

POISTOILMALÄMPÖPUMPUT

Pientalot

Tässä RT-ohjekortissa esitetään perustietoja pientaloissa käytettävistä poistoilmalämpöpumppujärjestelmistä. Ohjekortti on tarkoitettu LVI-suunnittelijoille ja -urakoitsijoille. Ohjekortin kanssa samaan aikaan on julkaistu suurissa kiinteistöistöissä poistoilman lämmöntalteenottoon tarkoitettuja lämpöpumppuja käsittelevä ohjekortti RT xxxxxx.

SISÄLLYSLUETTELO

- 1 JOHDANTO
- 2 KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ
- 3 POISTOILMALÄMPÖPUMPUN TOIMINTA
 - 3.1 Poistoilmalämpöpumppu ja lämmön talteenotto
 - 3.2 Kylmäpiirin toiminta on/off -kompressorilla
 - 3.3 Kylmäpiirin toiminta invertteriohjatulla kompressorilla
- 4 POISTOILMALÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU
 - 4.1 Suunnittelu uudisrakennuksessa
 - 4.2 Suunnittelu peruseräparannuskohteessa
 - 4.3 Sähkö ja tiedonsiirto
 - 4.4 Asennustila
- 5 POISTOILMALÄMPÖPUMPUN KYTKENNÄT MUIHIN JÄRJESTELMIIN
 - 5.1 Ilmanvaihto
 - 5.2 Lämmitysjärjestelmä
 - 5.3 Tuloilman viilennys
 - 5.4 Käyttövesi
- 6 KÄYTTÖÖNOTTO
 - 6.1 Toimintakokeet ja säätö
 - 6.2 Käytönopastus
 - 6.3 Luovutus
- 7 YLEISIMMÄT ONGELMATILANTEET
- 8 TOIMINNAN SEURANTA JA HUOLTO

1 JOHDANTO

Poistoilmasta kerättävä energia on osin rakennuksen sisäisistä lämmönlähteistä ja osin ulkoilmasta peräisin olevaa uusiutuvaa energiaa. Lämpöpumpun kompressorin avulla poistoilmasta kerätty lämpöenergia voidaan hyödyntää tilojen ja tuloilman lämmitykseen sekä käyttöveden lämmitykseen. Poistoilmalämpöpumppua voidaan myös käyttää tuloilman jäähdytykseen.

Poistoilmalämpöpumppu vaatii riittävän suuren ilmavirran ja riittävän korkean poistoilman lämpötilan toimiakseen, jotta lämpöpumpun höyrystimelle tulee riittävästi energiaa.

Poistoilmalämpöpumppuja käytetään pääsääntöisesti uusissa pientaloissa. Poistoilmalämpöpumput soveltuvat parhaiten jatkuvassa käytössä oleviin

rakennuksiin, tällöin poistoilmalämpöpumpulla voidaan hyödyntää asukkaista ja laitteista syntyvä lämpö. Poistoilmalämpöpumpujärjestelmän kannattavuutta kannattaa tarkastella esimerkiksi 10...20 vuoden käyttökustannusten kautta pientaloissa.

2 KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ

COP (lämpökerroin, Coefficient of Performance)

Lämpökerroin on lämpöpumpujen tehokkuuden mitta. Lämpökerroin on tuoton suhde kulutukseen tietyissä toimintaolosuhteissa, esim. poistoilmavirta 65 l/s ja lämmitysverkoston menolämpötila +35 °C.

Höyrystin

Höyrystin on lämmönvaihdin, jossa nestemäinen kylmäaine höyrystyy ottaen lämpöä lämmönlähteestä.

Invertteriohjattu (taajuusmuuttajaohjattu) kompressori

Invertteriohjatun kompressorin tuottamaa tehoa säädetään muuttamalla kompressorin käyntinopeutta siten, että se vastaa tarvittavaa lämmitystehoa.

Kompressori

Kompressori imee kaasumaista kylmäainetta höyrystimestä ja puristaa sen korkeampaan paineeseen. Kaasumaisen kylmäaineen lämpötila nousee puristuksessa, myös kompressorin puristuksessa tekemän työn energia siirtyy kylmäaineeseen.

Kylmäaine

Kylmäainetta käytetään lämpöpumpuissa ja jäähdytyslaitteissa lämpöenergian siirtämiseen. Lämpöenergian siirto perustuu kylmäaineen olomuodon muutoksiin.

Lauhdutin

Lauhdutin on lämmönsiirrin, jossa kuuma kaasu nesteytyy (lauhtuu) luovuttaen höyrystimessä sitomansa höyrystymislämmön toisiopiirissä kiertävään aineeseen, yleensä lämmitysverkoston veteen, käyttöveteen tai ilmalämmityksen yhteydessä ilmaan.

Lämmityksen säätökäyrä (lämpökäyrä)

Lämpökäyrän avulla ohjataan lämmitykseen menevän veden lämpötilaa ulko- ja/tai sisälämpötilan perusteella. Lämpökäyrän avulla lämpöpumpun ohjaus laskee lämmitykseen menevän veden lämpötilan pyyntiarvon. Lämpökäyrän säätäminen vaikuttaa sisälämpötilaan.

On-off -kompressori

On-off -kompressori on joko päällä tai pois päältä. Kompressorilla tuotettavan energian määrää säädelään kompressorin käyntiajan avulla.

Paisuntaventtiili

Paisuntaventtiili on venttiili, jolla säädetään kylmäaineen syöttöä höyrystimeen.

Puskurisäiliö (työsäiliö, puskurivaraaja)

Puskurisäiliöllä nostetaan lämmitysjärjestelmässä oleva veden määrä sopivaksi suhteessa lämpöpumpun lämmitystehoon.

SCOP (vuosilämpökerroin, Seasonal Coefficient of Performance)

SCOP on tuotetun ja kulutetun energian keskimääräinen suhde vuoden aikana.

Vaihtventtiili

Vaihtventtiilillä ohjataan lauhduttimelta tuleva lämmin vesi käyttöveden tai tilojen lämmitykseen.

