

uponor

Uponor

Lattialämmitys- ja viilennysratkaisut kerrostaloissa



Uponor lattialämmitys ja -viilennysratkaisut kerrostaloissa

I. Johdanto

1. Yksi investointi, kaksi järjestelmää	4
1.1 Lattialämmitys ja viilennys yhdessä	4
1.2 Tasainen, vedoton ja huomaamaton ympäri vuoden	5
1.3 Energiatehokas ja taloudellinen ratkaisu	6
1.4 Kokonaisvaltainen palvelu	7
2. Käyttökohteet	8
2.1 Soveltuvat käyttökohteet	8
2.2 Lattialämmitys ja -viilennys asuinkerrostaloissa	9
2.3 Lattiaviilennys ja auringonsäteily	10
2.4 Lattialämmitys ja -viilennysjärjestelmä ja muu talotekniikka	11
3. Lämmönjakomuodolla on väliä	12
3.1 Huonelämpötilan kokeminen	12
3.1.1 Operatiivinen lämpötila	12
3.1.2 Lattian pintalämpötila	12
3.1.3 Lattialämmitysteho	13
3.1.4 Lattiaviilennysteho	13
3.2 Lämmitys- ja viilennysmuotojen erot	14
3.3 Vesikiertoisien matalalämpöjärjestelmien edut	15
3.3.1 Järjestelmän hyötyjä	15
3.3.2 Yliämpö hyötykäyttöön	16
3.3.3 Terminen massa ja reagointinopeus	16
3.4 Rajoitteet	19
3.5 Kilpailukykyinen hinta	19

II. Tekniikka

4. Tekninen ratkaisu	21
4.1 Lattiarakenteet	21
4.1.1 Maanvarainen laatta	21
4.1.2 Välipohjalaatta	21
4.1.3 Kosteudet tilat	21
4.1.4 Maavaraiset sekä kosteiden tilojen rakenteet	22
4.1.5 Rakenteiden tekniset ominaisuudet	23
4.1.6 Askeläänieristävyys	24
4.2 Lattialämmitys- ja -viilennysjärjestelmä	25
4.2.1 Järjestelmän toiminta	25
4.2.2 Lämmön- ja viileänlähteet	26
4.2.3 Runkolinjat	27
4.2.4 Lämmitys-/viilennys-vaihtokytkentä	27
4.2.5 Kastepistevalvonta	27
4.2.6 Jakotukit ja -piirit	28
4.2.7 Sääätöjärjestelmä	28

III. Ohjeita ammattilaisille

5. Suunnitteluohjeita	32
5.1 Lattialämmitys	32
5.2 Lämmitystehontarve sekä lattialämmitysteho	32
5.3 Jakotukit ja niiden sijoittaminen	33
5.4 Putkimitoitus ja jakotukit	33
5.5 Huonesäätöjärjestelmä	34
5.6 Järjestelmän ohjaus	34
5.7 Lattiaviilennys	35
5.8 Runkoputkisto ja jakotukit	35
5.9 Vaihtokytkentä	35
5.10 Säätöjärjestelmä	37

5.11 Huonesäätöjärjestelmä	37
----------------------------	----

6. Asentaminen ja käyttöönotto	38
6.1 Putkiston asentaminen	38
6.2 Järjestelmän käyttöönotto	39
6.3 Järjestelmän tasapainotus	39
6.4 Mittaus ja säätö	40
6.5 Säättöjärjestelmän sähkökytkennät	40
6.6 Järjestelmän toimintakoe	41
6.7 Lämpötilamittaus	41

7. Käyttö ja ylläpito	42
------------------------------	-----------

8. Huoltaminen	43
-----------------------	-----------

IV. Tapauskuvauksia

9. Kustannusvertailun tuloksia	45
9.1 Esimerkkitapaus	45
9.2 Huomioitavaa vertailussa	46
10. Viilennysmittaustuloksia esimerkkitapauksissa	47
10.1 Lattiaviilennyskohteen mittaustuloksia	47
10.2 Lattiaviilennysjärjestelmän mittaustulos	48
10.3 Johtopäätökset	48

V. Lisätietoja

11. Vastuunjakojen projektin eri vaiheissa	50
12. Työselostusmalli	51
13. Sertifikaatit ja hyväksynnät	52

I. Johdanto



1. Yksi investointi, kaksi järjestelmää

1.1. Lattialämmitys ja viilennys yhdessä

Uponor-lattialämmitysjärjestelmä on monikäyttöinen. Sitä voidaan käyttää sekä lämmitykseen että viilennykseen. Vesikiertoinen lattialämmitys sopii erinomaisesti erilaisten rakennusten lämmönjakoon ja soveltuu käytettäväksi kaikkien tunnettujen lämmitysmuotojen kanssa. Lattiaviilennyksessä voidaan hyödyntää esim. maalämmöstä, vesistöön asennetusta keruupiiristä tai kaukokylmästä saatavaa jäähdytysenergiaa.

Uponor-lattialämmitysjärjestelmä varmistaa miellyttävät sisäilmaolosuhteet ympäri vuoden, kun siihen lisätään lattiaviilennys. Lämmityskaudella lattialämmitys toimii normaalisti, mutta kesäkaudella samaan lämmitysrunkoon kytketään viilennys. Lattiaviilennys mm. ehkäisee auringon säteilyn aiheuttamaa ylikuumenemista.

Viilennyksessä hyödynnetään maalämmöstä, kaukokylmästä tai muusta vastaavasta lähteestä saatavaa jäähdytysenergiaa. Hyödynnettäessä maalämmön keruupiiristä saatavaa niin sanottua ilmaisenergiaa tulee lattiaviilennysjärjestelmästä erittäin kustannustehokas. Kierron jälkeen lämmennyt liuosta ei ohjata suoraan takaisin maalämpökaivoon, vaan sitä hyödynnetään vielä käyttöveden esilämmityksessä.

Lattialämmityksen säätöjärjestelmä soveltuu myös lattiaviilennyksen ohjaukseen. Se valvoo automaattisesti lämpötilan lisäksi myös huonekosteutta. Käyttöpaneelin ansiosta huonelämpötilojen seuranta on vaivatonta. Internetiin kytkettynä järjestelmää voidaan ohjata langattomasti esimerkiksi älypuhelimella.

Kun rakennuksessa on nykyaikainen lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmä, on rakennus varautunut tulevaisuuteen. Järjestelmä tukee kaikkia energiamuotoja, mukaan lukien aurinkoenergia, maalämpö ja kaukolämpö.



1.2 Tasainen, vedoton ja huomaamaton

Uponor lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmät pitävät sisälämpötilan miellyttävänä ja varmistavat täydellisen asumismukavuuden ympäri vuoden.



Toimiva talotekniikka nostaa kiinteistön arvoa

Asuinkiinteistön käyttömukavuus ja elinkaarihakkuus ratkaistaan jo suunnitteluvaiheessa. Teknisesti pitkälle kehitetyt kerros- ja rivitalojen talotekniikkaratkaisut auttavat nostamaan asumisviihtyvyyden uudelle tasolle ja helpottavat kiinteistön kunnossapitoa.

Viimeisten vuosikymmenten aikana lattialämmitys on syrjäyttänyt muut omakotitalojen lämmönjakotavat. Aluksi lattialämmitys oli tasokkaiden asuntojen lisämukavuus, mutta nykyisin se on oletusarvoisesti joka talossa – eikä suotta.

Lattiaan asennettava järjestelmä on huomaamaton. Erilliset lämmityslaitteet rikkovat tilan estetiikkaa ja rajoittavat kalustusta. Lattialämmitys suo huomattavasti vapaammat kädet huoneen järjestelyille ilman häiritseviä laitteita.

Vesikiertoisen lattialämmityksen parhaita puolia on lämmön tasainen siirtyminen. Energia levittyy laajalle alueelle, toisin kuin järjestelmissä, jotka vaativat erillisen lämmitys- tai viilennyslaitteen. Vesi on noin 4000 kertaa ilmaa tehokkaampi lämmönsiirtoaine. Vedon tunne vähenee oleellisesti, kun ilmanvaihtoa tai puhallinkonvektoria ei tarvitse käyttää asunnon kesäaikaiseen viilentämiseen.

Lämpimänä vuodenaikana lattialämmitys ja –viilennysjärjestelmä ehkäisee tehokkaasti yliämpenemisongelmia. Lattiaviilennystä käyttämällä voidaan usein myös vähentää sellaisia auringonsuojauskeinoja, jotka rajoittavat luonnonvalon saatavuutta.

Viilennettäessä järjestelmä viilentää huonetilaa, mutta lattian lämpötila pysyy miellyttävänä. Jäähdytysenergia suuntautuu alhaalta ylöspäin ja levittyy tasaisesti huonetilaan. Suuren säteilypinta-alan ansiosta miellyttävä lämpötila saavutetaan usein yli 22 °C lattialämpötilalla, eikä se koskaan ole alle 20 °C.

Uponor-järjestelmä mahdollistaa kosteiden tilojen lämpötilan säätämisen erikseen eikä kosteita tiloja viilennetä kesäaikaanakaan. Lämmin lattia nopeuttaa kosteuden kuivumista ja vähentää rakenteiden vaurioitumisriskiä.

Lattiaan asennettuna lämmönjakojärjestelmä on huomaamaton.

1.3 Energiatehokas ja taloudellinen ratkaisu

Rakennussektori käyttää noin 40 % kaikesta EU:ssa käytetystä energiasta, ja se vastaa 36 prosentista unionin CO₂ päästöistä. Yli 90 % rakennuksen ympäristövaiikutuksista on seurausta rakennuksen lämmitykseen, viilennykseen, ilmanvaihtoon ja valaistukseen käytetystä energiasta. Energiatehokkuus on keskeisessä asemassa, kun halutaan pienentää kustannuksia, parantaa kilpailukykyä, taata jakelu myös tulevaisuudessa ja noudattaa ilmastomuutosta koskevia kansainvälisiä sopimuksia.

Energiatehokkaat lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät ovat välttämättömiä, jotta matalaenergiarakennukset pystyisivät vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin. Kun rakennuksessa on nykyaikainen lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmä, on rakennus varautunut tulevaisuuteen. Järjestelmä tukee kaikkia ajateltavissa olevia tulevaisuuden energiansyöttöjärjestelmiä, mukaan lukien aurinkoenergia, maalämpö ja kaukolämpö.

