

Konseptit (luonnosversio)

latest change 24.03.2021, version id 5473, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Konseptit osiossa esitetään käytännössä toimiviksi ratkaisuksi todettuja energiatehokkaaseen korjausrakentamiseen soveltuvia periaateratkaisuja eli konsepteja.

Nämä sivut tarjoavat palvelun, jossa havainnollistetaan olemassa olevia periaateratkaisuja eli konsepteja talotekniikan osa-alueittain sen mukaan, missä on mahdollisuus vaikuttaa rakennuskannan energiatehokkuuteen tehokkaasti ja kuitenkin niin, että hyvät sisäolosuhteet voidaan varmistaa. Konseptit on kuvattu yleisellä tasolla. Ne on toteutettavissa eri toimittajien tuotteilla, eikä yksittäisiä tuotemerkkejä tuoda esille.

Palvelun avulla tuodaan esille ratkaisuja eri tyyppisten rakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi ja tuodaan tarjolle ja välitetään tietoa toimivista ja hyviksi havaituista ratkaisuista kutakin kohderyhmää parhaiten palvelevalla tavalla. Palvelu helpottaa rakennusten omistajien, suunnittelijoiden ja asukkaiden välistä keskustelua korjausrakentamisen laajuudesta päättämisen yhteydessä. Tyypillisiä käyttäjäryhmiä ovat omakoti- ja kerrostaloasukkaat, asunto-osakeyhtiöiden hallitusjäsenet, isännöitsijät, rakennushankkeeseen ryhtyvät sekä rakennusten omistajat.

Konsepteja kehitetään Talotekniikan konseptit energiatehokkaan korjausrakentamisen tueksi -hankkeessa. Työ on käynnissä ja lisää konsepteja julkaistaan hankkeen ohjausryhmän päättämällä aikataululla.

Hankkeessa tuotetaan korjausrakentamiseen soveltuvia toteutuskonsepteja, joilla tuetaan kansallisen peruskorjausstrategian tavoitteiden saavuttamista. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) pitkän aikavälin peruskorjausstrategia velvoittaa laatimaan kansallisen strategian, jolla olemassa oleva rakennuskanta saadaan erittäin energiatehokkaaksi vuoteen 2050 mennessä.

EPBD:n tavoitteen saavuttaminen edellyttää hyvien vaihtoehtoisten konseptien esilletuomista ja niiden hyötyjen arvioinnin helpottamista mallilaskelmilla. Esitettävät konseptit voivat olla osin vaihtoehtoisia silloin kun ne esittävät ratkaisun samaan tarpeeseen tai ratkaisut voivat olla rinnakkaisia silloin kun ne kohdistuvat taloteknisen järjestelmän eri osiin.

Esitettyjen konseptien valinnassa ja esittämistavassa hyödynnetään hankkeessa kehitettyä menettelytapaa esitettyjen konseptien toimivuuden todentamiseksi. Jotta kuvatut konseptit ovat aidosti hyödyllisiä, on niissä esitetyt ratkaisut varmistettava toimiviksi.

Julkaisemisen ja varmentamisen periaatteet

Seuraavassa on käyty läpi alatavoitteita ja niihin liittyviä tarkentavia toimintatapoja, joita sovelletaan hankkeen aikana ja hankkeen tuloksena syntyvän verkkoaineiston hyväksymisessä ja ylläpidossa.

Periaatteet konseptin ottamisesta mukaan palveluun ja sen toimivuuden varmentamisen periaatteet on käsitelty ohjausryhmässä 7.11.2019 ja ne on hyväksytty ohjausryhmän asettamassa työryhmässä 9.12.2019.

Hankkeessa esitettävien konseptien määrä ja aiheet tarkentuvat hankkeen edetessä. Konseptien lopulliseen lukumäärään julkaisualustalla vaikuttaa mm. se, kuinka paljon innostutaan esittämään vaihtoehtoisia konsepteja ja kuinka suureen kattavuuteen talotekniikan järjestelmistä pyritään. Konseptit osiossa julkaistujen kuvausten lisäksi hankkeessa on valmistettu kaksi selvitystä, jotka liittyvät teknisten järjestelmien toimivuuteen. Ne ovat:

- ?koneellisen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmän LTO:n toimivuuden varmentaminen, selvitys (toimivuus kylmässä, energiatehokkuus), julkaistu [selvityksenä](#) [1] Talotekniikkainfon Esimerkit-osiossa.
- asuinrakennusten ilmanvaihdon uudet ratkaisut. selvitys (paine-ero vaipan yli, tehostus ja erillispoistot), julkaistu [selvityksenä](#) [2] Talotekniikkainfon Esimerkit-osiossa.

Toimivuuden kriteerit

latest change 13.01.2021, version id 5369, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Hankesuunnitelmassa lueteltujen aihealueiden lisäksi konseptit voivat liittyä mihin tahansa talotekniikan alueeseen. Talotekniikalla vaikutetaan seuraaviin asioihin

- sisäilman laatuun
- käyttöveden laatuun ja puhtauteen
- lämpöviihtyisyyteen
- valaistukseen ja
- teknisten järjestelmien toimivuuteen.

Konsepteissa esitetyt ratkaisut on varmistettu. Perusvaatimuksena on, että ne ovat rakentamista koskevissa säädöksissä olevien vaatimusten mukaisia. Konseptien on siis oltava sellaisia, että niiden mukaisiin ratkaisuihin on mahdollista saada asianmukainen lupa.

Toisena yleisenä vaatimuksena on, että konseptit toteuttavat hyvää rakennustapaa ja noudattavat talotekniikkaan liittyviä rakennusmääräysten tueksi tehtyjä oppaita, jotka on julkaistu Talotekniikkainfo-palvelussa.

Esitettävät konseptit voivat olla suorituskyvyltään minimivaatimuksia tai oppaissa esitettyjä toteutustapoja parempia. Erityisesti näiltä osin on konseptin suorituskyky pystyttävä osoittamaan.

Varsinaisten konseptien osalta niiden toimivuutta arvioidaan hankkeessa erikseen seuraavilla pääkriteereillä:

- Toimivuus normaalin käytön aikana
- Toimivuus poikkeustilanteissa
- Vaikutus veden kulutukseen (ja jäteveden määrään)
- Energiatehokkuuspotentiaali
 - vaikutus energiankulutukseen energiamuodoittain
 - vaikutus energian tarpeeseen; paikalla tuotettu energia, ostoenergia
- rakennuskannan määrä, johon konseptia voi soveltaa
 - kuvataan rakennustyyppi, johon konsepti soveltuu
 - korjaushankkeen vaivattomuutta arvioidaan sen mukaan pitääkö asunnosta muuttaa pois

remontin aikana vai voiko siinä asua.

- kuvataan, mihin osaan rakennuskannasta korjausrakentamisen potentiaali kohdistuu. Osuus arvioidaan asuntojen lukumääränä kaikista asunnoista. Kaikkien asuntojen lukumäärän kerrostaloissa arvioidaan olevan 1,35 miljoonaa asuntoa ja erillisten pientalojen lukumäärän 1,15 miljoonaa asuntoa. Rivi- ja ketjutalojen lukumäärä on noin 81000 kappaletta, mutta niissä olevien asuntojen lukumäärä ei ole tiedossa tällä hetkellä.
- Tarvittava teho
 - Tehon ohjattavuus
 - Tehontarpeen ajoittuminen ja siirrettävyys
 - Tehon laatu, lämpötilatasot

Toimivuus normaalin käytön aikana

Hankkeessa ei aseteta erikseen mitään uusia toimivuuksiaolosuhteille tai hyödykkeille, vaan on tukeuduttu olemassa oleviin aineistoihin. Korjaus suunnitellaan siten, että rakentamiseen ryhtyvän asettamat vaatimustasot täyttyvät, mutta kuitenkin vähintään niin, että säädöksissä asetetut toimivuuksikriteerit täyttyvät.

Toimivuuksikriteereitä asetetaan mm. seuraavissa säädöksissä:

- rakentamismääräyskokoelman asetukset; vaatimukset rakennuksen suorituskyvyille
- asumisterveysasetus; minimivaatimukset asuntojen ja oleskelutilojen olosuhteille
- veden normivirtaamat; Talotekniikkainfon liitteet
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä; radon
- K1-julkaisu; toimialavaatimukset kaukolämpöjärjestelmien toteuttamiselle (eivät määräyksiä, mutta julkaisulla on määräävä asema)

Monet toimivuuksikriteereistä ovat helposti asukkaankin todettavissa esimerkiksi lämpömittarilla tai muulla yleisesti saatavalla edullisella mittalaitteella. Näiden toimivuuksikriteereiden osalta konseptien toimivuutta ei tarvitse erityisesti varmentaa, sillä helposti havaittavina ja välttämättöminä kriteereinä ne huomioidaan käytännön toteutuksessa varsin kattavasti ja viimeistään käyttäjäpalaute ohjaa tällaisten kriteerien osalta toteutuksen laatua.

Osa kriteereistä on sellaisia, että niiden määrittäminen vaatii ammatti-ihmisen työtä ja erikoismittalaitteita. Niiden kriteereiden osalta, joiden määrittäminen on vaikeata, on konseptien toimivuus todennettava konseptissa esitetyn suunnitteluratkaisun analysoinnin perusteella.

Vaikeasti määritettäviä kriteereitä ovat:

- veden mikrobiologinen laatu
 - konseptin on oltava sellainen, että veden lämpötila pysyy käyttövesiverkostossa sellaisena, ettei se mahdollista mikrobikasvua
- vetoisuuden määrittäminen vaatii ilman nopeuden ja lämpötilan mittaamista oleskeluvyöhykkeeltä
 - suunnitteluratkaisussa on varmistettava esimerkiksi simuloimalla sitä, että oleskeluvyöhykkeellä ei ole vectoriskä
- lähes kaikki ilmanpuhtauteen ja -laatuun liittyvät suureet kuten hiukkaspitoisuus, kaasumaiset epäpuhtaudet, hajut, ilmavirrat, paine-ero vaipan yli, radon ja mikrobikasvun mahdollisuus, ovat vaikeita määrittää tai havaita objektiivisesti
 - suunnitteluratkaisut on varmennettava niin, että riski ilmanpuhtauden vaarantumisesta on hallinnassa
- Lähes kaikki meluun liittyvät oireet vaikeita määrittää tai vaikeita havaita objektiivisesti.
 - Suunnitteluratkaisut varmennettava niin, että riski ääniympäristön vaarantumisesta on

hallinnassa.

Toimivuus poikkeustilanteissa

- kuvataan konseptin normaali toimintatilanne;
 - esimerkiksi paikkakunnan mitoitusää ja mitoittavat sisäympäristön kuormitukset
- toiminta ja toimivuus poikkeuksellisen kylmässä ja lämpimässä
- kuvataan toiminta tulipalossa;
 - ei saa levittää savua tai paloa muihin palo-osastoihin
- toiminta sähkökatkon yhteydessä
- kuvataan toiminta muissa olennaisissa toiminnan poikkeustilanteissa

Vaikutus veden ja energian kulutukseen

- kuvataan asuinrakennusten energia-avustusten hakemismallin mukaan, mitkä ovat vaikutukset energiatodistuksen eri tietoihin
- kuvataan vaikutus vedenkulutukseen ja tätä kautta myös jäteveden määrään

Tarvittava teho

- Huipputehon tarve
 - ratkaisulla pyritään vähentämään huipputehon tarvetta
- Tehontarpeen ajoittuminen, siirrettävyys ja ohjattavuus automaation avulla.
- Tehon laatu kuten tarvittavat lämpötilatasot
 - kaukolämpökohteissa ensiöpuolen paluulämpötila saa olla enintään 3 °C korkeampi kuin toisiopuolen paluulämpötila. Tätä parempi suorituskyky on osoitettava erikseen.
 - muiden järjestelmien osalta tehon laatua ei ole vielä täsmennetty ja tehon laatu saattaa kysymyksenä liittyä enemmänkin hankkeen taloudelliseen toteutettavuuteen

Toimivuuden seuranta

- Kuvataan, millä tavalla konsepti tukee toimivuuden seurantaan asukkaalle, kiinteistönpitäjälle ja kiinteistön omistajalle mm seuraavista asioista:
 - olosuhteiden, vedenkulutuksen ja energiankulutuksen seuranta ja poikkeamisista raportointi
 - teknisen toimivuuden poikkeustilanteista ilmoittaminen
 - energiatehokkuuden tai suorituskyvyn heikkenemisen seuranta ja huoltotarpeesta tai energiatehokkuuden parantamismahdollisuuksista ilmoittaminen
 - yhteentoimivuus rakennuksen ja rakennukselle palveluita toimittavien muiden teknisten järjestelmien kanssa
 - liittyminen rakennuksen ulkopuoliseen energiaverkkoon; kulutusjoustovalmiudet

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Asunto-osakeyhtiön hallitus](#) [5]

[Isännöitsijä](#) [6]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

[Omakotitalo, 2000 eteenpäin](#) [12]

LVI-palvelu

[Käyttövesi](#) [13]

[Viemärit](#) [14]

[Ilmanvaihto](#) [15]

[Jäähdytys](#) [16]

[Lämmitys](#) [17]

[Muut remontit](#) [18]

Talotekniikan rooli korjausrakentamisessa

latest change 15.02.2021, version id 5461, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Korjausrakentamishankkeen käynnistämiseen tai edes sellaisen pohdintaan on hyvin monia erilaisia syitä. Syyt voivat liittyä esimerkiksi rakennuksen ikään, käyttötarkoituksen muutoksiin, havaittuihin ongelmiin, ulkonäköseikkoihin tai ilmastomuutoksen torjuntaan ja siihen sopeutumiseen. Seuraavassa on muutama esimerkkutilanne, joka voi olla korjausrakentamisen käynnistävä asia:

1. Rakennuksen ikä tai edellisestä remontista kulunut aika on sen verran suuri, että rakennuksen jonkin osan tai joidenkin osien uusiminen saattaa olla järkevää mahdollisten vahinko- tai vaurioriskien pienentämiseksi. Esimerkiksi vesijohdot on hyvä uusida ennen kuin ne alkavat vuotaa tai katemateriaali on niin vanhaa, että vuotoja on odotettavissa lähitulevaisuudessa.
2. Rakennus voi myös olla joidenkin osien tai järjestelmien osalta vanhentunut niin, että niiden vaihtaminen on järkevää, koska uudet ovat suorituskyvyltään parempia. Esimerkiksi lämmityslaitteiden tai lämmönlaitteiden hyötysuhteet ovat jatkuvasti parantuneet ja vanhan laitteen uusiminen saattaa olla järkevää jo saavutettavien säästöjen takia.
3. Rakennuksessa on laajempi peruskorjaustarve esimerkiksi yleisen käytöstä johtuvan kulumisen ja rakennuksen ikääntymisen vuoksi.
4. Rakennuksen käyttökustannukset ovat vähitellen nousseet lisääntyneen huolto- ja korjaustarpeen sekä kulutushyödykkeiden kuten energian, veden ja jäteveden hintojen kohoamisen johdosta.
5. Rakennuksen sisäympäristössä on havaittu ongelmia kuten sisäilman laadun heikentymistä, veden väärät lämpötilat, melun lisääntymistä tai jotain muuta teknistä toimimattomuutta. Konseptit-osion sivulla Toimivuuden kriteerit on kuvattu niitä asioita, joita hyvin toimivalta uuden, peruskorjatun tai perusparannetun rakennuksen talotekniikalta ja sisäympäristöltä voi odottaa. Vanhassa talossa vaatimustasot ovat rakentamisajankohdan mukaisia.

Talotekniikkainfon konseptit-sivuilla esitetään niitä taloteknisiä ratkaisuja, joita on hyvä ottaa huomioon kaikkea korjausrakentamista suunniteltaessa. Moni yksittäisenä remonttina toteutettu työ voi olla kalliimpi kuin, jos se toteutettaisiin osana oikein suunniteltua korjaushanketta. Esimerkiksi pientaloissa katon uusisen yhteydessä on hyvä ainakin harkita yläpohjan eristämisen parantamista ja ajanmukaisen ilmanvaihtokanaviston asentamista kattotilaan. On nykyisin melko yleistä, että kattourakoitsija ei halua omalle työmaalleen muita toimijoita hankaloittamaan omaa työtään, mutta rakennuksen omistajan kannalta voi olla tarkoituksenmukaista, että kaikki mainitut parannukset tehdään samassa remontissa. Eri työvaiheiden toteuttaminen vaatii tietenkin huolellista suunnittelua.

Osa korjaustoimenpiteistä on myös sellaisia, että ne muuttavat rakennuksen jonkin toisen osan toimintaa. Esimerkkinä tällaisesta voi mainita ikkunoiden uusimisen, minkä seurauksena aikaisemmin mahdollisesti ikkunoiden kautta tullut korvausilma oleskelutiloihin vähenee. Tästä saattaa edelleen olla seurauksena sisäilman laadun huonontuminen. Jotta sisäilman laatu ei heikkenisi, on ikkunaremontin yhteydessä hyvä tarkistaa ilmanvaihdon toimintaedellytykset ja suunnitella ratkaisu, jolla vältetään mahdollinen haitta. Seuraavassa on lueteltu joitakin toimenpideketjuja, jotka on hyvä huomioida korjausrakentamista suunniteltaessa:

1. ikkunoiden vaihtaminen --> vaipan tiiveys paranee --> tulo- tai korvausilman saanti on suunniteltava

ikkunoiden vaihtamisen yhteydessä

2. rakennuksen ulkovaipan eristystä parannetaan --> lämmöntarve vähenee --> lämmöntarve rakennuksen eri osien välillä muuttuu --> lämmönjakolaitteiden tasapainotus on tarpeen ja on hyvä tarkastella lämmönjakolaitteiden uusintaa, koska tarvittava teho on pienempi
3. lämmönlähteen vaihtaminen polttoon perustuvasta laitteesta lämpöpumppuun --> lämmitysverkoston mitoitusperusteet muuttuvat --> lämmönjakoverkoston tasapainotus ja sen laitteiden uusinnan tarkastelu on suositeltavaa, jotta lämpöpumppu toimii optimaalisella lämpötila-alueella ja tuo ajatellut säästöt

Energiaremontin yhteydessä on hyvä huomoida seuraavat asiat:

1. Vanhaa rakennusta lisäeristettäessä tai ikkunoita vaihdettaessa olisi syytä tarkistaa jokaisen huoneen lämmöntarve. Olemassa olevan patterin lämpöteho on yleensä riittävä ja termostaatilla voidaan säätää haluttu huoneen lämpötila.
2. Vaihdettaessa lämmönkehitin esim. öljylämmityksestä kaukolämpöön, maalämpöön, poistoilmalämpöpumppuun tai ilmasta-veteen lämpöpumppuun on lämmitysjärjestelmän lämmönluovutusteho on tarkistettava vanhoilla veden mitoituslämpötiloilla ja verrattava uusiin veden mitoituslämpötiloihin. Saattaa olla, että lämmönluovuttimia joudutaan vaihtamaan esimerkiksi tehokkaampiin moderneihin pattereihin, jossa on levyjen välissä konvektiopeltejä, ja jotka luovuttavat saman lämmitystehon aikaisempaa lämpötilatasoa matalammilla lämpötilatasoilla.
3. Käytettäessä alhaisempia mitoituslämpötiloja on tärkeää, että lämmityspatteri on ikkunan levyinen, niin että ei synny kylmänvedon tunnetta.

Talotekniikkainfon ratkaisuhaualla löytyy useita artikkeleita [lämmitysjärjestelmän korjausrakentamiseen](#) [19] ja niihin voi tutustua korjausrakentamista suunniteltaessa.

Muita kuin taloteknisiä ratkaisuja rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen on esitetty paljon muualla. Hyviä lähteitä ovat esimerkiksi seuraavat:

- Energiatehokas rakennus, korjaaminen-osio esittelee pientalojen energiatehokkaan korjaamisen ratkaisuja <https://www.energiatehokaskoti.fi/korjaaminen> [20]
- Motivan Koti ja asuminen -osiossa on paljon tietoa energiatehokkuudesta ja sen parantamiseen liittyvistä toimenpidemahdollisuuksista. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen [21]

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Asunto-osakeyhtiön hallitus](#) [5]

[Isännöitsijä](#) [6]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

[Omakotitalo, 2000 eteenpäin](#) [12]

LVI-palvelu

[Ilmanvaihto](#) [15]

[Jäähdytys](#) [16]

[Lämmitys](#) [17]

[Muut remontit](#) [18]

Ilmanvaihto

Tarpeenmukainen ratkaisu koneellisen poistoilmanvaihdon hallintaan

Opastava teksti

Yleisesti poistoilmajärjestelmän toiminnasta

Tarpeenmukaisessa poistoilmajärjestelmässä muutetaan vanha olemassa oleva järjestelmä energiatehokkaammaksi vaihtoehdoksi. Poistoilmajärjestelmää käyttöön ottaessa vanhasta järjestelmästä poistetaan ajastimet, järjestelmä tehostaa ilmavirtauksia vain asukkaiden asumisen tarpeen mukaan. Automaattisella tasapainotuksella ja säädöllä pienennetään energian kulutusta. Asukkaan voidessa pienentää ja tehostaa ilmavirtoja voidaan e-luvun laskemisessa rakennuksen ulkoilmavirtana voidaan käyttää 0,4 dm³/(s m²) (Laskentaopas Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon huomioiminen energiatehokkuuden vertailuluvun (E-luvun) laskennassa 28.2.2018 -YM.).

Ratkaisussa ilmanvaihtojärjestelmän huippumuri varustetaan vakiopainesäätöisellä puhaltimella, Automaattisesti säätävillä poistoilmaventtiileillä sekä niitä ohjaavalla keskusyksiköllä. Järjestelmän painikkeilla voidaan joko vähentää tai tehostaa ilmanvaihdon tarvetta (esim. kotona/poissa -kytkin). Paineeromittareilla seurataan rakennuksen painesuhteita ulkovaipan yli. Järjestelmän toimintaa voidaan seurata pilvipalvelusta, josta kiinteistön ilmanvaihtoa on helppo lukea ja raportoida.

Järjestelmä mittaa sisäilmaa ja reagoi automaattisesti säätämällä venttiilin ilmavirtoja, aukaisemalla tai sulkemalla venttiiliä. Asuntojen ilmavirrat asetellaan ilmanvaihtosuunnitelmien mukaan, jonka jälkeen järjestelmä tasapainottaa itsensä suhteellisen säädön menetelmällä. Automaattinen kosteustehostustoiminto tehostaa ilmavirtaa kosteuden kohonneiden arvojen mukaan kuten esimerkiksi kylpyhuoneessa suihkuteltaessa.

Järjestelmän mittaama tieto pilvipalvelussa antaa kiinteistön sisäilmaston hallintaan analytiikkaa ja tarvittaessa myös hälytyksiä raja-arvojen merkittävistä, pitkäaikaisista ylityksistä ja alituksista sekä mittaussuureiden muutoksista. Kiinteistön hallinnan kannalta tärkeimmät reagoitavat asiat tulevat huoltoliikkeelle tai kiinteistön edustajalle heti tietoon.

Tarpeenmukaisen poistoilmajärjestelmän osat

Poistoilmajärjestelmän keskusyksikkö

Tarpeenmukaisen poistoilmajärjestelmän keskusyksikkö sijoitetaan kuivaan paikkaa, jossa se on mahdollista liittää sähköverkkoon. Järjestelmän keskusyksikkö liittyy tiedonsiirtoverkoon, jonka välityksellä älykkäiden päätelaitteiden tieto liikkuu keskusyksikölle. Keskusyksikkö analysoi mittaustietoa ja lähettää ohjausjärjestelmästä käskyjä venttiileille ja jälleen pilvipalveluun. Keskusyksiköitä tarvitaan kohteen

rakennus-, rappu-, asunto- ja venttiilimäärästä riippuen 1 keskusyksikkö n. 100 venttiiliä kohti.

Kohteen IV järjestelmän mukaan venttiilit jaetaan puhallin ryhmiin. Jokainen puhallin muodostaa oman ryhmänsä (vrt. Puhallin vs. rappu). Myös rappukohtaisia pystylinjoja voidaan käsitellä omina ryhminään ja niitä voidaan hallita omina ilmanvaihtoalueina.

Itsestään säätyvät poistoilmaventtiilit

Tarpeenmukaisessa poistoilmajärjestelmässä itsestään säätyvät venttiilit voivat olla täysin langattomia. Ne voivat saada virran Li-ion akkuperustoista ja viestiä langattomassa paikallisessa tiedonsiirtoverkossa yhdessä järjestelmän keskusyksikön kanssa. Älykkäät venttiilit mittaavat tietoa ja lähettävät sitä keskusyksikölle, joka tarvittaessa antaa venttiilille käskyn toteuttaa ilmavirran säätö. Jokaiselle venttiilille annetaan tavoiteilmamäärä, jota järjestelmä pyrkii pitämään. Venttiilit huolehtivat tavoiteilmamäärästä ympäri vuoden. Hormi-ilmiön muuttuessa, epätasapainoon mennyt järjestelmä tasapainotetaan automaattisesti ja tällöin venttiilit säätyvät tarvittavaan asentoon.

Venttiilit ja järjestelmä mittaa mm:

- Järjestelmä mittaa paine-eroa rakennusvaipan yli
- venttiilien ilmamäärä (l/s)
- huoneilman lämpötilaa (°C)
- huoneilman kosteutta (RH %)
- painetta (Pa)
- paine-eroa (?Pa)
- absoluuttista kosteutta (g H₂O/ kg ki)
- Automaattinen tehostustoiminto nostaa ilmamäärää tarpeenmukaan(esim 30%), kun kosteus nousee yli raja-arvon.
- Keittiön ilmavirran tehostuminen ruoan laiton ajaksi painikkeella, tarpeen mukaan määräysten mukaisesti 25 l/s.

Poistoilmajärjestelmän asuntokohtaiset säätöpainikkeet

Tarpeen mukaiseen poistoilmajärjestelmään on saatavilla asuntokohtaisia ilmavirtojen ohjauspainikkeita. Painikkeella voidaan sekä tehostaa ilmavirtaa että vähentää ilmavirran tarvetta asukkaan tarpeen mukaisesti. Painikkeella on olennainen merkitys ilmanvaihdon säätämisessä asuntokohtaisesti ja tällä on vaikutus ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutukseen.

Keittiön ilmavirran tehostus

Keittiön tehostustoiminnalla asukas voi halutessaan tehostaa keittiön ilmanvaihtoa. Painiketta painamalla keittiön venttiili aukeaa ja ilmavirta tehostuu, jolloin ruoan käryt ja vesihöyry poistuvat tilasta tehokkaammin.

Kotona/Poissa -tila

Kotona/ Poissa painikkeen aktivointi joko tiputtaa mitoitettua ilmavirtaa tai tehostaa sitä asukkaan oman toiveen mukaan poistuessaan asunnosta tai palatessaan asuntoon. Tällä toiminnolla on merkittävä vaikutus

ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutukseen (Vrt. 60% mitoitusilmavirrasta)

Paine-eroanturit

Paine-eroantureilla mitataan rakennuksessa ulkovaipan tai asunnon ja rappukäytävän välillä. Paine-eromittauksessa suositellaan käytettävän paine-eromittareita yleisesti tunnustettujen ohjeiden mukaisesti eli 2+2 periaatteella/ rakennus (2 eri kerrokseen ja 2 eri julkisivulle, hallitseva tuulensuunta huomioiden). Paine-eroantureiden mittaama tieto on luettavissa pilvipalvelusta, jossa mm. rakennuksen painesuhteiden tilaa on helppo tulkita yhdellä näkymällä.

Rakennuksen paine-erot tarpeenmukaisessa poistoilmajärjestelmässä

Rakennuksen ulkovaipan yli asennetaan paine-eronmittaus järjestelmän paine-eroantureilla. Paine-eroanturit asennetaan asuinhuoneistoihin niin, että paine-eromittarista johdetaan ulkovaipan yli mittaletku ulos. Haluttaessa paine-eroa voidaan myös mitata asunnon ja rappukäytävän väliltä, jolloin rappukäytävän painesuhteita voidaan myös tarkkailla.

- Koneellinen poistoilmajärjestelmä ei saisi olla alipaineinen yli -10 Pa enempää, järjestelmästä voi lukea tietoa painesuhteiden tilasta
- Suositeltu määrä antureita min. 4 kpl. 2 eri kerroksessa (ylin ja alin) ja kahdella eri ilmansuunnalla (miehellään 1 hallitseva tuulensuunta)
- Paine-eroanturit kalibroitava fyysisesti
- Järjestelmä tarkkailee paine-eroa ja huomauttaa ja liian suurista mahdollista terveyshaittaa aiheuttavista paine-eroista
- Kun venttiilikohtaiset ilmavirrat ovat olleet kaukana tavoitteesta pysyvästi, järjestelmä ymmärtää olosuhteiden muuttuneen ja laukaisee automaattisen suhteellisen säädön rakennuksessa ja pyrkii palauttamaan ilmanvaihdon suhteellisen tasapainon.
- Järjestelmä huomaa mahdollisen puutteellisen korvausilman saannin
- Järjestelmälle voidaan antaa hälytysarvot vaipan pane-erojen raja-arvojen ylittymisestä mittaajaksolla, jolloin kiinteistönhallinnassa on helppoa ymmärtää sekä järjestelmän alimitoitettu korvausilmansaanti ja siihen liittyvät korjaustarpeet.