Vaihteleva lauhdutus (tarpeenmukainen lauhdutus)

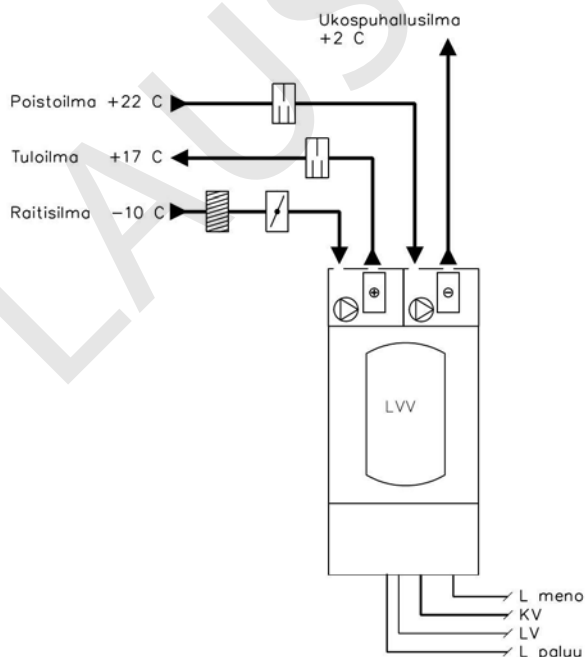
Lämpöpumpulla tuotetaan lämpöä lämmitykseen ja käyttöveden lämmitykseen siten, että tilojen lämmityksen menoveden lämpötila pyritään pitämään lämpökäyrän mukaisena.

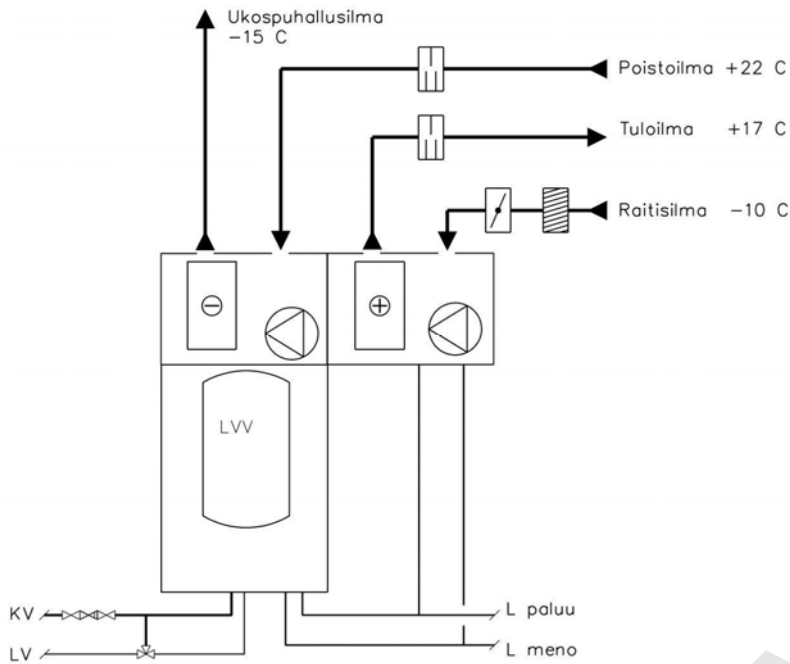
3 POISTOILMALÄMPÖPUMPUN TOIMINTA

Pientalojen poistoilmalämpöpumppu voidaan jakaa kolmeen pääosaan. *Kuvissa 1 ja 2* ylimmäisenä on ilmanvaihto-osa, jossa ovat puhaltimet, tuloilman lämmityspatteri sekä höyrystin. Poistoilmalämpöpumpun keskiosassa on yleensä lämminvesivaraaja. Alin osa sisältää tilojen lämmitykseen tarvittavia komponentteja. Näitä ovat mm. lämmityksen kiertopumppu ja sekoitusventtiili sekä sähkökattila, jolla lämmitetään lämmitysjärjestelmän vettä.

Kuvassa 1 on esimerkki ns. perinteisen on-off kompressorilla varustetun poistoilmalämpöpumpun liittämistä rakennuksen LVI-järjestelmiin. Tyypillisesti tällaisen poistoilmalämpöpumpun kompressorin lämmitysteho on noin 2 kW.

Markkinoilla on myös teholtaan suuremmalla invertteriohjatulla kompressorilla varustettuja poistoilmalämpöpumppuja. Invertteriohjattujen kompressoreiden maksimiteho voi olla noin 6 kW. *Kuvassa 2* on esitetty tällaisen poistoilmalämpöpumpun periaatekaavio. Tehokas kompressor vie enemmän tilaa, joka on osasyynä siihen, että tuloilmalle on oma moduulinsa. Tuloilmamoduuli kytketään lämmitysjärjestelmään.

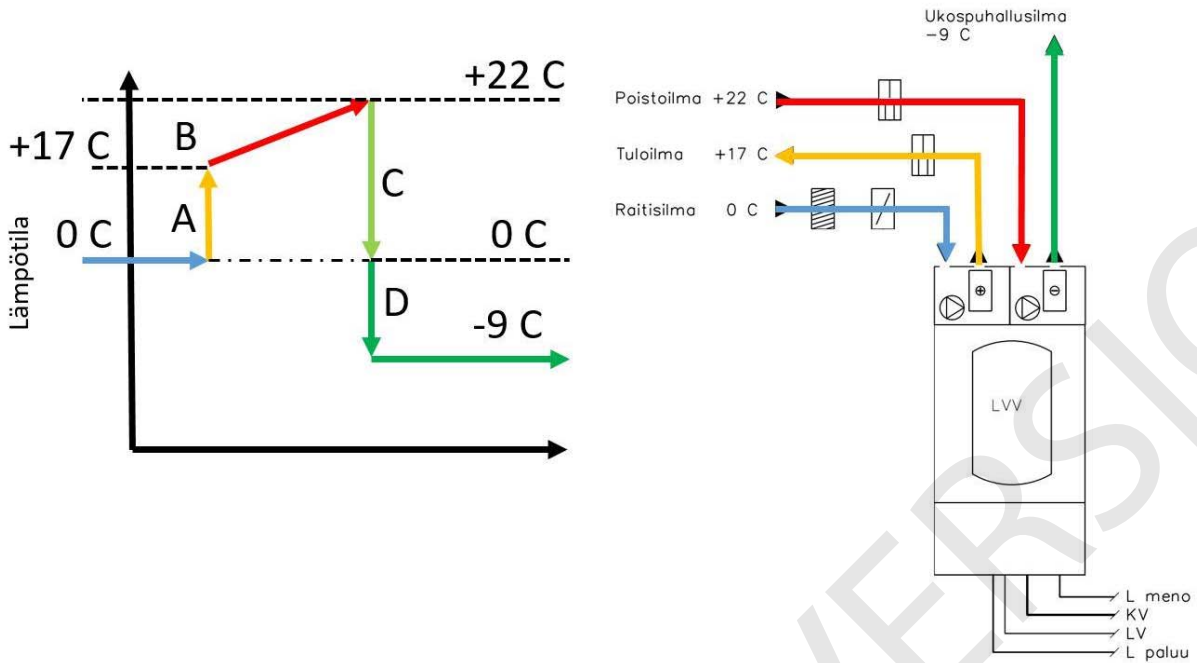


Kuva 1. Perinteisen poistoilmalämpöpumpun kytkentäperiaate.**Kuva 2.** Nykyaikaisen poistoilmalämpöpumpun kytkentäperiaate.