Koska lämmön säteilyyn perustuva järjestelmä pystyy viilentämään rakennuksen suhteellisen korkeissa lämpötiloissa, voi järjestelmä hyödyntää tyypillisiä kesäajan maalämpötiloja liuospiirin avulla käyttämättä lämpöpumppua. Tällöin viilennyksen ainoat käyttökustannukset aiheutuvat maalämpönestettä ja vettä kierrättävien pumppujen energiankulutuksesta.

- Rakentamismääräykset vaativat yhä energiatehokkaampaa rakentamista.
- Vuoden 2018 jälkeen rakennetut julkiset rakennukset ovat lähes nollaenergiatasoa.
- Vuoden 2020 jälkeen rakennetut kaikki rakennukset ovat lähes nollaenergiatasoa.
- Rakennuksissa tulee hyödyntää uusiutuvaa energiaa.
- Energiatehokkuus yhdistettynä suuriin ikkunoihin voi aiheuttaa ylikämmenemisen, jolloin tarvitaan viilennystä.
- Energiatehokas viilennysjärjestelmä kerää auringon tuottaman ylikämmenemisen talteen hyötykäyttöä varten.



1.4 Kokonaisvaltainen palvelu

Uponor on yksi johtavista talo- sekä ympäristötekniikan järjestelmien toimittajista maailmassa. Toimintaa on 30 maassa ja yhtiössä työskentelee noin 4000 henkilöä, joista Suomessa noin 570. Uponor-tuotteita myydään noin sadassa maassa.

Uponor toimittaa talotekniikkapalvelut tarvittaessa kokonaispalveluna

- Esiselvitykset ja kustannusvertailut talotekniikka- ja lämpöenergiaratkaisujen kesken visio- ja hankesuunnitteluvaiheeseen
- Suunnittelu- ja suunnitteluntukipalvelut toteutussuunnitteluvaiheeseen
- Tuoteosaurakat, kuten lämpölattiat, valmiselementit ja muut talo- sekä energiatekniset kokonaisuudet asennettuna erillisinä kokonaisurakoina rakentamisvaiheeseen:
 - Matalalämpöiset pintalämmitys- ja -viilennysjärjestelmät
 - Plug n play talotekniikkaratkaisut
- Käyttö- ja elinkaarivaiheen palvelut

Talotekniikan ratkaisujen asiantuntija ja yhteistyökumppani koko hankkeen ajan

Uponor tarjoaa laadukkaat ratkaisut lämmitykseen, veden- ja energianjakeluun, ilmanvaihtoon, viemärintiin, pihan kuivatukseseen ja radonin poistoon niin uudis- kuin saneerauskohteissa.

Uponorin järjestelmät on helppo integroida osaksi rakennusprosessia. Asennuksen sujuvuuteen on kiinnitetty erityistä huomiota. Asiantunteva talotekniikan yhteistyökumppani on tukena koko rakennushankkeen ajan ja auttaa valitsemaan laadukkaita, kohteeseen mitoitettuja ratkaisuja.

Uponor-ratkaisut tuovat lisäarvoa kerros- ja rivitalorakentamiseen

- Saumaton integrointi rakentamisprosessiin
- Luotettavat, kestävät ratkaisut ja matalat ylläpitokustannukset
- Tekninen tuki suunnittelusta asennukseen ja käyttöönottoon



2. Käyttökohteet

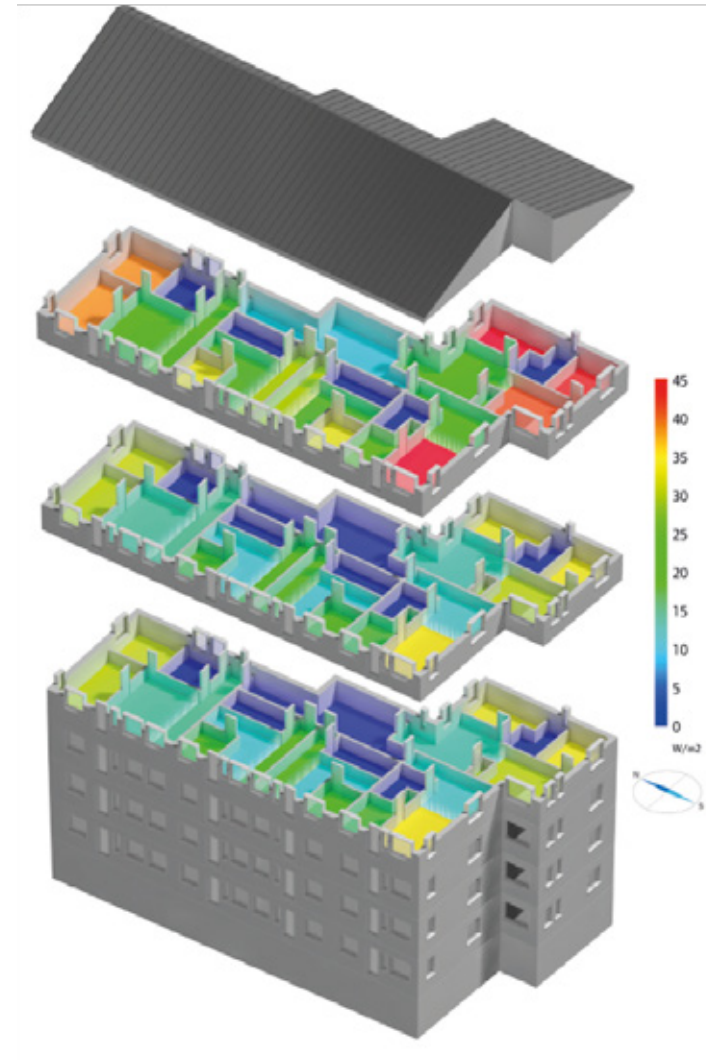
2.1 Soveltuvat käyttökohteet

Lattiaviilennysjärjestelmä soveltuu käytettäväksi erityisesti matalaenergiarakennuksissa, joissa rakenteiden tiiviys sekä ulkovaipan tehokas lämmöneristävyys aiheuttavat kesäaikaista yllilämpenemistä. Se sopii erittäin hyvin maa- tai vesistölämpöjärjestelmän yhteyteen, mutta toimii erinomaisesti kaikkien energian tuotantomuotojen kanssa.

- **Uudisrakentaminen:** Tehokkaan lämpötilan hallinnan lisäksi järjestelmä tuo mahdollisuuksia tehokkaaseen rakentamiseen. Esimerkiksi sama välipohjarakenteen ääneneristävyys saavutetaan ohuemmalla välipohjalaatalla kuin perinteisesti radiaattorein rakennetussa rakennuksessa.
- **Korjausrakentaminen:** Tilantarve on pieni, joten viilennyksen käyttöönotto vanhoissakin maalämpöä hyödyntävissä lattialämmitystaloissa on usein mahdollista.
- **Paalutettavat kohteet:** Paalutettaviin kohteisiin soveltuu energiapaalu, johon sisältyy energiankeräin. Maaperästä saatavaa lämpöenergiaa voidaan käyttää sekä vapaa- viilennykseen että lämmitykseen. Mikäli järjestelmään lisätään lämpöpumppu, voidaan se tällöin mitoittaa kattamaan kiinteistön lämmitystehontarve tilanteesta riippuen jopa kokonaan.

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että tilat eivät lämpene haitallisesti. Koska vuodet ovat erilaisia, käytetään eri ratkaisujen vertailussa Rakentamismääräyskokoelmassa D3 esitettyjä säätietoja, lämpökuormia ja ilmamääriä.

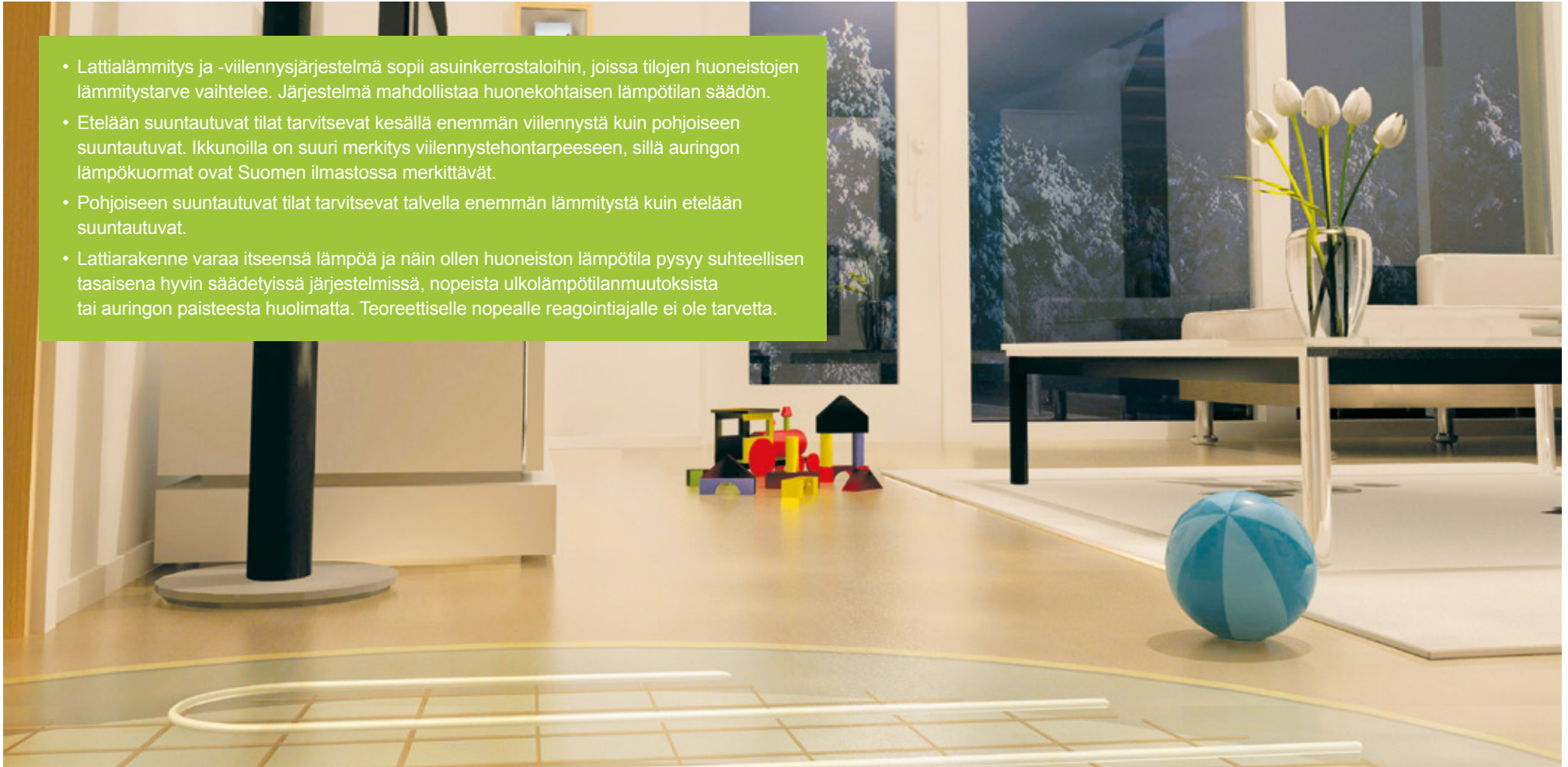
Rakentamismääräyskokoelman D3 mukaan kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää asuinhuoneistoissa arvoa 27 °C enemmän kuin 150 astetuntia 1. kesäkuuta ja 31. elokuuta välisenä aikana määräyskokoelmassa esitettyjä säätietoja, lämpökuormia ja ilmamääriä käytettäessä.