Pilvipalvelut

Pilvipalvelut ilmanvaihtojärjestelmissä on suunniteltu palvelemaan kiinteistön hallintaa sisäilmaston ja ilmanvaihdon osalta. Järjestelmästä on saatavilla mittaustietoa sekä mittaushetkeltä, kuluvalta kuukaudelta sekä aikaisemmilta kuukausilta. Järjestelmässä on avoimet rajapinnat mm. taloautomaatioon.

Mittaustietoa voidaan hyödyntää mm. seuraavien asioiden tutkimiseen ja huomioimiseen:

- Ilmanvaihdon yleistila (päällä, ilmavirrat asuntokohtaisesti jne)
- Ilmavirtojen tehostustarve ja tehostusjaksot
- Viitteelliset lämpötilatiedot
- Kosteusarvot ja muutokset
- Rakennuksen painesuhteet

- IV järjestelmän huollon tarve

Pilvipalvelussa voidaan antaa jokaiselle kohteelle kohteen tiedot yhteystietoineen, rakennus, rappu, venttiili, puhallin, keskusyksikkö ja paine-eroventtiilitietoineen. Jokaiselle kohteelle annetaan asiakkaan toiveen mukaiset raja-arvot seurantaan ja hälytyksiä varten. Raja arvojen ylityksestä järjestelmä lähettää ilmoituksen tarvittaessa toimenpiteitä varten (ns. huoltohälytykset).

Raja-arvot ja hälytykset

- Lämpötila, pysyvästi muuttuneet asumisterveysasetuksen mukaiset raja-arvot toimenpiteille (ja selvästi liian suuret lämpötilat esim. 50 °C)
- Kosteus, suhteellinen kosteus ja absoluuttinen kosteus, raja-arvot mm. asumisterveysasetuksen mukaan ja oman toiveen mukaan esim. 3-7g/Kg.” yksikkö on 3-7 gh20 / kgki (ki = kuivaa ilmaa) hälytys pysyvästi kohonneesta absoluuttisen kosteuden arvosta, joka voi olla tulos vesivahingosta
- Ilmamäärä, Suunniteltujen ilmavirtojen poikkeaminen pysyvästi yli sallitun poikkeaman (asuntokohtainen poikkeama max. 10%)
- Venttiilin virtalähde, jännitteen väheneminen ja loppuminen, hälytys tai tieto raporttiin
- Venttiilin yhteys radioverkkoon, ei yhteyttä laitteeseen, hälytys tai tieto raporttiin

Järjestelmästä on saatavilla olosuhderaportti, jolla saa nopeasti yhdellä silmäyksellä koko kohteen/rakennuksen ilmanvaihdollisen tilan sekä huomiota kaipaavat asiat. Olosuhderaportti lähetetään kerran kuukaudessa toivottuun sähköpostiin esimerkiksi kiinteistön omistajalle tai sen edustajalle.

Huolto ja kunnossapito

Ilmanvaihtojärjestelmä likaantuu ajansaatossa ja kaikki järjestelmän osat tulee huoltaa ilmanvaihdon toimintakunnon säilyttämiseksi. Tarpeenmukaisen ja älykkään järjestelmän tuottamaa mittaustietoa hyödyntämällä voi ilmanvaihtojärjestelmän likaantumista seurata (paine-ero venttiileillä kohoaa, kun venttiilit likaantuvat). Ilmanvaihtojärjestelmän yhteydessä tai asukkaan toimenä venttiilin voi ajoittain puhdistaa imuroimalla ja pyyhkimällä nihkeällä. Venttiilejä ei saa pestä vedessä.

Poistoilmajärjestelmän suositeltu huoltoväli on n.5 vuotta. Huoltovälin määrittelee tarkemmin paristonkesto. Määräaikaishuollossa venttiilien paristot vaihdetaan uusiin.

Tarpeenmukaisen poistoilmajärjestelmän toiminta poikkeustilanteissa

- Ulkoisten paine-erojen muutoksien vaikutukseen on viive, jossa muutosta seurataan. Mikäli muutos on pitkäikäinen, niin järjestelmä mukautuu muutokseen. Kosteuteen ja lämpötilaan reagoidaan välittömästi.
- Kun ulkolämpötilat muuttuvat pitkällä mittausjaksolla ja ilmamäärät venttiileillä muuttuvat pysyvästi, järjestelmä toteuttaa suhteellisen tasapainotuksen.
- järjestelmä huomaa pitkät kosteusjaksot ja tehostaa tarvittaessa ilmanvaihtoa automaattisen tehostustoiminnon käynnistämällä: Tehostustoiminto menee päälle heti kun kosteus on yli raja-arvon ja loppuu vasta, kun kosteus on laskenut.
- Yhteyden tai sähkösaannin häiriötilanteessa venttiilit jäävät paikoilleen ja muuttuvat siten ”perinteisiksi” passiivisiksi päätelaitteiksi. Keskusyksikkö käynnistyy uudelleen ja palautuu normaalitilaan. Häiriötilanteessa keskusyksikköä voidaan ohjata etänä esimerkiksi uudelleenkäynnistymään.
- Mikäli etäyhteys eli rakennuksen ulkopuolinen verkko kaatuu, kiinteistön sisäinen järjestelmä toimii itsenäisesti. Kaikki normaalit toiminnot toimivat. Mahdollisesti häiriötilanteessa mittausdataa voi

kadota häiriön ajalta.

- venttiilit toimivat savunrajoittimena savunrajoitin ehtojen mukaisesti, tarvittaessa. Testeistä on oltava luotettava selvitys.
- Voi hälyttää merkittävästä lämpötilanoususta (yli 50 °C).
- Ilmoittaa pariston virran loppumisesta.
- järjestelmän langaton tiedonsiirtojärjestelmä ei häiritse muita langattomia verkkoja ja se on yleisesti käytetty ja turvallinen taajuudeltaan ja voimakkuudeltaan.
- Asukkaan aiheuttama vahinko. Venttiili voidaan tukkia tai irroittaa, järjestelmä huomaa muuttuneet tiedot (mm. ilmavirtojen romahdus) ja lähettää huoltokutsun/ tiedon yhteysosoitteeseen.
- ilmanvaihdon venttiili on hiljainen eikä häiritse äänellään asumista.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Asunto-osakeyhtiön hallitus](#) [5]

[Isännöitsijä](#) [6]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

LVI-palvelu

[Ilmanvaihto](#) [15]

Huippuimurin tai painovoimaisen ilmanvaihdon korvaaminen tulo-poisto -ilmanvaihtolaitteella

latest change 24.03.2021, version id 5481, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Kun vanhaan taloon tehdään energiaremonttia, täytyy talon ilmanvaihto suunnitella uudestaan.

Ilmanvaihtojärjestelmä on käytävä läpi huolellisesti, jotta korvausilman määrä ei jää riittämättömäksi. Sekä energiatehokkain että asumismukavuutta eniten kohentava vaihtoehto on hankkia moderni, koneellinen tulo-poisto-ilmanvaihtojärjestelmä, joka hoitaa ilmanvaihdon hallitusti.

Konseptin soveltuvuus:

- Korvaa minkä tahansa huippuimuripohjaisen tai painovoimaisen ilmanvaihtoratkaisun
- Sopii pienimmästä suurimpaan omakotitaloon

Toteutukseen tarvitaan:

- Ilmanvaihtosuunnittelija
- Tulo-poisto-ilmanvaihtolaite ja taloon suunniteltu ilmanvaihtokanavisto
- Aikaa kanaviston rakentamiseen ja laitteen asennukseen 1-1,5 viikkoa

Miksi tulo-poisto-ilmanvaihtolaite kannattaa hankkia?

Mitä energiatehokkaampi rakennus, sitä vaikeampaa on saada aikaan haluttu sisäilmaston taso ilman koneellista ilmanvaihtoa ja ilmastointia. Korjausrakentamisessa talon ulkovaippa muuttuu tiiviimmäksi muun muassa uusien ikkunoiden myötä. Painovoimainen ilmanvaihto ei riitä vaihtamaan kohteen ilmaa tarpeeksi tehokkaasti. Pelkän koneellisen poiston (huippuimuri) ratkaisuisa haasteelliseksi taas tulevat lämmön talteenotto, vedoton ilmanjako ja korvausilman saanti. Jos korvausilmaa alkaa vuotaa hallitsemattomasti rakenteiden läpi, se voi tuoda mukanaan hajuja, mikrobeja ja niiden tuottamia haitallisia yhdisteitä.

Tulo- ja poistoilmanvaihdossa sekä tuloilman että poistoilman määrää hallitaan koneellisesti. Kun ratkaisuun liitetään ilmastointi, tuloilmaa voi kostuttaa tai kuivattaa, jäähdyttää ja lämmitteä. Sisäilman laatua mittaavien antureiden avulla sisäilman voi pitää ennalta määrättyssä tilassa ulkoisten olosuhteiden tai käytön muutoksista riippumatta.

Tiiviissä talossa koneellinen ilmanvaihto varmistaa myös rakenteiden toimivuuden. Ilmanvaihdon täytyy pitää tiiviin talon sisätilat tasapainossa tai hieman alipaineisina, jotta seinärakenteen sisään ei missään olosuhteissa pääse kylmässä tiivistyvää kosteutta. Tehokkaimmin tämä varmistetaan käyttämällä ilmanvaihtoon pelkästään koneellista ilmanvaihtojärjestelmää.

Tulo-poisto-laitteen hankinnan hyödyt

Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon etu asukkaille on tuloilman tehokas suodatus ja käsittely, jolloin sisään puhallettu ilma on mahdollisimman terveellistä. Ilmastoiduissa tiloissa saavutetaan tasaisen hyvät sisäolosuhteet ja miellyttävä, turvallinen ja terveellinen sisäilma säästä, vuodenajasta tai käytöstä riippumatta.

Energiankulutuksen näkökulmasta etuna on, että hukkalämmön osuus talon energiankulutuksesta pienenee, kun poistoilman lämmön voi ottaa talteen ja hyödyntää talon lämmityksessä. Huippuimuriin tai painovoimaiseen järjestelmään verrattuna laitesähkön kulutus kasvaa, sillä puhaltimet kuluttavat sähköä. Sen sijaan talon kokonaisenergiankulutus pienenee verrattuna tilanteeseen, jossa ilmanvaihto on ollut riittävää, mutta lämpöä ei ole otettu talteen.

Laitteen rakenne ja toiminta

Tulo-poisto-ilmanvaihtojärjestelmään sisältyvät:

- lämmön talteenotolla, lämmityksellä ja suodatuksella varustettu ilmanvaihtokone
- ilmanvaihtokoneen ohjauspaneeli
- äänenvaimentimet
- ilmanvaihtokanavisto ja sen osat
- kanaviston päätelaitteet
- kanavaeristeet
- ulospuhallusilmalaitteet ilman puhaltamiseen ulos rakennuksesta
- ulkoilmalaitteet ilman sisäänottamista varten

Tulo-poisto-laitteeseen perustuvassa ilmanvaihdossa poistoilma imetään poistoilmakanavaa pitkin ilmanvaihtokoneelle. Lämmityskaudella poistoilmasta siirretään lämmönsiirtimen avulla lämpöä sisään otettavaan, suodatettuun ulkoilmaan ja se puhalletaan tulopuhaltimella huonetiloihin. Lämmön talteenoton jälkeen ulos puhallettava ilma puhalletaan poistopuhaltimella katolla tai ulkoseinässä olevan ulospuhalluslaitteen kautta ulos.

Ilmanvaihtoa täytyy käyttää suunnitellulla tasolla, jotta sisäilman laatu on hyvä eikä energiaa käytetä turhaan. Koneellisen ilmanvaihdon on hyvä olla aina päällä – varsinkin nykyaikaisessa, tiiviissä rakennuksessa. Myös tyhjässä rakennuksessa sisäilmaan pääsee ainakin rakennusmateriaaliperäisiä

epäpuhtauksia. Jos ilmanvaihto ei ole päällä, kasvaa näistä sisäilmaan tulevien aineiden pitoisuus sisäilmassa mahdollisesti haitallisellekin tasolle



Tulo-poisto-laitteeseen perustuvassa ilmanvaihdossa tuloilmaventtiilit sijaitsevat oleskelutiloissa ja poistoilmaventtiilit keittiössä sekä wc- ja kylpyhuonetiloissa.

Ilmanvaihdon suunnittelu ja laitteen valinta

Ilmanvaihtolaite mitoitetaan ja valitaan siten, että varmistetaan hyvä sisäilmaston laatu ja oikea lämmitys- ja jäähdytysteho. Pelkästään ilmanvaihdon tarvitsemilla ilmamäärillä ei oleskelutiloja voi juurikaan jäähdyttää vaan pikemminkin viilentää eli hidastaa lämpötilan nousua kuumina päivinä. Mikäli valitaan jäähdyttävä laite, teho ja kanavat on mitoitettava jäähdytyskäytön perusteella. Järjestelmä suunnitellaan ja toteutetaan siten, että lopputuloksena on tasapainoinen ja hiljainen ilmanvaihto niin perusilmanvaihdossa kuin jäähdytyskäytön tehostetussa ilmanvaihdossakin.

Ilmanvaihtosuunnittelija suunnittelee kanaviston ja valitsee sopivan laitteen.

Laitteen ja kanaviston asennus

Uuden kanaviston rakentaminen on suunniteltava ja toteutettava huolella. Kanaviston suunnittelussa täytyy ottaa huomioon kanaviston koko ja korvausilman riittävyys:

- Jos huippuimuria varten rakennetun metallisen kierresaumakanavan halkaisija on riittävän suuri ja kanavisto on hyvässä kunnossa, sopii se puhdistuksen jälkeen ulospuhallusilmakanavistoksi tulo-poisto-laitteellekin. Tuloilmakanavisto täytyy rakentaa tapauskohtaisesti.
- Jos korvataan painovoimaista ilmanvaihtoa, rakennetaan kokonaan uusi kanavisto sekä poisto- että tuloilmalle.

Ilmanvaihtokanaviston toteutukseen on useita eri ratkaisuja:

- metalliset, pyöreät kierresaumakanavat
- pyöreät muovikanavat, joilla halkaisijat samat kuin metallikanavilla
- taipuisat, pyöreät tai litteät muovikanavat, joilla poikkipinta-ala pienempi ja joita voi laittaa useamman rinnakkain

Kanaviston asennusta suositellaan höyrysulun sisäpuolelle lämpimään tilaan, mutta sen voi asentaa myös kylmälle ullakolle. Kanavat täytyy eristää asianmukaisella tavalla, jotta vettä ei kondensoidu kanavien ulkopintaan tai sisälle. Tuloilma ei saa myöskään turhaan lämmentä kesällä tai jäähtyä talvella. Lisäksi on käytettävä tehokasta höyrysulkua, jotta kosteus ei pääse tunkeutumaan eristeeseen. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää valmiiksi eristettyjä kanavia.

Suunnittelija määrittää kanaviston eristeet ja laitteiston asennusohjeista löytyy neuvoja oikeaoppiseen eristykseen asennuspaikasta riippuen. Itse laitteisto asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Laitteen toiminta poikkeustilanteessa

Mahdolliset lisävarusteena hankittavat sulkupellit sulkeutuvat ja estävät ulkoilman pääsyn laitteeseen sähkökatkon aikana. Katkon jälkeen laite käynnistyy katkoa edeltäneeseen tilaan.

Ulkoilman ollessa erittäin kylmää käytetään tarvittaessa huurteenestoa. Huurteenesto voidaan toteuttaa joko esilämmittämällä laitteelle tulevaa ulkoilmaa tai rajoittamalla lämmön talteenoton tehoa. Huurteenesto ei kasvata rakennuksen alipainetta mutta lisää lämmitystehon tarvetta.

Ulkoilman ollessa erittäin lämmin lämmönsiirrintä käytetään viileyden talteenottoon silloin, kun sisäilman lämpötila on alhaisempi kuin ulkoilman lämpötila.

Mikäli olosuhteet ovat sellaiset, ettei tarvita lämmön tai viileyden talteenottoa, lämmönsiirto keskeytetään joko ohjaamalla laitteelle tuleva ulkoilma lämmönsiirtimen ohi tai pyörivässä lämmönsiirtimessä pysäyttämällä lämmönsiirtimen liike.

Laitteen huolto ja kunnossapito

Ilmanvaihtojärjestelmän likaantuminen haittaa sen normaalia toimintaa, sillä ilma kulkee huonosti likaisessa kanavistossa ja lämmön talteenoton hyötysuhde laskee.

Vaihda ilmanvaihtojärjestelmän likaantumisen estämiseksi ja riittävän ilmamäärän varmistamiseksi vaihda suodattimet 2-3 kertaa vuodessa ja tee samassa yhteydessä laitteelle yleinen puhdistus sekä tarkasta sen toiminta. Pidä mahdolliset ilmankostuttimet puhtaina, jottei niihin kasva mikrobeja.

Lämmöntalteenottokenno on hyvä pestä kerran vuodessa. Ilmanvaihtokanaviston puhdistusta suositellaan 5-10 vuoden välein ammattilaisen tekemänä. Tarkemmat työohjeet löydät laitteen omasta ohjekirjasta.

Yhteenveto

Korjausrakentamisen yhteydessä talosta tulee tiiviimpi, jolloin myös riittävä ilmanvaihto on syytä varmistaa. Huippuimuriin tai painovoimaisuuteen pohjautuva ilmanvaihto ei välttämättä toimi halutulla tavalla, eikä tavoiteltua energiatehokkuutta ja hyvää sisäilmaa näillä saavuteta.

Tulo-poisto -laitteeseen perustuvalla ilmanvaihdolla voi korvata minkä tahansa huippuimuripohjaisen tai painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän. Kun vanha ilmanvaihtojärjestelmä korvataan, on varmistettava, että kanaviston koko on riittävä hyvän ja terveen sisäilmaston aikaansaamiseen.

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto suodattaa ja käsittelee tuloilman, jolloin sisäilma on asukkaille mahdollisimman terveellistä. Suurin osa poistoilman lämmöstä saadaan hyödynnettyä talon lämmityksessä, mikä pienentää näin lämmitysenergian kokonaiskulutusta.

Kiinteistölle sopivan ratkaisun kartoittamiseen ja suunnitteluun käytetään ammattimaista ilmanvaihtosuunnittelijaa.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

LVI-palvelu

[Ilmanvaihto](#) [15]

Radiaattori tuloilmalaitteena

latest change 13.01.2021, version id 5373, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Ilmanvaihdon tarkoituksena on ylläpitää rakennuksessa terveellisiä sisäolosuhteita: tuoda puhdasta ulkoilmaa vedottomasti tiloihin, joissa ihmiset oleskelevat ja poistaa sisäilmaa, jossa on epäpuhtauksia, kosteutta ja hengityksen tuottamaa hiilidioksidia tiloista, joista on ilman poisto. Se, kuinka tehokkaasti, vähällä energiankulutuksella, äänettömästi ja vedottomasti ilmanvaihto tapahtuu, riippuu ilmanvaihtojärjestelmän ominaisuuksien lisäksi rakennuksen ilmatiiviysominaisuuksista.

Koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä on Suomen rakennuskannassa yleisimmin käytössä oleva mekaaninen ilmanvaihtojärjestelmä. Vanhemmassa talokannassa myös ilmanvaihtohormeilla toteutettu painovoimainen ilmanvaihto on yleisesti käytössä. Uudemmassa talokannassa, lähinnä 2000-luvun alun jälkeen, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä on yleistynyt.

Erityisesti vanhojen kerrostalojen ilmanvaihdon kehittäminen on energiatehokkaan korjausrakentamisen keskeinen osa-alue. Useimmiten painovoimaiset järjestelmät muutetaan koneellisiksi poistoilmajärjestelmiksi ja olemassa olevat poistoilmajärjestelmät kunnostetaan. Lämmöntalteenotto tapahtuu lämpöpumpun avulla poistoilmasta lämmitys- ja käyttöveteen. Koneelliseen tulo- ja poistoilmajärjestelmään siirrytään harvemmin rakennusteknisistä- ja kustannussyistä.

Painesuhteet ja rakennuksen tiiviiden vaikutus ilmanvaihdon toimivuuteen

Rakennusvaipan, ulkoseinien, yläpohjan, alapohjan, ikkunoiden, ulko-ovien ja niiden saumojen ja liitosten ilmatiiviydellä on suuri merkitys ilmanvaihdon toimintaan. Mikäli rakennusvaippa on epätiivis, kulkee ilma hallitsemattomasti rakennusvaipan epätiivisyyden lävitse, eikä tarvittavia ilmanvaihtomääriä saavuteta tiloissa, joissa ilmanvaihtoa tarvitaan. Hallitsematon ilmanvaihto rakenteiden lävitse voi tuoda epäpuhtauksia sisäilmaan. Toisaalta, jos ulkoilman tuontia ei ole järjestetty tai tarvittavan ilmavirran tuonti vaatii kohtuuttoman alipaineisuuden, lopputulos on vastaavanlainen kuin epätiivisiin rakennusvaipan tapauksessa ja tarvittavaa ilmanvaihtoa ei saavuteta. Yleisenä asumisterveydellisistä syistä asetettuna tavoitearvona pidetään 0.5 1/h ilmanvaihtoa (0,35 ltr/s/m²), eli rakennuksen ilma vaihtuu kerran kahdessa tunnissa.

Vanhoissa rakennuksissa vallitsee usein molemmat ongelmat, sekä epätiiviyys että puutteet ulkoilman sisään tuonnissa. Toisaalta tuloilma, eli huoneeseen tuotua ulkoilma, jota ei ole esilämmitetty aiheuttaa vedon tunnetta varsinkin talviaikaan ja tästä syystä tuloilmaventtiilejä tahallisesti myös tukitaan.

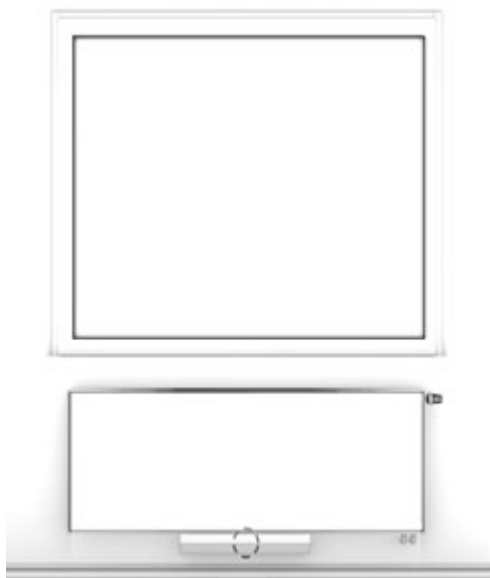
Uudis- ja korjausrakentamisessa kiinnitetään huomiota rakennuksen ilmatiiviyteen ja ilmatiiviyys määritetään rakentamisvaiheessa painekoemenetelmällä. Testin avulla voidaan määrittellä rakennuksen ilmanvuotoluku q_{50} (m^3/hm^2), johon verraten voidaan arvioida rakennuksen/huoneen ilmanvaihdon tehokkuus eli käänteisesti vuotoilmamäärät.

Energiatehokkuusluokkaan A tavoitearvona voidaan pitää, että rakennuksen ilmanvuotoluku q_{50} olisi alle $0.6 \text{ m}^3/\text{hm}^2$. Normaalirakentamisessa tavoitetasona voidaan pitää ilmanpitävyyttä q_{50} alle $1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$. Tätä epätiivimmissä rakennuksissa vuotoilman osuus on vastaavasti korkeampi, mistä seuraa, että vetoisuus lisääntyy ja energiatehokkuus heikkenee. Pientalon ilmatiiviyden tulisi olla tätäkin parempi, koska pientaloissa ulkovaippaa suhteessa tilavuuteen on tyypillisesti enemmän kuin kerrostalossa. Kohtuullisen tiiviissä kerrostaloissa vuotoilman osuus jää alle 10% ja omakotitaloissa noin 20 % kun tuloilmajärjestely on matalapaineinen. Suosituksena voidaan pitää, että mitoitusilmavirrat saavutetaan alle 15 Pa paine-erolla ja, että tätä suurempaa paine-eroa ei ylitetä edes ilmanvaihdon tehostusaikoina.

Yleisesti ottaen puutteet rakennusvaipan tiiviydessä ja huonosti hoidettu tuloilmajärjestely heikentää kaikenlaisten ilmanvaihtojärjestelmien toimivuutta ja nostaa energiakustannuksia.

Radiaattori tuloilmalaitteena

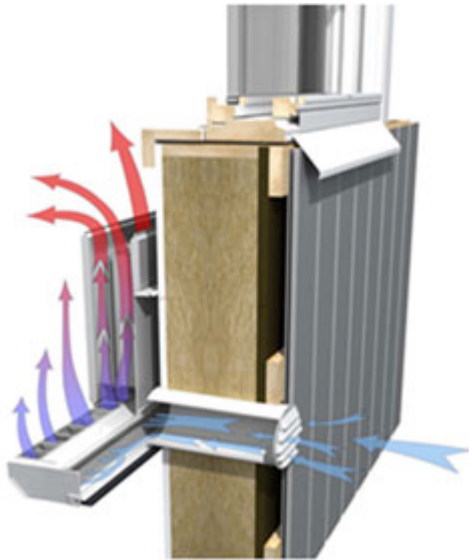
Tuloilmaradiaattori on kehitetty matalapaineisiin koneellisiin poistoilmavaihtojärjestelmiin sekä hybridi-ilmanvaihtojärjestelmiin. Siinä ulkoseinässä olevan ilmanakanavan kautta tuleva ulkoilma ohjataan paneeliradiaattoriin yhdistetyn tuloilmalaitteen kautta huonetilaan. Tuloilma on tällöin suodatettu ja lämmitetty (Kuva 1.)



Kuva 1. Tuloilmaradiaattori on paneeliradiaattorin ja tuloilmalaitteen yhdistelmä

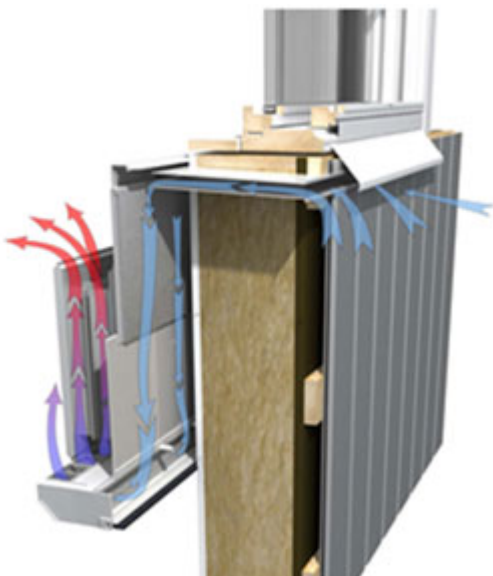
Tuloilmaradiaattori ja seinäkanavointi

Yleisimmin tuloilmaradiaattorin seinäkanavointina on suora pyörökanava kooltaan 100..160 mm. Erityisesti korjausrakentamisessa tällainen seinäreikä on yksinkertaista porata seinään ulkopuolelta. Porareikään asennetaan vastaavan kokoinen ilmakanava, joka tiivistetään sekä seinän ulkopintaan että sisäpintaan. Ilmakanava varustetaan ulkoritilällä. Kanavaan asennetaan tarvittaessa äänenvaimennin ja ilmavirtausrajoitin (Kuva 2).



Kuva 2. Leikkauskuva: Suora seinäkanava tuloilmaradiaattorin yhteydessä

Tapauksissa kun rakennuksen fasadiin ei voida tehdä rei'ityksiä, vaihtoehtona on sijoittaa ohut ja leveä suorakaidekanava ikkunakarmin ja vesipellin alle näkymättömiin. Ilma johdetaan huoneen puolella teleskooppikanavan avulla tuloilmalaitteeseen ja edelleen suodattimen ja radiaattorin kautta huoneeseen. Tällainen asennustapa onnistuu parhaiten ikkunaremontin/-vaihdon yhteydessä. Kuva 3.



Äänenvaimennus, suodattimet ja myrskysuoja

Parhaimmissa tuloilmaradiaattoreissa on tarjolla useita suodatinvaihtoehtoja kuten ePM1 70 % (F9), ePM1 50% (F7) ja karkeasuodatin. Suodattimen ominaisuudet vaikuttavat laitteiston painehäviöön, joten se pitää ottaa huomioon laitteiston mitoituksessa ja virtauksensäätoasetuksessa.

Ilmavirtarajoittimia käytetään rajoittamaan ilmavirtaa, kun esimerkiksi patopaine kasvaa tuulenpuoleisella seinällä myrskysäällä tai poistoilman imu kasvaa hormivaikutuksen takia kohtuuttomasti korkeassa rakennuksessa kylminä vuodenaikoina. Pyörökanavaan Ø100 mm on saatavana perhosventtiileitä, jotka rajoittavat ilmavirtausta, kun ilman nopeus ylittää määrätyn rajan.

Tuloilmaradiaattorin mitoittaminen

Tuloilmaradiaattorin mitoituksessa kiinnitetään huomio kolmeen osa-alueeseen: Huonetilan ja tuloilman tarvitsemaan lämmitystehoon, tarvittavaan paine-eroon ja ulkoäänien vaimennukseen.