Poistoilmalämpöpumpujen valmistajat ilmoittavat lämpökertoimen (COP) useammalla poistoilmavirralla ja lämmityksen lämpötilalla. Laitevalmistajien ilmoittamissa lämpökertoimissa olevat erot johtuvat osittain siitä, että käytössä on erilaisia testausmenetelmiä.

3.1 Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde

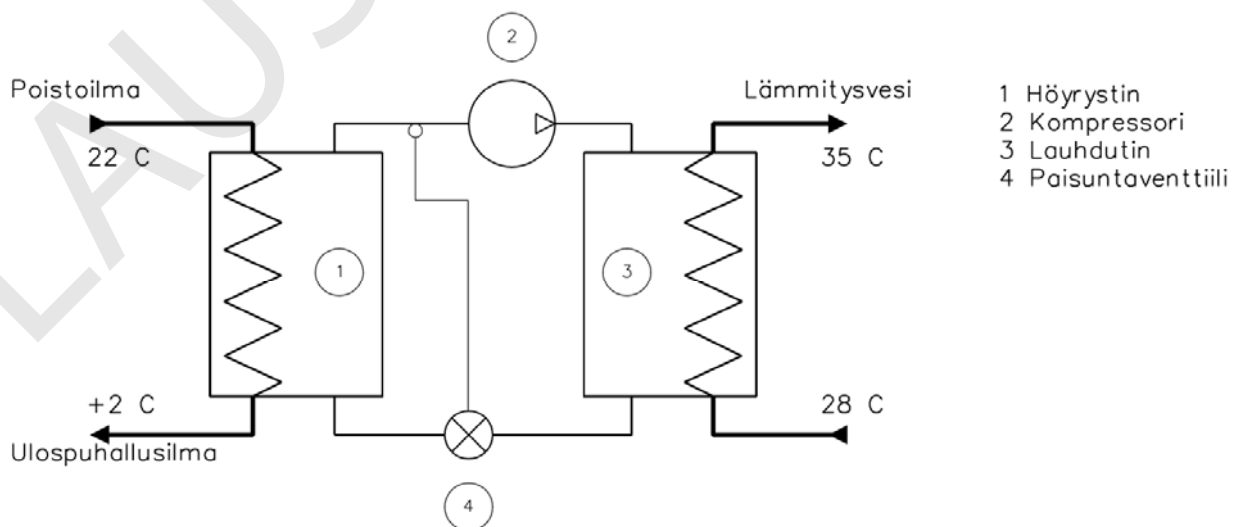
Kuva 3 esittää ilman lämpötilan muutokset sen liikuessa rakennuksen ja poistoilmalämpöpumpun läpi. Raitisilma lämmitetään tuloilmapatterissa (A) sisään puhalluslämpötilaan. Ilma puhalletaan huoneisiin tuloilmaventtiilien kautta ja liikuessaan rakennuksessa ilma lämpenee (B) sisäisten lämpökuormien vaikutuksesta. Ilma imetään huoneista poistoilmaventtiilien kautta ja johdetaan höyrystimelle. Ilman jäähtyminen samaan tasoon ulkoilman kanssa on lämmön talteenottoa (C). Ilman jäähtyessä höyrystimessä alle ulkoilman lämpötilan (D) on kyseessä uusiutuva energia, jota ei voida huomioida lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen laskennassa.



Kuva 3. Ilman lämpötilan muutokset poistoilmalämpöpumpputermostuksessa.

3.2 Kylmäpiirin toiminta on-off -kompressorilla

On-off -kompressorilla toimivan kylmäpiirin pääosat on esitetty kuvassa 4. Lämpöenergiaa tuodaan lämmönlähteestä höyrystimelle (1). Lämpöenergian vaikutuksesta kylmäaine höyrystyy. Kylmäaineen olomuodon muuttuessa nesteestä kaasuksi kylmäaineeseen sitoutuu suuri määrä lämpöenergiaa. Kaasumainen kylmäaine imetään kompressorin (2), jossa kaasu puristetaan korkeampaan paineeseen. Paineen noustessa kaasumaisen kylmäaineen lämpötila nousee voimakkaasti. Kompressorilta kuuma kylmäainekaasu johdetaan lauhduttimelle (4). Lauhduttimessa kaasumainen kylmäaine tiivistyy nesteeksi, jolloin siihen höyrystymisessä sitoutunut energia vapautuu ja siirtyy. Paisuntaventtiili (4) ylläpitää paine-eroa höyrystimen (matalapaine) ja lauhduttimen (korkeapaine) välillä. Paisuntaventtiin tehtävänä on myös annostella kylmäainetta höyrystimeen.

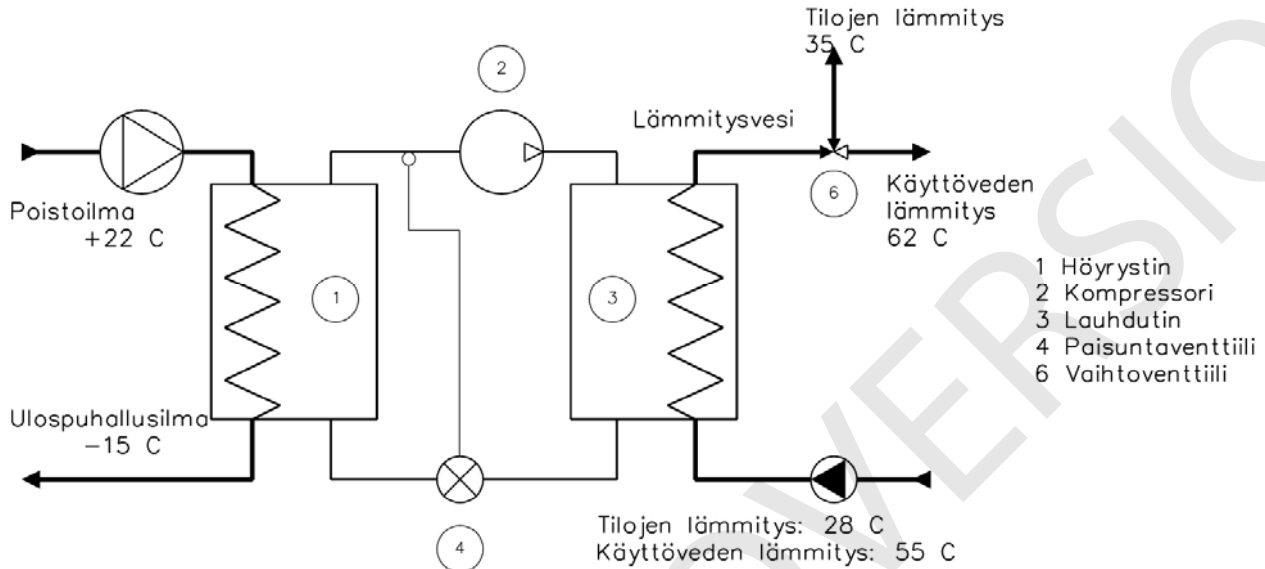


- 1 Höyrystin
- 2 Kompressorin
- 3 Lauhdutin
- 4 Paisuntaventtiili

Kuva 4. Kylmäpiirin pääosat.