Läpileikkaus kerrostalon asuinhuoneistojen mitoituslämpötiloista

2.2 Lattialämmitys ja -viilennys asuinkerrostaloissa

- Lattialämmitys ja -viilennysjärjestelmä sopii asuinkerrostaloihin, joissa tilojen huoneistojen lämmitystarve vaihtelee. Järjestelmä mahdollistaa huonekohtaisen lämpötilan säädön.
- Etelään suuntautuvat tilat tarvitsevat kesällä enemmän viilennystä kuin pohjoiseen suuntautuvat. Ikkunoilla on suuri merkitys viilennystehontarpeeseen, sillä auringon lämpökuormat ovat Suomen ilmastossa merkittävät.
- Pohjoiseen suuntautuvat tilat tarvitsevat talvella enemmän lämmitystä kuin etelään suuntautuvat.
- Lattiarakenne varaa itseensä lämpöä ja näin ollen huoneiston lämpötila pysyy suhteellisen tasaisena hyvin säädetyissä järjestelmissä, nopeista ulkolämpötilanmuutoksista tai auringon paisteesta huolimatta. Teoreettiselle nopealle reagointiajalle ei ole tarvetta.



2.3 Lattiaviilennys ja auringonsäteily

Lattiaviilennyksellä voidaan helpottaa huomattavasti rakennuksen yllämpenemisongelmia tinkimättä luonnonvalon saatavuudesta. Ilman lattiaviilennystä suuret ikkunapinta-alat tuovat huomattavia määriä lämpöä rakennukseen kesäaikaana. Huoneilman yllämpenemisen lisäksi auringosta tuleva säteily varaa lämpöä rakenteisiin, josta se illan ja yön aikana vapautuu huoneilmaan.

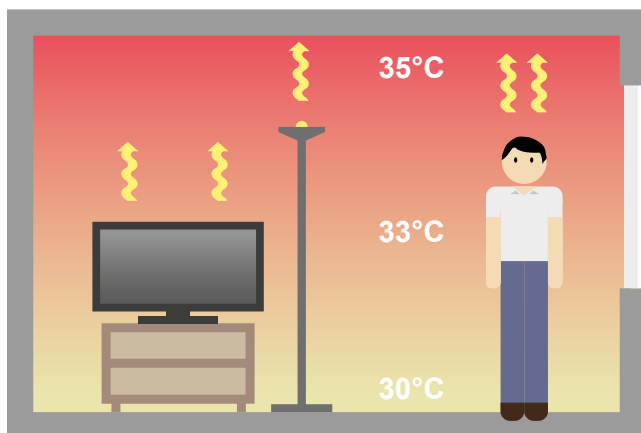
Lattiaviilennyksellä voidaan sitoa suurin osa auringosta säteilystä heti säteilyn osuessa lattiapintaan. Viileä pinta imee lämpösäteilyn lattiarakenteeseen, josta lämpö kuljetetaan pois.

Auringosta tulevan lämpösäteilyn sitominen lisää hetkellisesti järjestelmän tehoa, mutta lisätehon tarve on lyhytaikainen

eikä vaikuta päivän kokonaiskulutukseen. Energiatehokkaalla LVI-suunnittelulla voidaan edellä mainittu hukkalämpö käyttää hyväksi esimerkiksi käyttöveden esilämmittämiseen. Lattiaviilennyksellä voidaan myös välttää käyttämästä muita auringonsuojauskeinoja, kuten esimerkiksi markiiseja tai massoittelua.

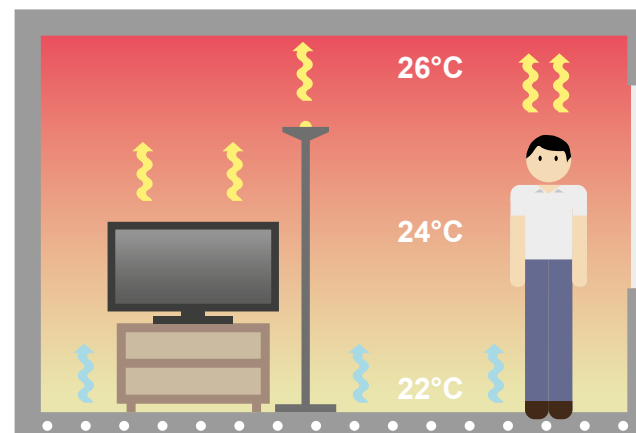
Ei lattiaviilennystä

Eri lähteistä tulevat lämpökuormat



Vesikiertoinen lattiaviilennys

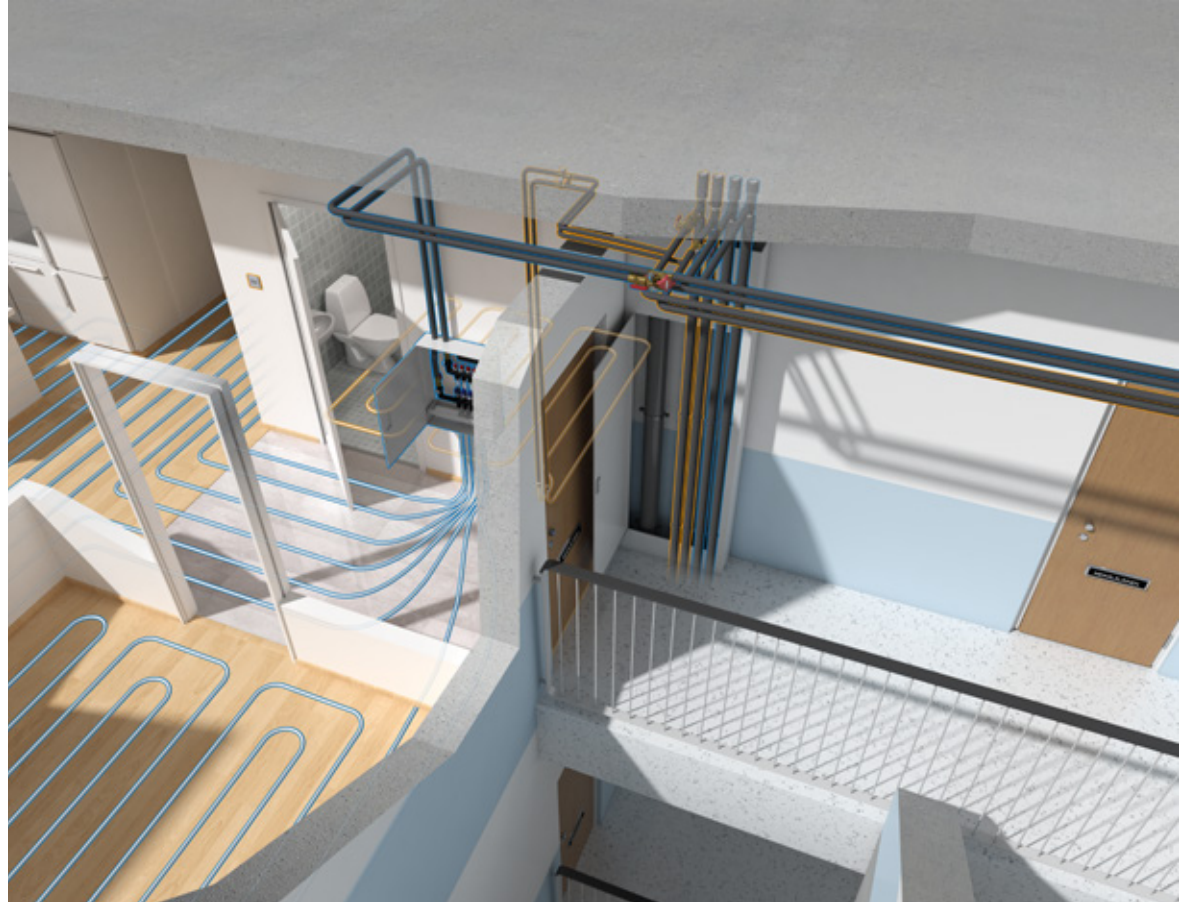
*Menoveden lämpötila +16°C,
paluuv veden lämpötila +19°C*



2.4 Lattialämmitys ja -viilennysjärjestelmä ja muu talotekniikka

Suomen olosuhteissa viilennystä tarvitaan vain lämpimänä vuoden aikana. Tällöin lämmönjakojärjestelmää voidaan hyödyntää tilojen viilennyksessä. Samaan lämmitysrunkoon kytketään lämmönjakohuoneessa viilennys (kaukokylmä, maakylmä, vesikylmä, kylmäkone, jne.).

- Kosteat tilat suunnitellaan erillisenä järjestelmänä, jossa kiertää lämmin vesi ympäri vuoden.
- Lämmönsiirrin sekä ensiöpiirin liitosputket tulee kondenssieroittaa kosteuden tiivistymisen välttämiseksi. Lisäksi eristetään myös lattialämmityksen ja -viilennyksen runkoputket.
- Runkolinjat voidaan tuoda keskitetysti porrashuoneeseen, jossa tehdään haaroitukset huoneistokohtaiselle jakotukille tai huoneistojen läpi menevillä jakotukkikohtaisilla runkolinjoilla.
- Taloautomaatiojärjestelmään liitetään kastepisteanturi, joka sijoitetaan viilennyksen menoputkeen lämmönjakohuoneen ulkopuolelle. Tällä valvotaan ettei kastepistelämpötila alitu koskaan. Näin estetään kosteuden tiivistyminen kaikkiin järjestelmän osiin.
- Säättöjärjestelmä toimii omana taloautomaatiosta erillisenä järjestelmänään tai haluttaessa se voidaan liittää osaksi taloautomaatiojärjestelmää.