Lämmönluovutus, mitoituslämpötilat, energiatehokkuus ja tuloilman lämpötila

Tuloilmaradiaattorin tehomitoitus perustuu huonetilan tehontarpeeseen. Johtumislämpöhäviöiden lisäksi lasketaan huoneeseen tuloilmavirran vaatima teho mitoitusolosuhteissa. Tuloilmavirta saadaan jakamalla huoneiston poistoilmavirtojen yhteismäärät tuloilmayksiköille. Esimerkiksi 85 m² huoneiston 0.5 1/h ilmanvaihto merkitsee 29.5 L/s, kun huonekorkeus on 2.5 m. Suosituksena on, ettei yhden tuloilmalaitteen kautta tuoda 12 L/s suurempaa tuloilmavirtaa, jotta painetasot pysyvät riittävän alhaisina. Eli tässä esimerkkitapauksessa tuloilmalaitteita tulee olla kolme, jolloin yksikkövirtaukseksi tulee $29.5/3 = 9.8$ L/s. Tämä vastaa kahden hengen makuuhuoneen ilmanvaihtotarvetta.

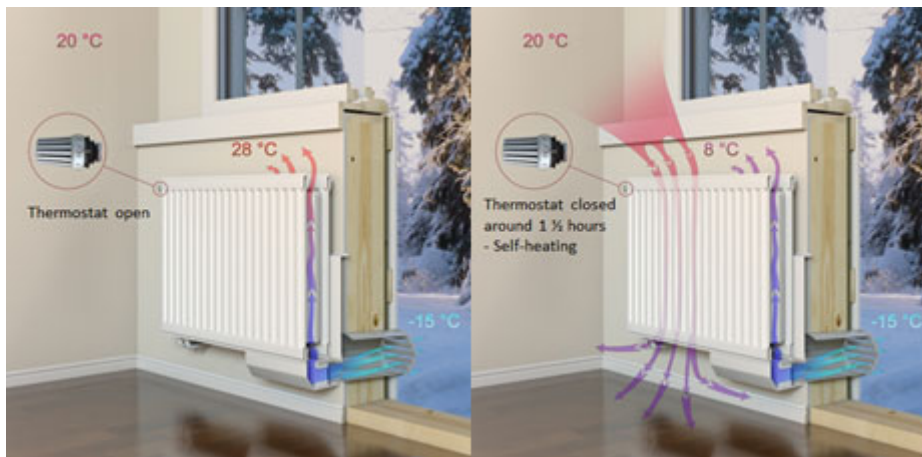
Yhteen radiaattoriin voidaan yhdistää useampia tuloilmalaitetta, kun tuloilmavirrat ovat tavanomaista suurempia. Tuloilmalaitteiden määrää rajoittaa radiaattorin pituus.

Tuloilmaradiaattorin lämmönluovutuskyky on merkittävästi parempi kuin tavallisen radiaattorin. Tämä johtuu ulkoilman ja radiaattorin lämpötilaerosta, joka on paljon suurempi kuin huoneen ja radiaattorin lämpötilaero. Tavallisille radiaattoreille tyypillisen kaukolämpömitoituksen 60/30/21°C (meno-/paluu-/huonelämpötila) sijaan voidaan samankokoiset tuloilmaradiaattorit mitoittaa 40/30/21°C lämpötiloilla ja vastaavasti lämpöpumppumitoituksesta 50/40/21°C voidaan siirtyä 40/30/21°C -mitoitukseen. Tästä on suuria energiatehokkuus- ja kustannushyötyjä, kun lämmönlähteenä on kaukolämpö tai lämpöpumppu, sillä saman lämmitystehon tuottaminen onnistuu em. esimerkin mukaan 20 astetta matalammalla menoveden lämpötilalla.

Suunnittelija mitoittaa tuloilmaradiaattorit niiden valmistajan tarjoamia mitoitusyökaluja käyttäen. Mitoitusohjelmat laskevat myös tuloilman lämpötilat. Mitoitussuosituksena patterin koolle on, että tuloilman lämpötila on mitoitusolosuhteissa vähintään huonelämpötila. Tämä johtaa käytännössä siihen, että tuloilma tulee oleskeluvyöhykkeelle vedotta.

Itselämpenemisominaisuus

Termostaatin sulkiessa radiaattorin vesivirran alkaa tuloilman lämpötila laskea. Kun tuloilmaradiaattorin lämpötila laskee tuloilman jäähtytysvaikutuksen takia alle huonelämpötilan, radiaattori alkaa absorboida lämpöä huoneesta käänteisen konvektion ja lämpösäteilyn avulla. Tämän itselämpenemisen ansiosta tuloilmaradiaattori kykenee pitämään tuloilman selvästi ulkolämpötilaa korkeampana. Kun radiaattori on mitoitettu oikein, lämpenee esimerkiksi -15°C asteinen ulkoilma 10 L/s virtauksella niin, että tuloilman lämpötila on alimmillaankin yli +8°C, kun vesivirta on ollut suljettuna noin 1 ½ tuntia. Kuva 4. Käytännössä termostaatti avautuu jo paljon aikaisemmin huonelämpötilan laskiessa alle asetusravon. – Eli oikein mitoitettussa tuloilma on aina esilämmitettyä.



Kuva 4. Kun radiaattorin lämpötila laskee alle huonelämpötilan, radiaattori alkaa absorboida huoneesta lämpöä, jolloin tuloilmakin lämpenee, kuva oikealla.

Toimivuus painesuhteiden kannalta

Kuten aiemmin on todettu, koneellinen poistoilmanvaihto tulee mitoittaa alhaisille painetasoille niin, ettei 15 Pa paine-eroa ylitetä ilmanvaihdon tehostustilanteessakaan. Tuloilmaradiaattorien virtausvastukset ovat alhaisemmat kuin useimpien kilpailevien tuloilmaratkaisujen. Esimerkki: Hyvälaatuisen tuloilmaradiaattorijärjestelmän kokonaispainehäviö ulkoa huonetilaan on 11 Pa, kun tuloilmavirtaus on 10 L/s ja käytössä on Ø100 seinäkanava, 75% avoin ulkoritilä ja suodatintyyppi F9. Vastaavasti jos käytetään Ø125 m seinäkanavaa kokonaispainehäviö on 8 Pa. Ilmavirta voidaan sekä säätää että tarvittaessa myös sulkea poikkeustapauksissa.

Mitoitus suoritetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Äänenvaimennus

Radiaattori ja sen tuloilmalaite ovat itsessään äänettämiä. Sen sijaan, kun laitteen oma äänenvaimennus, luokkaa 38-39 dB_A, ei riitä esimerkiksi raskaasti liikennöidyllä alueella, on käytettävissä äänenvaimennusholkkeja suoriin ilmanaviin. Sijoittamalla esimerkiksi Ø160 mm pyörökanavaan Ø100/160 mm äänenvaimennusholkki, voidaan päästä jopa yli 50 dB_A vaimennukseen.

Äänenvaimennustarpeen mitoittaminen perustuu ympäristöministeriön asetukseen rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017) Äänenvaimentimet ja niiden vaimennus on esitetty valmistajien teknisissä esitteissä.

Tuloilmaradiaattorin energiatehokkuus

Tuloilmaradiaattorin energiatehokkuus perustuu pääasiassa sen suureen lämmönluovutuskykyyn ja sen kautta mahdollisuuteen mitoittaa järjestelmä hyvin alhaisille vedenlämpötiloille. Matala patteriverkoston lämpötilataso konkretisoituu erityisesti hyötyinä lämmöntuotannon energiatehokkuudessa.

Tuloilmaradiaattorin pienen virtausvastuksen ansiosta tehokasta yöjäähdytystä voidaan hyödyntää kesäaikaan, kun käytössä on kierroslukusäätöiset poistoilmapuhaltimet. Raitisilmaradiaattori toimii myös jäähdytyslaitteena absorboiden lämpöä huoneesta esimerkiksi kevätaikaan, kun rakennukset sisäiset lämpökuormat ovat korkealla, ulkolämpötila alhainen ja termostaatti sulkee ylitäpänemisen takia vesivirran. Matalien lämpötilatasojen ansiosta myös lämmönjakoverkoston lämpöhäviöt ovat vähäisiä.

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Asunto-osakeyhtiön hallitus](#) [5]

[Isännöitsijä](#) [6]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

LVI-palvelu

[Ilmanvaihto](#) [15]

[Lämmitys](#) [17]

Vanhan LTO-laitteen korvaaminen uudella ilmanvaihtolaitteella

latest change 13.01.2021, version id 5376, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Ilmanvaihtolaitteiden tekniikka on ottanut viimeisen kymmenen vuoden aikana melkoisen harppauksen. Karkeasti voi laskea, että nykyaikainen ilmanvaihtokone kuluttaa jopa puolet vähemmän energiaa kuin vuosituhattonen vaihteen yleisimmät laitteet.

Laskennallinen säästö muodostuu kolmesta asiasta:

1. lämmön talteenoton hyötysuhde on parantunut,
2. sen myötä jälkilämmityksen energiantarve on pudonnut lähes olemattomiin ja
3. puhaltimien sähkönkulutus on puolittunut.

Lisäksi uusien koneiden ilmanlaatuun perustuva automaattinen ilmanvaihdon säätö voi tuoda vielä lisää säästöjä.

Uuden koneen lisähyötyjä ovat usein helpompi huollettavuus, hiljaisempi äänitaso ja parempi suodatus. Laitemallista riippuen koneisiin on tullut myös uusia ominaisuuksia, kuten

- kesä-talvi -automaatiikka,
- takkakytkin,
- huoltomuistutin,
- kehittyneempi jäätyminen esto tulopuhaltimen pysäyttelyn tilalle,
- tulo- ja poistoilmavirran suhteen säätö,
- kosteus- hiilidioksidi- ja viikkokello-ohjaukset sekä
- mahdollisuus liittää ilmanvaihtokone erilaisiin taloautomaatiojärjestelmiin ja ohjata sitä vaikka puhelimesta tai internetin kautta.

Uuden ilmanvaihtokoneen mitoitus

Ilmanvaihdon mitoitusperusteet ovat muuttuneet. Ohjeellista ilmanvaihtokerrointa nostettiin 0,4:stä 0,5:een vuonna 2012 ja huonekohtaisiin ilmavirtoihin tuli vielä vuonna 2019 uusia ohjeita, jotka joissakin rakennuksissa voivat kasvattaa kokonaisilmanvaihtoa. Vielä 90-luvulla ilmanvaihtokone saatettiin mitoittaa todella pieneksi, eikä suuriin taloihin sopivia ilmanvaihtokoneita ollut paljoa saatavillakaan. Koneen vaihdon yhteydessä voidaan käyttää rakennusajankohdan ohjeellisia ilmavirtoja, mutta mikäli tehdään laajempia rakennuslupaa tarvitsevia muutostöitä, niin ilmanvaihdon pitää täyttää nykyiset vaatimukset. Toki ilmanvaihtosaneerauksen tavoitteena pitää aina olla riittävä ilmanvaihto ja hyvä sisäilma.

Vaikka ilmavirtoja ei kasvatetakaan, uusi ilmanvaihtokone on usein ulkomitoiltaan vanhaa suurempi. Kokoa saattavat kasvattaa suurempi lämmönsiirrin ja muutenkin väljempi mitoitus, jolla pyritään alhaisempaan äänitasoon ja pienempään puhaltimien sähkönkulutukseen. Joidenkin aikansa suosituimpien ilmanvaihtolaitemallien tilalle on tarjolla vastaavilla kanavalähdöillä olevia korvaavia laitteita, mutta usein uuden ilmanvaihtokoneen kanavajärjestys on erilainen kuin vanhassa. Tämä johtuu mm. ristivirtakennojen korvaantumisella tehokkaammilla vastavirtakennoilla tai pyörivillä lämmönsiirtimillä ja kanavakokojen suurentumisesta.

Ilmanvaihtokanaviston muutostarpeet

Menneillä vuosikymmenillä saatettiin käyttää ratkaisuja, jotka nykytietämyksen mukaan eivät ole suositeltavia. Aluksi tulee tarkistaa venttiilien, säleikköjen ja muiden komponenttien ja ratkaisujen osalta, että ne ovat nykyvaatimusten mukaisia. Erityisesti tulee varmistaa, että ulkoilma otetaan nimenomaan ulkoa, eikä esimerkiksi ullakolta ja että ulospuhallusilma menee omaa kanavaa pitkin ulos. Samalla tulee tarkistaa, missä huoneissa ovat poistot ja missä tulot ja korjata näitä tarvittaessa. Makuuhuoneissa ja olohuoneissa tulee olla tuloilmaventtiilit ja märkätiloissa, keittiössä, WC:ssä, vaatehuoneessa ja muissa tiloissa, joissa syntyy epäpuhtauksia, on poistoventtiilit. Eteisessä ja käytävätiloissa ei yleensä tarvita venttiiliä lainkaan. Mahdollinen takan päällä oleva kiertoilmakanava tulee muuttaa tuloilmakanavaksi.

Mikäli liesikupu on yhdistetty ilmanvaihtojärjestelmään, kannattaa harkita erillisen liesituulettimen asentamista ja sen poiston johtamista suoraan ulos, koska sillä saavutetaan yleensä parempi kärynpoisto. Keittiöön tulee kuitenkin jättää jatkuva peruspoisto.

Viime vuosituhanella käytettiin yleisesti pienempiä kanavakokoja, joten pelkkä koneen vaihto isompaan ei välttämättä auta suurentamaan ilmanvaihtoa, vaan ainakin lähellä konetta olevat kanavat voi olla tarpeen vaihtaa suuremmiksi. Suurissa taloissa voi olla harkinnan arvoista jakaa talo kahteen vyöhykkeeseen, joissa kummassakin on oma ilmanvaihtokone. Silloin kanavakoon suurentaminen ei ole aina tarpeellista. Kanaviston äänenvaimennusta voi olla tarve parantaa.

Ilmanvaihtosaneerauksen yhteydessä tulee myös tarkistaa kanavien lämpöeristys. Tehokaskaan

lämmöntalteenotto ei toimi kunnolla, mikäli huoneesta poistettava ilma jäähtyy kanavissa ennen koneelle tuloa. Huonon eristyksen vuoksi myös ilmanvaihtokoneen lämmittämä ilma jäähtyy ennen huoneisiin puhaltamista ja aiheuttaa vedon tunnetta. Koska lämmöntalteenoton hyötysuhde on parantunut, ulos puhallettava ulospuhallusilma on uusilla koneilla huomattavasti kylmempää, joten jäteilmakanavan kondenssieristys pitää suunnitella huolellisesti ja tarvittaessa toteuttaa.

Mikäli ilmanvaihtokanavia ei ole puhdistettu lähiaikoina, niiden puhtaus pitää tarkistaa.

Järjestelmän käyttöönotto

Kun asennus on tehty loppuun, järjestelmä tulee ottaa käyttöön. Käyttöönottoon kuuluu mm. ilmavirtojen säätö, laitteen asetusten tarkistaminen ja käytön opastus. Käyttöönotosta tehdään pöytäkirja.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 2000 eteenpäin](#) [12]

LVI-palvelu

[Ilmanvaihto](#) [15]

Miksi ilmaa vaihdetaan?

latest change 11.12.2020, version id 5343, change: Created by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Ilmanvaihto on lähes itsestäänselvyys niin, ettei sen tarpeellisuutta edes tarvitse miettiä. Ilmanvaihtoa tarvitaan, jotta rakennuksen sisäilma olisi raikasta ja puhdasta.

Ilmanvaihdon ilmavirtojen mitoitus perustuu pitkälti viihtyisyyteen eli siihen, millä tavalla rakennusten käyttäjät kokevat sisäilman laadun. Ilmavirtojen mitoitusarvot on asetettu tutkimuksen ja kokemusperäisen tiedon perusteella ja ne kuvaavat siis sen puhtaan ulkoilmavirran, joka pitäisi tuoda oleskelutiloihin. Ulkoa tuotavan ilman on oltava puhdasta, mistä syystä ulkoilman ottamiseen tarkoitettujen laitteiden (säleiköt, venttiilit) sijoituspaikan on oltava sellainen, ettei ulkoilma ole pilaantunutta jo ennen sisälle tuomista. Ulkoa otettava ilma ei saa myöskään pilaantua kanavistossa tai korvausilmareitissä. Ulkoilmassa olevaa pölyä ja pienhiukkasia poistetaan suodattamalla tuloilmaa ennen sen tuomista oleskelutiloihin.

Sama ilmavirta, joka tuodaan ulkoa, täytyy tietysti poistaa ja poistoventtiilit sijaitsevat asunnoissa yleisesti keittiössä, pesutiloissa ja esimerkiksi vaatehuoneessa. Erityisesti painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän ja koneellisen poistoilmavaihtojärjestelmän tapauksessa on huomiota kiinnitettävä myös siihen, millä tavalla ulkoilma tuodaan oleskelutiloihin, ja millä tavalla varmistutaan siitä, että ilma pääsee esteettä virtaamaan oleskelutiloista niihin tiloihin, joista poistoilma johdetaan hormiin tai poistokanaviin.

Mikäli korvausilmareitit ulkoa oleskelutiloihin ovat tukossa tai tukittu, on riskinä, että korvausilma tulee hallitsemattomasti rakenteiden lävitse. Tästä voi olla seurauksena oleskelutilaan tuotavan ilman epäpuhtaudet ja haju. Esimerkiksi omakotitaloissa lattian alta tuleva korvausilma voi haista tai jopa sisältää radonkaasua.

Ilmavirtaa on kotikonstein hankala mitata ja lisäksi pitäisi pystyä mittaamaan sekä tuloilmavirtoja ja poistoilmavirtoja. Hajuaisti on hyvä keino arvioida ilmanvaihdon tehokkuutta. Tultaessa ulkoa sisälle talon oltua muutaman tunnin tyhjänä, olisi ilman oltava raikasta. Tunkkainen hajukokemus tai tunnistettavat

yksittäiset hajut tyhjän asunnon sisäilmassa ovat oire huonosta ilmanvaihdosta tai jostain hajua aiheuttavasta viasta asunnossa. Sisäilman tulisi olla hajutonta ja mahdollisen hajun syy olisi pystyttävä tunnistamaan ja tarvittaessa korjaamaan sen aiheuttava vika. Asumisessa syntyy väistämättä esimerkiksi ruuan laitosta hajuja, jotka oikein toimiva ilmanvaihto pystyy poistamaan melko nopeasti.

Viime aikoina on tullut tarjolle kuluttajakäyttöön tarkoitettuja hiilidioksidiantureita. Niiden antamaa mittaustietoa voi myös käyttää ilmanvaihdon toimivuuden arviointiin. Mikäli hiilidioksidipitoisuus ylittää 1500 ppm raja-arvon, on syytä selvittää ilmanvaihdon toimivuus. Raja-arvo ei ole täysin yksiselitteinen, sillä jos asunnossa on esimerkiksi paljon ihmisiä suhteessa siihen, mille henkilömäärälle ilmanvaihto on mitoitettu, voi raja-arvo ylittyä helposti. Raja-arvo voi ylittyä esimerkiksi myös vaikkapa siitä syystä, että asunnossa poltetaan kynttilöitä. Kynttilän poltosta syntyy hiilidioksidia, joka näkyy mittauksessa. Hiilidioksidin edellä mainittu 1500 ppm:n pitoisuus ei ole missään määrin vaarallinen pitoisuus. Raja-arvon ylittyminen on kuitenkin hyvä indikaattori ilmanvaihtuvuuden arviointiin.

Jäähdytys ja viilennys

latest change 22.10.2020, version id 5278, change: Created by juhani.hyvarinen.

Jäähdytyksen ja viilennyksen ero

latest change 13.01.2021, version id 5378, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Määritelmät

Asuntojen talotekniikkajärjestelmissä puhutaan oleskelutilojen kohdalla usein sekä jäähdytyksestä että viilennyksestä. Kyseessä ei kuitenkaan ole aivan samat asiat. Alla Talotekniikkainfon ratkaisut-osiossa käytetyt määritelmät.

Oleskelutilojen **jäähdytyksellä tarkoitetaan** järjestelmää, jolla asunnon sisälämpötila saadaan pidettyä haluttuna lähes kaikissa olosuhteissa.

Oleskelutilojen **viilennyksellä tarkoitetaan** pienitehoisempaa järjestelmää, jolla sisäilman lämpötilan nousua pyritään rajoittamaan tuloilman lämpötilaa laskemalla tai muilla viilennysjärjestelmillä. Suurten auringolta suojaamattoimien ikkunoiden, muiden asunnon sisäisten lämmönlähteiden tai korkean ulkolämpötilan aiheuttamaa sisäilman lämpötilan nousua ei voida kokonaan estää. Viilennys kohentaa kuitenkin asumismukavuutta leikkaamalla suurimmat lämpötilannousut ja mahdollisesti poistamalla sisäilmasta kosteutta.

Peukalosääntöjä

Alla olevassa luettelossa on vertailtu erilaisten jäähdytys- ja viilennysratkaisujen tehokkuutta ja suoran auringonpaisteen aiheuttamaa lämpökuormaa. Lukemat ovat parhaimmillaankin vain suuntaa-antavia ja tarkoitettu hahmottamaan jäädytystehon tarvetta joko viilennyksen tai jäähdytykseen. Täsmällisiä jäädytystehon arvoja on mahdotonta esittää myös siksi, että jäädytysteho on verrannollinen jäädyttävän pinnan ja jäädytettävän huoneen lämpötilaerosta. Hyvin lämpimässä huoneessa tietyn jäädytyslämpötilan tuoma teho on suurempi kuin vähemmän lämpimässä huoneessa.

- Suoran auringonpaisteen lämpökuorma kohtisuoraan aurinkoon päin olevalle tasolle voi keskipäivällä olla yli 900 W/m^2 , josta ikkunan läpi asuntoon tuleva määrä vaihtelee ikkunoiden suuntauksen, ikkunoiden pinta-alan, ikkunoiden ja rakennuksen auringonsuojaominaisuuksien sekä ympäristön varjostusten mukaan.
- Auringon lämmittävä vaikutus voi olla useita kymmeniä watteja lattianeliötä kohti tai jopa lähellä 100 W/m^2 ilman passiivisia auringonsuojaratkaisuja
- Lattiaviilennyksen jäädytysteho voi olla $20 - 40 \text{ W/m}^2$. Tehoa rajoittavat se, kuinka kylmältä lattia tuntuu, ja se, kuinka kylmä lattiassa kiertävä putki voi olla ilman riskiä jäädytysputken pinnalle tapahtuvasta kosteuden tiivistymisestä.
- Ilmanvaihdon viilennyksessä voidaan jäädytetyn tuloilman mukana tuoda jäädytystehoa noin 10 W/(litra/s) . Esimerkiksi kahden hengen makuuhuoneen mitoitusilmavirtana käytetty 12 ltr/s ilmavirta voisi tuoda jäädytystehoa noin 120 W . Jos makuuhuoneen mitat ovat 3×4 metriä olisi viilennyksen jäädytysteho pinta-alaa kohti ilmaistuna noin 10 W/m^2 .
- Ilmavirtaa voidaan ilmanvaihdon viilennyksessä kasvattaa jäädytystehon lisäämiseksi niin, että ilmanvaihdon kautta tuotava viilennyksen jäädytysteho voi olla luokkaa $10 \dots 20 \text{ W/m}^2$. Ilmavirran kasvattaminen on huomioitava kanavien ja päätelaitteiden mitoituksessa.
- Pelkästään tai ensisijaisesti jäädytykseen tarkoitettujen jäädytyslaitteiden (ilma-ilma lämpöpumput, ILPit) avulla jäädytystehoa voidaan saada enemmän. Tavallisimman kokoluokan ilmalämpöpumppu tuottaa jäädytystehoa noin 2500 W ja siitä seuraavaksi suurempi kokoluokka on noin 3500 W . Jäädytysteho ilmoitetaan monesti BTU-yksikköinä, jolloin jäädytystehot ovat vastaavasti 9 BTU ja 12 BTU .
- Lisää peukalosääntöjä jäädytyksen mitoittamiseen on esitetty RTS ohjekortissa 50-10910 Kesäaikaisten lämpötilojen hallinta asuinkerrostalossa. Kortista saa käsityksen tarvittavasta jäädytystehosta myös muita asuinrakennuksia ajatellen.
- Peukalosääntöjen sijasta kesäajan lämpötilojen tarkastelu on tehtävä muissa asuintaloissa kuin erillistaloissa ja rivitaloissa laskennallisesti osana rakennuksen suunnittelua, mutta siihen kannattaa kiinnittää huomiota asumismukavuuden vuoksi, vaikka määräykset eivät sitä vaatisikaan.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Asunto-osaakeyhtiön hallitus](#) [5]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

[Omakotitalo, 2000 eteenpäin](#) [12]

LVI-palvelu

[Jäädytys](#) [16]

Jäädytys osana omakotitalon ilmanvaihtolaitetta

latest change 13.01.2021, version id 5379, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Energiatohokkaassa talossa tarvitaan lämpiminä vuodenaikoina sisäilman viilennystä tai jäädytystä. Yksinkertaisimmillaan koko jäädytysjärjestelmä on asennettu koneellisen ilmanvaihtolaitteen sisälle.

Lämpimän ja viileän jakojärjestelmänä toimii ilmanvaihtokanavisto ja järjestelmään voidaan liittää myös sisäilman kuivatus.

Konseptin soveltuvuus:

- Vaihtoehto esimerkiksi porakaivosta johdetulle maaliuosputkistolle Omakotitaloihin, joiden koko on 100 m² tai suurempi johtuen kompressorikäytön minimi-ilmavirrasta

Toteutukseen tarvitaan:

- Ilmanvaihtosuunnittelija
- Jäähdyttävä ilmanvaihtolaite ja taloon suunniteltu ilmanvaihtokanavisto
- Aikaa kanaviston rakentamiseen ja laitteen asennukseen 1–1,5 viikkoa

Jäähdytys osana ilmanvaihtolaitetta

Ilmanvaihtolaitteen osana toteutettu jäähdytys jakaa viileyttä kaikkiin huoneisiin, joissa on ilmanvaihtokanaviston tuloilmaventtiili. Koneellinen jäähdytys tuottaa viileän tai kylmän ilman kompressorilla.

Jäähdytykseen ei tarvita erillistä ulkoilmayksikköä, joten kuluja tulee vain yhden yksikön asennuksesta. Laitteen voi asentaa myös paikkoihin, joissa julkisivumääräykset estäisivät ulkoyksikön käytön. Laitteen asennus ja käyttöönotto onnistuvat yleensä ilman erityisiä kylmäasennusoikeuksia.

Ilmavirran mukana tuotava jäähdytysteho voi käytännössä olla suuruusluokaltaan noin 9 W/(l/s) kun jäähdytysteho ilmoitetaan ilmavirtaan suhteutettuna. Esimerkiksi makuuhuoneessa tämä voisi olla 12 l/s ilmavirralla vähän päälle 100 W.

Vaikutus omakotitalon energiatehokkuudelle

Pelkkään ilmanvaihtoon verrattuna koneellinen jäähdytys lisää talon energiankulutusta jäähdytyskaudella. Lämmityskaudella ilmanvaihtolaitteen lämpöpumpulla lämmitetty tuloilma pienentää suoran sähkölämmityksen osuutta lämmityskustannuksissa. Mitä tehokkaampi lämmön talteenotto ilmanvaihtolaitteessa on, sitä energiatehokkaammin koko järjestelmä toimii ja sitä enemmän se säästää sähkölaskussa.

Jäähdyttävän ilmanvaihdon rakenne ja toiminta

Jäähdyttävälle ilmanvaihdolle täytyy suunnitella jäähdytykseen riittävän iso kanavisto. Kondenssiviemärinti täytyy lisäksi liittää laitteen pohjaan ja kondenssivesi johtaa viemäriin.

Jos omakotitalosta löytyy jo ilmastointikanavisto, mutta sitä ei ole rakennettu jäähdytystarkoitukseen, sitä ei voi sellaisenaan hyödyntää. Kanaviston eristystä täytyy parantaa, jotta kanavien pinnalle ei muodostu kondenssia putkien ulkopuolella olevan lämpimän ja kostean ilman tiivistymisestä. Jos käytössä on ollut tavallinen ilmanvaihtolaite, jäähdytyskoneikollinen ilmanvaihtolaite ei sovi suoraan sen tilalle. Jäähdytyksellinen ilmanvaihto käyttää suurempaa ilmamäärää ja tarvitsee suuremmat kanavistot jäähdytystehon varmistamiseksi.