3.3 Kylmäpiirin toiminta invertteriohjatulla kompressorilla

Invertteriohjatulla kompressorilla (kuva 5) toimivassa poistoilmalämpöpumpussa on tyypillisesti vaihtventtiili (6), jolla lauhduttimelta (3) tuleva lämpö ohjataan joko käyttöveden lämmitykseen tai tilojen lämmitykseen.



Kuva 5. Kylmäpiirin pääosat vaihtelevalla lauhdutuksella.

Kuvassa 5 olevien höyrystimen (1) ja kompressorin (2) toiminta on kuvattu kohdassa 4.2 Kuuma kylmäainekaasu johdetaan lauhduttimelle (3). Lauhduttimelta nesteeksi tiivistynyt kylmäaine johdetaan paisuntaventtiilille (4). Paisuntaventtiili (4) ylläpitää paine-eroa höyrystimen (matalapaine) ja lauhduttimen (korkeapaine) välillä. Paisuntaventtiin tehtävänä on myös annostella kylmäainetta höyrystimeen. Invertteriohjatulla kompressorilla varustetuilla poistoilmalämpöpumpuilla poistoilmasta voidaan kerätä suurempi määrä lämpöä, jolloin ulospuhallusilman lämpötila on merkittävästi matalampi kuin on-off kompressorilla varustetuissa poistoilmalämpöpumpuissa.

4 POISTOILMALÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

4.1 Suunnittelu uudisrakennuksessa

Suunnitteluun tarvittavat lähtötiedot

- rakennuksen tilojen lämpöhäviöt
- ilmanvaihdon ilmavirrat
- ilmanvaihdon lämmityksen tehontarve tehostetulla ilmavirralla
- lämmitysjärjestelmän meno- ja paluulämpötilat mitoitettavassa ulkolämpötilassa
- käyttöveden kierron häviöt

Jos uudisrakennuskohteeseen tulee kylpy- tai poreamme, tarvitaan erillinen lämminvesivaraaja, jonka tilavuus määräytyy kylpy- tai poreammeen tilavuuden mukaan.

Poistoilmalämpöpumpun valinnassa varmistetaan, että kompressorin ja lisälämmön yhteisteho vastaa rakennuksen lämpöhäviöitä ja tuloilman

lämmityksen tarvetta. Lisäksi varmistetaan, että valitun poistoilmalämpöpumpun puhaltimien teho riittää tuottamaan tarvittavan paineen suunnitelluilla ja tehostetuilla ilmavirroilla.

Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen laskenta

Poistoilmalämpöpumpun lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen laskenta poikkeaa ilmanvaihtolaitteen lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen laskennasta. Ympäristöministeriön internet sivuilta on ladattavissa opas (PILP-opas 2018) sekä laskuri (PILP-laskin 2018, Lokakuu 2019). Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhdetta käytetään lämpöhäviöiden tasauslaskennassa.

4.2 Suunnittelu perusparannuskohteessa

Suunniteltaessa olemassa olevan lämmityksen vaihtamista poistoilmalämpöpumpujärjestelmäksi lähtötietoina voidaan käyttää rakennuksen LVI-suunnitelmia sekä tietoja energian kulutuksesta, käyttöveden kulutuksesta ja lämmitysjärjestelmän lämpötiloista. Energian ja veden kulutustietoja tulisi olla käytettävissä useammalta vuodelta, koska yksittäisten vuosien lämmitysenergian kulutukset voivat vaihdella yli 10 %.

Poistoilmalämpöpumpun mitoituksen tärkein tekijä on rakennuksen poistoilmavirta. Mitä suurempi poistoilmavirta on sitä tehokkaammalla kompressorilla varustettua poistoilmalämpöpumpua voidaan käyttää. Liian suuritehoisella kompressorilla varustetun poistoilmalämpöpumpun käytön seurauksena voi olla usein toistuva höyrystimen sulatusjakso. Sulatusjakson aikana poistoilmasta ei kerätä lämpöä talteen, jolloin järjestelmän energiatehokkuus laskee. Lisäksi varmistetaan, että valitun poistoilmalämpöpumpun puhaltimien teho riittää tuottamaan tarvittavan paineen suunnitelluilla ja tehostetuilla ilmavirroilla.

Liian pienitehoisella kompressorilla varustettua poistoilmalämpöpumpua käytettäessä poistoilmasta ei kerätä kaikkea kerättävissä olevaa lämpöä talteen.

Käyttöveden lämmitykseen kuluvaan energian määrää voidaan arvioida, kun tiedetään vuoden aikana kuluva kylmän veden määrä. Asuinrakennuksissa keskimäärin 40 % käytetystä vedestä on lämmintä vettä.

Veden lämmittämiseen tarvittava energian määrä voidaan laskea kaavalla

$$Q_{LV} = 1,16 \cdot V_{KV} \cdot 0,4 \cdot dT, \text{ jossa}$$

Q_{LV} = veden lämmitykseen kuluva energia, kWh

1,16 = energian määrä joka tarvitaan kun 1 m³ vettä lämmitetään 1 °C [kWh]

V_{KV} = kylmän veden määrä [m³]

0,4 = keskimäärin 40 % käytetystä vedestä on lämmintä vettä

dT = kylmän veden ja lämpimän veden lämpötilaero [°C]

Jos perusparannuskohteeseen tulee kylpy- tai poreamme, tarvitaan erillinen lämminvesivaraaja, jonka tilavuus määräytyy kylpy- tai poreammeen tilavuuden mukaan.

Vanhan poistoilmalämpöpumpun vaihtaminen uuteen

Poistoilmalämpöpumpua vaihdettaessa huomioidaan uuden poistoilmalämpöpumpun ulospuhallusilman lämpötilan muuttuminen

suunnitelluilla ilmavirroilla. Ulospuhallusilman lämpötila voi laskea uudella poistoilmalämpöpumpulla merkittävästi alhaisemmaksi, jolloin ulospuhalluskanavan eristäminen diffuusiotiivisti koko matkaltaan tulee tarpeelliseksi. Jos uudessa poistoilmalämpöpumpussa on lisäksi tuloilman jäähdytys, täytyy myös tuloilmakanavisto eristää diffuusiotiivisti kokonaisuudessaan.