3. Lämmönjakomuodolla on väliä

3.1 Huonelämpötilan kokeminen

3.1.1 Operatiivinen lämpötila

Operatiivinen lämpötila tarkoittaa sitä lämpötilaa, minkä ihminen kokee ympäriväksi lämpötilakseen. Operatiivinen lämpötila useimmiten poikkeaa varsinaisesta ympäröivän ilman lämpötilasta, ja se koostuu ympäröivien pintojen keskimääräisestä säteilylämpötilasta, säteilyn lämmönsiirtokertoimesta, ympäröivän ilman kuivalämpötilasta sekä ilman konvektiivisesta lämmönsiirtokertoimesta.

Lattialämmitys ja -viilennys on tehokkaasti operatiiviseen lämpötilaan vaikuttava järjestelmä, koska se hyödyntää suurta pintaa ja suurin osa lämmönsiirtymisestä tapahtuu säteilemällä. Suuri säteilevä pinta mahdollistaa alhaisemman huoneilman lämpötilan lämmityskaudella ja korkeamman viilennyskaudella saman operatiivisen lämpötilan saavuttamiseksi.

$$t_o = \frac{(h_r t_r + h_c t_a)}{(h_r + h_c)}$$

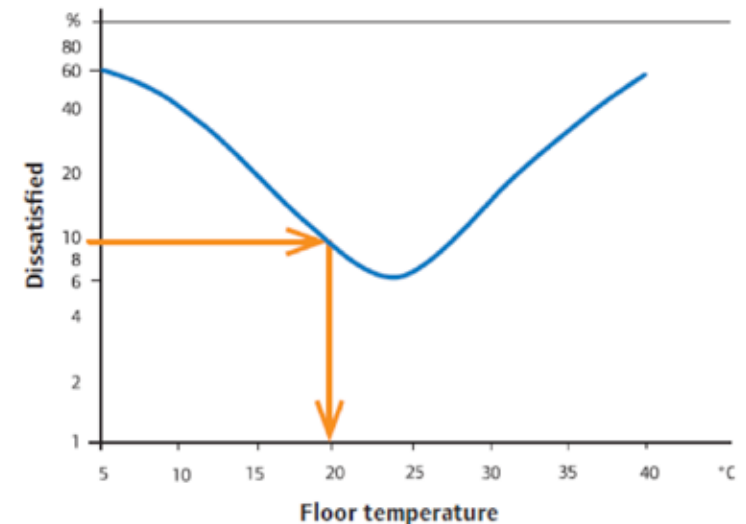
t_o	= operatiivinen lämpötila	[°C]
h_r	= säteilyn lämmönsiirtokerroin	[W/(m²·K)]
t_r	= keskimääräinen säteilylämpötila	[°C]
h_c	= konvektiivinen lämmönsiirtokerroin	[W/(m²·K)]
t_a	= ilman kuivalämpötila	[°C]

3.1.2 Lattian pintalämpötila

Standardin EN ISO 7730 Lämpöolojen ergonomia kappaleen 6.4 kuvaaja 3 kertoo lattian pintalämpötilan ja lämpöoloihin tyytymättömyyden suhteen. Kuvaajasta nähdään, että miellyttävän pintalämpötila on noin 24 °C, jolloin vain noin 6 % ihmisistä kokee pintalämpötilan epämiellyttävänä. Käytettäessä pintalämpötilaa 20 °C–27 °C saavutetaan aina hyvä taso ja enintään 10 % tyytymättömiä käyttäjiä, mitä voidaan pitää tavoitearvona rakentamisessa.

Lattialämmitystä käytettäessä lattian korkein sallittu pintalämpötila on 27 °C, jota rajoittaa myös lattia-materiaalien lämmönkestävyys. Lattiaviilennyksen osalta lattian pintalämpötila on yleensä 22–23 °C, kuitenkin aina vähintään 20 °C.

Standardissa SFS-EN 1264-2 kohdassa 4: "Thermal boundary conditions" määritellään lattia-lämmityksen mitoituksen ehdot, jossa enintään lattian pintalämpötila ei saa ylittää 29 °C oleskeluvyöhykkeellä, tai jopa 35 °C reunavyöhykkeellä. Usein enimmäislämpötilana käytetään 27 °C, koska monet parketti- ja laminaattilattiat eivät siedä korkeampia lämpötiloja. Yli 27 °C lämpötilan käyttäminen edellyttää selvitystä lattiarakenteen kyvystä kestää korkeita lämpötiloja.



Lähde: ISO 7730

3.1.3 Lattialämmitysteho

Lattialämmitysteho on käytännössä suoraan verrannollinen lattian pintalämpötilan ja huonelämpötilan väliseen lämpötilaeroon. Teho voidaan laskea alla olevalla kaavalla. Viereiseen kuvaan on havainnollistettu lattialämmityksen teho eri lämpötilaeroilla.

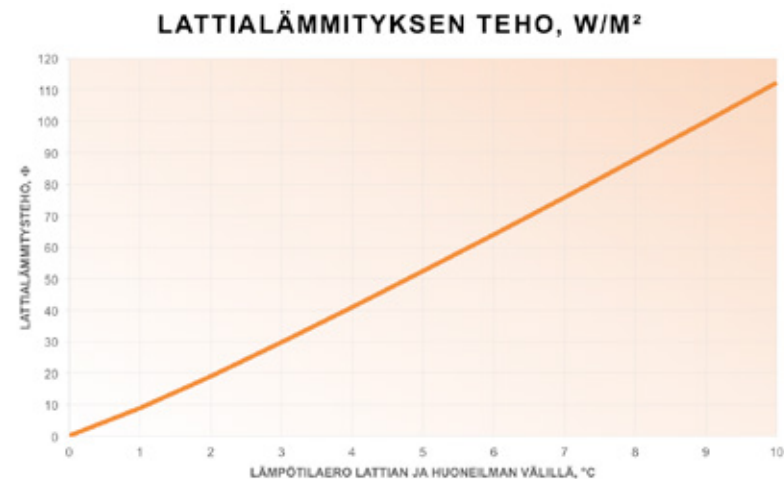
$$\Phi = 8,92 \times (t_l - t_s)^{1,1}$$

Φ = lattialämmitysteho, W/m²

t_l = lattialämmitettävän alueen keskimääräinen pintalämpötila, °C

t_s = huoneilman keskimääräinen lämpötila, °C

Käytännön nyrkisääntönä voidaan kuitenkin käyttää 11 W/m² per 1 °C lämpötilaeroa. Tämä tarkoittaa 21 °C huonelämpötilalla ja 27 °C lattianpintalämpötilalla 6 x 11 W/m² = 66 W/m². Osa tehosta suuntautuu aina alaspäin lattialämmitysputkien alla olevasta eristeestä huolimatta. Tämä tulee huomioida järjestelmän mitoituksessa, koska lattialämmityspiiriin tuotava teho on oltava noin 15 % suurempi kuin lämmityskäyttöön tarvittava teho.



3.1.4 Lattiaviilennysteho

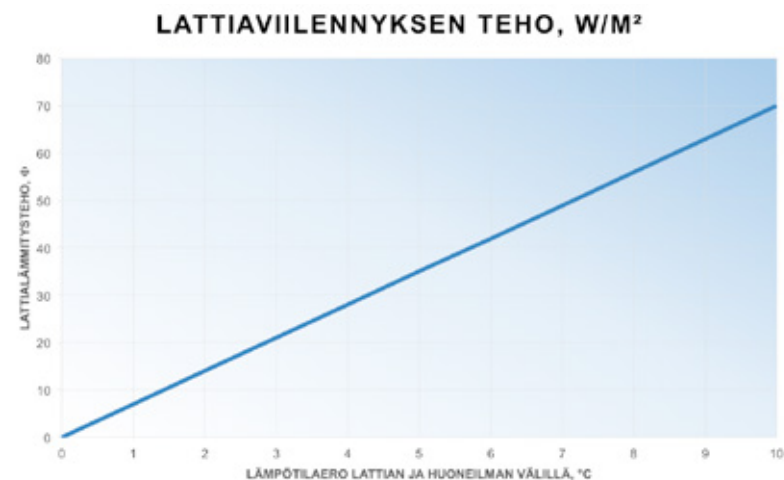
Lattiaviilennysten tehon arviointi on haastavampaa, koska huonelämpötilan ja lattianpintalämpötilan välisen lämpötilaeron lisäksi auringonsäteily tuo auringon paistaessa huoneeseen merkittävän lisätehon. Alla olevalla kaavalla voidaan laskea lattiaviilennysteho, joka ei kuitenkaan ota huomioon auringon suoran säteilyn tuomaa lisätehoa. Viereiseen kuvaan on havainnollistettu lattiaviilennysten teho eri lämpötilaeroilla.

$$\Phi = 7 \times (t_s - t_l)$$

Φ = lattiaviilennysteho, W/m²

t_l = lattiaviilennettävän alueen keskimääräinen pintalämpötila, °C

t_s = huoneilman keskimääräinen lämpötila, °C



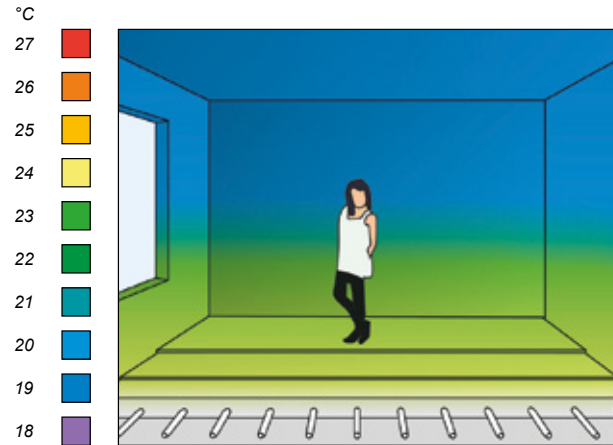
Lämpötilaeron mahdollistama viilennysteho on 7 W/m² per 1 °C lämpötilaeroa ja huonelämpötilan ollessa 27 °C ja lattian 21 °C on viilennysteho 42 W/m². Käytännössä viilennystehoa tarkasteltaessa on käytettävä simulointiohjelmaa, koska auringon säteilyn tuoma lisäteho on merkittävä jopa 100 W/m².