Kanaviston ja sen eristyksen suunnitteluun tarvitaan ammattitaitoista ilmanvaihtosuunnittelijaa, jotta kanaviston koko on riittävä ja se on eristetty asianmukaisesti. Ilmanvaihtokanavistoon kuuluvat:

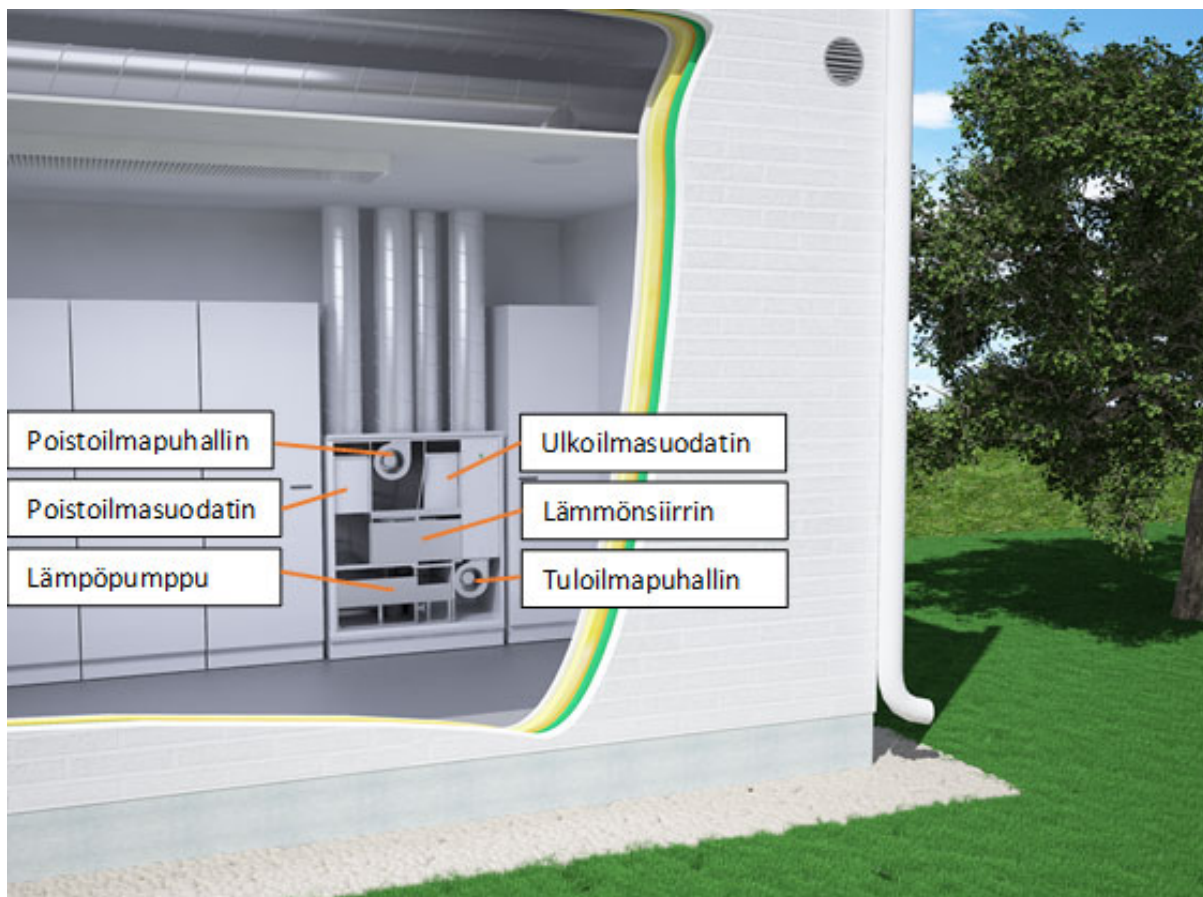
- tuloilmakanava
- poistoilmakanava
- ulospuhallusilmakanava

- ulkoilmakanava (raitisilmakanava)
- äänenvaimentimet
- kanavaeristeet
- huonekohtaiset päätelaitteet
- ulospuhallusilmalaitteet
- ulkoilmalaitteet ilman sisäänottoon

Jäähdyttävä ilmanvaihtolaite toimii ilmanvaihtokoneena ja voi lämmittää tai jäähdyttää tuloilmaa. Lämmityskaudella laite ottaa lämmitysenergiaa poistoilmasta ja siirtää sitä tuloilmaan, jonka se ottaa kokonaan ulkoilmasta. Jäähdyttävällä ilmanvaihtolaitteella saadaan aikaan miellyttävä ja turvallinen sisäilman lämpötila ja kosteus.

Laitteisto sisältää seuraavat toiminto-osat, jotka kaikki ovat yhden laitekuoren sisällä:

- tulo- ja poistoilmapuhallin
- lämmönsiirrin
- lämpöpumppu
- ulkoilma- ja poistoilmasuodatin
- automaatiikka



Jäähdyttävässä ilmanvaihtolaitteessa kaikki järjestelmän osat ovat yhden laitekuoren sisällä.

Jäähdyttävän ilmanvaihtolaitteen asennus

Kun kanavisto on rakennettu, ilmanvaihtolaite voidaan käynnistää ilmamäärien säätöä varten helpoimmillaan plug&play -periaatteella: kytkemällä sähköt kiinni laitteeseen ja laite kanavistoon, sekä ohjainyksikkö kiinni kaapelilla.

Laitteen toiminta poikkeustilanteessa

Mahdolliset lisävarusteena hankittavat sulkupellit sulkeutuvat sähkökatkon sattuessa ja estävät ulkoilman pääsyn laitteeseen. Sähkökatkon jälkeen laite jatkaa niiden asetusten mukaista toimintaa, joihin se on asetettu.

Laitteen huolto ja kunnossapito

Ilmanvaihtojärjestelmän likaantuminen haittaa sen normaalia toimintaa, sillä ilma kulkee huonosti likaisessa kanavistossa ja lämmön talteenoton hyötysuhde laskee. Ilmanvaihtojärjestelmän likaisuuden voit havaita aistinvaraisesti tuloilman tunkkaisesta hajusta, jonka aiheuttavat komponentteihin ja kanavistoon kertynyt poistoilmassa oleva sisäpöly sekä ulkoilmasta tulleet epäpuhtaudet, hyönteiset ja pieneliöt.

Vaihda suodattimet 2 kertaa vuodessa ja tee samassa yhteydessä laitteelle yleinen puhdistus sekä tarkasta sen toiminta. Pidä mahdolliset ilmankostuttimet puhtaina, jottei niihin kasva mikrobeja. Tarkemmat työohjeet löydät laitteen omasta ohjekirjasta.

Yhteenveto

Jäähdytys voidaan toteuttaa osana omakotitalon ilmanvaihtojärjestelmää ja jakaa näin viileää ilmaa kaikkiin huoneisiin, joista tuloilmaventtiili löytyy. Kun ilmanvaihtokanaviston soveltuvuus viilennystarpeisiin on varmistettu, itse laite on helppo asentaa ja ottaa käyttöön plug&play -periaatteella. Koneellinen jäähdytys kuluttaa energiaa jäähdytyskaudella, mutta säästää lämmityskauden aikana suoran sähkölämmityksen osuutta lämmityskustannuksista.

Kiinteistölle sopivan ratkaisun kartoittamiseen ja suunnitteluun käytetään ammattimaista ilmanvaihtosuunnittelijaa.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

[Omakotitalo, 2000 eteenpäin](#) [12]

LVI-palvelu

[Ilmanvaihto](#) [15]

[Jäähdytys](#) [16]

Omakotitalon viilennys

latest change 13.01.2021, version id 5377, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Omakotitalon jäähdytyksen tehon tarve riippuu monesta asiasta, mutta ennen kaikkea ikkunoista tulevan auringon säteilyn määrästä. Myös talon muoto, sisäinen lämpökuorma, lämpöeristys, rakennusmateriaalit sekä tontin ominaisuudet vaikuttavat sisälämpötilaan. Ilmaa jäähdytettäessä siitä poistuu kosteutta, minkä seurauksena lämpötuntemus on parempi kuin vastaavan lämpöisessä kosteassa ilmassa.

Viileää ilmaa voi tuottaa lämpöpumpulla, joka voi olla ilmanvaihtokoneessa tai erillisellä ilmalämpöpumpulla, jossa on yksi tai useampi huoneyksikkö. Mikäli rakennuksessa on maalämpöjärjestelmä, sen keruupiirin nestettä voidaan hyödyntää ilmanvaihtojärjestelmään liitetyn viilennyspatterin, puhallinkonvektorin tai lattia- tai kattoviilennyksen avulla. Samassa rakennuksessa voi käyttää myös useita ratkaisuja yhdessä. Esimerkiksi lattiaviilennyksen tukena voi olla tuloilman viilennys, jolloin lattian lämpötilaa ei tarvitse laskea niin paljoa ja tuloilman kosteus laskee jäädytyksen myötä.

Rakennuksen jäädytystehon tarpeen voi selvittää etukäteen teettämällä kesäajan sisälämpötilatarkastelun, jossa lasketaan mm. auringon lämmittävä vaikutus. Sen perusteella ilmanvaihtosuunnittelija voi määrittellä, riittääkö ilmanvaihtojärjestelmän kautta tuleva viilennys vai tarvitaanko tehokkaampi jäädytys, kuten ilmalämpöpumppu, puhallinkonvektori tai lattia- tai kattoviilennys.

Ulkoa tulevan ilman jäädyttäminen poistaa siitä myös kosteutta. Ilmalämpöpumppu ja puhallinkonvektori kierrättävät huoneilmaa poistaen siitä kosteutta. Kosteuden poistolla voi olla asumisviihtyvyyteen jopa suurempi vaikutus kuin lämpötilan laskulla.

Asunnon viilennystä suunniteltaessa on aina ensisijaisesti huolehdittava auringonsuojauksesta. Ikkunalasien välissä olevat kaihtimet heijastavat osan säteilystä takaisin ulos, mutta ikkunalasielementti lämpiää ja lasin sisäpinta toimii lämpöpatterina. Ikkunan ulkopuolelle asennetut markiisit tai muut rakenteelliset elementit kuten pitkät räystäät toimivat tehokkaammin.

Viilennys ilmanvaihdon kautta

Nyrkkisääntönä voi todeta, että mikäli auringonsuojaus on tehty oikein, ilmanvaihdon kautta toteutettu viilennys riittää. Mikäli rakennuksessa on ikkunoita, joista auringon lämpösäteily pääsee esteettä sisälle, pitää toteuttaa tehokkaampi jäädytysratkaisu. Esim. kahden hengen makuuhuoneen 12 dm³/s ilmavirralla kymmenen astetta huoneilman lämpötilaa viileämmällä tuloilmalla saavutetaan n. 140 W jäädytysteho. Tämä ei kompensoi täysin edes kahden nukkuvan ihmisen tuottamaa lämpötehoa, joten muuta lämpökuormaa ei makuuhuoneessa saa olla. Ilmanvaihtojärjestelmä onkin mitoitettava siten, että ilmavirtoja voi kasvattaa viilennystarpeen mukaan niin, ettei äänitaso nouse häiritseväksi.

Viilennyskäytössä ilmanvaihtokoneen tuloilmakanavat tulisi kondenssieristää joko eristämällä kanavat umpisolueristeellä tai käyttää valmiiksi kondenssieristettyjä kanavia. Mikäli tuloilmakanavia ei ole kondenssieristetty, tuloilman lämpötilaa ei saa laskea alle kastepisteen. Tällaisessa tapauksessa hyvä vaihtoehto on ilmanvaihtokone, joka laskee kosteuden ja lämpötilan perusteella kastepisteen ja rajoittaa tuloilman lämpötilan laskua tarvittaessa.

Eristettyjen kanavien asentaminen rakennuksen muun lämmöneristyksen sisään esimerkiksi yläpohjassa tai huoneilmaa kylmempien kanavien asentaminen rakennusvaipan sisäpuolelle vaatii suunnittelussa huomiota. Suunnittelijalle on asiasta opastavaa tekstiä Talotekniikkainfon Sisäilmasto ja ilmanvaihto -oppaan kappaleessa 25 Ilmanvaihtojärjestelmän eristäminen.

Osa viilennyspatterin jäädytystehosta voi hukkaa kuumen ullakon eristeissä kulkeviin kanaviin. Höyrysulun sisäpuolelle asennettavat kanavat ovat parempi ratkaisu, mikäli kanaville löytyy tilaa, mutta soveltamisen edellytyksenä on tässäkin ratkaisutavassa huolellinen lämpö- ja kosteustekninen eristyksen suunnittelu.

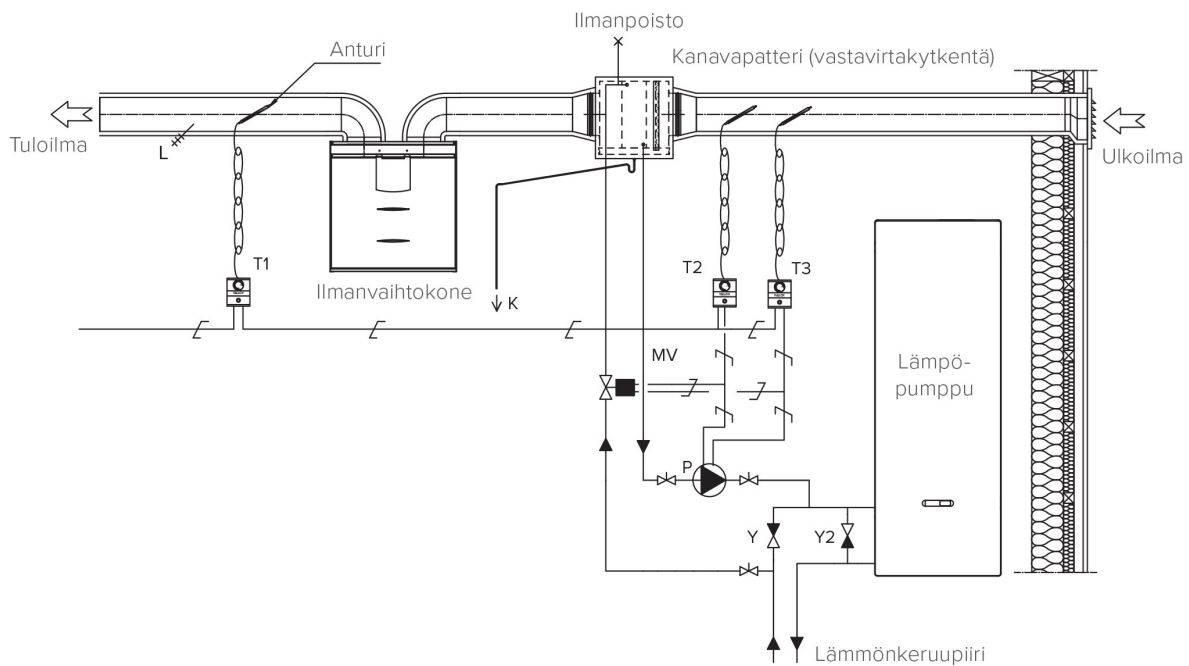
Viilennys ilmanvaihtojärjestelmän kautta maalämmön keruupiirin nesteellä

Järjestelmään tarvitaan ilmanvaihtokoneen lisäksi nestepatteri, jossa kiertää maalämmön keruupiirin neste, kiertovesipumppu, magneettiventtiili ja pumppua ja venttiiliä ohjaava automatiikka. Mikäli ilmanvaihtokoneen automatiikalla voi ohjata pumppua ja magneettiventtiiliä, asennusesimerkissä olevia erillisiä termostatteja ei tarvita.

Pelkässä viilennyskäytössä patteri voidaan asentaa ilmanvaihtokoneen tuloilmakanavaan. Mikäli halutaan käyttää patteria myös ilmanvaihtokoneen esilämmitykseen talvella, patteri on asennettava ulkoilmakanavaan. Viilennys energiakaivon nesteellä on tehokkaampaa kuin lähelle maanpintaa upotetulla maapiirillä.

Ilmanvaihtolaite- ja lämpöpumppuvalmistajan ohjeita tulee aina noudattaa.

Asennusesimerkki



Ilmanvaihtokoneeseen liitettävän tuloilman jäähdytyspatterin asennusesimerkki.

Kuvan selitykset ja järjestelmän osat:

- P Kiertovesipumppu. Kiertovesipumpun tulee soveltua lämmönkeruupiirin nesteelle ja sen mitoitus tulee huomioida.
- MV Magneettiventtiili. Venttiilin tulee soveltua lämmönkeruupiirin nesteelle.
- T1 Turvatermostaatti kondenssinestoon. T1 kytkee, kun lämpötila nousee yli asetetun arvon. Säätöalue +10...+30 °C.
- T2 Lämmitystermostaatti. T2 kytkee pumpun päälle ja avaa magneettiventtiilin lämpötilan laskiessa alle asetetun arvon. Säätöalue -10...+20 °C.
- T3 Jäähdytystermostaatti. T3 kytkee pumpun päälle ja avaa magneettiventtiilin lämpötilan noustessa yli asetetun arvon. Säätöalue +0...+30 °C.
- L Tuloilman lämpötilamittari.
- K Kondenssiputki.
- IP Ilmanpoistin.
- Y Yksisuuntaventtiili.
- Y2 Yksisuuntaventtiili. Venttiilin painehäviön tulee olla pienempi kuin lämpöpumpun painehäviön.

Viilennys lattialämmitysputkiston avulla

Lattiaviilennyksen tarkoituksena on hillitä kesäajan huonelämpötila määräysten mukaisiin rajoihin.

Lattiaviilennyksessä hyödynnetään maalämmöstä, kaukokylmästä tai muusta vastaavasta lähteestä saatavaa viilennysenergiaa. Hyödynnettäessä maalämmön keruupiiristä saatavaa niin sanottua ilmaisenergiaa, on lattiaviilennysjärjestelmä paitsi erittäin kustannustehokas, myös miellyttävä tapa viilentää asuntoa. Lattiaviilennyksessä käytetään samaa putkistoa, jakotukkeja ja säätölaitteistoa kuin lattialämmityksessä, joten viilennyksen lisääminen järjestelmään ei myöskään tuo suuria lisäkustannuksia

Vedon tunne vähenee oleellisesti, kun viileä jaetaan suuren pinta-alan kautta tasaisesti huoneisiin. Suuri säteilevä pinta mahdollistaa myös alhaisemman huoneilman lämpötilan lämmityskaudella ja korkeamman viilennyskaudella saman operatiivisen lämpötilan saavuttamiseksi.

Lattiaviilennys tulee ottaa huomioon jo järjestelmän suunnitteluvaiheessa, jolloin tilat pystytään suunnittelemaan niin, että mm. kosteat tilat eriytetään omaksi järjestelmäkseen, jolloin niitä on mahdollista lämmittää samaan aikaan, kun muita tiloja viilennetään.

Lattiaviilennystä suositellaan käytettäväksi ainoastaan lattiarakenteissa, joissa putki on valettu betoniin tai muuhun massaan. Näin putki ei ole kosketuksissa ilman kanssa, eikä kondensoitumista tapahdu edes häiriötilanteissa. Samaan lämmitysrunkoon kytketään lämmönjakohuoneessa viilennys (kaukokylmä, maakylmä, vesikylmä, kylmäkone, jne.). Lämmönsiirrin sekä ensiöpiirin liitosputket tulee kondenssieristää kosteuden tiivistymisen välttämiseksi. Lisäksi eristetään myös lattialämmityksen ja -viilennyksen runkoputket.

Järjestelmästä saatava viilennysteho arvioitaessa on järkevä käyttää aina simulointiohjelmaa, koska auringon säteilyn tuoma lisäteho on merkittävä jopa 100 W/m².

Lattiaviilennyksen osalta lattian pintalämpötila on yleensä 22–23°C, ja se suunnitellaan siten, ettei lattian pintalämpötila laske koskaan alle 20 °C.

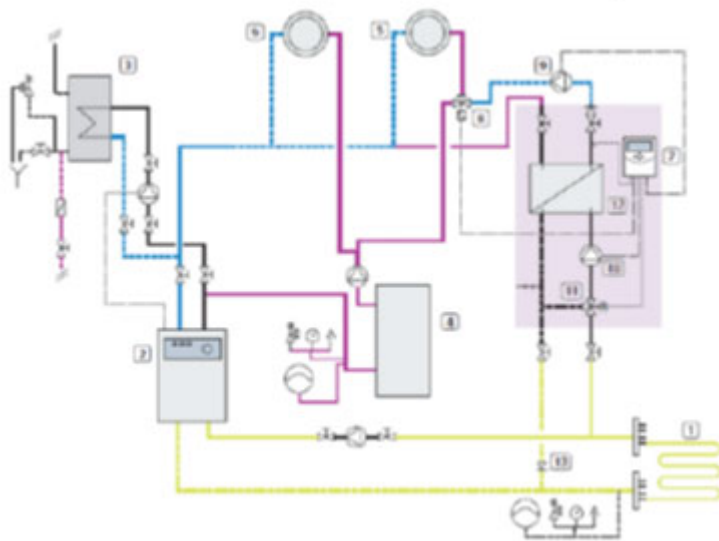
Huonelämpötilaa ja kosteutta mittaavien huonetermostaattien avulla haluttu lämpötila voidaan määritellä huonekohtaisesti. Termostaatit katkaisevat kierron järjestelmässä, kun haluttu lämpötila on saavutettu tai mikäli huonekosteus nousee yli sallitun rajan. Järjestelmään voidaan liittää anturi viilennyksen menoputkeen lämmönjakohuoneen ulkopuolelle. Tällä valvotaan, ettei kastepistelämpötila alitu koskaan ja estetään kosteuden tiivistyminen kaikkiin järjestelmän osiin.

Lämmitys/viilennys vaihtokytkentää voidaan toteutustavasta riippuen ohjata manuaalisesti, lattialämmityksen/-viilennyksen säätöjärjestelmän tai taloautomaatiojärjestelmän avulla.



Lattiaviilennyksellä voidaan sitoa suurin osa auringosta säteilystä heti säteilyn osuessa lattiapintaan. Viileä pinta imee lämpösäteilyn lattiarakenteeseen, josta lämpö kuljetetaan

pois.



1. Maaliospiiri esim. maalämpökaivossa
2. Maalämpöpumppu
3. Lämpimän käyttöveden valmistus
4. Varaaja
5. Kuvien tilojen lattialämmitys-/viilennyspiiri
6. Kosteiden tilojen lattialämmityspiiri
7. Smatrix Move PLUS menovedenlämpötilansäädin
8. Lämmitys-viilennysvaihtoventtiili
9. Viilennyksen toisiopirin pumppu
10. Viilennyksen ensiopirin pumppu
11. 3-tieventtiili menoveden lämpötilan ohjaukseen
12. Lämmönsiirrin
13. Takaiskuventtiili

Esimerkki lattiaviilennyksen toteutuksesta pientalossa

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

[Omakotitalo, 2000 eteenpäin](#) [12]

LVI-palvelu

[Ilmanvaihto](#) [15]

[Jäähdytys](#) [16]

Lämmitys, lämmön talteenotto ja ympäristöstä otettu energia

latest change 22.10.2020, version id 5277, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Poistoilman lämmöntalteenotto lämpöpumppujärjestelmällä

latest change 16.12.2020, version id 5359, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Yleisesti poistoilmajärjestelmän toiminnasta

Kerrostaloissa, jotka on rakennettu 1960-1990 -luvuilla, ilmanvaihto on yleensä toteutettu koneellisella poistoilmanvaihdolla. Tällöin kiinteistön ilmanvaihto perustuu siihen, että huoneilmaa imetään poistoilmakanaviin ja puhalletaan sellaisenaan taivaalle.

Tällöin taivaalle siis puhalletaan noin 21-23 asteista ilmaa ja jopa 35-45% kiinteistön käyttämästä lämmitysenergiasta poistuu tätä kautta. Hyödyntämällä poistoilman lämpö käyttöveden ja lämmitysverkoston lämmitykseen saavutetaan jopa 40% säästöt lämmityskuluissa.

Näissä kohteissa tuloilma tulee yleensä raitisilmaventtiilin, ikkunaventtiilin tai tuloilmaradiaattorin kautta sisään. Kun kohteeseen asennetaan poistoilman lämmön talteenotto, ei varsinaista poistoilmakanavistoa ole tarpeen purkaa tai muuttaa.

Poistoilman lämpöä hyödyntävää lämmön talteenottojärjestelmää on syytä käsitellä kuin yhtä laitetta, joka yhdistää eri lämmönlähteitä; lämmitysverkoston, käyttöveden ja ilmanvaihdon. Siispä on tärkeä ymmärtää, että tällaisen kokonaisuuden hallinta vaatii tuekseen myös laajan ohjausjärjestelmän.

Hyödynnettäessä poistoilman lämpöä kaukolämmön rinnalla on noudatettava Energiateollisuus ry:n ohjeita laitteiston mitoituksesta ja kytkennästä. Näin varmistetaan kokonaisuuden toimivuus. Oikein toteutettu järjestelmä jäädyttää käyttämänsä kaukolämmön vesivirtaamaa maksimaalisesti. Jäähtymä ei saa heikentyä järjestelmäasennuksen vuoksi.. Useissa kaupungeissa jäähtymä ja kaukolämmön vesivirtaama ovat perusmaksun perusteena. Jos järjestelmä sisältää käyttövesivaraajia, on niiden lämpötilatasojen oltava rakennusmääräysten mukaiset (legionellariskin eliminoimiseksi).

Esimerkkikohde:

Ongelma:

Vuonna 1978 rakennettu 36 asunnon kerrostalo jossa pelkkä poistoilmanvaihto. Poistopuhaltimet puhaltavat perusteholla 700 litraa sekunnissa ja täysteholla 1400 litraa sekunnissa +21 asteista jäteilmaa taivaalle. Kiinteistössä on kaukolämpö lämmitysmuotona ja sen kulutusta halutaan pienentää.

Ratkaisu:

Asennetaan poistoilman lämmön talteenottava järjestelmä. Poistoilmasta otetaan lämpöä talteen lämpöpumpulla ja tällä energialla lämmitetään sekä kiinteistöä että käyttövettä. Ennen asennusta taivaalle puhallettiin +21..+23 asteista ilmaa, nyt asennuksen jälkeen taivaalle puhallettavan ilman lämpötila on noin 3-5 asteista. Lämmön talteenottolaitteistolta saadaan vuositasolla lämmitysenergiaa 35-45% kiinteistön kokonaistarpeesta. Asennus on asukkaille ”kivuton” koska asennustyön kesto ei yleensä ole pitkä ja asennuksen aikanakaan ei asumismukavuus talossa kärsi.

Järjestelmän asennuksen jälkeen kiinteistön hiilijalanjälki pienenee, kiinteistön energiatehokkuus kasvaa ja kiinteistö saa paremman E-luvun. Myös kaukolämmön perusmaksuja on mahdollista saada pienennettyä. Hybridilämmitysjärjestelmä on jatkuvassa valvonnassa joka varmistaa pienet elinkaarikustannukset.

Poistoilman lämmöntalteenottojärjestelmän osat

Poistoilman lämmön talteenottoyksikkö

Poistoilmapuhaltimet sijaitsevat yleensä joko ullakolla sijaitsevassa ”poistopuhallinhuoneessa” tai rakennuksen katolla. Vanha puhallin poistetaan ja tilalle asennetaan talteenottoyksikkö joka sisältää seuraavat komponentit

- Puhallin. Puhaltimen tulee sisältää seuraavat ominaisuudet
- Portaaton säätö. Tämä mahdollistaa ilmanvaihdon tarkan säädön
- Talteenottokennosto. Kennostoon johdetaan noin 0 -asteista nestettä ja kennon läpi virtaava lämmin poistoilma jäähtyy noin +4...+6 asteeseen. Kennoja markkinoilla on useita erilaisia, tehokkaita ja tehottomia. On huolehdittava että kennon teho on riittävän suuri. Kenno aiheuttaa myös vastustusta poistoilman kulkuun ja tämän vuoksi on huolehdittava että vastus (painehäviö) on mahdollisimman alhainen.
- Anturoinnit ja ohjaukset. Nykyaikainen ilmanvaihto voidaan toteuttaa vain riittävillä anturoinneilla ja ohjaustavoilla. Suositeltavia ohjaustapoja esim. vakioapaine imukanavassa, vakioilmamäärä. Poistoilman lämpötilat sekä ulospuhallettavan ilman (jäteilma) lämpötilat ovat tärkeitä tietoja, näistä voidaan päätellä LTO -yksikön tehokkuus.
- Muita suositeltavia ominaisuuksia. Reaaliaikainen SFP -luvun seuranta, kesäviilennyksen automaattinen aktivointi, viikko-ohjelmat.
- Kondenssinpoisto. LTO -yksikkö kondensoi rajusti, päivässä vettä kondensoituu kymmeniä litroja kennon pinnalta. Tämän vuoksi on ensiarvoisen tärkeää että kondenssiveden poistosta on huolehdittu laitteessa tarkasti. Varotoimenpiteenä pitää olla tulvavahti joka ilmoittaa esim. mahdollisesta kondenssipoiston tukkeutumisesta. Hälytyksen tullessa laitteiston on osattava välittää viesti lämpöpumppujärjestelmälle tästä jolloin lämpöpumppujärjestelmä sammuu. Ilmanvaihtoa ei saa pysäyttää vaan se jatkaa toimintaansa normaalisti.
- Suodattimet. Talosta poistettava ilma sisältää epäpuhtauksia ja helppoiten kennon puhtaus varmistetaan suodattimella. Suodattimella on oltava suodinvahti joka ilmoittaa milloin suodatin on syytä vaihtaa. Markkinoilla on myös yksiköitä jotka eivät käytä suodatinta vaan kennosto on pestävä vuosittain. Tämä vaihtoehto on siis myös mahdollinen mutta ei suositeltava, suodattimien vaihdot on helppo tehdä verrattuna pesulaitteiston käyttöä.

Lämpöpumppulaitteisto

Markkinoilla on useita eri lämpöpumpputoimittajia. Lämmön talteenottoon soveltuvat parhaiten lämpöpumput jotka ovat inverter -ohjattuja. Tämä tarkoittaa sitä että lämpöpumpun teho on portaattomasti säädettävissä. Säädettävyyden on tärkeää koska poistoilmasta saatava lämmitysteho vaihtelee jatkuvasti ja on/off -tyyppisillä lämpöpumpuilla ei sen takia päästä optimaaliseen lopputulokseen. Vertauskuvana on/off -mallista voitaisiin käyttää autoa jossa on vain kaksi kaasupolkimen asentoa, 100% ja 0%.