4.3 Sähkö ja tiedonsiirto

Pientalojen poistoilmalämpöpumppujen sähkökytkennät rajoittuvat yleensä ulkoanturin, sisäanturin sekä sähköön syötön kytkentään.

Poistoilmalämpöpumpussa voi olla on myös ns. tehohtaimoiminto, joka käytännössä toimii niin, että poistoilmalämpöpumppu mittaa koko rakennuksen virran kulutusta ja tarvittaessa rajoittaa omaa sähköön käyttöään.

Useista markkinoilla olevista pientalojen poistoilmalämpöpumpuista löytyy mahdollisuus etäohjaukseen matkapuhelimella tai internetin kautta. Tiedonsiirtokaapeloinnin myöhemmän asennuksen mahdollistavan putkituksen tekeminen rakennusvaiheessa on suositeltavaa.

Poistoilmalämpöpumpun sähkösyöttökaapeli ja varokekoko määräytyvät valitun poistoilmalämpöpumpun sähkötehon mukaan. Poistoilmalämpöpumpun syöttökaapelin asennetaan lukittava turvakytkin, jolla poistoilmalämpöpumppu voidaan tehdä jännitteettömäksi.

4.4 Asennustila

Pientaloissa käytettävät poistoilmalämpöpumput sijoitetaan ensisijaisesti erilliseen tekniseen tilaan. Pumpun sijoittamisessa on aina muistettava, että poistoilmalämpöpumpusta kuuluu aina jonkinlainen ääni sen ollessa käynnissä.

Ympäristöministeriön asetuksessa 1047/2017 määrätään, että tekninen tila, jossa on vesivahingon mahdollisuus, on aina varustettava lattiakaivolla ja tilan lattian on oltava vedeneristetty. Eli myös perusparannuskohteissa lämpöpumpulle varattu tila varustetaan lattiakaivolla ja vedeneristetään.

Asennustila suunnitellaan niin, että kaikilla tilaan sijoitettavilla laitteilla on niiden käytön ja huollon vaatimaa vapaata tilaa ympärillään riittävästi. Poistoilmalämpöpumppu tarvitsee tilaa noin 1 ... 2 m². Asennustilan oven leveyden moduulimitan tulisi olla vähintään 10M, joka sallii käytännössä kaikkien markkinoilla olevien lämpöpumppujen kuljettamisen tilaan.

Asennustilan suunnittelussa huomioidaan lämmitysjärjestelmän ja käyttövesiputkien vaatimat tilat. Pientalossa putket saadaan sopimaan 600 mm leveään tilaan lämpöpumpun vierelle. Putkistojen jakotukit sijoitetaan siten, että kaikki osat ovat huollettavissa.

Varaajien ja järjestelmän täyttäminen vedellä nostaa poistoilmalämpöpumpun painoa jopa yli 200 kg. Paino huomioidaan sijoituspaikkaa valittaessa tai rakennettaessa

Asennustilan koossa ja ilmanvaihdossa huomioidaan laitevalmistajan ilmoittamat vähimmäisvaatimukset. Poistoilmalämpöpumpussa käytettävä kylmäaine saattaa vaikuttaa ilmanvaihdon mitoitukseen.

Asennustilan seinien ääneneristävyys suunnitellaan ja tehdään valitun poistoilmalämpöpumpun ominaisuuksien mukaisesti. Ääneneristyksessä huomioidaan myös alaslaskettujen kattorakenteiden kautta johtuvat äänet. Poistoilmalämpöpumpusta mahdollisesti aiheutuvat runkoäänet voidaan

estää joko lattiarakenteeseen tehtävin liikuntasaumoin tai asentamalla tärinää vaimentavat kumit poistoilmalämpöpumpun alle.

5 POISTOILMALÄMPÖPUMPUN KYTKENNÄT MUIHIN JÄRJESTELMIIN

5.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon ilmamäärät suunnitellaan voimassa olevien määräysten ja asetusten mukaisesti. Rakennuksen ilmanvaihdon suunnittelussa ja toteutuksessa huomioidaan erityisesti seuraavat asiat:

- Ilmanvaihdon toiminta voidaan pysäyttää helposti tarvittaessa
- Ilmanvaihdon ilmavirtoja voidaan tehostaa 30 %
- keskuspolynimurille, liesituulettimen tai muun kohdepoiston käytön aikaansaama muutos ilmanvaihdon painesuhteissa kompensoidaan siten, että rakennukseen ei synny alipainetta
- tulisijan paloilmalle on oma reittinsä

Raitisilma- ja ulospuhallusilmakanavat asennetaan siten, ettei kanavistoon päässyt vesi pääse valumaan poistoilmalämpöpumppuun.

Raitisilma- ja ulospuhalluskanava eristetään diffuusiotiiviisti koko matkaltaan. Jos poistoilmalämpöpumppu jäädyttää tuloilmaa myös tuloilmakanavisto eristetään diffuusiotiiviisti. Läpivientien, äänenvaimentimien ja muiden vastaavien kohdalla on huolehdittava eristyksen tiivyydestä. Kanavat on voitava tarkastaa ja puhdistaa.

Tulo- ja poistoilmakanavaan asennettavat mittaus- ja säätöpellit mahdollistavat ilmanvaihdon mittauksen ja säädön. Jos poistoilmalämpöpumppujärjestelmässä on vesikiertoinen lämmityspatteri, raitisilmakanavaan asennetaan jäätymissuojauspelti jäätymisvaaratilanteessa ja sähkökatkon sattuessa.

Ilmakanaviin asennettavat äänenvaimentimet mitoitetaan valitun poistoilmalämpöpumpun äänitietojen perusteella.

Jos poistoilmalämpöpumpussa on vain poistopuhallin, tuodaan korvausilma hallitusti raitisilmaventtiilien tai raitisilmaradiaattoreiden kautta sisälle. Korvausilmaventtiilit mitoitetaan ja asennetaan siten, että ilmavirta ei aiheuta vedon tunnetta kovillakaan pakkasilla.

Poistoilmalämpöpumpussa oleva ohjaus sisältää myös ilmanvaihdon ohjauksen, joka kykenee ohjaamaan mm. puhaltimien nopeuksia sekä höyrystimen sulatusta. Ohjaukseen voidaan usein liittää myös ulkoisia antureita. Tällaisia antureita voivat olla esim. hiilidioksidi- tai ilmankosteusmittari, joiden mittaustietojen perusteella ilmanvaihtoa voidaan tehostaa tarvittaessa.