3.2 Lämmitys- ja viilennysmuotojen erot

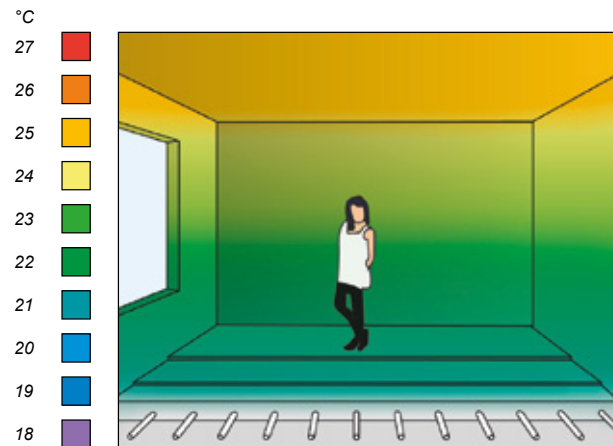
Lämpö ja viileys jakautuvat huoneissa eri tavalla erilaisissa lämmönjakojärjestelmissä.

- **Vesikiertoisessa** lattialämmityksessä lämpökuorma on tasainen ja suuntautuu alhaalta ylöspäin ilman vedon tunnetta. Lämpö jakaantuu tasaisesti joka puolelle tilaa.
- **Radiaattorilämmityksessä** lämpö jakautuu yhdestä pisteestä huonetilaan. Lämpöpatterista kauimpana oleva alue jää usein muuta tilaa viileämmäksi. Käytännössä tämä korjataan nostamalla lämpötilaa koko tilassa niin, että jokainen kohta huoneessa tavoittaa halutun lämpötilan. Tällöin kuitenkin osa huoneesta on selvästi tavoitelämpötilaa korkeampi.
- **Lattiaviilennys** luo lattialämmityksen tapaan viilennyseffektin tasaisesti ympäri huonetta. Suuren säteilevän pinnan ansiosta lämpötila voidaan pitää korkeana saman lämpötilakokemuksen aikaan saamiseksi.
- **Puhallinkonvektorissa** ja ilmalämpöpumpussa viileä ilma tuodaan asuntoon pistemäisesti.
- **Katon kautta tuotavalla viilennyksellä** päästään optimitulokseen viilennyskaudella. Lattialämmitysjärjestelmä on usein jo olemassa, joten hyöty erillisestä jakotavasta melko pieni ja lisää rakentamisen kustannuksia.

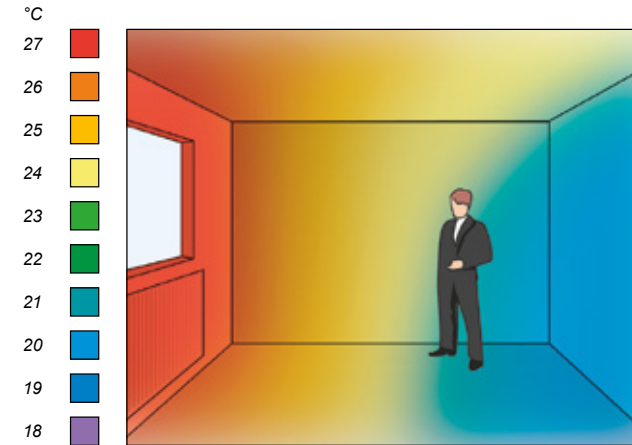
Vesikiertoisten lämmönjakojärjestelmien erot



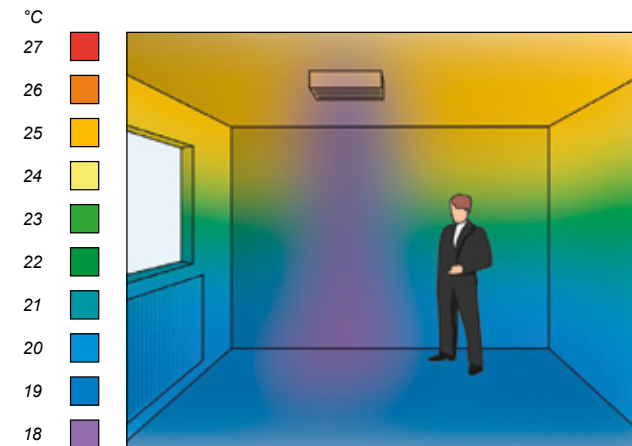
Lattialämmitys



Lattiaviilennys



Patterilämmitys



Puhallinkonvektori

3.3 Vesikiertoisen matalalämpöjärjestelmän edut

3.3.1 Järjestelmän hyötyjä

Asumismukavuus

- Sekä lämmitys että viilennys perustuvat suureen pinta-alaan, jolloin haluttu operatiivinen lämpötila saavutetaan talvella alhaisella ja kesällä korkealla lattian pintalämpötilalla.
- Vedoton ja tasainen lämmönjako takaa mukavat lämpötilaolosuhteet
- Lattiarakenne tasaa lämpötilanvaihteluja, mikä vähentää merkittävästi tarvetta nopeaan lämpötilasäätöön.
- Lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmä voidaan rakentaa ilman asuntoihin tehtäviä asuntojen välisten välipohjien läpivientejä ja näin voidaan tehdä paremmin ääntä eristäviä rakenteita.

Energiatehokkuus

- Matala kiertoveden lämpötila johtaa tehokkaampaan lämmönjakoon pienempien lämpöhäviöiden vuoksi.
- Huonelämpötila voidaan pitää lämmityskaudella alhaisempana ja viilennyskaudella korkeamana saman operatiivisen lämpötilan saavuttamiseksi, koska operatiivinen lämpötila määrää käyttömukavuuden. Yhden asteen pudotus huone-lämpötilassa säästää 5 % lämmityskustannuksissa.
- Lämmön- ja viileäntuoton hyötysuhde on parhaimmillaan lattialämmityksen ja -viilennyksen kanssa.

Esteettisyys

- Lattiaan asennettava järjestelmä on huomaamaton.
- Ei arkkitehtuurallisesti huomioitavia esineitä asuntoihin.
- Lattialämmitys suo vapaat kädet huoneen järjestelyille ilman erillisiä laitteita.
- Helppo siivous ja puhtaanapito ilman pölyä kerääviä järjestelmän osia.

Tekniset hyödyt

- Kokonaisuuden huomioon ottava säätöjärjestelmä takaa toimivuuden sekä helppo-käyttöisyyden.
- Samalla järjestelmällä voidaan hallita huoneiden lämpötiloja erikseen.
- Lattian kuivuttua lämmönjakojärjestelmä on valmis käyttöön.
- Nykyaikaisella järjestelmällä ei ole vaaraa kondensoitumisesta.
- Yhdistämällä koko lattia lattiavalusta lattialämmityksen ja -viilennyksen asentamiseen samaan kokonaisuuteen/urakkaan helpotetaan rakentamisen aikataulutusta.

Kustannustehokkuus

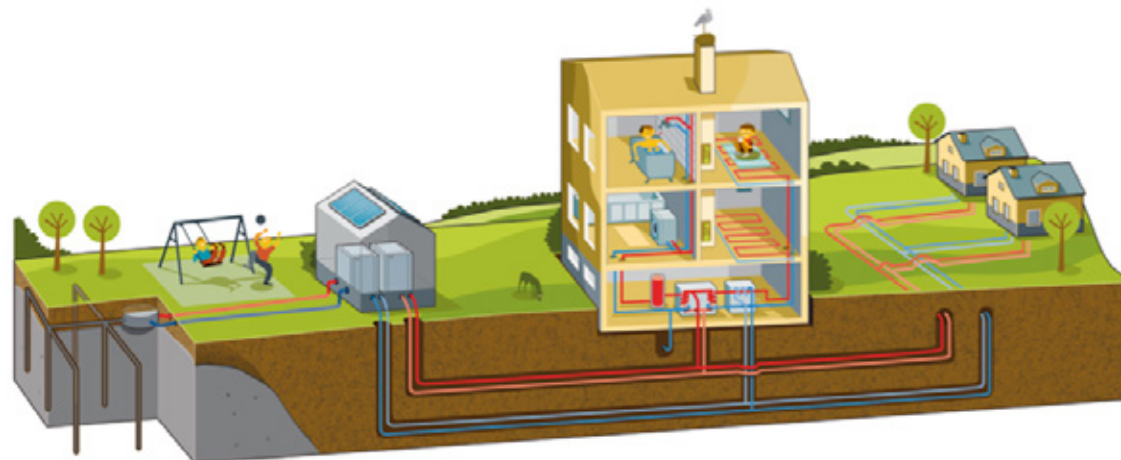
- Kustannus muihin lämmitys- ja viilennysjärjestelmiin nähden kilpailukykyinen huomioitaessa kokonaisuus.
- Mahdollista toteuttaa elinkaaritehokkaasti.
- Lattialämmitysjärjestelmään on mahdollista lisätä viilennys erittäin kustannustehokkaasti joko heti tai jälkikäteen.
- Yhdistämällä koko lattia lattiavalusta lattialämmityksen ja -viilennyksen asentamiseen samaan kokonaisuuteen/urakkaan säästetään työvaiheissa sekä investoinneissa.

Imagohyöty!

- Lattialämmitys mielletään nykyaikaiseksi.
- Lattialämmityksellä sekä viilennyksellä varustetun asunnon myyminen on helpompaa.

3.3.2 Ylilämpö hyötykäyttöön

Viilennyskaudella asunnoista kerätään viilennysjärjestelmää hyödyntäen auringon säteilystä huoneisiin tuleva ylilämpö ja se johdetaan viileän lähteelle. Energiatehokkaalla LVI-suunnittelulla kerätty energia voidaan hyödyntää paikallisesti kosteiden tilojen mukavuuslattialämmityksessä, käyttöveden esilämmityksessä tai maaperän palauttamisessa lämmityskautta edeltävään tilaan. Lisäksi alueellisesti lämpö voidaan ohjata kaukokylmäverkostoon ja energiayhtiön hyötykäyttöön.



3.3.3 Terminen massa ja reagointinopeus

Lattialämmitys mielletään perinteisesti hitaasti reagoivaksi järjestelmäksi. Mielikuva juontaa juurensa paksuihin betonirakenteisiin asennetuista lattialämmitysjärjestelmistä, joissa putken ympäröimä massa on iso. Nykyaikainen lattialämmitys asennetaan yleensä kantavan lattiarakenteen päälle pintavaluun, jolloin putken ympärillä oleva massa on huomattavasti pienempi ja järjestelmä reagoi nopeasti lämpötilanmuutoksiin. Rakenne pitää myös tilan peruslämpökuorman tasaisena, joka vähentää nopean lämpötilavaihtelun tarvetta.