Lämpöpumppujärjestelmän on oltava mitoitettu siten että se ei joudu käymään jatkuvasti täydellä teholla. Liiallinen rasitus pienentää lämpöpumpun käyttöikä. Lämpöpumppulaitteisto on oltava kytkettynä ohjausjärjestelmään jotta mahdollinen säätö ei vaadi aina paikallakäyntiä. Lämpöpumpun käyttämä sähkö sekä sen tuottama lämpö on mitattava siten että laitteiston toiminnasta saadaan selkeä kuva siitä kuinka paljon se on tuottanut hyötyä taloyhtiölle.

Lämpöpumpun äänitasot on oltava sellaisia että lämpöpumpun toiminta ei häiritse asukkaita. Mahdollisissa äänihaitoissa lämpöpumppu itsessään ei usein ole ongelma vaan asennuksessa on tehty virheitä. Tämän vuoksi asennustapaan on syytä kiinnittää huomiota.

Kaukolämmön kausihinnoittelun yleistyessä lämpöpumppua ei välttämättä kannata käyttää kesäkuukausina kaukolämmön ollessa erittäin edullista. Laitteiston on tunnistettava tämä tilanne ja tehtävä siitä ilmoitus,

muutoin laitteistoa käytetään turhaan ja sen elinkaarta lyhennetään.

Lämpöpumppulaitteiston tuottaman lämmön siirto lämmitysjärjestelmään.

Järjestelmän hyötysuhteen kannalta se, miten lämpöpumpun tuottama lämpö siirretään eteenpäin, on erittäin tärkeää. Vaikka lämpöpumpun hyötysuhde olisi hyvä paperilla, se ei ole sitä jos sen tuottamaa lämpöä ei siirretä tehokkaasti eteenpäin. Samaan aikaan on huolehdittava siitä että lämmönsiirto tehdään siten että kaukolämmön toiminta ei heikenny. Sallitut kytkentätavat määrittelee [K1 -ohjeistus](#). [22]

Kaukolämmön alajakokeskus

Kaukolämmön alajakokeskus ottaa kaukolämpöverkosta lämpöä ja siirtää sitä käyttöveden sekä lämmitysjärjestelmän tarpeisiin. Kaukolämpöverkosta tulee kuumaa vettä, keskimäärin noin 100 -asteista vettä ja verkostoon palaa noin 40 -asteista vettä. Menon ja paluun erotusta kutsutaan jäähtymäksi. Jäähtymän on oltava mahdollisimman hyvä ja se ei saa heikentyä lämpöpumppuasennusten jälkeen. Mitä kylmempää vettä kiinteistöstä palaa takaisin kaukolämpöverkkoon, sitä tehokkaampaa ja ympäristöystävällisempää on kaukolämpöverkon toiminta. Useat energiayhtiöt palkitsevat asiakkaita hyvästä jäähtymästä, toisaalta taas huono jäähtymä saattaa jopa nostaa perusmaksuja.

Alajakokeskus on aina oltava suunniteltu siihen että järjestelmässä on mukana lämpöpumppuja. Normaali kaukolämmön alajakokeskus ei toimi tehokkaasti lämpöpumppujen kanssa ja jos peruskeskusta käytetään hybridikohteissa, heikentyy jäähtymä ja sitä kautta saavutetut säästöt saattavat pienetä.

Lämmitysvaraajat

Lämmön talteenottokohteissa ei tarvita suuria määriä varaajia. Rakennus lämpiää kaukolämmön ja lämpöpumppulaitteiston yhteistoiminnalla jolloin esim. käyttövesivaraajien käyttö ei ole taloudellisesti kannattavaa. Jos käyttövesivaraaja käytettäisiin, pitäisi niiden lämpötila pitää jatkuvasti niin korkealla tasolla että lämpöpumppulaitteiston vuosihyötysuhde olisi selkeästi heikompi.

Lämpöpumppulaitteisto tarvitsee kuitenkin hieman puskurivilavuutta, joten varaajia tulee normaalikohteeseen 1 kpl 500-1000 litran varaajia. Jos kohde on todella iso, voi näitä varaajia tulla 2 kpl.

Ohjaus- ja raportointijärjestelmä

Ohjausjärjestelmän merkitys kokonaisuudessa on ratkaiseva. Se sitoo koko järjestelmän yhden pääjärjestelmän alle. Järjestelmän on oltava helppokäyttöinen ja sinne on oltava pääsy myös asiakkaalla itsellään. Järjestelmä on oltava esim. web -käyttöliittymällä varustettu eli pääsy järjestelmään tapahtuu tietokoneella tai muulla vastaavalla.

Ohjausjärjestelmän on katettava laitteiston kaikki osiot jotta kokonaisuus on hallittavissa. Jos esim. lämpöpumppu ei ole kytketty pääjärjestelmään, tai jos lämmityspiirin kiertovesipumppuja ei voida säätää etänä, syntyy näistä elinkaaren aikana ylimääräisiä kustannuksia.

Järjestelmän on oltava laajennettavissa. Lämmitysala kehittyy nopeaa vauhtia ja esim. kysyntäjoukot ovat asia joilla taloyhtiö voi saada merkittäviä lisäsäästöjä tulevaisuudessa. Järjestelmän on myös oltava sellainen että se voi toimia muiden rinnakkaisten automaatiojärjestelmien kanssa kaksisuuntaisesti, eli sen pitää pystyä hakemaan tietoa muista järjestelmistä ja pystyttävä myös luovuttamaan tietoa toisiin järjestelmiin.

Muita mahdollisuuksia järjestelmällä

Passiivinen viilennys

Ohjausjärjestelmä voi kytkeä poistopuhaltimet tehostukselle kun se huomaa ulkolämpötilan laskeneen alemmas huoneistojen lämpötiloja. Esimerkkinä kuuma kesäpäivä, ulkona +28 jolloin huoneistotkin ovat todella kuumat. Iltaa kohti ulkolämpötila laskee ja ilmanvaihto kytkeytyy tehostukselle kun ulkolämpötila on laskenut matalammaksi kuin sisälämpötila.

Aktiivinen Jäähdytys

Lämpöpumppujärjestelmä tuottaa sekä lämmintä että kuumaa. Lämmityskaudella lämmitys menee käyttöveteen ja lämmitysjärjestelmään, kylmä menee poistoilmakannoille jonka seurauksena poistoilma jäähtyy. Kesäaikaan tätä lämpöpumppujärjestelmän kylmää voidaan käyttää jäähdytykseen. Tällöin lämmönjakohuoneeseen pitää lisätä hieman tekniikkaa sekä kiinteistöön pitää rakentaa jäähdytysverkosto. Hyvä puoli tässä on se että kun jäähdytys on toiminnassa, lämpenee silloin käytännössä ilmaiseksi käyttövesi ja mahdolliset vesikiertoiset kosteat tilat.

Suunnittelu ja valvonta

Poistoilman lämmön talteenoton rakentaminen on suurehko hanke, puhutaan lämmitysjärjestelmän muutostyöstä mikä pitää sisällään myös ilmanvaihdon ja ohjausjärjestelmän rakentamisen. Tämän vuoksi on ensisijaisen tärkeää että hanke suunnitellaan kunnolla sekä myös valvotaan kunnolla.

Esimerkiksi kytkentäkaaviot tulee olla käytettävissä jo ennen urakan aloittamista koska kytkentätapa pitää aina hyväksyttää kaukolämmön tuottajalla ennen asennuksien aloittamista. Kytchentätavan hyväksyntä jo jo ennen tarjousvaihetta on suositeltavaa.

Tekninen dokumentaatio pitää tehdä kattavasti ja se on oltava saatavana kun sitä tarvitaan tulevaisuudessa. Dokumentaatio pitää sisällään:

- Kytchentäkaaviot (LVIAS)
- Tekninen erittely, eli millä perusteella mikäkin on mitoitettu
- Kojekortit, mitä laitteita järjestelmä sisältää
- Sähkökuvat ja kaapeliluettelot (koko järjestelmä ryhmäkeskuksineen)
- Toimintaselostus

Huolto ja kunnossapito

Järjestelmä vaatii jatkuvaa huoltoa ja kunnossapitoa. Kun ohjausjärjestelmä on oikein tehty, huoltojen määrä kuitenkin pysyy pienenä ja valtaosa näistä tehdään vain tarpeen vaatiessa.

- Eniten huoltoa tai kunnossapitoa vaativat kohteet:
- Poistoilman suodattimien vaihto. Yleensä noin 2 kertaa vuodessa
- Nestelinjojen mutasihtien puhdistus. Noin kerran vuodessa
- Lämpöpumppujen huolto. Lämmön talteenotossa käytettävien kompressoriyksikköjen kokoluokat ovat pienehköjä, joten vuotuinen huollon tarve ei ole suuri. Suositellaan kuitenkin että ne tarkistettaisiin

kylmäliikkeen toimesta joka vuosi. ?

Yhteenveto

Poistoilman puhaltaminen lämpimänä taivaalle on yleensä suurin energiasyöppö vanhemmissa kerrostaloissa. Siitä otetun lämmön hyödyntäminen on äärimmäisen järkevää, sekä kiinteistön energiakulutuksen että ympäristön kannalta katsottuna. Hankkeet ovat kuitenkin vaativia ja niiden suunnitteluun on syytä kiinnittää erityistä huomiota. Hankittavan järjestelmän on oltava kokonaisuus, joka toimii yhtenä järjestelmänä saumattomasti koko elinkaarensa ajan ja jonka toiminnasta vastaa yksi taho.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Asunto-osakeyhtiön hallitus](#) [5]

[Isännöitsijä](#) [6]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

LVI-palvelu

[Käyttövesi](#) [13]

[Ilmanvaihto](#) [15]

[Lämmitys](#) [17]

Maalämpöpumput

latest change 05.01.2021, version id 5368, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Yleistä

Maalämpöpumput hyödyntävät maaperän pintakerrokseen tai vesistöihin sitoutunutta aurinkoenergiaa. Kallioon porattu lämpökaivo on nykyään yleisin maalämmön talteenottotapa. Mikäli tontti on iso, voidaan lämpöä kerätä myös noin metrin syvyyteen asennetulla vaakaputkistolla. Vesistöjen läheisyydessä voidaan keruuputkisto ankkuroida painoilla pohjaan.

Keruuputkistossa kiertää jäätymätön neste, joka lämpenee muutaman asteen matkansa aikana. Keruupiirin nesteestä saatava lämpö höyrystää lämpöpumpussa kiertävän kylmäaineen. Höyrystyneen kylmäaineen painetta nostetaan kompressorilla, jolloin myös sen lämpötila nousee. Kylmäaine lauhtuu lämpöpumpun lauhduttimessa jälleen nesteeksi, jolloin se luovuttaa lämpöä lämmönjakoverkkoon ja lämpimään käyttöveteen.

Lämmitysjärjestelmän vaihto ja uusiminen

Hankittaessa maalämpöpumppujärjestelmää on erittäin tärkeää, että keruuputkisto mitoitetaan oikein. Maalämpöpumpun kompressorin tarvitsee sähköä toimiakseen. Maalämpöpumpun tuottamasta lämmöstä noin 2/3 on maaperästä otettua uusiutuvaa energiaa ja noin 1/3 on tuotettu sähköllä.

Maalämpöpumppu voidaan asentaa esimerkiksi kodinhoituhuoneeseen tai erilliseen tekniseen tilaan.

Maalämpöpumppu tuottaa yleensä sekä lämmityksen että lämpimän käyttöveden. Lämpöpumput ja myös maalämpöpumput toimivat sitä tehokkaammin mitä matalammaksi lämmitettävän veden lämpötilaa tarvitsee nostaa. Vesikiertoinen lattialämmitys soveltuu erityisen hyvin maalämpöpumpun lämmönjakotavaksi, mutta nykyisillä maalämpöpumpuilla lähes yhtä hyvin lämpökertoimiin päästään myös vesikiertoisilla patterijärjestelmillä. Lämpöpumpun ja lämmönjakojärjestelmän mitoitus tai mitoituksen tarkastaminen on hyvä tilata talotekniikkasuunnittelijalta. Esimerkiksi vanhan patterijakoisen lämmönjakojärjestelmän vaatimaa lämpötilatasoa voidaan mahdollisesti madaltaa mitoittamalla ja vaihtamalla osa järjestelmän pattereista. Tämä näkyy säästönä lämpöpumpun käyttökuluissa.

Lämpöpumpun investointikustannukset saattavat tuntua suurilta, mutta alhaiset käyttökustannukset tuovat investoinnin takaisin jo muutamassa vuodessa. Mitä suurempi talo on ja mitä suurempi lämmitysenergiankulutus, sitä kannattavammaksi maalämpöpumppu tulee. Aasukaiden kannalta maalämpöpumppu on myös helppokäyttöinen, sillä se vaatii vain vähän huolto- ja tarkistustoimia.

Maalämpöpumput ovat kasvattaneet lämmitysjärjestelmistä suosiotaan eniten. Lähes puolet pientalorakentajista valitsee maalämpöpumpun ja öljylämmityksiä sekä sähkölämmitysvaraajia vaihdetaan kiihtyvällä tuhansien kappaleiden vuosivauhdilla maalämpöpumppuihin. Suorasähkölämmitteisen talon muuttaminen vesikiertoiseksi ja maalämmölle on myös päivittäistä. Huomion arvoista on, että lämpöpumppujärjestelmän investointi korkoineen löytyy talon arvosta.

Huolto ja kunnossapito

Maalämpöpumppu on vaivaton eikä vaadi juurikaan huoltoa, mutta joitakin asioita on hyvä tarkistaa säännöllisin väliajoin. Tarkista, että lämmitys- ja lämmönkeruupiirin paine ja nestemäärä ovat sopivalla tasolla – alhainen paine saattaa olla merkki vuodosta. Tarkista myös lämmitys- ja käyttövesipiirin sekä maapiirin varoventtiilien toiminta.

Maalämpöpumppu tarvitsee toimiakseen sähköä. Sähkökatkon aikana maalämpöpumppulämitys lakkaa lämmittämästä, mutta sähkökatkon jälkeen laitteen automatiikka ohjaa sen takaisin päälle. Jossain tapauksissa sähkökatko saattaa aiheuttaa hälytyksen, joka pitää kuitata ennen kuin lämpöpumppu alkaa toimimaan.

Nykyiset lämpöpumput ovat hyvin toimintavarmoja ja automatiikka hälyttää mahdollisissa vikatilanteissa. Kaikissa omakotitalo-luokan lämpöpumpuissa on sähkövastus, joka kytkeytyy päälle vikatilanteessa. Laite ilmoittaa vian syyn käyttöpaneelissa sekä etähallintaan yhdistetyissä laitteissa. Mikäli vika ei poistu kuittaamalla, kannattaa ottaa yhteyttä huoltoliikkeeseen.

Vaihtaminen

Maalämpöpumpun tekninen käyttöikä on noin 20 vuotta. Kuten mikä tahansa lämmityslaite, vaatii myös maalämpöpumppu säännöllistä huoltoa ja kuluvien osien vaihtoa. Kompressori on maalämpöpumpun tärkein komponentti ja sen elinikä on yleensä noin 15-20 vuotta. Maalämpöpumppu on syytä vaihtaa, kun korjaamisesta aiheutuvat kustannukset yltävät uuden hankintahintaan.

Osaava LVI-liike kertoo kustannusarvion ja suosituksensa tehtävälle toimenpiteelle.

Konseptikuvauksen lähteet: SULPU, Motiva

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

LVI-palvelu

[Käyttövesi](#) [13]

[Lämmitys](#) [17]

Lämmitys asuntokohtaisella poistoilmalämpöpumpulla

latest change 16.12.2020, version id 5361, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Yleistä poistoilmalämpöpumpun toiminnasta

Asuntokohtainen poistoilmalämpöpumppu on oiva valinta lämmitysmuodoksi energiatehokkaan kodin lämmitysjärjestelmäksi. Poistoilmalämpöpumppu sopii hyvin uudistutuotantoon, mutta myös korjausrakentamisessa vanhan poistoilmalämpöpumpun tilalle. Poistoilmalämpöpumpun ehdottomana etuna on kompaktius: samalla laitteella lämmitetään kattavimmissa malleissa tilat, käyttövesi ja tuloilma. Kaikki tämä vie vain kaapin verran tilaa.

Asunnon lämmitysenergiantarpeesta katetaan poistoilmalämpöpumpulla noin kolmannes ja loppu energiantarve katetaan sisäänrakennetulla sähkövastuksella tai muualle lämmönjakojärjestelmään tuotavalla lämpö- tai sähköenergialla. Poistoilmalämpöpumpun toiminta perustuu asunnon poistoilman sisältämän energian talteen ottamiseen, jonka lämpöpumppu siirtää tilojen, käyttöveden ja tuloilman lämmitykseen.

Lämmitysjärjestelmän vaihto ja uusiminen

Eri lämmitysmuotojen vertaaminen kannattaa aloittaa jo hyvissä ajoin ennen kuin nykyisen lämmitysjärjestelmän vaihto on ajankohtainen. Suositeltavaa on myös seurata asunnon energiankulutusta useamman vuoden ajalta. Energiankulutuksen seuraaminen kannattaa muutenkin, sillä usein selittämätön, äkillinen kulutuksen kasvu voi kertoa esimerkiksi lämmitysjärjestelmän vikaantumisesta. Uuden järjestelmän mitoittaminen tehdään joko vanhan järjestelmän pohjalta tai toteutuneeseen energiankulutukseen, rakennuksen kokoon ja rakennusvuoteen verraten. Erityisesti lämmitysmuodon vaihtamisen yhteydessä mitoittaminen kannattaa tilata talotekniikkasuunnittelijalta, mutta suunnittelijasta on hyötyä myös olemassa olevan lämmitysjärjestelmän ja ilmanvaihdon mitoituksen tarkistamisessa järjestelmän uusimisen yhteydessä.

Poistoilmalämpöpumppuja on sekä vesikiertoisiin lämmitysjärjestelmiin että suorasähkölämmitteisiin kohteisiin soveltuvia malleja. Malleja on myös erikseen kohteisiin, joissa ilmanvaihto on toteutettu koneellisella tulo- ja poistoilmalla tai pelkällä koneellisella poistolla, jolloin tuloilma otetaan raitisilmaventtiilien kautta.

Poistoilmalämpöpumpun valintaan tärkein vaikuttava tekijä on riittävän ilmanvaihdon takaava ilmamäärä. Poistoilmalämpöpumpun ilmamäärän on yllettävä vaadittuun 30 % tehostukseen. Oikein mitoitettu lämpöpumppu on pitkäikäisempi kuin puutteellisin tiedoin mitoitettu ja oikein mitoitettu sekä huonekohtaisesti tasapainotettu ilmanvaihto tekee asumisesta miellyttävämpää. Myös lämmönlähteenä käytettävän poistoilman lämpötila vaikuttaa talteen otettavaan energianmäärään. Poistoilman ei siten tulisi laskea alle 17 °C. Vapaa-ajan asuntoihin, joissa ei ympärivuotisesti asuta kannattaa valita ennemmin ilma-, ilmavesi- tai maalämpöpumppu.

Lämpöpumppuja myyvät ja asentavat useat paikalliset LVI-liikkeet. Tarjous kannattaa aina kilpailuttaa ja mahdollisuuksien mukaan asennuksessa käyttää maahantuojaan suosittelimia valtuutettuja jälleenmyyjiä.

Huolto ja kunnossapito

Huoltotyöt on syytä jättää ammattilaiselle, mutta laitteen kunnossapidosta huolehtiminen on luonnollisesti omistajan vastuulla. Lämmitysjärjestelmän paineiden ja varoventtiilien toiminnan seuraaminen kuuluvat jokaisen rakennuksen omistajan tehtäviin. Lämmitysjärjestelmänä poistoilmalämpöpumppu on varsin helppohoitoinen, mutta muutama seikka on hyvä muistaa.

Suodattimien puhdistus ja vaihto tulee tehdä säännöllisin väliajoin. Etenkin ensimmäisen vuoden aikana rakennuksen käyttöönoton jälkeen voi kanavistossa olla huomattavia määriä rakennuspölyä. Myös ulkoa tuleva siitepöly ja ötökät tukkivat huolimattoman asunnonomistajan suodattimet.

Asunnonomistajan on hyvä tarkistaa, että raitisilmakanavaan on asennettu jäätyminenestopelti. Jäätyminenestopelti suojaa tuloilman lämmityspatteria jäätymiseltä esimerkiksi sähkökatkon aikana.

Lämpöpumpun normaalin toiminnan seurauksena tiivistyy kosteutta. Syntynyt kondenssivesi johdetaan lämpöpumpun alaosassa sijaitsevaan ylivuotoastiaan. Ylivuotoastia sekä tilan lattiakaivo on ajoittain tarkistettavan tukoksen varalta.

Asunnonomistajan on hyvä seurata asunnon energiankulutusta, vedontunnetta huoneistossa sekä laitteen käymistä. Sähkölaskun seuraaminen voi viime kädessä auttaa havaitsemaan mahdollisen huollontarpeen.

Milloin ilmavesilämpöpumppu on aika vaihtaa?

Poistoilmalämpöpumpun tekninen käyttöikä on noin 20 vuotta. Kuten mikä tahansa lämmityslaite, vaatii myös poistoilmalämpöpumppu säännöllistä huoltoa ja kuluvien osien vaihtoa Peukalosääntönä voi arvioida, että poistoilmalämpöpumppu on syytä vaihtaa, kun ikääntymisestä aiheutuneiden ylimääräisten korjaamisten kustannukset yltyvät uuden yltävät uuden laitteen arvioidulla käyttöiällä jaettuun hankintahintaan. Osaava LVI-liike kertoo kustannusarvion ja suosituksensa tehtävälle toimenpiteelle.

Suunnitellessasi lämpöpumpun vaihtoa, on parasta olla yhteydessä lämpöpumppuja asentavaan LVI-liikkeeseen.

Toiminta poikkeustilanteessa

Toimintavarmuudestaan huolimatta lämpöpumppu voi mennä vikatilaan tai vaurioitua. Aina vika ei ole lämpöpumpun toiminnassa, vaan useammin syy on seurausta muun lämmitysjärjestelmän toiminnasta.

Vikaantumisen ilmenee usein lämpöpumpun kautta, merkkivalolla ja vikailmoituksella.

Poistoilmalämpöpumpun vikaantuminen havaitaan herkimmin äänitason nousuna. Äänitason noustessa on tärkeää eliminoida rakenteiden resonoinnin vaikutus. Lämpöpumppuvalmistajien tarjoamien etäseuranta- ja -ohjauspalveluiden kautta ilmoitukset ovat saatavilla suoraan puhelimeen tai sähköpostiin.

Sisäyksikön sähkövastuksen turvin asunnon ja käyttöveden lämmitys pysyvät yllä myös lämpöpumpun häiriötilanteessa. Sähkökatkoksen aikana lämpöpumpun toiminta estyy, mutta pakkaskelilläkin kestää tunteja ennen kuin asunto jäähtyy.

Vikaantumistilanteessa on parasta ottaa vikakoodi, laitteen malli sekä sarjanumero ylös ja olla yhteydessä valmistajan valtuuttamaan huoltoliikkeeseen.

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

[LVI-palvelu](#)

[Käyttövesi](#) [13]

[Ilmanvaihto](#) [15]

[Lämmitys](#) [17]

Lämmitys ilmalämpöpumpulla

latest change 13.01.2021, version id 5381, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Yleistä ilmalämpöpumpun toiminnasta

Ilmalämpöpumpulla voidaan kustannustehokkaasti lisätä rakennuksen energiatehokkuutta ja asuinmukavuutta sekä säästää lämmityskustannuksissa. Viime vuosien aikana ilmalämpöpumput ovat yleistyneet erityisesti omakoti-, rivi- ja kerrostalojen korjausrakentamisessa. Etenkin lämpimät kesät ovat kiihdyttäneet ilmalämpöpumppujen suosiota tehokkaan viilentämisominaisuuden myötä.

Ilmalämpöpumpulla voidaan sekä lämmittää että viilentää, mutta markkinoilla on myös pelkkään viilennykseen tarkoitettuja malleja.

Ilmalämpöpumput sopivat rinnakkaisjärjestelmäksi päälämmitysjärjestelmän rinnalle. Useimmilla valmistajilla on Suomen markkinoilla valikoimassaan pohjoisen oloihin suunnattuja Nordic-malleja. Toimintarajat useimmilla malleilla ulottuvat -20...-30 °C pakkaskeleille asti. Päälämmitysjärjestelmänä voi olla mikä tahansa muu lämmitysjärjestelmä, joka on mitoitettu kattamaan paikallisen kylmimmänkin jakson.

Ilmalämpöpumpun lämmönlähteenä on ulkoilma, josta saatava lämpöenergia jopa kolminkertaistetaan lämpöpumpulla rakennuksen huoneilman lämmittämiseen verrattuna lämpöpumpun käyttämään sähköenergiaan. Viilenettäessä lämpöpumppuprosessi käännetään toisin päin ja lämmönlähteenä toimii huoneilma, josta ylimääräinen lämpö siirretään ulkoilmaan. Lämpöpumpputeknologian ansiosta myös viilennys on energiatehokas ja edullinen tapa lisätä asuinmukavuutta. Ilmalämpöpumpun valinnassa voivat painottua myös muut toiminnot, kuten takkatoiminto, wifi, ilmanpuhdistin ja erilaiset älysensorit.

Lämmitysjärjestelmän vaihto ja uusiminen

Ilmalämpöpumppu soveltuu rinnakkaislämmitysjärjestelmäksi monenlaiseen kohteeseen vapaa-ajan asunnoista kerrostalohuoneistoihin. Useimmin valitaan sekä lämmittävä että jäähdyttävä malli, mutta taloyhtiöissä usein tarvitaan ilmalämpöpumppua ainoastaan viilentämiseen. Suorasähkötalon saneerauksen yhteydessä on suotavaa harkita myös sähköpattereiden vaihtoa uusiin, monipuolisemmin säädettävissä oleviin malleihin (esim. wifi-ohjaus).

Ilmalämpöpumppu koostuu ulko- ja sisäyksiköstä. Ulkoyksikössä on kylmäainepiirin komponentit ja sisäyksikössä lämmönvaihdin, puhallin ja suodattimet. Sisä- ja ulkoyksiköiden välillä on kylmäainekierto. Ilmalämpöpumpun sisäyksikkö kannattaa sijoittaa mahdollisimman avoimeen tilaan ilman esteettömän leviämisen mahdollistamiseksi.

Ilmalämpöpumpun asennuttaminen ei yleensä vaadi lupakäsittelyä. Poikkeuksena voivat olla taloyhtiön kiellot tai kaupungin julkisivulautakunnan aluekohtaiset määräykset. Taloyhtiöissä on huomioitava mahdollinen meluhaitta.

Ilmalämpöpumppuja myyvät ja asentavat useat paikalliset asennusliikkeet. Tarjous kannattaa aina kilpailuttaa ja mahdollisuuksien mukaan asennuksessa käyttää maahantuojaan suosittelemia valtuutettuja jälleenmyyjiä.

Huolto ja kunnossapito

Huoltotyöt on syytä jättää ammattilaiselle, mutta laitteen kunnossapidosta huolehtiminen on luonnollisesti omistajan vastuulla. Lämmitysjärjestelmän normaalin toiminnan seuraaminen kuuluu jokaisen rakennuksen omistajan tehtäviin. Lämmitysjärjestelmänä ilmalämpöpumppu on varsin helppohoitoinen, mutta muutama seikka on hyvä muistaa.

- Suodattimien puhdistaminen ja vaihtaminen säännöllisesti.
- Ulkoyksikön eturitilän ja siipipyörän kunnan tarkastaminen aika ajoin sekä ilman vapaakierron varmistaminen ulkoyksikön ympärillä. Ilman vapaakiertoa voivat heikentää syksyisin puista tippuvat lehdet, talvisin taas lumi ja jää. Ulkoyksikön roskaantumista ja alijäähtyneen veden jäätymistä eturitilän tai takaosan höyrystimen pinnalle voi ehkäistä lipalla tai harvalaudoituksella. Liian tiheää laudoitusta tulee välttää ilman vapaakierron varmistamiseksi.
- Normaalista toiminnasta syntyvä sisäyksikön kondenssivesi on johdettava asianmukaisesti viemäriin. Riittävä kaato on varmistettava vesivahingon välttämiseksi. Mikäli kaatoa ei ole mahdollista koko matkalta toteuttaa, on tähän tarkoitukseen myynnissä kondenssivesipumppuja.
- Ulkoyksikön sulatusvesi johdetaan rakennuksen viemäriin, hulevesiviemäriin tai kivipesään. Alas viettävällä tontilla sulatusvesi voidaan myös valuttaa suoraan maahan. Suositeltavin tapa on johtaa kondenssivesi siihen tarkoitettulla sulatusvastuksen sisältämällä putkella. Kondenssivesiputken vedossa tulee muistaa tehdä vesilukko.

Kylmäaineita koskevan asetuksen mukaisesti kylmäainetta sisältävät laitteet on tarkastettava, mikäli kylmäainemäärä ylittää 5 t CO₂-ekvivalenttia. Tarkastusväli on asuinkiinteistöissä tavallisesti 12-24 kk. Hermeettisesti suljetut, alle 10 t CO₂-ekvivalenttia F-kaasua sisältävät laitteet eivät kuulu tarkastusten piiriin.

Milloin ilmalämpöpumppu on aika vaihtaa?