5.2 Lämmitysjärjestelmä

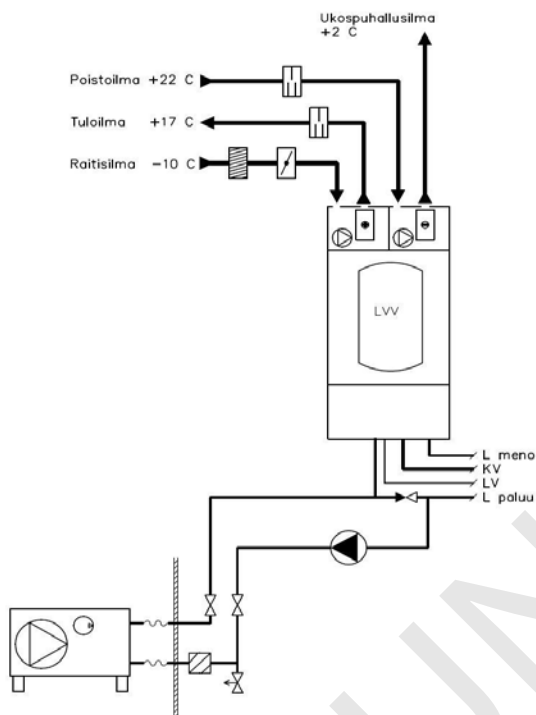
Poistoilmalämpöpumpuissa on oma ohjausjärjestelmä, jolla ohjataan lämmitykseen menevän tai lämmityksestä palaavan veden lämpötilaa. Poistoilmalämpöpumput voidaan kytkeä vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään sekä tuloilman lämmitykseen.

Laitevalinnan yhteydessä varmistetaan poistoilmalämpöpumpun lämmitystehon ja lämmityksen kiertopumpun virtaaman riittävydet. Osassa markkinoilla olevista poistoilmalämpöpumpuista on vesikiertoinen tuloilmapatteri. Tuloilman lämmityksen tarve otetaan huomioon

lämmitysjärjestelmän suunnittelussa ja asennuksessa. Kun järjestelmässä on vesikiertoinen tuloilmapatteri, käsitellään sitä yhtenä lämmityspiirinä lämmitysjärjestelmän virtaaminen tasapainotuksen laskennassa ja säätämisessä.

Poistoilmalämpöpumppuun voidaan liittää muita lämmönlähteitä, esimerkiksi ilma/vesilämpöpumppu (kuva 6), vesitakka tai aurinkokeräimet.

Poistoilmalämpöpumpun kytkentä muihin lämmönlähteisiin tehdään aina laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Ilma/vesilämpöpumppu voidaan liittää poistoilmalämpöpumpun rinnalle useilla tavoilla, kuvassa 6 esitetyllä tavalla ilma/vesilämpöpumpulla voidaan lämmittää myös käyttövettä.



Kuva 6. Esimerkki poistoilmalämpöpumpun ja ilmavesilämpöpumpun kytkennästä.

Lämmitysjärjestelmän paine on järjestelmäkohtainen, ja siihen vaikuttaa mm. järjestelmän korkeus. Paineen pitäisi olla vähintään 0,8 baria kavitoinnin ehkäisemiseksi ja 0,5 baria alle varoventtiiliin merkityn avautumispaineen.

Lämmitysjärjestelmän painekoe tehdään 6 bar paineella ja sen kesto on vähintään 30 min. Paineekokeen ajaksi lämmitysjärjestelmästä erotetaan laitteet, jotka eivät kestä painekokeen painetta.

5.3 Tuloilman viilennys

Joillain poistoilmalämpöpumpuilla voidaan viilentää tuloilmaa kompressorin avulla. Tuloilmaan viilennystä käytettäessä huomioidaan jäähdytyspatterille muodostuvan kondenssiveden viemärointi. Lisäksi tuloilmakanava kondenssieristetään diffuusiotiiviisti koko matkaltaan.

Liian alhainen tuloilman lämpötila voi aiheuttaa vedon tunnetta ja kondenssiveden muodostumista tuloilmaventtiilien pinnoille. Tuloilman viilennyksellä saatava jäähdytysteho on pieni.

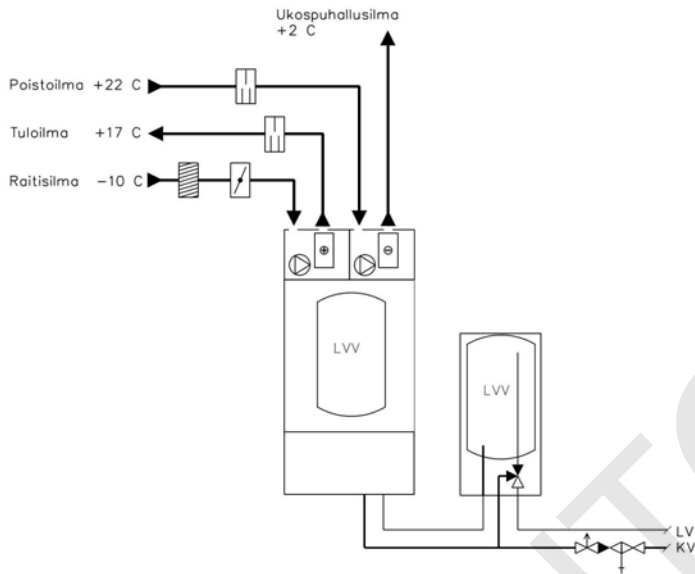
5.4 Käyttövesi

Pientalojen poistoilmalämpöpumpuissa on integroituna käyttövesivaraaja. Käyttövesivaraajat vastaavat tilavuudeltaan pientalojen

maalämpöpumppujen varaajia. Varaajat on mitoitettu siten, että niiden vesi vaihtuu kerran noin 24 tunnin aikana tavanomaisella käytöllä.

Jos lämpimän veden kulutus on normaalia suurempaa, poistoilmalämpöpumpun rinnalle asennetaan lisävaraaja esimerkiksi *kuvan 7* mukaisesti. Lisävaraaja voi olla esimerkiksi sähkövastuksella varustettu 100...300 litran lämminvesivaraaja. Lisävaraajan kytkennässä on noudatettava laitevalmistajan ohjeita ja voimassa olevia viranomais määräyksiä.

Kaikkien käyttövesiverkoston kytkettävien laitteiden täytyy kestää 10 bar paine.



Kuva 7. Esimerkki käyttövesivaraajan kytkemisestä poistoilmalämpöpumpun rinnalle.

6 KÄYTTÖÖNOTTO

6.1 Toimintakokeet ja säätö

Ennen toimintakokeita tehdään verkostojen painekokeet, joista urakoitsija laatii pöytäkirjat.