Lattiaviilennystä käytettäessä rakenteet eivät pääse lämpenemään. Näin kesäaikainen ylilämpeneminen vähenee ja asumisviihtyvyyks kasvaa. Huoneilman viilennykseen perustuvat eli konvektiota hyödyntävät järjestelmät, kuten puhallinkonvektorit, eroavat lattiaviilennyksestä reagointinopeudessa. Lattia-

viilennys on hitaampi reagoimaan, jos tarkastelu aloitetaan jo valmiiksi lämmentyneestä huoneesta, jonka lämpötilaa lasketaan talotekniikan avulla.

Todellisuudessa tilannetta tulee tarkastella pidemmällä jaksolla hetkestä, jolloin lämpö tulee huoneeseen. Ennen kuin esimerkiksi puhallinkonvektori käynnistyy, auringon lyhytaaltainen säteily on ensin lämmittänyt lattian ja seinät, jotka lämmittävät edelleen huoneilmaa. Tällöin huoneeseen syntyy tilanne, jossa lattia ja seinät lämmittävät ilmaa, jota viilennetään puhallinkonvektorilla.

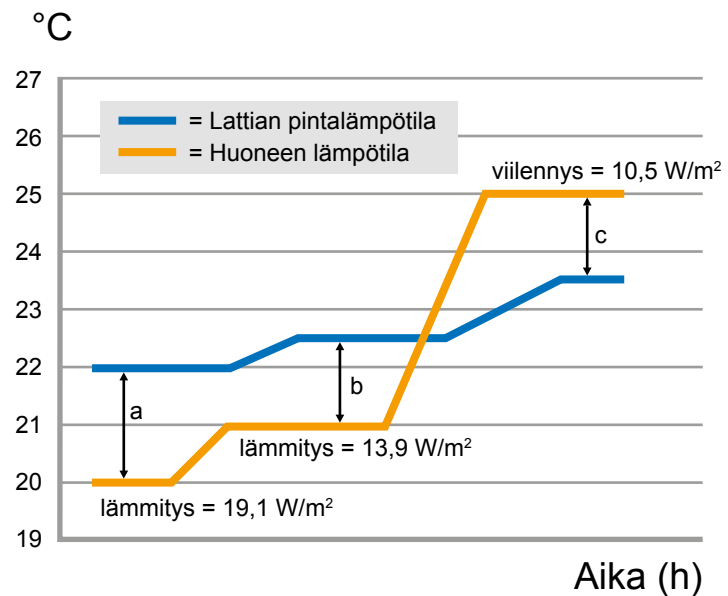
Lattiaviilennys toimii toisin. Aurinko säteilee lattiaan, jossa kiertävä vesi kuljettaa lämmön pois eikä päästä lattiaa lämpenemään. Tällöin huoneilman lämmittämiseen tarvittava

lämpötilaero lattian ja ilman välillä jää oleellisesti pienemmäksi, eikä huoneilma pääse lämpenemään vastaavasti kuin ilman lattiaviilennystä.

Itsesäätyvä vaikutus perustuu lattian lämpökapasiteettiin, koska lattia sitoo ja vapauttaa energiaa lämpötilaerojen mukaan. Lämpötilaeron kasvaessa, esimerkiksi avattaessa parvekkeen ovi, kasvaa lämmitysteho. Välipohja-/lattiarakenteeseen varataan lämpöä ja näin ollen huoneiston lämpötila pysyy suhteellisen tasaisena nopeista ulkolämpötilanmuutoksista huolimatta

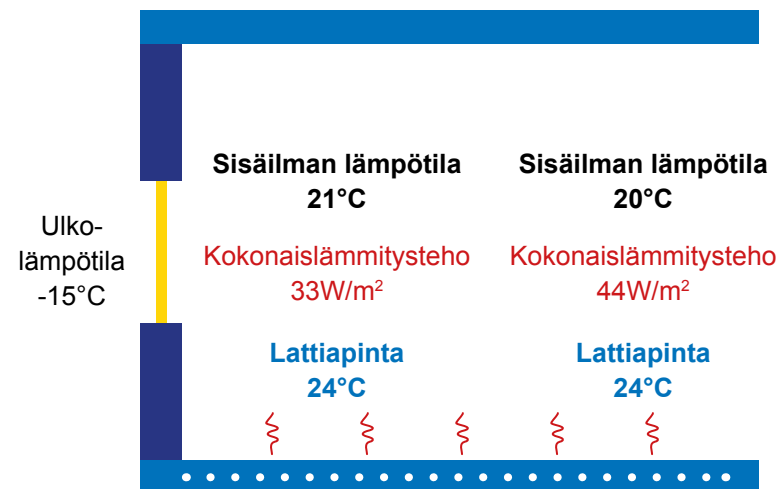
Mitä massiivisempi lattiarakenne, sen parempi on rakenteen kyky lieventää ulkoilman lämpötilamuutoksia ja tasata lämpökuormahuippuja.

- Kun huonelämpötila on lattiarakennetta kylmempi, rakenne lämmittää
- Kun huonelämpötila on lattiarakennetta lämpimämpi, rakenne viilentää
- Mitä suurempi lämpötila ero, sitä suurempi teho



Itsesäätävä vaikutus, kun energian vaihto pintojen ja huonetilan välillä on joko positiivinen tai negatiivinen

Terminen massa ja itsesäätävyys Lämmitys



	Suositusarvo		Vähimmäisarvo		Enimmäisarvo	
	Lämmitys	Viilennys	Lämmitys	Viilennys	Lämmitys	Viilennys
Menoveden lämpötila °C	25...45 ¹⁾	16–19	25...30 ¹⁾	16	45 ¹⁾	22
Meno/paluuveden lämpötilaero °C	5...10 ¹⁾	3...5	3	3	10	5
Lattian pintalämpötila °C	23...27 ²⁾	20...25	22 ²⁾	20	30 ²⁾	25
Putkien asennusväli mm	100...300		100		450	
Asennussyvyys mm	30 ³⁾		25 ³⁾		70 ³⁾	

¹⁾ Riippuu lämmönlähteestä ja lattiarakenteesta.

²⁾ Laskennallinen raja-arvo, riippuu lattianpäällysteestä, huonetilan käyttötarkoituksesta ja keskimääräisestä lämpöhäviöstä.

Tiloissa, joissa säännöllisesti työskennellään seisten, lattian pintalämpötila on enintään +25 °C.

Asuinhuoneiden lattian pintalämpötila on enintään +26...+27 °C.

Kylpyhuoneissa, WC:ssä, uimahalleissa ja tiloissa, joita käytetään harvoin, lattian pintalämpötila on enintään +30 °C.

³⁾ Asennussyvyys riippuu putkien asennusvälistä ja lattiarakenteesta.

Huomattavaa: Lattiaan poraamalla tehtävissä jälkikiinnityksissä on varmistettava, ettei kiinnityskohdissa ole lattialämmityspotkia, tai kiinnitys on tehtävä muulla hyväksyttävällä tavalla.

3.4 Rajoitteet

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.

Lattialämmityksen lämpötilan säätö on hitaampaa kuin muilla lämmitystavoilla.

Käytännössä teoreettiselle nopealle reagointiajalle ei ole tarvetta. Lattiarakenne varaa itseensä lämpöä ja näin ollen huoneiston lämpötila pysyy suhteellisen tasaisena nopeista ulkolämpötilan muutoksista tai auringonpaisteesta huolimatta. Tulevaisuudessa järjestelmä mahdollistaa esimerkiksi sään vaihtelujen huomioimisen ennakoivasti.

3.5 Kilpailukykyinen hinta

Lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmän kustannus on muihin viilennysjärjestelmiin nähden kilpailukykyinen. Pelkän lattialämmityksen rakennuskustannukset osoittautuvat vertailussa hieman korkeammiksi kuin koh-teessa, johon asennettiin radiaattorilämmitys. Ero on pieni, kun otetaan huomioon saavutetut edut:

- Lattialämmitysjärjestelmään on mahdollista lisätä viilennys erittäin kustannustehokkaasti joko heti tai usein myös jälkikäteen.
- Lämpöpumppujen paras hyötysuhde saavutetaan lattialämmityksen kanssa.
- Vapaaviilennyksen hyödyntäminen maaperästä.
- Maaperän lämpötilatason palauttaminen lämmityskauden jälkeen.
- Maalämmön takaisinmaksu nopeutuu.
- Nykyaikaiseksi mielletty lattialämmitys edistää kiinteistön myyntiä, ja kustannus voidaan lisätä myyntihintaan.



II. Tekniikka

Paluu alkuun ▶

4. Tekninen ratkaisu

4.1 Lattiarakenteet

Lattiarakenne ja lattianpintamateriaali vaikuttavat merkittävästi lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmän ominaisuuksiin.

4.1.1 Maanvarainen laatta

Rakennusten alin kerros toteutetaan usein maanvaraisena. Riippuen lattiarakenteesta putket voidaan asentaa joko suoraan lämmöneristeeseen väkäsien tai rauditusverkkoon teräksisin sidelangoihin. Huomioitavaa on, että putken ympärillä oleva massa vaikuttaa järjestelmän reagoitinopeuteen eikä putkea suositella asennettavaksi yli 90 mm syvyyteen.

4.1.2 Välipohjalaatta

Välipohjassa lattialämmitys asennetaan joko ontelo- tai massiivilaatan päälle asennettavaan eristeeseen ja päälle valetaan kelluva lattiamassa. Eristeen asennukseen on useita syitä:

- lattialämmitysputken ympärillä oleva massa pienenee merkittävästi, jolloin reagoitinopeus kasvaa
- lattialämmityspiirin lämmitysteho ohjautuu oikeaan huoneeseen ja on hallittavissa huonetermostaateilla
- Asuntojen välisen välipohjarakenteen askelääneneristys paranee merkittävästi. Lattialämmitystä ajatellen eristeen on oltava vähintään 30 mm paksu ja valun paksuuden vähintään 30 mm ja enintään 60 mm. Rakennuskustannusten kannalta 30 mm eriste ja 30 mm pintalaatta ovat usein paras yhdistelmä.