Ilmalämpöpumpun tekninen käyttöikä on noin 20 vuotta. Kuten mikä tahansa lämmityslaite, vaatii myös ilmalämpöpumppu säännöllistä huoltoa ja kuluvien osien vaihtoa. Peukalosääntönä voi arvioida, että ilmavesilämpöpumppu on syytä vaihtaa, kun ikääntymisestä aiheutuneiden ylimääräisten korjaamisten kustannukset yltyvät uuden laitteen arvioidulla käyttöiällä jaettuun hankintahintaan. Osaava asennusliike kertoo kustannusarvion ja suosituksensa tehtävälle toimenpiteelle.

Ilmavesilämpöpumpun sisä- ja ulkoyksikkö voidaan vaihtaa eriaikaisesti. Huomattava on kuitenkin, että erityisesti järjestelmien automatiikka ja valmistajien tarjoamat pilvipalvelut kehittyvät jatkuvasti ja uuteen vaihtaminen voi olla mielekäs ratkaisu.

Suunnitellessasi lämpöpumpun vaihtoa, on parasta olla yhteydessä lämpöpumppuja asentavaan liikkeeseen.

Toiminta poikkeustilanteessa

Toimintavarmuudestaan huolimatta lämpöpumppu voi mennä vikatilaan tai vaurioitua.

Lämpöpumppuvalmistajien tarjoamien etäseuranta- ja -ohjauspalveluiden kautta ilmoitukset ovat saatavilla myös suoraan puhelimeen tai sähköpostiin.

Vikaantumistilanteessa on parasta ottaa vikakoodi, laitteen malli sekä sarjanumero ylös ja olla yhteydessä valmistajan valtuuttamaan huoltoliikkeeseen.

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

LVI-palvelu

[Jäähdytys](#) [16]

Lämmitys ilma-vesilämpöpumpulla

latest change 16.12.2020, version id 5360, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Yleistä ilma-vesilämpöpumpun toiminnasta

Ilma-vesilämpöpumppu on oiva valinta lämmitysmuodoksi niin uudis- kuin korjausrakentamisessa. Viime vuosien aikana ilma-vesilämpöpumppujärjestelmien suosiota ovat kiihdyttäneet kehittynyt teknologia ja uusiutuviin energiamuotoihin suunnatut valtion avustukset.

Kehittyneen teknologian myötä ilma-vesilämpöpumput soveltuvat pääasialliseksi lämmitysjärjestelmäksi myös pohjoisen vaativaan ilmastoon. Toimintarajat useimmilla malleilla liikkuvat -20...-25 °C tietämillä. Lämmitysjärjestelmä on kuitenkin mitoitettava eteläisintä Suomea myöten kylmemmille lämpötiloille (eteläisin säävyöhyke, mitoitettava ulkolämpötila on -26 °C), joten rinnakkaisjärjestelmä tarvitaan kattamaan osan lämmityskauden tunneista. Useimmiten lisälämpö tuotetaan sähköllä, tavallisimmin joko ilma-vesilämpöpumpun sisäyksikön sisäänrakennetulla sähkövastuksella, erillisellä sähkökattilalla tai varaajan sähkövastuksella. Myös lämpöpumppu käyttää pienen osan sähköä toimiakseen.

Ensisijaisena lämmönlähteenä on ulkoilma, josta saatava lämpöenergia jopa kolminkertaistetaan lämpöpumpulla rakennuksen ja käyttöveden lämmittämiseen verrattuna lämpöpumpun käyttämään sähköenergiaan. Toisin kuin esimerkiksi maalämmössä, lämmönlähteen lämpötila ei ole tasainen. Huomattavaa kuitenkin on, että kevästä syksyyn keskimääräiset lämpötilat ovat kalliota tai maaperää korkeammat. Leutoina päivinä päästään siten jo hyvin lähelle maalämmön lämpökertoimia.

Lämmitysjärjestelmän vaihto ja uusiminen

Eri lämmitysmuotojen vertaaminen kannattaa aloittaa jo hyvissä ajoin ennen kuin nykyisen lämmitysjärjestelmän vaihto on ajankohtainen. Suositeltavaa on myös seurata asunnon energiankulutusta useamman vuoden ajalta. Energiankulutuksen seuraaminen kannattaa muutenkin, sillä usein selittämätön, äkillinen kulutuksen kasvu voi kertoa esimerkiksi lämmitysjärjestelmän vikaantumisesta. Uuden järjestelmän mitoittaminen tehdään joko vanhan järjestelmän pohjalta tai toteutuneeseen energiankulutukseen, rakennuksen kokoon ja rakennusvuoteen verraten. Erityisesti lämmitysmuodon vaihtamisen yhteydessä mitoittaminen kannattaa tilata talotekniikkasuunnittelijalta, mutta suunnittelijasta on hyötyä myös olemassa olevan järjestelmän mitoituksen tarkistamisessa järjestelmän uusimisen yhteydessä.

Ilmavesilämpöpumppu soveltuu kohteisiin, joissa on vesikiertoinen lattia- tai patterilämmitys tai ilmalämmitys. Lämpöpumpulla ulkoilmasta tuotettu lämpö siirretään lämmönsiirtimen välityksellä rakennuksen lämmitysveteen. Ilmalämmitteisissä taloissa riittävä vesitilavuus varmistetaan reilunkokoisella puskurivaraajalla. Ilmavesilämpöpumpulla voidaan korvata esimerkiksi varaava sähkölämmitys, öljy- tai puukattila.

Ilmavesilämpöpumppu koostuu ulko- ja sisäyksiköstä. Sisäyksikön sijaan voidaan myös käyttää erillistä ohjauskeskusta ja lämpöpumppuvaraajaa. Ulkoyksikössä on kylmäainepiirin komponentit ja sisäyksikössä sisäänrakennettuina lämminvesivaraaja, sähkövastus sekä ohjauskeskus. Sisä- ja ulkoyksiköiden välillä on joko vesikierto tai kylmäainekierto. Kylmäainekiertoiset eli ns. Split-mallit ovat suosittuja vapaa-ajan asunnoissa sekä taajama-alueen ulkopuolella. Vesikiertoisissa eli ns. monoblock-malleissa sen sijaan on tyypillisesti astetta paremmat lämpökertoimet eikä asentajalta vaadita kylmäainelupia.

Ilmavesilämpöpumpun asennuttaminen ei yleensä vaadi lupakäsittelyä. Poikkeuksena voivat olla kaupungin julkisivulautakunnan aluekohtaiset määräykset. Ilmavesilämpöpumppu voidaan tavallisesti asentaa silloinkin, kun maalämpö ei esimerkiksi pohjavesivarantojen takia ole mahdollinen.

Lämpöpumppuja myyvät ja asentavat useat paikalliset LVI-liikkeet. Tarjous kannattaa aina kilpailuttaa ja mahdollisuuksien mukaan asennuksessa käyttää maahantuojaan suosittelimia valtuutettuja jälleenmyyjiä.

Huolto ja kunnossapito

Huoltotyöt on syytä jättää ammattilaiselle, mutta laitteen kunnossapidosta huolehtiminen on luonnollisesti omistajan vastuulla. Lämmitysjärjestelmän paineiden ja varoventtiilien toiminnan seuraaminen kuuluvat jokaisen rakennuksen omistajan tehtäviin. Lämmitysjärjestelmänä ilmavesilämpöpumppu on varsin helppohoitoinen, mutta muutama seikka on hyvä muistaa.

- Ulkoyksikön eturtilän ja siipipyörän kunnan tarkastaminen sekä ilman vapaakierron varmistaminen ulkoyksikön ympärillä. Ilman vapaakiertoa voivat heikentää syksyisin puista tippuvat lehdet, talvisin taas lumi ja jää. Ulkoyksikön roskaantumista ja alijäähtyneen veden jääytymistä eturtilän tai takaosan höyrystimen pinnalle voi ehkäistä lipalla tai harvalaudoituksella. Liian tiheää laudoitusta tulee välttää ilman vapaakierron varmistamiseksi.
- Normaalisti toiminnasta syntyvä kondenssivesi on johdettava asianmukaisesti joko viemäriin tai kaivoon. Paras tapa on johtaa kondenssivesi siihen tarkoitettulla sulatusvastuksen sisältämällä putkella. Kondenssivesiputken vedossa tulee muistaa tehdä vesilukko.

Kylmäaineita koskevan asetuksen mukaisesti kylmäainetta sisältävät laitteet on tarkastettava, mikäli kylmäainemäärä ylittää 5 t CO₂-ekvivalenttia. Tarkastusväli on asuinkiinteistöissä tavallisesti 12-24 kk. Hermeettisesti suljetut, alle 10 t CO₂-ekvivalenttia F-kaasua sisältävät laitteet eivät kuulu tarkastusten piiriin.

Osa asennusliikkeistä tekee myös huoltoja, ja erillisen huoltosopimuksen tekeminen voi olla hyvä vaihtoehto.

Milloin ilmavesilämpöpumppu on aika vaihtaa?

Ilmavesilämpöpumpun tekninen käyttöikä on noin 20 vuotta. Kuten mikä tahansa lämmityslaite, vaatii myös ilmavesilämpöpumppu säännöllistä huoltoa ja kuluvien osien vaihtoa. Peukalosääntönä voi arvioida, että ilmavesilämpöpumppu on syytä vaihtaa, kun ikäänymisestä aiheutuneiden ylimääräisten korjaamisten kustannukset yltyvät uuden laitteen arvioidulla käyttöiällä jaettuun hankintahintaan. Osaava LVI-liike kertoo kustannusarvion ja suosituksensa tehtävälle toimenpiteelle.

Ilmavesilämpöpumpun sisä- ja ulkoyksikkö voidaan vaihtaa eriaikaisesti. Huomattava on kuitenkin, että erityisesti järjestelmien automatiikka ja valmistajien tarjoamat pilvipalvelut kehittyvät jatkuvasti ja uuteen

vaihtaminen voi olla mielekäs ratkaisu.

Suunnitellessasi lämpöpumpun vaihtoa, on parasta olla yhteydessä lämpöpumppuja asentavaan LVI-liikkeeseen.

Toiminta poikkeustilanteessa

Toimintavarmuudestaan huolimatta lämpöpumppu voi mennä vikatilaan tai vaurioitua. Aina vika ei ole lämpöpumpun toiminnassa, vaan useammin syy on seurausta lämmitysjärjestelmän toiminnasta.

Vikaantumisen ilmenee usein lämpöpumpun kautta, merkkivalolla ja vikailmoituksella.

Lämpöpumppuvalmistajien tarjoamien etäseuranta- ja -ohjauspalveluiden kautta ilmoitukset ovat saatavilla suoraan puhelimeen tai sähköpostiin.

Sisäyksikön sähkövastuksen turvin asunnon ja käyttöveden lämmitys pysyvät yllä myös lämpöpumpun häiriötilanteessa. Sähkökatkoksen aikana lämpöpumpun toiminta estyy, mutta pakkaskelilläkin kestää tunteja ennen kuin asunto jäähtyy.

Vikaantumistilanteessa on parasta ottaa vikakoodi, laitteen malli sekä sarjanumero ylös ja olla yhteydessä valmistajan valtuuttamaan huoltoliikkeeseen.

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

LVI-palvelu

[Käyttövesi](#) [13]

[Ilmanvaihto](#) [15]

[Lämmitys](#) [17]

Lämmönjako

latest change 28.05.2020, version id 4966, change: Created by juhani.hyvarinen.

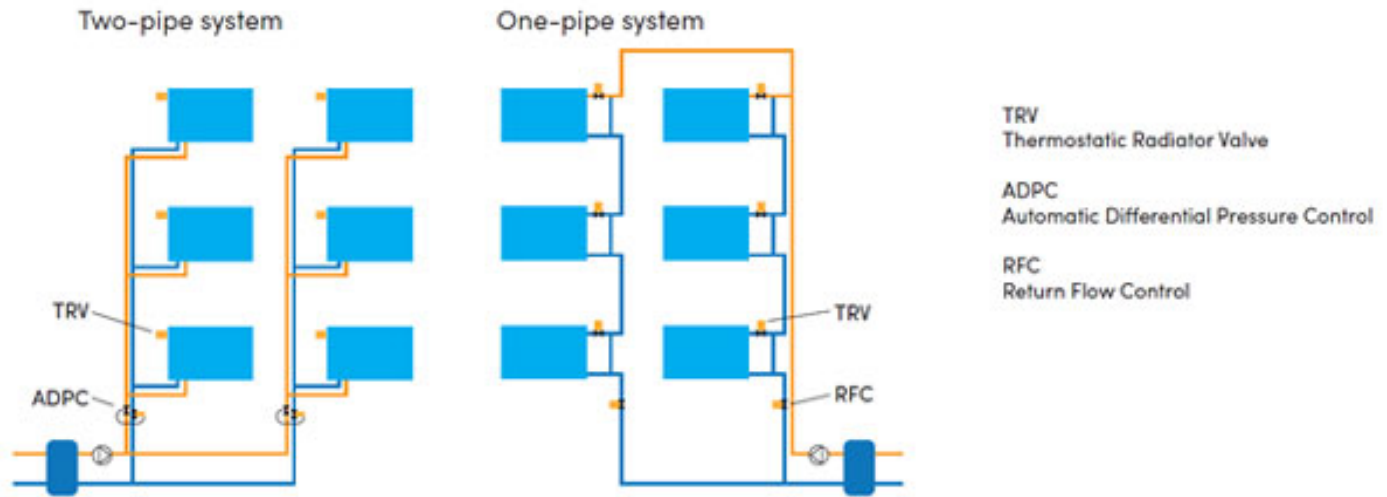
Radiaattoriverkoston kunnostaminen

latest change 23.10.2020, version id 5305, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Yleisesti lämmitysverkoston rakenteesta ja toiminnasta korjauskohteina olevissa kerrostaloissa

Radiaattoriverkostoja on putkitusrakenteeltaan kahta perustyyppiä, kaksiputkijärjestelmä ja yksiputkijärjestelmä. Kuva 1. Suomessa kaksiputkijärjestelmä on ylivoimaisen suosittu kerrostaloissa ja horisontaalista yksiputkijärjestelmää on käytetty jonkin verran myös pientaloissa. Puutteellisen jäähtymän ja siitä aiheutuvan heikon energiatehokkuuden vuoksi yksiputkijärjestelmistä kannatta luopua ja siirtyä kaksiputkijärjestelmiin.



Kuva 1. Radiaattoriverkoston rakenne kerrostalossa, vas. kaksiputkijärjestelmä ja oik. yksiputkijärjestelmä.

Tässä tekstissä keskitytään korjauskohteina olevien kerrostalojen radiaattoriverkostoihin, mutta teksti on täysin sovellettavissa myös pientaloihin ja erillistaloihin. Oleellista on myös, että esitetyt korjaustoimenpiteet pystytään toteuttamaan asukkaiden ollessa paikalla. Mikäli asukkaat voidaan siirtää korjausrakentamisen ajaksi tilapäisasuntoihin, saadaan lisää mahdollisuuksia muunkinlaisten teknisten ratkaisujen toteuttamiselle.

Toimenpiteet lämmitysverkostolle korjausrakentamisessa

Koska rakennuskannan korjausta ohjaa lakisääteinen tarve parantaa rakennusten energiatehokkuutta lähes nollaenergiarakennustasolle (nZEB), pitää korjauskohteiden toimenpiteet toteuttaa niin, että tavoiteltu energiatehokkuus toteutuu ja että korjaustoimenpiteet luovat edellytyksen rakennusten hiili-neutraaliudelle.

Keskeiset korjaustoimenpiteet vanhoissa rakennuksissa kohdistuvat passiivisiin, rakennusvaipan lämpöhäviöitä pienentäviin toimenpiteisiin kuten Ikkunoiden ja ulko-ovien uusimiseen sekä lämpöeristyksen parantamiseen. Korjausrakentamisen suunnittelun yhteydessä huoneiden lämmöntarve on laskettava uudelleen, jotta radiaattorit saadaan vaihdettua energiatehokkaampiin ja keskenään oikean kokoisiksi. Aktiivisiin energiatehokkuutta lisääviin toimenpiteisiin kuuluvat mm. lämmöntuotannossa siirtyminen vähähiilisiin järjestelmiin, poistoilman lämmön hyödyntämiseen, sähkölaitteiden kulutuksen pienentämiseen, käyttöveden ja erityisesti lämpimän käyttöveden kulutusta alentaviin järjestelyihin sekä veden- ja energiankulutuksen mittaamiseen. Myös rakennusten omia sähköntuotantojärjestelmiä otetaan lisääntyvässä määrin käyttöön.

Näiden toimenpiteiden lisäksi yksi energia- ja kustannustehokkaimmista toimenpiteistä on radiaattoriverkoston kunnostaminen ja muuttaminen matalalämpöjärjestelmäksi.

Energiatehokkuuden parantamiseksi lämmöntuotannossa, kuten lämpöpumput ja kaukolämpö, vaaditaan lämmitysverkoston lämpötilojen alentamista huomattavasti aikaisempaa alemmille tasoille. Lisäksi

matalalämpötilajärjestelmän matala paluueden lämpötila mahdollistaa hinnoittelun antamien mahdollisuuksien täysimittaisen hyödyntämisen.

Rakennuksen energiaremontti muuttaa rakennuksen ominaisuuksia. Huoneiden lämmöntarpeet muuttuvat, eikä niiden keskinäinen lämmöntarvesuhde enää ole entisensä. Tämä merkitsee tarvetta mitoittaa uudelleen lämmitysverkosto uusiin olosuhteisiin ja vaatimuksiin sopivaksi. Se mitä vanhasta yleensä kannatta säilyttää on lämmitysverkoston siirto- ja nousulinjat. Kytöntä johdot uusitaan. Uudet radiaattorit mitoitetaan oikean kokoisiksi matalalämpöjärjestelmään soveltuviksi ja radiaattoriventtiilit vaihdetaan tarkasti esisäädettäviksi. Olemassa olevat nousulinjat varustetaan automaattisilla paine-erosäätimillä. Lämmitysverkosto tasapainotetaan laskennallisesti. Myös lämpötilan ohjaus ja kiertovesipumppu kannattaa ajanmukaistaa.

Käytännössä tasapainoisen lämmitysverkoston saavuttaminen on yksinkertaista, koska vanhat nousulinjat ovat uudessa käyttötilanteessa väljiä eikä niissä juurikaan aiheudu kitkahäviöitä: Valitsemaalle paine-erotasoksi esimerkiksi 10 kPa säilyy tämä paine-ero hyvällä tarkkuudella myös radiaattoriventtiileille. Tästä syystä radiaattoriventtiilien asetusarvot voidaan määrittää lähestulkoon pelkästään radiaattorin tehon mukaan. Matala paine-ero varmistaa radiaattoriventtiilin tarkan ja äänettömän toiminnan sekä hyvän jäähtymän.

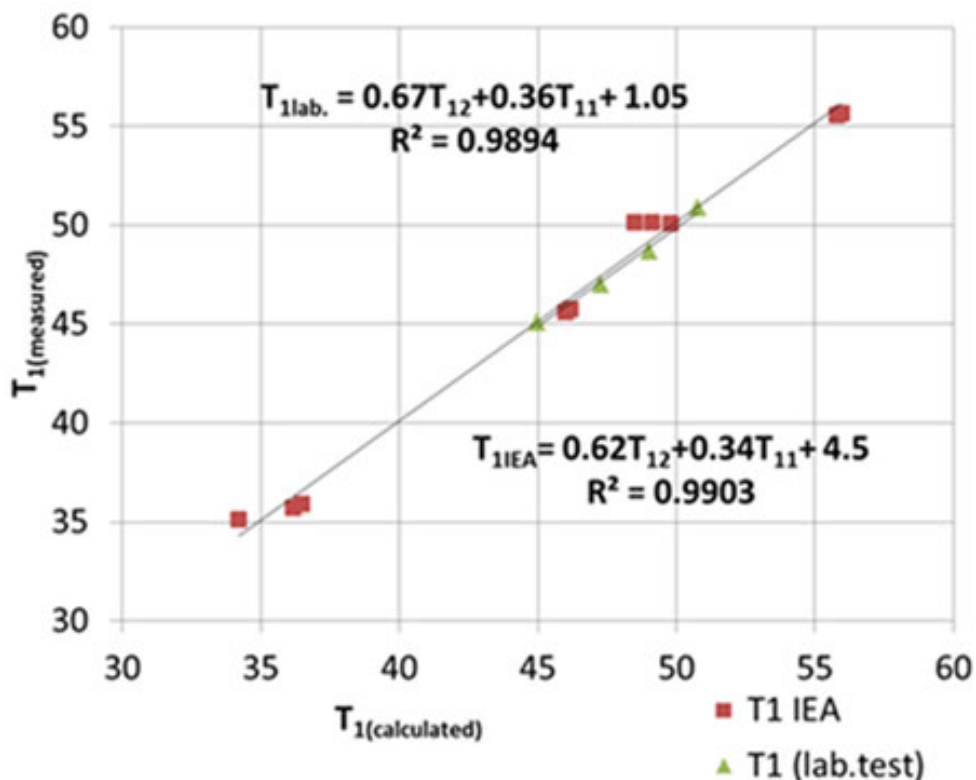
Radiaattorien mitoitus ja energiatehokkuus kaukolämpö- ja lämpöpumppukohteissa

Toiminta kaukolämpökytkennässä

Kaukolämpökytkennässä hyvin toimivana mitoituslämpötilatasona on radiaattoriverkostolle 60/30/21°C (meno-/paluu-/huonelämpötila). Suuri jäähtymä eli matala paluueden lämpötila parantaa kaukolämmön energiatehokkuutta mm. seuraavasti: pienemmät kaukolämpöverkoston lämpöhäviöt maahan, pienemmät virtaamat ja pumppaustehot, voimalaitoksen kattilahyötysuhde paranee, kun savukaasujen lämpötilat laskevat, ja lisääntynyt kondenssi tehostaa savukaasupesurien toimintaa. Oman lukunsa muodostaa hyödyt päästöjen vähennyksissä, johon parantuneella energiatehokkuudella on välitön vaikutus.

Toiminta lämpöpumppujärjestelmässä

Lämpöpumpun tehokkuuden kannalta on tärkeää, että lämmitysjärjestelmän lämpötilat ovat mahdollisimman alhaiset. Käytännössä menovedenlämpötila on ratkaisevassa asemassa, koska lämpöpumpun lämpökerroin (COP) on riippuvainen noin 2/3-osalta menoveden lämpötilasta ja 1/3-osalta paluueden lämpötilasta (Kuva 3). Tästä syystä esimerkiksi 50/40°C (meno-/paluulämpötila) on parempi lämpöpumppumitoituksessa kuin kaukolämpöön sopiva 60/30°C. Ohjearvona voidaan pitää, että 10°C asteen alentaminen menoveden lämpötilassa parantaa COP:tä noin 30%, mikä vuositasolla merkitsee lämpökertoimen COPa kohoamista noin 15% kohdistuen huonetilojen lämmittämiseen.



Kuva 2. Lämmitysverkosto menovedenlämpötilalla on noin 2/3 vaikutus ja paluuvedellä noin 1/3 vaikutus lämpöpumpun COP'hen.

Lämpimän käyttöveden (yli 55°C) valmistus yksistään maa- ja ulkoilmalämpöpumpuilla on usein epätaloudellista. Useimmille lämpöpumpuille kohtuullisena lämpötilan korotustasona, lähtölämpötilasta loppulämpötilaan, pidetään noin 50°C-astetta. Tämä lämpötilan korotustaso riippuu tietysti sähkön ja rinnakkaisenergian hintasuhteesta.

Poistoilmalämpöpumpuilla on lämmönlähteenä ilmanvaihdon poistoilma ja sen lämpötilataso on korkea, tyypillisesti yli 20 °C ympäri vuoden. Korkean lähtölämpötilan ansiosta poistoilmalämpöpumpulla voidaan myös lämmin käyttövesi valmistaa energiatehokkaasti.

Yleisesti ottaen lämpöpumpun ja kaukolämmön rinnakkaiskäyttö on kannattavaa, kun lämpöpumpun kapasiteetti ei yksinään riitä lämpimän käyttöveden energiatehokkaaseen lämmitykseen tai lämmitysjärjestelmän huipputehoon.

Tulee kuitenkin tiedostaa, että hybridijärjestelmät vaativat aina korkealaatuiset ohjaus- ja kytkentäjärjestelmät optimaalisen toiminnan varmistamiseksi.

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Asunto-osakeyhtiön hallitus](#) [5]

[Isännöitsijä](#) [6]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

LVI-palvelu

Matalarakennejärjestelmä lattialämmitykseen

latest change 13.01.2021, version id 5374, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Lattialämmitys soveltuu kaiken tyyppisiin kohteisiin ja lattioihin

Vesikiertoinen lattialämmitys on nykyaikainen ja energiatehokas tapa luoda miellyttävä sisäilmasto. Se luo mahdollisuuden myös erilaisille arkkitehtuurisille ratkaisuille ja helpottaa sisustusta. Pintamateriaalit ovat vapaasti valittavissa ja vaihdettavissa elinkaaren aikana, ja lämpöä ohjataan huonekohtaisesti varmistaen näin optimaaliset olosuhteet asunnon eri tiloissa käyttötarkoituksen mukaisesti.

Tutkimusten mukaan on todettu, että ihminen kokee lattialämmityskohteessa jopa pari astetta matalamman huonelämpötilan mukavammaksi verrattuna muihin lämmönjakotapoihin. Jokaisen asteen pudotus huonelämpötilassa voi tuoda jopa viiden prosentin säästön lämmityskuluihin.

Lattialämmitys mielletään usein uudiskohteiden lämmönjakotavaksi (yli 90% uusista pientaloista lämmönjakotapana on lattialämmitys), mutta se soveltuu erinomaisesti myös saneerauskohteiden lämmönjakotavaksi. Se on hyvä ja varteenotettava vaihtoehto erityisesti silloin, mikäli asunnossa tehdään muutenkin remonttia, jossa vaihdetaan lattiapinta. Määrittäviä asioita saneerauskohteissa on mm. kuinka paljon olemassa oleva lattiapinta saa nousta.

Samalla järjestelmällä, jota käytetään lattialämmitykseen, voidaan myös hoitaa kesäaikainen viilennys, mikäli käytettävissä on viileänlähde, kuten esimerkiksi maalämpö tai kaukokylmä. Lattiaviilennyksen tarkoituksena on ehkäistä kesäaikana auringon säteilyn aiheuttamaa ylikuumenemistä siten, ettei lämpötila huoneistossa nouse yli viihtyisien lämpötilojen

Lattialämmityksen osat ja toiminta

Lattialämmitys koostuu lattiarakenteeseen asennettavasta putkistosta, jakotukeista ja säätölaitteistosta. Lattialämmitys ja -viilennys on lämmönjakotapa, jossa lattiarakenteeseen sijoitetussa putkistossa kiertävä vesi luovuttaa tasaisesti lämpöä lattiaan ja lattiasta edelleen huoneilmaan. Lämpö ja viileä jakautuvat tasaisesti ympäri huonetta ja suuren säteilevän pinnan ansiosta huoneen lämpötila pysyy miellyttävänä ja tasaisena ympäri vuoden. Lattiaviilennyksessä lattian pintalämpötilat ovat yleensä 22–23°C, mutta kuitenkin aina vähintään 20 °C, jolla varmistetaan, ettei lattian pintalämpötila tunnu viileältä jalkapohjaan.

Järjestelmän ainoa näkyvä osa on sähkötoiminen huonetermostaatti. Huonetermostaatti säätää sen huoneen lämpötilaa, johon se on sijoitettu, sekä valvoo kyseisen huoneen ilmankosteutta, mikäli kohteessa on myös lattiaviilennys.

Huonetermostaatit antavat tiedon lämmitys-/viilennystarpeesta keskusyksikölle, joka puolestaan ohjaa jakotukilla olevien venttiilien auki/kiinni toimintaa. Huonetermostaatti katkaisee veden kierron putkipiirissä, kun huonelämpötila lämmitystilassa ylittää ja viilennystilassa alittaa termostaatin asetusarvon.

Lattialämmitys on matalalämpöjärjestelmä ja suuren lämpöä luovuttavan pinnan ansiosta menoveden lämpötilat voidaan pitää matalina moniin muihin lämmönjakotapoihin verrattuna. Lattialämmityspotkistossa virtaavan veden lämpötila määräytyy ulkolämpötilan mukaan.

Lattialämmityksen suunnittelu

Asuinkiinteistön käyttömukavuus, energia- ja elinkaaritehokkuus ratkaistaan hyvin pitkälle jo suunnitteluvaiheessa. Jokainen kohde tulee suunnitella yksilöllisesti LVI-suunnittelijan määrittelemien lähtötietojen ja tilakohtaisten tehontarpeiden mukaisesti.

Lattialämmitysjärjestelmä suunnitellaan Suomen rakentamismääräyskokoelman asetusten mukaisesti. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että oleskelutilojen tavoitelämpötilat ovat $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Mikäli huonelämpötila tahdotaan korkeammaksi kuin asetuksessa määritelty lämpötila, tarkoittaa se yleensä sitä, että lämmitysverkoston menoveden lämpötilaa tulee nostaa suunnitelmissa määriteltyä korkeammaksi. Huomioitavaa on, että menoveden lämpötilan nosto lisää lämmitysenergian kulutusta, kun puolestaan yhden asteen huonelämpötilapudotus vastaa noin 5% säästöä energiakulutuksessa.

