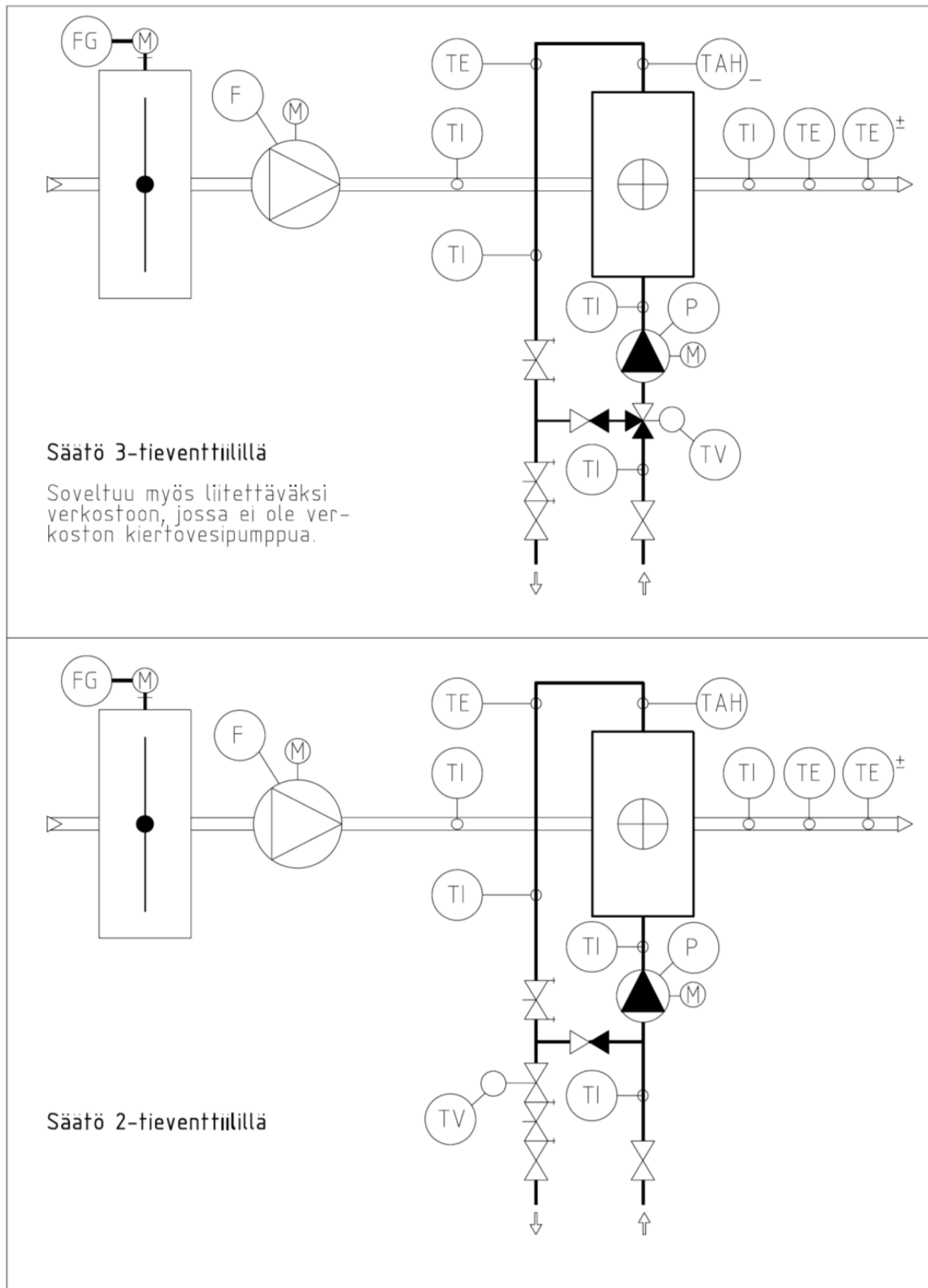
LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT



LÄMMITYSVERKOSTON TOIMINTALÄMPÖTILAT







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.

Ns. hyvän konepajakäytännön mukaisiin painelaitteisiin tai painelaittekokonaisuuksiin 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/:

painelaitte, sisältö vesi	käyttöpaine PS bar	lämpötila enintään °C	tilavuus V enintään L	ehto PS $\equiv$ V	esimerkki lämmönjakokeskuksessa
säiliö	16	120	3,125	$\leq 50 \text{ bar} \cdot \text{L}$	lämmönsiirrin, ensiöpuoli
	10	100	1000	$\leq 10000 \text{ bar} \cdot \text{L}$	käyttöveden lämmönsiirrin, toisio- puoli
	6	100	1666,67	$\leq 10000 \text{ bar} \cdot \text{L}$	lämmityksen lämmönsiirrin, toisio- puoli

painelaite, sisältö vesi	käyttöpaine PS bar	lämpötila enintään °C	DN enintään	ehto PS $\equiv$ DN	esimerkki lämmönjakokeskuksessa
putkisto, enintään DN 32	16	120	DN 32	$\leq 3500 \text{ bar}$	kaukolämmön tuloputki
putkisto, yli DN 32	16	120	DN 50	$\leq 1000 \text{ bar}$	kaukolämmön tuloputki
putkisto	10	100	ei rajoitusta	PS $\leq 10 \text{ bar}$	toisioverkon putket

Laitekokonaisuus, esim. tehdasvalmisteinen lämmönjakokeskus, luokitellaan sen eri osien (säiliöt ja putkisto) luokitusten 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 mukana pitää olla riittävät käyttöohjeet.

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



Energiateollisuus

Energiateollisuus ry

Fredrikinkatu 51-53 B, 00100 Helsinki

PL 100, 00101 Helsinki

Puhelin: (09) 530 520, faksi: (09) 5305 2900

www.energia.fi