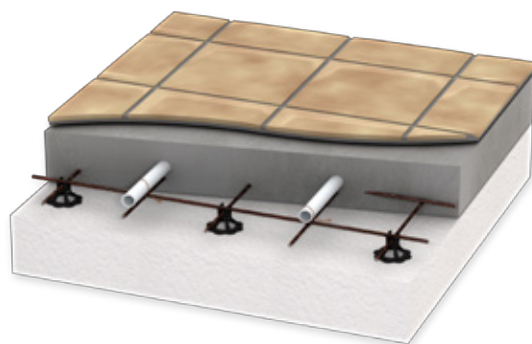
4.1.3 Kosteat tilat

Kosteissa tiloissa käytetään usein viemäröintien ja lattiakaatojen vuoksi erilaista lattiarakennetta kuin kuivissa tiloissa. Putket voidaan kiinnittää joko suoraan kantavan laatan pintaan asennettaviin putkipidikeleihin tai terässidelangalla rauditusverkkoon. Jos mahdollista, asennetaan lattialämmitysputken alle lämmöneriste.

Asuntojen välisen laatan askelääneneristävyys riippuu rakenteesta. Uponor Tacker -eriste on dynaamiselta jäykkyydeltään 13 MN/m³ ja parantaa erinomaisesti (tutkimus Nro VTT-S-03563-14) rakenteen askelääneneristävyyttä. Rakenteessa voidaan käyttää myös Uponor Tecto nappulalevyä, jos rakenteesta halutaan paksumpi.

4.1.4 Maanvaraiset sekä kosteiden tilojen lattiarakenteet

Maanvaraiset sekä kosteiden tilojen lattiarakenteet	
Uponor Classic	Uponor Fix
Putki kiinnitetään terässidelangalla rauditusverkkoon	Putki kiinnitetään putkipidikeleistaan



Massan paksuus	50-150 mm	30-100 mm
Putken asennussyvyys	25 - 90 mm	25 - 90 mm
Lämmitysteho	Enintään 100 W/m ² riippuen lattian pintamateriaalista	Enintään 100 W/m ² riippuen lattian pintamateriaalista
Putkenasennusväli	Vapaasti valittavissa	Putkikoosta riippuen valittavissa vapaasti 60 tai 100 mm välein.

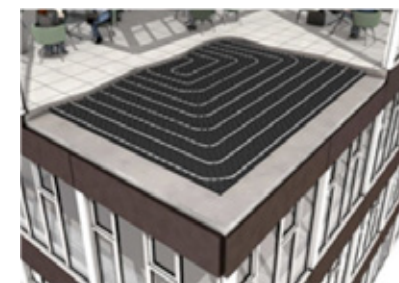
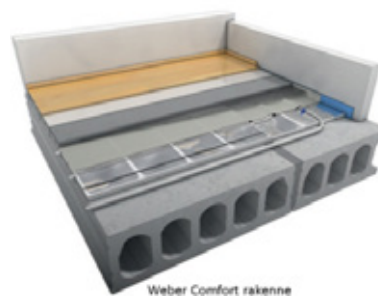
4.1.5 Rakenteiden tekniset ominaisuudet

Välipohjarakenteet

Uponor Tacker lämpölattia
Putki kiinnitetään muoviväkäsin

Uponor Weber Comfort lämpölattia
Putki kiinnitetään painamalla lämmönluovutuslevyihin

Uponor Tecto lämpölattia
Nappulalevy



Eristeen paksuus	30 tai 40 mm	35 mm	30 mm (kokonaiskorkeus 55 mm)
Massan paksuus	30 - 60 mm	25 - 55 mm	50 - 80 mm
Pintarakenteen kokonaiskorkeus	60 - 100 mm	60 - 90 mm	80 - 110 mm
Lämmitysteho	Parketti- tai laminaattilattia enintään 65 W/m ² Laattalattia enintään 100 W/m ²	Parketti- tai laminaattilattia enintään 65 W/m ² Laattalattia enintään 100 W/m ²	Parketti- tai laminaattilattia enintään 65 W/m ² Laattalattia enintään 100 W/m ²
Viilennysteho	Enintään 50 W/m ² ilman auringon suoran säteilyn tuomaa lisätehoa.	Enintään 50 W/m ² ilman auringon suoran säteilyn tuomaa lisätehoa.	Enintään 50 W/m ² ilman auringon suoran säteilyn tuomaa lisätehoa.
Putkien asennusväli	Vapaasti valittavissa, 100 mm ruudukko helpottamaan asennusta	150 tai 300	Vapaasti valittavissa 50 mm välein

4.1.6 Askeläänieristävyys

Uponorin lattialämmitysjärjestelmät esitettyinä ilman päällystettä sekä laminaatti- ja klinkkeripäällysteen kanssa. Saavutettava askelääneneristävyyden parannusluku ΔL_w sekä askeläänitasoluku $L'_{n,w}$ eri betoni ja ontelolaatoilla, kun alapuolisen huoneen tilavuus on enintään 50 m³. Suuremmis- sa huonetiloissa saadaan yleensä huonompi tulos. (EN ISO 140-8 ja 717-2).

Lattiarakenne	Betonivälipohja 160/200/240 mm $L'_{n,w}$ [dB]	Ontelolaattavälipohja 300/375/500 kg/m ² $L'_{n,w}$ [dB]	ΔL_w [dB]	Eristeen dynaaminen jäykkyys, s' [MN/m ³]
Uponor Tacker lämpölattia Tasoite 40 mm Ilman pintamateriaalia Pintamateriaali 7mm laminaatti + Tuplex Pintamateriaali klinkkeri	48 / 46 / 44 42 / 40 / 38 47 / 44 / 42	48 / 46 / 44 39 / 37 / 35 46 / 44 / 42	26 31 27	13
Uponor Weber Comfort lämpölattia Tasoite 25 mm Ilman pintamateriaalia Piintamateriaali laminaatti Pintamateriaali klinkkeri	52 / 49 / 47 47 / 44 / 42 50 / 47 / 45	51 / 49 / 47 44 / 42 / 40 50 / 48 / 46	23 27 25	13
Uponor Tecto lämpölattia Tasoite 25 mm / 45 mm Ilman pintamateriaalia Piintamateriaali laminaatti Pintamateriaali klinkkeri	50 / 47 / 45 47 / 44 / 42 48 / 46 / 44	51 / 49 / 47 43 / 41 / 39 49 / 47 / 45	24 27 26	9

4.2 Lattialämmitys- ja -viilennysjärjestelmä

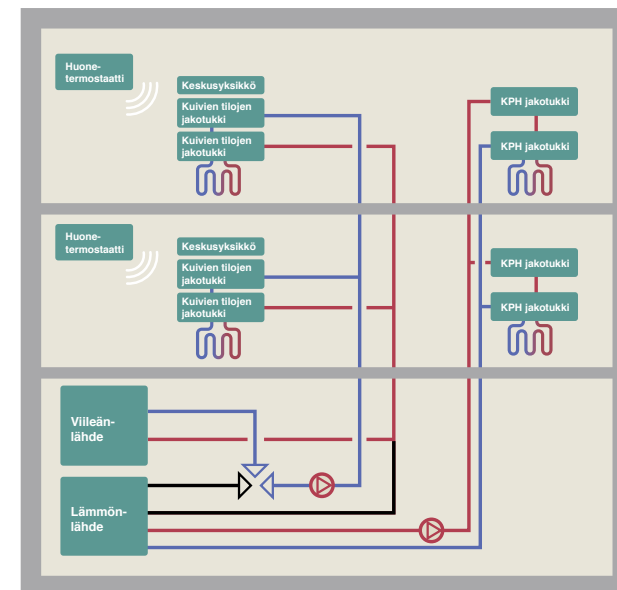
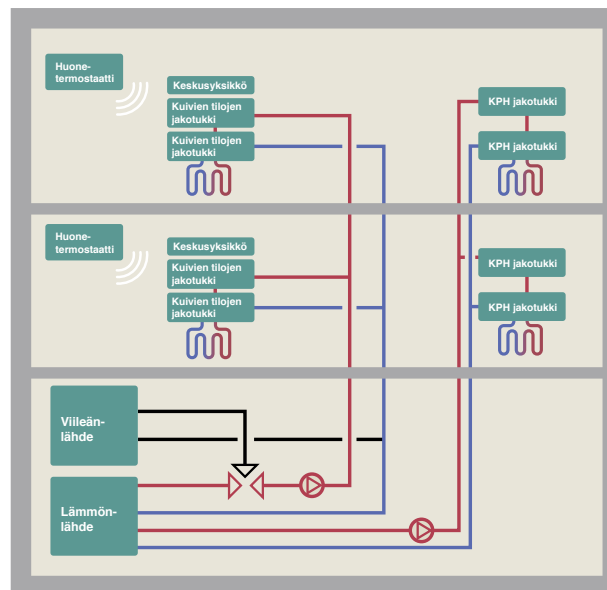
4.2.1. Järjestelmän toiminta

Lattialämmitysjärjestelmään ohjataan lämmönlähteeltä lämmintä menovettä lämmityskaudella ulkolämpötilan mukaisesti. Viilennyskauden alkaessa järjestelmä ohjaa vaihtoventtiilin avulla kuivien tilojen piiriin viileää vettä, kosteiden tilojen pysyessä lämmitystilassa. Järjestelmän huoneista keräämä yllämpö ohjataan viileän lähteelle, josta se voidaan joko hyödyntää paikallisesti kosteiden tilojen lattialämmityksessä, käyttöveden esilämmityksessä tai ohjata eteenpäin esimerkiksi maaperään tai energialaitoksen kaukokylmäverkostoon.

Järjestelmän runkolinjat valmistetaan nykyaikaisesta komposiittiputkesta puristusliitoksiin. Runkolinjat eristetään kauttaaltaan lämpö- sekä kondenssieristeellä. Runkolinjat tasapainotetaan jakotukikohtaisilla linjasäätöventtiileillä, jolloin jokaisella asunnolla on riittävä määrä energiaa käytettävissä mitoitusolosuhteissa.

Jakotukit sijoitetaan yleensä jokaiseen asuntoon. Jakotukista putkisto jakaantuu huonekohtaisiksi lattia-piireiksi. Huonekohtainen säätöjärjestelmä hoitaa piirin välisen tasapainotuksen ja huolehtii huonelämpötilasta.

Järjestelmään ohjataan käyttötilan ja ulkolämpötilan mukaan oikeanlämpöistä menovettä. Huonetermostaattit ohjaavat sisälämpötilaa ja muuttavat toimintasuuntaansa järjestelmän käyttötilan mukaan. Kosteiden tilojen lämpötilan ohjaus tapahtuu menoveden lämpötilalla tai erillisillä termostaateilla.