Pientalon poistoilmalämpöpumpulle voidaan tehdä toimintakokeet ja säätötyöt samaan aikaan. Tällöin varmistetaan, että järjestelmä toimii suunnitellusti ja asetellaan poistoilmalämpöpumpun perusasetukset.

Poistoilmalämpöpumppujärjestelmän toiminnasta tarkastetaan seuraavat osa-alueet:

- ilmanvaihto
- lämmitys
- jäähdytys
- käyttöveden lämmitys
- etäohjauksen toiminta
- lämpöpumppujärjestelmän toiminta häiriötilanteessa.

Toimintakokeiden aikana voidaan viimeistellä lämmitysjärjestelmän ilmaus. Ilmauksella varmistetaan, että kierrossa oleva ilma ei aiheuta häiriöitä poistoilmalämpöpumpun käydessä. Samalla varmistetaan, että lämmitysjärjestelmässä on oikea paine.

Poistoilmalämpöpumpun perusasetukset sisältävät seuraavat työt:

- ilmanvaihdon puhaltimien nopeuksien asettelu
- kohteeseen soveltuvan lämpö- ja jäähdytyskäyrän valinta
- käyttöveden asetusten tarkistus
- lämmityksen kiertopumpun asetusten varmistus.

Perusasetusten säätämisen jälkeen voidaan viimeistellä asennus- ja käyttöönottopöytäkirjat. Laitevalmistajilla on omille tuotteilleen tarkastuslomakkeita, joiden täyttäminen on takuun voimassaolon edellytys.

Käyttöönottopöytäkirjojen on sisällettävä vähintään seuraavat tiedot lämpöpumpun asetuksista

- ilmanvaihdon asetukset
- lämmityksen asetukset
- jäähdytyksen asetukset
- käyttöveden asetukset
- lisälämmön asetukset.

6.2 Käytönopastus

Käyttöönoton jälkeen tilaajalle annetaan käytönopastus, joka sisältää vähintään seuraavat kohdat:

- ilmanvaihdon suodattimien vaihtaminen sekä uusien suodattimien hankinta
- ilmanvaihdon tehostus
- ilmanvaihdon pysäytys
- toiminta tilanteessa, kun sisälämpötila tai tuloilman lämpötila on liian matala
- toiminta tilanteessa, kun sisälämpötila tai tuloilman lämpötila on liian korkea
- käyttöveden riittävyyden varmistus
- toiminta mahdollisessa häiriötilanteessa
- aikaohjelmat, etäohjaukset ja muut mahdolliset lisätoiminnot
- järjestelmän toiminnan säännöllisen seurannan kohteet, jotka suunnittelija ja lämpöpumpun toimittaja ovat yhdessä määrittäneet.

6.3 Luovutus

Poistoilmalämpöpumpppujärjestelmä on valmis, kun se luovutetaan tilaajalle ja kun tilaaja hyväksyy luovutuksen.

Luovutuksessa tilaajalle toimitetaan

- ajantasaiset suunnitelmat
- pöytäkirjat lämmitys- ja käyttövesijärjestelmien painekokeista
- pöytäkirjat toimintakokeista
- käyttöönottopöytäkirjat
- mittaus- ja säätöpöytäkirjat ilmanvaihdosta sekä lämmityksen virtaamista
- sähköurakoitsijan käyttöönottotarkastuksen pöytäkirja
- sähköasennusten varmennustarkastuksen pöytäkirja tarvittaessa
- asennettujen laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet.

Järjestelmän toimintaa on hyvä seurata vähintään ensimmäisen lämmitysjakson ajan. Seurantajakson aikana viritetään järjestelmä toimimaan oikein kaikissa käyttötilanteissa ja ulkolämpötiloissa.

7 YLEISIMMÄT ONGELMATILANTEET

Lämmönluovutukseen liittyvät ongelmat ilmenevät lämpöpumpun korkeapainehälytyksenä. Korkeapainehälytys johtuu siitä, että lämpöpumpun tuottama energia ei siirry lauhduttimelta eteenpäin riittävän tehokkaasti.

Yleisimmät korkeapainehälytyksen aiheuttajat

- ilma lämmitysjärjestelmässä
- heikko virtaus lauhduttimen läpi väärin säädetyn kiertopumpun vuoksi
- heikko virtaus lauhduttimen läpi patteritermostaattien tms. rajoittaessa virtausta
- lämmitysjärjestelmän mutatakat puhdistamatta
- liian korkeaksi asetettu menoveden lämpötila
- liian korkeaksi asetettu käyttöveden lämpötila

Lämmönkeruuseen liittyvät ongelmat ilmenevät poistoilmalämpöpumpussa matalapainehälytyksenä. Matalapainehälytys johtuu siitä, että höyrystimelle ei tule riittävästi lämpöä.

Yleisimmät matalapainehälytyksen aiheuttajat

- liian pieni puhallinnopeus
- väärin säädetty poistoilmanvaihto
- suljetut tai tukitut poistoilmaventtiilit
- tukkeutuneet poistoilmaventtiilit tai suodattimet

Sähköhäiriöistä johtuvat ongelmatilanteet:

- Väärä vaihejärjestys estää yleensä kompressorin käynnin. Tämä voi johtua esim. sähköverkon huoltotoissa muuttuneesta vaihejärjestyksestä.
- Alijännite tai kokonaan puuttuva vaihe estää yleensä kompressorin käynnin.
- Sähkökatkot, lyhyet yli- tai alijännitteet voivat saada aikaan erilaisia ennakoimattomia häiriötilanteita.
- Kompressorin moottorisuoja laukeaa, jos kompressori ottaa liikaa virtaa verkosta. Moottorisuoja voi myös lauetta sähkönsyötön häiriötilanteessa.

Käyttäjien kokemia ongelmatilanteita ja syitä niihin:

- Vedon tunne
 - Ilmavirta kasvaa liian suureksi muissa huoneissa, jos muissa huoneissa ilmanvaihdon venttiilit ovat kiinni tai ne tukitaan.
 - Ilmanvaihdon ilmavirtoja ei ole säädetty oikein, jolloin ilmavirta on liian suuri joissakin huoneissa.
 - Liian matalaksi säädetty tuloilman lämpötila.
- Alhainen sisälämpötila
 - Väärin asetetun lämpökäyrän vuoksi lämmityksen menoveden lämpötila on liian matala.
 - Lämmitysverkostoa ei ole tasapainotettu, jolloin lämpöä ei saada riittävästi joihinkin tiloihin.
 - Liian matalaksi säädetty tuloilman lämpötila.
- Korkea sisälämpötila
 - Väärin asetetun lämpökäyrän vuoksi lämmityksen menoveden lämpötila on liian korkea.