Lattialämmityksen teoreettista maksimitehoa laskiessa voidaan nyrkkisääntönä käyttää $11\text{W}/\text{m}^2$ per 1°C lämpötilaero lattian pintalämpötilan ja huoneilman välillä. Huomioitavaa kuitenkin on, että tätä teoreettista maksimitehoa rajoittaa mm. maksimi lattian pintalämpötila, sekä järjestelmän menovedenlämpötila.

Lattiaviilennysjärjestelmän suunnittelu puolestaan nojautuu Suomen rakentamismääräyskokoelma asetukseen, jonka mukaan kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää asuinhuoneistoissa arvoa 27°C enemmän kuin 150 astetuntia 1. kesäkuuta ja 31. elokuuta välisenä aikana määräyskokoelmassa esitettyjä säätietoja, lämpökuormia ja ilmamääriä käytettäessä. Lisäksi lattian pintalämpötila mitoitetaan aina vähintään 20 asteen lämmölle.

Karkeana arviona viilennystehosta voi käyttää $7\text{W}/\text{m}^2$ per 1°C lämpötilaero lattian pintalämpötilan ja huoneilman välillä. Viilennyksen tehon arviointi ei kuitenkaan ole yksiselitteistä ja se vaatii yleensä tarkemman simuloinnin, sillä auringonsäteily voi tuoda merkittävän lisätehontarpeen kohteeseen. Viilennyksen osalta suunnittelussa tulee ottaa lisäksi huomioon kosteiden tilojen eriyttäminen omaksi järjestelmäksi, vaihtokytkentä lämmitys ja viilennystilojen välillä, kosteusseuranta ja kuivien tilojen runkoputkien kondenssieristys

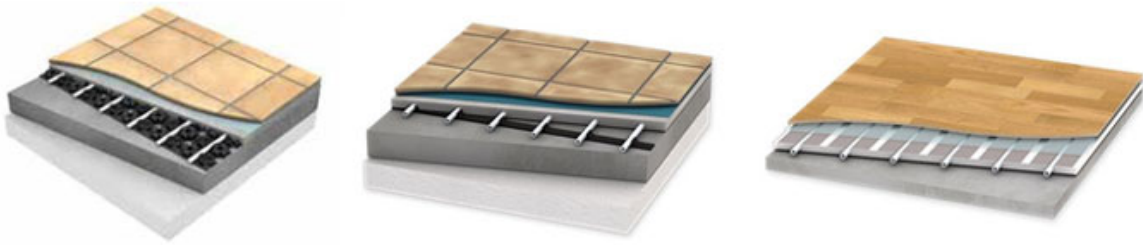
Säätöjärjestelmän merkitys on myös isossa osassa lämmitysjärjestelmän toimintaa. Vaihtoehtoja löytyy perinteisistä järjestelmistä aina älykkäisiin kokonaisuuksiin asti. Huomioon kannattaakin ottaa myös mahdollisuudet järjestelmän integraatioon erilaisiin älyjärjestelmiin tai taloautomaatioon, jolloin lämmityksen optimointi on entistä helpompaa ja kokonaisvaltaisempaa.

Lattialämmityksen asentaminen

Lattialämmitys ja –viilennys järjestelmään kuuluvan putkiston ja jakotukit asentaa LVI- ammattilainen. Säätölaitteiston osalta asennuksen suorittaa joko LVI-, tai sähköalan ammattilainen, riippuen mm. säätölaitteistossa käytetystä jännitteestä.

Lattialämmitys voidaan asentaa saneerauskohteissa esimerkiksi olemassa olevan lattian päälle. Erilaisia toteutustapoja löytyy niin kosteisiin kuin kuiviinkin tiloihin sekä betoni- ja puurakenteiseen lattiaan. Jotta lattiapinta nousisi mahdollisimman vähän, saneerauskohteissa käytetään yleisesti 10mm tai 12mm putkikokoa. Matalimmat saneerausratkaisut nostavat rakennetta vain 15mm. Toteutustapaa miettiessä tärkeintä onkin määrittää heti aluksi kuinka paljon lattiarakenne saa nousta alkuperäisestä.

Mikäli lattialämmitys asennetaan eristämättömään betonilattiaan, esimerkiksi kellarilattiaan tai välipohjaan on muistettava, että betoni luovuttaa lämpöä sekä ylös-, että alaspäin. Jos kellarilattia tai betonilaatta on maapohjan päällä, lämpöhäviöt voivat johtaa siihen, että lämmityskustannukset nousevat. Jos taas kyseessä on lämmin välipohja, alla olevien huoneiden lämpötilan säätäminen voi olla vaikeaa, koska välipohja luovuttaa lämpöä alakerran huoneeseen. Tällaisissa tapauksissa on hyvä ensin asentaa eristekerros vanhan lattian päälle, jotta hallitsematon lämmön-luovutus pienenee.



Muutamia lattiarakennekuvia saneerausratkaisusta

Säätölaittepäivitys

Vanhimmat ns. nykyaikaiset lattialämmitysjärjestelmät ovat asennettu 80-luvun loppupuolelta. Lattialämmityksen ja –viilennyksen säätöjärjestelmät ovat kehittyneet vuosien saatossa suurin harppauksin. Päivittämällä vanhan lattialämmityksen ohjauksen nykytasoa vastaavaksi, on mahdollista saada älykkyyttä säätämiseen ja lisätoimintoja järjestelmän käyttöön. Uuden säätöjärjestelmän avulla voi myös säästää energiaa mukavuudesta tinkimättä.

Älykkäimmät nykyaikaiset säätöjärjestelmät reagoivat kunkin huoneen lämmöntarpeeseen perinteistä järjestelmää nopeammin. Osa järjestelmistä voi hoitaa myös lattialämmityksen putkipiirien tasapainotuksen automaattisesti. Näin huoneet lämpiävät aiempaa paremmin ja nopeammin haluttuun lämpötilaan. Kun säätöjärjestelmän annetaan hoitaa järjestelmän tasapainotus, säätö perustuu kunkin huoneen todelliseen tahontarpeeseen, eikä suunnitelmien mukaisiin laskennallisiin arvoihin.

Säätölaittepäivitys on myös todella helppo ja nopea toteuttaa langattomilla säätölaitteilla ilman seinäpintojen tai kaapelointien uusimista.

Lattialämmityksen toiminta poikkeustilanteissa

Sähkökatkon sattuessa lattialämmitysjärjestelmässä vettä kierrättävän pumpun virta katkeaa ja siten myös lattialämmitysputkistossa oleva vesi ei enää kierrä lattiassa. Myöskään säätölaitteita ohjaava keskusyksikkö ei tässä tilanteessa saa virtaa ja sen toiminta pysähtyy. Nykyrakentamisen myötä talot ovat tiiviitä ja varsinaista jäätymisvaaratilanteita ei helposti tule, vaikka huonelämpötilat lähtevätkin pidemmän sähkökatkojakson myötä laskuun. Mikäli todellinen jäätymisvaara on kuitenkin olemassa (esimerkiksi nosto-ovellisten autotallien etuosat), voidaan sähkökatkojen aiheuttamat jäätymisvauriot estää lisäämällä lattialämmitysputkistoon glykolia.

Huolto ja kunnossapito

Lattialämmitysjärjestelmä ei vaadi suuria huoltotoimenpiteitä. Riittää kun jakotukki tarkistetaan aika-ajoin silmämääräisesti mahdollisten venttiilien tihkuvuotojen varalta ja seurataan huonelämpötilojen pysymistä asetetussa arvossaan. Langattomassa säätöjärjestelmässä huonetermostaattien paristojen vaihto ajallaan on myös yksi suoritettavista huoltotoimenpiteistä

Yhteenveto

Vesikiertoinen lattialämmitys ja –viilennysjärjestelmä jakaa lämpöä tasaisesti suurelta pinta-alalta sinne missä sitä tarvitaan, silloin kuin tarvitaan. Se estää vedontunnetta ja on varma ja luotettava tapa kiinteistön lämmönjakeluun, joka ei vaadi suuria huoltotoimenpiteitä.

Sama järjestelmä voi toimia kesäaikana viilennyskäytössä, jolloin järjestelmä tuottaa miellyttävän sisäilmaston ympäri vuoden. Viilennysmahdollisuus ei myöskään tuo suuria lisäkustannuksia ja onkin kustannustehokkain ja miellyttävin tapa viilentää asuntoa.

Olemassa olevien lattialämmitysjärjestelmien säätölaitepäivitys voi tuoda merkittävää parannusta paitsi asumismukavuuteen, myös energiatehokkuuteen. Säätöjärjestelmiä löytyy monia eri tasoisia, joista älykkäimmät voidaan jopa integroida osaksi suurempaa taloautomaatiojärjestelmää. Taloautomaatiojärjestelmään integroidun säätöjärjestelmän avulla voidaan lämmitysjärjestelmää seurata kokonaisuutena ja optimoida yhä energiatehokkaampaan suuntaan.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

LVI-palvelu

[Jäähdytys](#) [16]

[Lämmitys](#) [17]

Radiaattoriverkoston uudelleenmitoittaminen

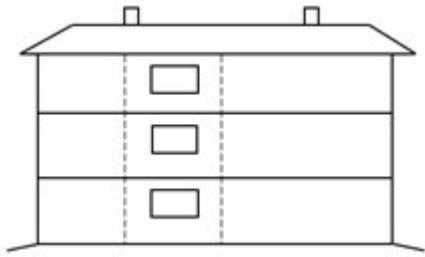
latest change 11.12.2020, version id 5341, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Rakennusten energiatehokkuutta parantavassa korjausrakentamisessa, tässä käytetään myöhemmin termiä remontti, parannetaan rakennuksen ulkovaipan, kuten ikkunoiden ja ulko-ovien, ulkoseinien sekä ylä- että alapohjien lämmöneristystä ja ilmatiiveyttä niin, että se vastaa lähes uudisrakentamisen vaatimuksia. Myös talotekniset järjestelmät, kuten lämmitys-, vesi- ja ilmanvaihtojärjestelmät sekä sähkö- ja tietoliikennejärjestelmät modernisoidaan toiminnallisesti tehokkaammiksi sekä energiatehokkaammiksi. On osoitettu, että vanhojenkin rakennusten vuotuinen energiankulutus voidaan oikeilla korjaustoimenpiteillä laskea alle 75 kWh/(m²a).

Kun vanhoja rakennuksia remontoidaan, muuttuvat huonetilojen lämmöntarpeet merkittävästi pienemmiksi ja tyypillistä on, että myös lämmöntarpeiden suhde eri huoneiden välillä muuttuu muun muassa, kun lisälämmöneristystä ei aina voida tehdä kaikkiin tiloihin yhdenmukaisesti. Myös parannettu ilmanvaihto muuttaa usein huonetilojen keskinäistä lämmöntarvesuhdetta. Näistä syistä johtuen pitää remontoitavalle rakennukselle tehdä asianmukainen uusi lämmöntarvelaskenta.

Esimerkin vuoksi tarkastellaan tilannetta tyypillisessä 50-60 luvun pienkerrostalossa, joissa rakennuksen energiankulutus on tyypillisesti yli 250 kWh/(m²a). Vertailun kohteena ovat mitoiltaan samanlaiset huoneet rakennuksen kolmessa kerroksessa.



Kuva 1. Vertailukohtana samanlaiset huoneet kolmessa päällekkäisessä kerroksessa.

Lämmöntarpeen laskenta perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelman osan Energiatohokkuus 2018 ohjeisiin. Lähtöarvoiksi vanhalle rakennukselle on otettu tietoja Ympäristöministeriön Energiatodistusoppaan 2018 liitteestä – Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja.

Huomaa! Taulukossa 1 esitetystä laskentaesimerkistä uudeksi ilmanvaihtojärjestelmäksi on valittu koneellinen tulo-poistojärjestelmä. Vaihtoehtoisesti ilmanvaihto voidaan toteuttaa koneellisella poistoilmajärjestelmällä, jossa poistoilman lämpö siirretään poistoilmalämpöpumpun avulla lämmitys- ja käyttöveteen. Tällöin vanhat radiaattorit vaihdetaan tuloilmaradiaattoreiksi.

Taulukko 1. Laskentaesimerkin tiedot

Laskenta-arvot	Vanha lähtötilanne	Tilanne remontin jälkeen	Muutos
Pinta-alat, m ²			
- Lattia-ala	20	20	
- Ulkoseinä	7	7	
- Ikkuna 2.0x1.5	3	3	
- Ylä-, väli- ja alapohja	20	20	
Huonekorkeus, m	2,5	2,5	
U-arvot, W/(m ² K)			
- Ulkoseinät	0,8	0,17	+15 cm lisäeriste
- Ikkunat ja ulko-ovet	3,0	1,0	uusittu
- Yläpohja	0,5	0,1	+25 cm lisäeriste
- Alapohja	0,5	0,5	
Ilmanvaihto, 1/h			
- muutos painovoimaisesta tulo-poistojärjestelmään	0,5	0,5	It-suhde 0 -- > 80%
Muut lähtötiedot			
- Kylmäsiilat ja vuotoilma laskentaohjeen mukaisesti.			
- Mitoituslämpötilat sisä 21°C ja ulko -26°C			
Lämmöntarve, W			
- 1. kerros	1304	429	33%

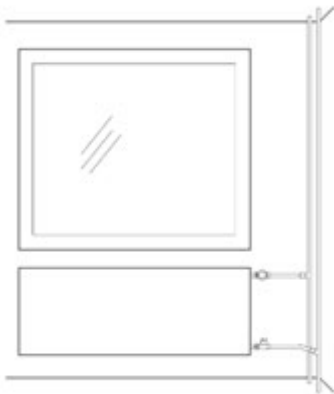
Laskenta-arvot	Vanha lähtötilanne	Tilanne remontin jälkeen	Muutos
- 2. kerros	1119	244	22%
- 3. kerros	1604	353	22%

Johtopäätöksiä esimerkistä:

- Mikäli vanhat radiaattorit säilytettäisiin 1.krs huone vaatii 50% suuremman suhteellisen tehon ($33\%/22\% = 1.50$) kuin muiden kerrosten huoneet. Menoveden lämpötilan ohjaus, lämpökäyrä, asetetaan korkeimman lämpötilatarpeen mukaisesti eli 1.krs huoneen vaatimuksia vastaavasti. Tällöin muut huoneet saavat ylikuumaa vettä, mikä johtaa termostaattien jatkuvaan auki-kiinni toimintaan, huonelämpötilojen huojuntaan ja lämmitysverkoston epätasapainoon.
- Energiatehokkuuden kannalta ja erityisesti, kun lämmöntuotantoon käytetään lämpöpumppua, on suositeltavaa vaihtaa alimittaiseksi jäävä 1.krs radiaattori 50% tehokkaampaan, jolloin menoveden lämpötilaa voidaan ohjata alemmalla lämmityskäyrän tasolla ja yhdenmukaisesti kaikkien radiaattorien suhteen.

Suositus

Lämmitysverkosto kannattaa mitoittaa uudelleen ja verkoston toimilaitteet modernisoida, kun rakennus remontoidaan tavoitteena lähes-nolla-energiataso. Muuttuneita tekijöitä on useita: Tehontarve, tehontarpeen jakautuminen, lämpötilatasot ja vesivirrat sekä mahdollisesti uusi lämmöntuotantotapa. Tyypillisesti nousu- ja siirtoputket säilytetään, staattiset linjasäätöventtiilit vaihdetaan uuden mitoituksen mukaisesti automaattisiin paine-erosäätimiin ja radiaattorit varustetaan uusilla esisäädettävillä termostaattiventtiileillä.



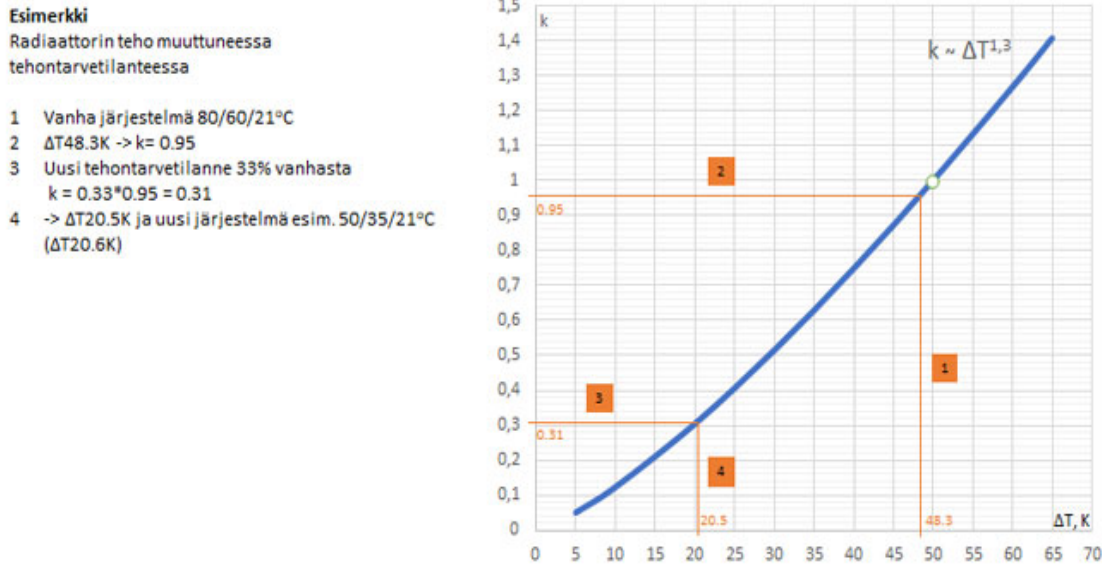
Kuva 2. Oikein mitoitetussa radiaattorissa on suuri lämpöä säteilevä pinta. Radiaattorin vaihtoa yksinkertaistaa, kun kytkentäputket nousuilta radiaattoriventtiileille uusitaan.

Useissa tapauksissa vanhat radiaattorit vaihdetaan kauttaaltaan uusiin. Näin voidaan valita mitoituslämpötilat optimaalisesti sekä lämmitysverkoston että lämmöntuotannon kannalta. Samalla saadaan rakennuksen kaikki lämmönluovuttimet vaihdettua samalle ikäkaudelle, mikä vähentää yksittäisten radiaattorien tulevia vaihtotarpeita. Tämä on kokonaistaloudellinen ratkaisu. Uudet radiaattorit kohentavat myös huoneiden esteettistä ilmettä.

Suosittelavia radiaattoriverkoston mitoituslämpötiloja:

- Lämpöpumput 45/35/21°C
- Kattilalaitos 55/45/21°C
- Kaukolämpö 60/30/21°C

Eräitä radiaattoritehojen vertailuun liittyviä taulukkotietoja



Kuva 3. Radiaattorin tehosuhteen k riippuvuus yllämpötilasta ΔT .

Kuvan 3 esimerkissä radiaattorin mitoitusteho vanhassa rakennuksessa on 1304 W lämpötiloilla $T_{\text{flow}}/T_{\text{rtm}}/T_{\text{in}} = 80/60/21^\circ\text{C}^1$ jolloin $\Delta T = 48.3K$. Remontin jälkeen tehontarve mitoitustilanteessa on 429 W eli 33% vanhasta. Kuvassa olevan esimerkin mukaan, kohdat 1 – 4, uudeksi yllämpötilaksi saadaan $\Delta T 20.5K$, jolla tarvittava 429 W toteutuu. Sopivia mitoitustemperatuureja ovat esimerkiksi 50/35/21°C ($\Delta T 20.6K$) ja 45/39/21°C ($\Delta T 20.9K$). Vanhan rakennuksen radiaattorin mitoitustiedot voivat olla peräisin esimerkiksi lämmityskäyrästä ja käyttökokemuksista.

Diagrammin $\Delta T 50K$ referenssiarvo $k = 1.0$ viittaa standardin EN 442 mukaisesti ilmoitettuun radiaattorin lämmönluovutustehoon. Radiaattorin yllämpötila lasketaan seuraavalla kaavalla.

$$\text{Radiaattorin yllämpötila } \Delta T = \frac{T_{\text{meno}} - T_{\text{paluu}}}{\ln \frac{T_{\text{meno}} - T_{\text{huone}}}{T_{\text{paluu}} - T_{\text{huone}}}}, \text{ missä } \begin{aligned} T_{\text{meno}} &= \text{menoveden lämpötila} \\ T_{\text{paluu}} &= \text{paluueden lämpötila} \\ T_{\text{huone}} &= \text{huonelämpötila} \end{aligned}$$

Taulukko 2. Paneeliradiaattorien tehosuhteet radiaattorityypin mukaisesti.

Type	10	11	20	21	22	30	33
OP rate	1.00	1.59	1.75	2.12	2.64	2.40	3.63

Taulukon 2 käyttöesimerkki: Tyyppimerkintä kuvaa paneelien ja konvektiolevyjen lukumäärää. Esimerkiksi

tyyppi 21 tarkoittaa, että radiaattorissa on kaksi vesikiertoista paneelia ja sen lisäksi yksi konvektiolevy. Esimerkiksi 22-tyypin teho on samoilla leveys/korkeusmitoilla tyyppin 11 tehoa $2.64/1.59 = 1.67$ kertaa suurempi.

Taulukko 3. Paneeliradiaattorien tehosuhteet korkeuden mukaisesti.

Height	300	400	450	500	600	900
OP rate	1.00	1.25	1.37	1.45	1.70	2.31

Taulukon 3 käyttöesimerkki: Esimerkiksi 600 mm korkean saman tyyppisen ja leveän radiaattorin teho on 400 mm korkeaan verrattuna $1.70/1.25 = 1.36$ kertaa suurempi. Paneeliradiaattorien tehot ovat lineaarisessa suhteessa niiden leveyteen.

Kuvassa 3 ja taulukoissa 2 ja 3 esitettyjä arvoja voidaan käyttää alustaviin arviointeihin. Suunnittelussa on kuitenkin syytä käyttää esimerkiksi radiaattorivalmistajien julkaisemia tarkempia tehokalkulaatioita.

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

[Asunto-osakeyhtiön hallitus](#) [5]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

LVI-palvelu

[Lämmitys](#) [17]

[Muut remontit](#) [18]

Talousvesi ja lämmin käyttövesi

latest change 23.10.2020, version id 5291, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Huoneistokohtainen vedenmittaus kerrostaloissa

latest change 13.01.2021, version id 5383, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Motivan mukaan suomalainen kerrostaloasuja kuluttaa vettä 155 litraa vuorokaudessa. Jo vuosia tilastoitujen kotien vedenkulutuksen mittausten tulokset kertovat, että vedenkulutus laskee peräti kolmanneksella, kun asunnoissa on käytössä huoneistokohtainen vedenmittaus. Mittauksen piirissä olevissa kodeissa säästetään vuosittain neljä miljoonaa kuutiota vettä. Rahaksi muutettuna voittoa syntyy 20?000?000 euroa, energiaa säästyy, jäteveden määrä vähenee ja luonto kiittää.

Suomalaiset voivat vähentää vedenkulutustaan kolmanneksella ilman, että elämänlaatu heikkenee. Lämmin vesi on energiasyöppö: suihkussa euro valuu viemäriin kymmenessä minuutissa, kun jääkaappi hurisee

samalla rahalla kolme viikkoa. Omia kulutustottumuksiamme muuttamalla säästämme vettä ja energiaa. Pienilläkin muutoksilla on suuri merkitys.

Vedenmittausjärjestelmän avulla asukas voi tarkkailla vedenkulutustaan omassa asunnossa huoneistonäytöltä tai mobiilisovelluksella, ja vastuullisten valintojen tekeminen on helppoa. Huoneistokohtaisella vedenmittauksella saavutetaan oikeudenmukainen kustannusten jako asukkaille taloyhtiöissä. Jokainen maksaa omasta kulutuksestaan. Oikea talotekninen suunnittelu takaa asukkaille määräysten mukaiset mittalaitteet ja samalla varmistetaan mittareiden näyttämän datan oikeellisuus. Sen vuoksi on tärkeää käyttää suunnittelussa hyväksytyjä mittareita sekä valmistajien suosituksia ja kokemusta.

Vedenkulutuksen mittausjärjestelmästä vedenkulutustiedot siirtyvät automaattisesti pilvipalveluun, josta ne ovat helposti saatavilla laskutusjärjestelmään. Älykäs vedenmittaus havaitsee mahdolliset vuodot hanoissa tai wc-istuimissa. Tiputtava hana saattaa kuluttaa 30?000 litraa vettä hukkaan vuodessa. Älykkäillä ominaisuuksilla myös järjestelmän ylläpito ja huolto helpottuvat. Älykäs vedenmittaus on tuottava energiainvestointi, jonka vaikutukset näkyvät tänään ja tulevaisuudessa.

Vedenmittausjärjestelmän suunnittelu ja energiatehokkuus

Mittauslaitedirektiivi MID 2014/32/EU sääntelee vedenmittauslaitteiden tyyppihyväksyntää ja käyttöä. Nämä vaatimukset jokaisen vedenkulutuksen mittalaitteen tulee täyttää. Lisäksi rakentamismääräysten mukaan on pakollista asentaa huoneistokohtaiset vesimittarit, joiden on mahdollista olla laskutuksen perusteena. Vaatimus koskee 3.1.2011 alkaen uudisrakennuksia ja 1.9.2013 alkaen perusparannuskohteita.

Viimeisin asiaa koskeva ja aiemmat rakentamismääräykset korvannut säännös on 1.1.2018 voimaan tullut Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Lisäksi valmistelukierroksella on Energiatehokkuus direktiivin (2018/2002) käyttöönotto Suomessa. Direktiivin mukaan vesimittareiden tulee olla etäluettavia 25.10.2020 alkaen tai tietyissä tapauksissa erikseen säädetyn siirtymäajan jälkeen. 25.10.2020 jälkeen sisämarkkinoilla ei saa enää myydä mittareita, jotka eivät ole etäluettavia.

Erityisen tärkeää on mitoittaa rakennuksen käyttövesiputkistot nykyisten vedenkulutusmäärien mukaisesti. Vedenkulutus on vuosien aikana laskenut kerrostalokohteissa, koska vedenkulutusta säästäviä laitteita on tullut markkinoille huomattavasti enemmän kuin aikaisemmin on ollut. Tämä kaikki on vaikuttanut vedenkulutusta alentavasti. Kannattaakin tarkoin miettiä rakennuksen käyttövesiputkiston mitoitusta erityisesti linjasaneeraus- ja uudisrakennuskohteissa, mikä on riittävä käyttövesiputkiston koko. Lisäksi kannattaa käyttää vesimittareita, joissa samat anturit voidaan hyödyntää lämpimän ja kylmän veden mittauksissa.

Erityisesti linjasaneerauskohteissa on lisääntynyt käyttövesiputkistojen kotelointi, joka vaatii laadukkaat etäluettavat vesimittarit, jotta niiden luentatulosten välittyminen voidaan taata. Lisäksi asukkaalla tulee olla mahdollisuus lukea itse omien mittareidensa lukemat esimerkiksi huoneistonäytöltä.

Uudisrakentamisessa ei ole eroa korjausrakentamiseen verrattuna suunnittelijan kannalta. Kaikissa kohteissa tulee huomioida huoneiston mittausyksiköiden sijoittaminen ensisijaisesti rappukäytävään ja valmius huoneistonäytön asentamiseen. Käytettävät suunnitteluohjelmat tukevat valmistajien välittämää tietoa suunnittelun toteutukseen. Esimerkiksi usean CAD suunnitteluohjelmiston tuotetietokanta sisältää valmistajan tuotetiedot.

Älykkäissä järjestelmissä huoneistokohtaiset mittalaitteet numeroidaan tehtaalla kohteen asunonumeroiden mukaisesti. Lähetinyksikköjen asennuksissa kannattaa suosia sähköpääkeskusta ja huomioida radio - ja GSM-verkon kuuluvuus.

Energiatehokkuus

Vanhan nyrkkisäännön mukaan veden lämmitys vie noin 30 % taloyhtiön lämmityskuluista. Viime vuosina

uusien rakennusten lämmöneristystä on parannettu, minkä seurauksena lämmönkulutus on lähes puolittunut vanhoihin rakennuksiin verrattuna. Tämä on johtanut siihen, että käyttöveden lämmityskulut ovat suhteessa kasvaneet. Uusissa rakennuksissa käyttöveden osuus lämmityskuluista on lähes kaksi kolmasosaa. Tästä syystä vedenkulutuksen vähentämisellä on entistä suurempi rooli energiansäästöissä.

yli 35 vuoden kulutusdatan perusteella huoneistokohtaisen vedenmittauksen käyttöönotto laskee taloyhtiön vedenkulutusta kolmanneksella. Kun taloyhtiön vedenkulutus laskee kolmanneksen, voidaan energiansäästöissä päästä jopa 10 prosenttiin. Esimerkiksi kymmenen minuutin suihku kuluttaa vettä 120 litraa, josta 60 prosenttia on lämmintä vettä. Vähentämällä suihkussa vietettyä aikaa, voi saada aikaan merkittäviä säästöjä energiankulutuksessa.

Huoneistokohtaisen vedenkulutuksen mittaaminen

Huoneistoihin asennetaan LVI- ja sähkösuunnitelmien mukainen lämpimän ja kylmän käyttöveden mittausjärjestelmä. Järjestelmään kuuluu huoneistokohtaiset virtausanturit, huoneistoyksiköt ja huoneistonäytöt sekä talo- tai taloyhtiökohtainen etäluettava keruuyksikkö.

Mittausdatan tulee olla helposti luettavissa sekä numeraalisessa että graafisessa muodossa selainpohjaisella järjestelmällä. Laskutusta varten mittausdata siirretään soveltuvaan isännöintiohjelmistoon, yhteensopivan siirtotiedoston avulla.