- Lämmitysverkostoa ei ole tasapainotettu, jolloin lämpöä tulee liikaa joihinkin tiloihin.
- Liian korkeaksi säädetty tuloilman lämpötila.
- Lämmintä käyttövedtä ei saada riittävästi
 - Väärin asetettu käyttöveden lämpötilataso.
 - Liian korkea paine vesijohtoverkossa nostaa esim. suihkun virtaamaa, jolloin varaaja jäähtyy tavallista nopeammin.
- Suhina tai muu ääni pattereissa
 - Pattereissa oleva ilma aiheuttaa lorisevaa ääntä.
 - Liian suuri veden virtausnopeus tai osittain tukkeutunut patteritermostaattiventtiili.
- Suhina tai muu ääni ilmanvaihdon venttiileissä
 - Väärin säädetty venttiili
 - Tukkeutunut venttiili
 - Liian suuri ilmavirta ilmanvaihdon venttiileissä.
- Kosteuden tiivistyminen ikkunoiden ulomman lasin sisäpinnalle
 - Väärin säädetyn ilmanvaihdon aikaansaama ylipaine.

8 TOIMINNAN SEURANTA JA HUOLTO

Oikein suunniteltu, asennettu ja käytetty poistoilmalämpöpumppujärjestelmä vaatii hyvin vähän huoltoa. Poistoilmalämpöpumppujärjestelmän energiatehokas ja pitkä käyttöikä varmistetaan seuraamalla poistoilmalämpöpumpun ja lämmityksen toimintaa säännöllisesti.

Säännöllisesti tarkistettavia kohteita ovat:

- Painemittarien lukemat, noin kerran kuukaudessa.
 - Lämmityksen paine vaihtelee ulkolämpötilan mukaan, mutta se ei saisi koskaan laskea nolnaan.
 - Paineen lasku tarkoittaa joko vuotoa lämmitysjärjestelmässä tai rikkoutunutta kalvoa paisunta-astiassa
- Varoventtiilit ja niiden toiminta, noin kerran puolessa vuodessa.
 - Käyttöveden varoventtiilistä tulee vettä, kun lämmintä vettä on käytetty runsaasti
 - Varoventtiilistä ei saa valua vettä jatkuvasti
- Mutataskut, noin kerran vuodessa.
- Ilmanvaihdon suodattimet vaihdetaan tarpeen mukaan, normaalisti 2 kertaa vuodessa.

Säännöllisesti seurattavia tietoja ovat:

- poistoilmalämpöpumpun kompressorin käynnistyskerrat
- poistoilmalämpöpumpun kompressorin käyntitunnit
- poistoilmalämpöpumpun lisälämmön käyntitunnit
- poistoilmalämpöpumpun sähkönkulutus, jos alamittaus on asennettu.

Tiedot kirjataan taulukkolaskentaohjelmaan, jolloin suuret muutokset esimerkiksi kompressorin käyntituntien tai käynnistysten määrän kehityksessä on helppo nähdä. Jos poikkeamalle ei ole luonnollista selitystä on syytä ottaa yhteyttä huoltoon. Useilla valmistajilla on saatavilla erilaisia etäohjaus- ja valvontaratkaisuja, jotka keräävät kaiken tiedon automaattisesti.

KIRJALLISUUTTA

Viranomaismääräykset ja ohjeet

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Suomen säädöskokoelma 1010/2017. (LVI RakMK-00630)
PILP-opas 2018. Poistoilmalämpöpumpun (PILP) lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittäminen lämpöhäviöidentitasauslaskenta varten. Ympäristöministeriö 2017.
PILP-laskin 2018. Ympäristöministeriö 2019.
Lämpöpumppujen energialaskentaopas. Ympäristöministeriö 2012.
Energiatehokkuus. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ympäristöministeriö 2017.

LVI-ohjekortit, Rakennustietosäätiö RTS sr

RT xxxxxx Poistoilmalämpöpumput. Pientalot.
LVI 03-10620 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. 2018.
LVI 11-10624 Maalämpöpumput. Kiinteistöjärjestelmät. 2018
LVI 11-10623 Maalämpöpumput. Pientalot. 2018
LVI 10-10397 Rakennusten lämmitys. 2006.
LVI 10-10549 Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet. K1/2013. (Päivitys K1/2020)
LVI 10-10555 Lämmitystarveluku. Rakennusten energiankulutuksen seuranta. 2014.
LVI 11-10472 Paisuntajärjestelmän valinta ja mitoitus. 2011.
LVI 12-10327 Vesikeskuslämmityksen äänitekninen suunnittelu ja äänenvaimennus. 2001.
LVI 12-10330 Putkistojen lämpölaajeneminen. 2001.
LVI 12-10343 Vesikiertoinen patterilämmitys. 2002.
LVI 12-10370 Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2004.
LVI 13-10261 Vesikiertoinen lattialämmitys. 1996.
LVI 19-10399 Lämmitä oikein. Vesikeskuslämmitysjärjestelmän käyttäjän ohje. 2006.

SFS-standardieja (www.sfs.fi)

SFS-EN 14511:en Air conditioners, liquid chilling packages and heatpumps for space heating and cooling and process chillers, with electrically driven compressors.

- SFS-EN 14511-1:en Part 1: Terms and definitions.
- SFS-EN 14511-2:en Part 2: Test conditions.
- SFS-EN 14511-3:en Part 3: Test methods.
- SFS-EN 14511-4:en Part 4: Requirements.

SFS-EN 14825:en Air conditioners, liquid chilling packages and heatpumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling. Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance.

Linkkejä

Ympäristöministeriö [Rakentamismääräyskokoelma/energiatehokkuus](#)
Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU ry. <https://www.sulpu.fi/>
Motiva Oy, [Lämpöpumput](#)

ST-kortisto

ST 711.04 Rakennusautomaatiourakan valvonta- ja vastaanottomenettelyohjeita

Ohjeen on laatinut Rakennustietosäätiö RTS sr:n asettama toimikunta TK 373 Lämpöpumput. Käsikirjoituksen on laatinut Jussi Kummumäki Finland N.V:stä.

Jorma Sulander Vantaan kaupunki, puheenjohtaja
Jussi Hirvonen Suomen lämpöpumppuyhdistys Sulpu ry
Jouni Koivula Pistoke Oy
Petri Kuisma Lapin ammattikorkeakoulu
Juhana Mikkola Ramboll Finland Oy
Seppo Niiranen Rakennustieto Oy
Kajaleena Manner ja Tomi Mäkiäho Rototec Oy, erityisasiantuntijat
Marko Pulliainen Rakennustieto Oy, sihteeri.

LAUSUNTOOVERSIO