Asukkaalla on mahdollisuus seurata omaa vedenkulutustaan helposti ja reaaliaikaisesti huoneistonäytöltä. Järjestelmä ohjaa hälytykset halutusti esim. isännöitsijän/huoltoyhtiön GSM-numeroon tai sähköpostiin.

Huoneistokohtaisten vedenmittauslaitteiden asennukset

Rakennuksen vesijohdot tulee suunnitella siten, että kukin asunto liittyy käyttövesiverkostoon vain yhdessä pisteessä. Lämpimän käyttöveden kierto tulee suunnitella päättyväksi ennen virtausanturia. Putkisto virtausanturilta käyttökohteisiin tulee mitoittaa siten, että lämpimän käyttöveden odotusaika tulee mahdollisimman lyhyeksi.

Lämpimän käyttöveden kierto vaikeuttaa joskus vedenmittauksen toteutusta. Lämpimän käyttöveden odotusajan lyhentämiseksi samalle huoneistoyksikölle voidaan kytkeä kahdesta kolmeen lämpimän käyttöveden virtausanturia. Tällöin huoneistoyksikkö laskee automaattisesti yhteen samaan huoneistoon kuuluvien virtausanturien lukemat. Kylmä käyttövesi voidaan yleensä mitata yhdellä virtausanturilla.

Kun samaan asuntoon tulee vesi kahta eri nousuputkiston reittiä, virtausantureita tarvitaan neljä. Huoneistoyksikköön voidaan kytkeä kaksi lämpimän käyttöveden sekä kaksi kylmän käyttöveden virtausanturia.

Kuva 1. Perusasennus

Kuva 2. Lämpimän käyttöveden kierron huomioiminen

Kuva 3. Kaksi vesijohtojen nousulinjaa

Virtausantureiden sijoitus

Virtausanturit tulee sijoittaa siten, että niiden huoltaminen on helposti suoritettavissa, esimerkiksi rappukäytävässä. Mikäli laitteet sijaitsevat esim. kotelossa tai alakatossa tulee niiden kohdalle asentaa huoltoluukku (RU), jonka on oltava kooltaan vähintään 500 x 500 mm. Laitteita ei tule asentaa esim. keittiökaapin sokkeliin tai muuhun ahtaaseen tilaan. Asennuksessa tulee huomioida valmistajan antamat asennusohjeet ja niiden noudattaminen. Lisäksi TUKESin verkkosivuilta löytyy lisätietoa vesimittarien asennukseen.

Anturin edessä oleva sulkuventtiili tulee olla asennettuna ja yleensä laitteissa se kuuluu toimitukseen. Virtausanturissa tulisi olla erikoisvalmistettu yksisuuntaventtiili*, joka korvaa vesimittarin jälkeisen sulkuventtiilin.

*pressure relief toiminto, aktivoitumispaine 7 bar. Toiminto estää liiallisen paineen nousun kylmävesiputkessa, kun vesi lämpenee huoneenlämpötilaan.

Sulkuventtiilin tulee olla kiinteänä osana ennen virtausanturia. Lämminvesikiertoa ei saa asentaa sulkuventtiilin ja anturin rungon väliin. Kiristysmomentti on anturin liittimille yleensä 10 – 12 Nm. Antureissa on erikoistiivisteet putkiliitoksille.

Asuntokohtainen vedenkulutuksen näyttölaite

EU:n mittalaitedirektiivin mukaan kuluttajalla on oltava mahdollisuus helposti ja ilman apulaitteita seurata asuntonsa vedenkulutusta. Näin kuluttaja voi havainnoida sekä lämpimän että kylmän käyttöveden kulutusta erikseen omassa asunnossaan. Vesimittareissa on usein näyttö kiinteänä vesimittarin yhteydessä ja se yksinään ei riitä direktiivin vaatimukseen. Mobiilisovellus yksinään ei riitä täyttämään direktiivin vaatimuksia vaan kiinteä näyttö on välttämätön ominaisuus. Näytön tulee olla kiinteästi asennettu, helposti luettava näyttölaite. Lukemisen helpottamiseksi ei tule käyttää peiliä tai vaatia rakenteiden avaamista. Jos mittari sijaitsee rappukäytävässä, silloin tulee estää mittareihin pääsy asiattomalta luennalta.

Näyttölaitteen toiminnoissa olevaa huoneiston lämpötila-anturin mittaustietoa voidaan tarvittaessa käyttää huoneiston lämpötilan seuraamiseen ja mahdolliseen säätämiseen.

Järjestelmän yleiset käyttöönotto-ohjeet

Luotettavaan ja laadukkaaseen vedenmittausjärjestelmän käyttöönottoon kuuluu käyttöönottotarkastus. Toimenpiteellä varmistetaan, että laitteet on kytketty asianmukaisesti ja ne mittaavat oikein. Käyttöönottotarkastuksen avulla laitteille voidaan antaa 5 vuoden takuu. Urakoitsijan tulee tilata käyttöönottotarkastus valmistajalta ja samalla varmistetaan järjestelmän asennusten asianmukaisuus. Käyttöönottotarkastuksen lisäksi asukkaille voidaan jakaa opas järkevään veden käyttöön.

Käyttöönottotarkastuksen yhteydessä asetetaan järjestelmään isännöinnin yhteyshenkilöt vuotohälytysten ja vikailmoitusten tiedottamiseksi. Tällä voidaan varmistaa järjestelmän antamiin hälytystietoihin nopea

reagointi. Isännöitsijä saa halutessaan kaikki hälytykset tai sinne voidaan asettaa erillinen huollosta vastaava henkilö, jolle tiedot välitetään.

Käyttöönottotarkastuksen jälkeen vedenkulutustiedot ylläpidetään pilvipalvelussa, josta ne on helppo siirtää eteenpäin mm. laskutukseen. Palvelukonsepti on osa hyvin toimivaa etäluettavaa vedenmittausjärjestelmää.

Huolto ja kunnossapito

Huolto ja kunnossapito vedenmittausjärjestelmässä on erityisen tärkeää. Tyypillinen vedenmittausjärjestelmän käyttöikä tulisi olla vähintäänkin 1?000?000 litran kulutusta vastaava käyttö. Jokainen tekninen järjestelmä vaatii huoltoa ja sen vuoksi kattava huoltoverkosto on erityisen tärkeä. Järjestelmän takuu edellyttää säännöllistä huoltoa ja käyttöönottotarkastusta, tyypillisesti parhaat järjestelmävalmistajat antavat jopa viiden vuoden takuun.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Asunto-osakeyhtiön hallitus](#) [5]

[Isännöitsijä](#) [6]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

LVI-palvelu

[Käyttövesi](#) [13]

Tekoälyyn perustuva oppiva vedenkulutuksen seuranta

latest change 23.10.2020, version id 5304, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Yleisesti oppivaan tekoälyyn perustuvan vedenvalvontayksikön toiminnasta

Rakentamista säätelevät asetuksissa edellytetään, että rakenteet ohjaavat vuodot näkyville. Usein rakenteet kuitenkin kastuvat. Paikalla ei olla silloin kun vuoto tapahtuu. Yhteensä omaisuusvakuutuksesta korvattiin vuonna 2018 noin 36?000 vuotovahinkoa ja euromääräisesti korvaukset nousivat 163 miljoonaan euroon.

Oppivaan tekoälyyn perustuva vedenvalvontajärjestelmä paljastaa todellisen vedenkäytön. Samalla se havaitsee pienimmätkin mikrovuodot. Vedenvalvontajärjestelmän algoritmi osaa erottaa normaalin vedenkäytön mahdollisesta vuodosta.

Oppivaan tekoälyyn perustuva vedenvalvontajärjestelmä on tarkoitettu omakoti- ja paritaloihin, vapaa-ajan asuntoihin sekä rivitaloihin, joissa asuntoihin tulee oma päävesisyöttö.

Vedenvalvontajärjestelmä osaa varoittaa myös jäätymisvaarasta, koska muodostuvat jääkiteet aiheuttavat tunnistettavat paineenvaihtelut.

Hyvin yleinen laiterikko, joka vedenvalvontayksikkö löytää on vuotava vessa. Keskimäärin vuotava vessa aiheuttaa tuhannen euron ylimääräiset kulut vuodessa.

Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluu paljon energiaa. Seuraamalla suihkujen ja hanojen vedenkulutusta tiedetään mihin energiaa menee. Tiedon on tutkimuksissa havaittu johtavan jopa 30 % säästöön.

Vedenvalvontayksikön osat ja toiminta

Vedenvalvontajärjestelmään kuuluva laite mittaa vesijohdon painetta 240 kertaa sekunnissa ja lähettää tietonsa langattoman verkon kautta pilvipalveluun, jossa tekoäly analysoi painespektriä. Jokainen hana ja vettä käyttävä laite aiheuttaa toimiessaan putkistoon erilaisen, selvästi tunnistettavan sarjan painesykäyksiä, joista muodostuu persoonallinen sormenjälki. Tällä perusteella voidaan määrittää yksittäisen laitteen vedenkäyttö määrällisesti ja ajallisesti. Vedenvalvontayksikkö taltioi laitteiden jokaisen käytön. Päivittäiset ja kuukausittaiset tiedot tallentuvat pilvipalveluun. Omasta vedenkulutuksestaan saa verrokkitietoa vastaavan kokoisiin talouksiin nähden.

Vedenvalvontayksikön asentaminen

Vedenvalvontajärjestelmään kuuluvan laitteen asentaa LVI- ammattilainen kylmään päävesiputkeen heti vesimittarin ja mahdollisen paineenalennusventtiilin jälkeen. Laite yhdistetään sähköverkkoon. Vain yksi laite riittää koko rakennuksen käyttövesijärjestelmän vahtimiseen. Toisaalta yksi vedenvalvontajärjestelmä voi seurata kuuden eri rakennuksen käyttövesijärjestelmän toimintaa.

Käyttäjä lataa tablettiin tai älypuhelimeen sovelluksen, jonka kautta hän kommunikoi pilvipalvelussa toimivan tekoälyn kanssa.

Vedenvalvontayksikkö asennetaan mahdollisen sprinkleriputkiston lähdön jälkeen.

Vedenvalvontayksikkö asennetaan yhteen paikkaan, ja se riittää koko talon käyttövesijärjestelmän vuotoalvontaan.

Vedenvalvontayksikön toiminta poikkeustilanteissa

Sähkökatkon sattuessa vedenvalvontayksikkö pysyy tilassa, jossa se oli virran katketessa. Laite ei katkaise vedentuloa, ellei se jo ollut katkaistuna. Sähkökatkotilanteessa voit tarvittaessa avata ja katkaista vedentulon manuaalisesti sulkemistyökälulla.

Huolto ja kunnossapito

Vedenvalvontayksikkö on suunniteltu toimimaan ilman säännöllistä huoltoa.

Yhteenveto

Oppivaan tekoälyyn perustuvalla käyttövesijärjestelmän valvonnalla on mahdollista ratkaista vuotovahinkoihin liittyvät ongelmat. Samalla saadaan tarkempaa tietoa veden käytöstä kuin mitä kokonaiskulutuksen mittaava vesimittari antaa. Erityisesti lämpimän käyttöveden kulutuksen seuranta vesipisteittäin ohjaa käyttöä energiaystävällisempään suuntaan.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

[Omakotitalo, 2000 eteenpäin](#) [12]

LVI-palvelu

[Käyttövesi](#) [13]

Käyttövesivaraajan uusinta älyvaraajalla

latest change 13.01.2021, version id 5380, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Yleistä lämminvesivaraajan toiminnasta

Lämmin käyttövesi on osa arkeasi, esim. suihku, käsipesu, käsin tiskaus, kaikki käyttävät lämmintä vettä. Sähkölämmitteisissä taloissa on tavallisesti erillinen vedenlämmitin eli lämminvesivesivaraaja, jossa käyttövesi lämmitetään sähkövastuksella. Yleisin malli on moduulikokoinen, kaappimallinen lämminvesivaraaja, joka sopii kodinhoitohuoneen kalustukseen. Toinen suosittu malli on saunalauteiden alle sijoitettava makaava, sylinterimäinen lämminvesivaraaja. Tällä mallilla tehostetaan tilankäyttöä entisestään.

Lämminvesivaraaja on tärkeä osa kodin kiinteää kalustoa. Pitkästä käyttöiästään huolimatta myös lämminvesivaraaja on ajoittain vaihdettava. Tyypillinen käyttöikä on noin 20 vuotta, mutta käyttöiän pituuteen vaikuttaa moni tekijä, esimerkiksi veden laatu. Lämminvesivaraajan vaihto itsessään ei ole sen kummempi asia kuin esimerkiksi jääkaapinkaan vaihto. Helppoimmalla vaihto onnistuu ottamalla yhteyttä paikalliseen LVI-asentajaan.

Lämminvesivaraajalla on olennainen vaikutus myös asumisen energiatehokkuuteen. Lämminvesivaraajien osalta on annettu asetukset energiatehokkuudesta ja energiamerkinnästä. Uudet lämminvesivaraajat kuluttavat vaatimusten tiukentamisen jälkeen vähemmän energiaa kuin vanhat lämminvesivaraajat. Energiatehokkuus osoitetaan energiamerkinnällä. Tavallinen energiatehokkuus on tasoltaan C-D. On myös tärkeä huomioida, että tuotteelle on myönnetty CE-merkintä turvallisen käytön takaamiseksi.

Lämminvesivaraajan valinta

Ennen vanhaa oli yleistä, että suorasähkölämmitteisissä taloissa oli käytössä kaksoistariffi eli ns. yö sähkö ja lämminvesivaraajaa ladattiin yöllä halvemman sähkön hinnan aikaan. Tämän takia yhden asunnon varaajan tilavuus oli jopa 300 litraa, jotta lämmin käyttövesi riittäisi koko seuraavalle päivälle. Nykyään sähkötariffien hintaero on niin pieni, ettei varaajan tilavuutta tarvitse mitoittaa yöllä tapahtuvan latauksen mukaan. Neli-viisihenkiselle perheelle riittää lämminvesitilavuudeksi noin 150-200 l, kun lämminvesivaraaja on jatkuvasti päällä. Mikäli on paljon lämmintä käyttövettä kuluttavia käyttökohteita, kuten amme, pitää se huomioida lämminvesivaraajan valinnassa.

Lämminvesivaraajan tullessa vaihtoiäkään kannattaa koon lisäksi verrata myös muita tekijöitä, kuten

energiatehokkuutta. Suorasähkölämmityksen tehokkuutta voidaan parantaa eri tekniikoilla, kuten älyä lisäämällä ja kompressoritekniikalla. Älyvaraajissa energiatehokkuutta parannetaan automatiikalla, joka seuraan lämpimänveden käyttöprofiilia muutaman päivän taaksepäin. Näin varaajan automatiikka oppii, miten taloudessa käytetään lämmintä vettä, eikä lämmitä ”turhaan”. Energiansäästöä syntyy, kun optimoidun lämmittämisen ansiosta lämpöhäviöt pienenevät. Kuitenkin lämminvesivaraajassa on aina sen verran lämmintä vettä, ettei se lopu kesken.

Käyttövetä voidaan lämmittää myös lämpöpumpputekniikkaan perustuen. Esimerkiksi asunnon poistoilman sisältämä lämpö voidaan ottaa talteen ja hyödyntää lämpimän käyttöveden tuottamiseen. Tässä laitteessa yhdistyy lämminvesivaraaja, lämpöpumppu ja poistoilmapuhallin. Laite soveltuu kohteisiin, joissa on ilmanvaihtona pelkkä koneellinen poisto, ns. huippari katolla. Vaihtamisen yhteydessä on varmistettava ilmanvaihtoon toimivuus suunnittelijan kanssa.

Hybridivaraajilla käyttövesi voidaan lämmittää kahdella tai useammalla lämmönlähteellä. Esimerkiksi aurinkokeräimillä voidaan lämmittää käyttövetä, jos lämminvesivaraajassa on erillinen kierukka aurinkolataukselle. Usein hybridivaraajat ovat hieman kalliimpia kuin tavalliset lämminvesivaraajat. Aurinkosähkö on siten usein kannattavampaa käyttää suoraan kodin käyttösähkönä, esimerkiksi ilmanvaihtoon.

Mitä vielä voi tehdä? Esimerkiksi IFTTT tyyppiset älyratkaisut (if this, then that) ovat myös mahdollisia joillakin tuotteilla, joissa on valmius tiedonsiirtoon sähköverkon kanssa (Smart Grid). Esimerkiksi sähkön hinnan vaihteluväli voi tulevaisuudessa kasvaa entisestään, jolloin sähkön hinnan ohjausvaikutus korostuu sähkölämmitteisissä rakennuksissa. Lähitulevaisuudessa sähkönkäyttäjän lienee mahdollista osallistua sähkömarkkinoiden kulutusjouktoon. Silloin palvelun tarjoaja ohjaa lämminvesivaraajan vastusta päälle ja pois, riippuen sähkön hintatasosta ja sähköverkon kuormituksesta. Tällä ohjauksella vaikutetaan sähköjakeluverkkojen kuormituksen tasapainoon ja samalla asukas säästää edullisemmän sähkön hinnan ansiosta kuitenkin asuinmukavuudesta tinkimättä.

Huolto ja kunnossapito

Varaajat eivät sinällään tarvitse säännöllistä huoltoa tai kunnossapitoa. Epätyypilliseen toimintaan on kuitenkin reagoitava viipymättä. Käyttäjän vastuulla on aika ajoin tarkistaa varoventtiilin toiminta. Tarkemmat ohjeet löytyvät valmistajan käyttöohjeesta.

Milloin lämminvesivaraaja on aika vaihtaa?

Lämminvesivaraajan tekninen käyttöikä on 20 vuotta. Tänä aikana on mahdollisesti huollon yhteydessä vaihdettu termostaatti tai sähkövastus. Komponenttien ikääntymisen myötä lämminvesivaraajan vaihtoon on suositeltavaa elinkaaren lopussa. Uuden laitteen myötä saa huolettomia ja turvallisia vuosia.

Toiminta poikkeustilanteessa

Lämminvesivaraajat toimivat sähköllä ja sähkökatkon aikana käyttövetä ei lämmitetä. Lämminvesivaraajan sähköä ei saa katkaista, vaikka asunnossa ei oleskeltaisikaan. Veden lämpötilan on oltava yli 55 °C legionellabakteerin kasvun estämiseksi. Mikäli lämminvesivaraajan käyttö halutaan keskeyttää, on se tyhjennettävä vedestä kokonaan. Energiankulutusta ja lämpöhäviöitä voidaan vähentää ainoastaan tilapäisesti termostaatin asettamaa lämpötilaa laskemalla. Turvallisimmin energiansäästö tapahtuu älyvaraajalla.

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

[Omakotitalo, 2000 eteenpäin](#) [12]

LVI-palvelu

[Käyttövesi](#) [13]

Automaatio

latest change 12.03.2021, version id 5470, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Pientalon lattialämmityksen säätölaitepäivitys

latest change 12.03.2021, version id 5472, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Opastava teksti

Miksi lattialämmityksen säätölaitepäivitys kannattaa

Vanhimmat ns. nykyaikaiset lattialämmitysjärjestelmät ovat asennettu 80-luvun loppupuolelta. Lattialämmityksen ja –viilennyksen säätöjärjestelmät ovat kehittyneet vuosien saatossa suurin harppauksin. Päivittämällä vanhan lattialämmityksen ohjauksen nykytasoa vastaavaksi, on mahdollista saada älykkyyttä säätämiseen ja lisätoimintoja järjestelmän käyttöön. Uuden säätöjärjestelmän avulla voi myös säästää energiaa mukavuudesta tinkimättä. Usein päivitystarve ilmenee kun huonelämpötilat eivät pysy asetusarvoissaan. Varosina korjaamisen sijasta kannattaa harkita uuden säätöjärjestelmän hankkimista. Samalla kannattaa tarkistaa mahdollinen kiertopiirien ilmauksen tarve ja muut mahdolliset vikatilanteet.

Älykkäimmät nykyaikaiset säätöjärjestelmät reagoivat kunkin huoneen lämmöntarpeeseen perinteistä järjestelmää nopeammin. Osa järjestelmistä voi hoitaa myös lattialämmityksen putkipiireissä kiertävän veden virtauksen tasapainotuksen automaattisesti. Näin huoneet lämpiävät aiempaa paremmin ja nopeammin haluttuun lämpötilaan. Kun säätöjärjestelmän annetaan hoitaa järjestelmän tasapainotus, säätö perustuu kunkin huoneen todelliseen tahontarpeeseen, eikä suunnitelmien mukaisiin laskennallisiin arvoihin.

Automaattinen tasapainotusominaisuus mahdollistaa jopa 20% säästön lämmitysenergiankulutuksessa verrattuna säätämättömään järjestelmään. Säätämättömässä järjestelmässä energiaa kuluu kun huoneiden lämpötilataso on usein liian korkea. Pelkästään energiasäästöinä laskettuna lattialämmityksen säätölaitteiden päivitys alkaa tuottaa säästöä, ja tietenkin vielä lisää jos termostaatteja joudutaan uusimaan.

Lämmönkehittimestä lattialämmitykseen tulevan veden lämpötilaa ohjaa automaattikka ulkolämpötilan mukaan. Säätökäyrän oikealla valinnalla on mahdollista säästää energiaa.

Uuden 1.1.2021 voimaan astuneen energiatehokkuusasetuksen 718/2020 mukaan lämmönkehittimen uusinnan yhteydessä on asennettava säätölaitteet jokaiseen tilaan. Jos jostakin tilasta puuttuu itsesäätyvä laite, on se sinne lisättävä ja samalla ehkä on järkevää uusida koko vanha järjestelmä.

Lattialämmityksen säätölaitepäivityksen osat ja toiminta

Lattialämmitys on matalalämpöjärjestelmä ja suuren lämpöä luovuttavan pinnan ansiosta menoveden lämpötilat voidaan pitää matalina moniin muihin lämmönjakotapoihin verrattuna. Lattialämmityspotkistossa virtaavan veden lämpötila määräytyy ulkolämpötilan mukaan.

Huonetermostaatti säätää sen huoneen lämpötilaa johon se on sijoitettu. Käyttäjä voi säätää langattomasti mobiilisovelluksen kautta tai suoraan termostaatista huonelämpötilan haluamukseen ja näytöllisestä huonetermostaatista näkee huoneen lämpötilan. Huonetermostaatit antavat tiedon lämmitystarpeesta keskusyksikölle, joka puolestaan ohjaa jakotukilla olevien venttiilien auki/kiinni toimintaa. Huonetermostaatti katkaisee veden kierron putkipiirissä, kun huonelämpötila lämmitystilassa ylittää termostaatin asetusarvon.

Nyky aikaista lattialämmitystä on mahdollista hallita ja seurata keskitetysti mobiilisovelluksen kautta. Älykäs säätölaitejärjestelmä mahdollistaa lämmityksen aikatauluttamisen sekä integraatioit älykotijärjestelmiin.

Lattialämmityksen säätölaitepäivityksen asentaminen

Säätölaitepäivitys on helpointa toteuttaa langattomilla säätölaitteilla ilman seinäpintojen tai kaapelointien uusimista. Saatavilla on siistejä peitelevyjä vanhojen huonetermostaatien läpivientien peittämiseen.

Säätölaitteiston osalta asennuksen suorittaa joko LVI-, tai sähköalan ammattilainen niin, että sähköturvallisuusmääräyksiä noudatetaan. Asentajan pätevyys määräytyy mm. sen mukaan, mitä jännitettä säätölaitteistossa käytetään.

Vaihtotyö vie aikaa vain pari tuntia. Uudet termostaatit asennetaan kaikkiin asuinhuonetiloihin, joissa on vesikiertoinen lattialämmitys.

Uuden 1.1.2021 voimaan astuneen energiatehokkuusasetuksen 718/2020 mukaan itsesäätävät laitteet on asennettava siten, että ne säätävät erikseen lämpötilaa kussakin huoneessa. Märkätilojen lattialämmitystä on perinteisesti ohjattu käsisäädöllä. Asetus voi tuoda muutoksen tähän käytäntöön. Termostaatilla voidaan halutessa ohjata märkätilan lattian pintalämpötilaa.

Lattialämmityksen toiminta poikkeustilanteissa

Sähkökatkon sattuessa lattialämmitysjärjestelmässä vettä kierrättävän pumpun virta katkeaa ja siten myös lattialämmitysputkistossa oleva vesi ei enää kierrä lattiassa. Myöskään säätölaitteita ohjaava keskusyksikkö ei tässä tilanteessa saa virtaa ja sen toiminta pysähtyy. Sähkökatkon jälkeen toiminta palautuu.

Nykyrakentamisen myötä talot ovat tiiviitä ja varsinaista jäätymisvaaratilanteita ei helposti tule, vaikka huonelämpötilat lähtevätkin pidemmän sähkökatkojakson myötä laskuun. Mikäli todellinen jäätymisvaara on kuitenkin olemassa (esimerkiksi nosto-ovellisten autotallien etuosat), voidaan sähkökatkojen aiheuttamat jäätymisvauriot estää lisäämällä lattialämmitysputkistoon glykolia.

Huolto ja kunnossapito

Lattialämmitysjärjestelmän säätölaitteet eivät vaadi suuria huoltotoimenpiteitä. Riittää kun seurataan huonelämpötilojen pysymistä asetetussa arvossaan. Langattomassa säätöjärjestelmässä huonetermostaatien paristojen vaihto ajallaan on myös yksi suoritettavista huoltotoimenpiteistä. Mobiilisovelluksen kautta voidaan hallita säätölaitteita ja hoitaa esim. automaattisesti säätöjärjestelmän ohjelmistopäivitykset.

Yhteenveto

Olemassa olevien lattialämmitysjärjestelmien säätölaitepäivitys voi tuoda merkittävää parannusta paitsi asumismukavuuteen, myös energiatehokkuuteen. Säätöjärjestelmiä löytyy monia eri tasoisia, joista älykkäimmät voidaan jopa integroida osaksi suurempaa taloautomaatiojärjestelmää.

Taloautomaatiojärjestelmään integroidun säätöjärjestelmän avulla voidaan lämmitysjärjestelmää seurata kokonaisuutena ja optimoida yhä energiatehokkaampaan suuntaan.

Kohdeyleisö

[Omakotitalon omistaja](#) [4]

Rakennustyyppi

[Omakotitalo, 60-luvulle asti](#) [9]

[Omakotitalo, -80 ja -90 -luvut](#) [10]

[Omakotitalo, 70-luku](#) [11]

[Omakotitalo, 2000 eteenpäin](#) [12]

LVI-palvelu

[Lämmitys](#) [17]

Konseptien esittelyvideoita

latest change 16.12.2020, version id 5364, change: Created by juhani.hyvarinen.

Katso videoanimaatio 70-luvun kerrostalon energiaremontista

latest change 11.02.2021, version id 5424, change: Edited by juhani.hyvarinen.

Kohdeyleisö

[Asukas](#) [3]

[Asunto-osakeyhtiön hallitus](#) [5]

[Isännöitsijä](#) [6]

[Suunnittelija](#) [7]

Rakennustyyppi

[Kerrostalo, 70-luku](#) [8]

LVI-palvelu

[Käyttövesi](#) [13]

[Ilmanvaihto](#) [15]

[Lämmitys](#) [17]

Source URL (modified on 2021-03-24 08:41): <https://www.talotekniikkainfo.fi/node/191>

Linkit

[1] <https://www.talotekniikkainfo.fi/lammon-talteenoton-toimivuus-kylmassa>

[2] <https://www.talotekniikkainfo.fi/esimerkit/asuinrakennusten-suunnitteluohje-paine-ero-vaipan-yli>

[3] <https://www.talotekniikkainfo.fi/kohdeyleiso/asukas>

[4] <https://www.talotekniikkainfo.fi/kohdeyleiso/omakotitalon-omistaja>

[5] <https://www.talotekniikkainfo.fi/kohdeyleiso/asunto-osakeyhtion-hallitus>

[6] <https://www.talotekniikkainfo.fi/kohdeyleiso/isannoitsija>

[7] <https://www.talotekniikkainfo.fi/kohdeyleiso/suunnittelija>

[8] <https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennustyyppi/kerrostalo-70-luku>

[9] <https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennustyyppi/omakotitalo-60-luvulle-asti>

[10] <https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennustyyppi/omakotitalo-80-ja-90-luvut>

[11] <https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennustyyppi/omakotitalo-70-luku>

- [12] <https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennustyyppi/omakotitalo-2000-eteenpain>
- [13] <https://www.talotekniikkainfo.fi/lvi-palvelu/kayttovesi>
- [14] <https://www.talotekniikkainfo.fi/lvi-palvelu/viemarit>
- [15] <https://www.talotekniikkainfo.fi/lvi-palvelu/ilmanvaihto>
- [16] <https://www.talotekniikkainfo.fi/lvi-palvelu/jaahdytys>
- [17] <https://www.talotekniikkainfo.fi/lvi-palvelu/lammitys>
- [18] <https://www.talotekniikkainfo.fi/lvi-palvelu/muut-remontit>
- [19] https://www.talotekniikkainfo.fi/search/concept?f%5B0%5D=field_book_building_service%3A43
- [20] <https://www.energiatehokaskoti.fi/korjaaminen>
- [21] https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen
- [22] https://energia.fi/files/502/JulkaisuK1_2013_20140509.pdf
- [23] <https://www.talotekniikkainfo.fi/file/kaava-radiaattorin-ylilampotilajpg>