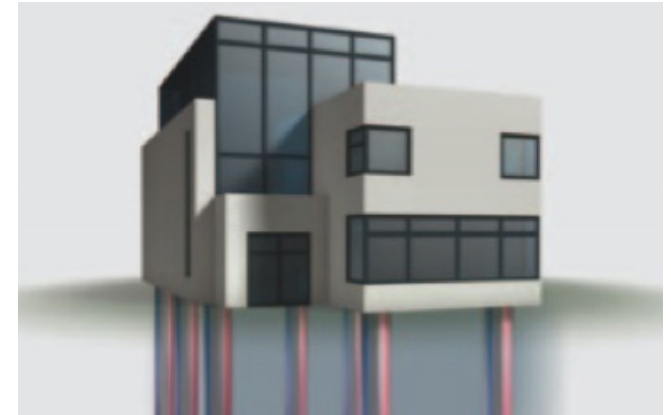
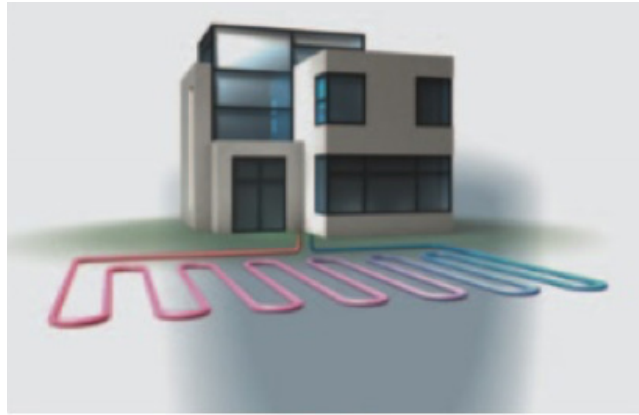
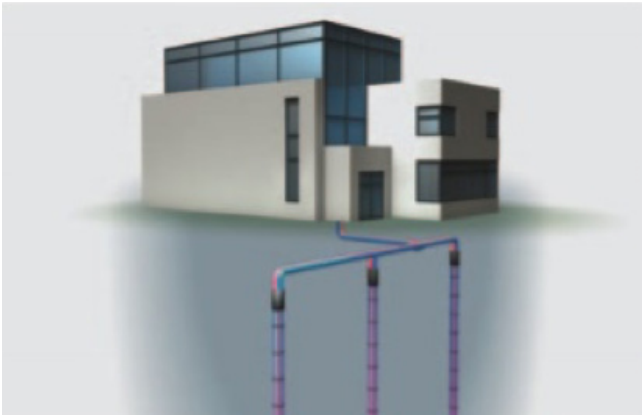
Yllä olevissa kuvissa on esitetty Uponorin lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmä. Vasemmanpuoleisessa kuvassa järjestelmä toimii lämmityskaudella ja oikeassa viilennyskaudella. Kuten kuvasta huomataan, kosteita tiloja lämmitetään ympäri vuoden.

4.2.2 Lämmön- ja viileänlähteet

Lämmönlähteenä käytetään tilanteesta ja paikasta riippuen joko paikallisesti tuotettua lämpöenergiaa kuten maa- tai vesistölämpöä tai alueellisesti tuotettua kaukolämpöä.

Viilennyksessä rakennuksesta kerätään viilennysjärjestelmää hyödyntäen auringon tuottama yllämpö ja se ajetaan joko maahan vesistöön tai energiayhtiön hyötykäyttöön. Järjestelmän viilentäminen onnistuu myös esimerkiksi vedenjäähdyttimellä.

Matalien lämpötilaerojen vuoksi kaikilla energian tuotantomuodoilla tuotettu energia pystytään jakelemaan hyvällä hyötysuhteella tiloihin ja tiloista pois.



4.2.3 Runkolinjat

Runkolinjat voidaan tuoda joko keskitetysti porrashuoneessa, jossa hajotukset huoneistokohtaiselle tukille tai huoneistojen läpi menevillä jakotukikohtaisilla runkolinjoilla. Kosteille tiloille tuodaan oma runkolinja, jotta kylpyhuoneita voidaan lämmitää ympärivuotisesti kuivien tilojen viilennyksestä huolimatta.

4.2.4 Lämmitys-/viilennys-vaihtokytkentä

Vaihtokytkentä ohjaa järjestelmään joko lämmintä menovettä lämmityskaudella tai viileää menovettä viilennyskaudella. Vaihtokytkentä voidaan toteuttaa joko kahdella kaksitieventtiilillä tai yhdellä kolmitieventtiilillä. Vaihtokytkentää ohjataan yleensä rakennuskohtaisesti, jolloin vaihtventtiili sijoitetaan tekniseen tilaan. Vaihtokytkentä voidaan tehdä myös ilmansuunta- tai asuntokohtaisesti, mutta se tulee huomioida runkoputkien suunnittelussa.

Vaihtokytkentä voidaan ohjata manuaalisesti tai taloautomaatiojärjestelmällä ulkolämpötilan ja huonelämpötilan mukaan. Ohjelmallisesti ohjatussa järjestelmässä asetetaan raja ulkolämpötilalle sekä referenssihuoneiden sisälämpötilalle sekä ajalliset viiveet, joiden on täyttyvä ennen lämmitys- ja viilennysvaihtoa. Yleensä on järkevää asettaa viilennyskauden rajat myös päivämäärin.

4.2.5 Kastepistevalvonta

Kastepistevalvontaa varten asennetaan kuivien tilojen menoputkeen kastepisteanhuri. Menoveden lämpötila pidetään aina vähintään 1° C korkeamana kuin kastepistelämpötila.

Kastepistelämpötila tarkoittaa pinnan lämpötilaa, jossa kosteus ympäröivästä ilmasta tiivistyy vedeksi.



4.2.6 Jakotukit ja -piirit

Lämmitysputket muodostavat tilakohtaisia putkipiirejä, jotka lähtevät aina jakotukilta ja palaavat jakotukille. Piirien pituus vaihtelee muun muassa lämmitettävän tilan pinta-alan ja käytetyn putkikoon mukaan. Jakotukki voidaan sijoittaa huomaamattomasti esimerkiksi tekniseen tilaan, portaiden alle tai vaatehuoneeseen joko seinäpinnalle tai jakotukkikaappiin. Jakotukilla olevat piirikohtaiset toimilaitteet kytketään keskusyksikköön. Toimilaitteet avaavat ja sulkevat putkipiirejä lämmitystarpeen mukaan.

Putkien liitostapa jakotukkiin vaikuttaa työmaa-asennuksiin, joten se on hyvä huomioida suunnittelussa. Käytettäessä muovin muistiin perustuvaa Quick&Easy järjestelmää on asennusten tekeminen merkittävästi nopeampaa ja luotettavampaa kuin perinteisin kierrettävin liitoksin.

4.2.7 Säästöjärjestelmä

Yleensä käytetään 24 V käyttöjännitteellä toimivaa säästöjärjestelmää langattomin (Uponor Smatrix Wave PLUS) tai langallisoin (Uponor Smatrix Base) termostaatein. Langattoman säästöjärjestelmän etuna on termostaattien vapaa sijoittelu sekä sähkötöiden pienemmät asennuskustannukset. Langallista säästöjärjestelmää käytetään usein ainoastaan vuokratilayhtiöissä, jos määräajoin tehtävä termostaattien paristojen vaihtaminen koetaan hankalaksi.

Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös 230 V säästöjärjestelmää, joka on ominaisuuksiltaan vaatimattomampi. Käytettäessä 230 V järjestelmää ei suunnittelua voi toteuttaa täysin kohdassa 5.5. esitetyn suunnitteluohjeen mukaisesti.

Nyky aikaista lattialämmitystä ohjataan huonekohtaisilla termostaateilla, joita sijoitetaan yksi jokaiseen yhtenäiseen tilaan. Tilan käyttötarkoituksen mukaan valittavissa on termostaatit säätöpyörällä tai digitaalisella näytöllä. Julkisissa tiloissa käytetään termostaattia, jonka säätöarvot asetetaan termostaatin takaa. Mikäli käytössä on viilennys tulee huonetermostaatin mitata lämpötilan lisäksi myös huoneen kosteutta, jotta mahdollinen kosteuden tiivistyminen voidaan estää.



Smatrix säätöjärjestelmät

- Ainutlaatuinen automaattinen tasapainotus ohjaa oikean määrän energiaa huoneisiin.
- Jakotukkien esisäätöarvoja ei tarvita, vaan järjestelmä hoitaa tasapainotuksen.
- SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitutin tekemän tutkimuksen mukaan järjestelmän avulla voidaan saavuttaa jopa 8 % energiansäästöt tavanomaisiin lattialämmityksen ohjausjärjestelmiin verrattuna.

Langaton Smatrix Wave PLUS säätöjärjestelmä

- Langattomat termostaatit mahdollistavat vapaan sijoittelun rakennusvaiheessa ja rakennuksen elinkaaren aikana.
- Pienemmät asennuskustannukset.
- Digitaalinen, säätöpyörällinen ja julkisen tilan termostaatti.
- Digitaalinen viilennystermostaatti kosteuden mittauksella.
- Käyttöpaneelilla järjestelmän tilaa on helppo seurata ja tarvittaessa asetuksia muuttaa.
- Uponor Smart Home - etäkäyttösovelluksella käyttöpaneelin ominaisuudet saadaan älylaitteeseen, jolloin seuranta ja muutokset onnistuvat mistä tahansa käsin.



Uponor Smatrix Wave PLUS - langaton huonetermostaatti on myös sisustuselementti, jonka paikan huoneessa voit vapaasti valita.

Langallinen Smatrix Base säätöjärjestelmä

- Kaikki Smatrix ominaisuudet myös langallisessa järjestelmässä.
- Nelinapainen johdotus mahdollistaa termostaattien ketjutuksen, suora- sekä tähtikytkennän ja näiden yhdistelmän. Tarkoittaa käytännössä, ettei jokaiselta termostaatilta tarvitse viedä erillistä johtoa keskusyksikölle, jolloin asennuskustannukset pienenevät perinteiseen langalliseen säätöjärjestelmään verrattuna.
- Termostaatit visuaalisesti identtisiä Smatrix Wave PLUS säätöjärjestelmän kanssa.



A modern, bright bathroom with a white bathtub on the left, a white toilet in the center, and a glass-enclosed shower with beige tiles on the right. A vanity with a white sink and a dark cabinet is on the far right. A large skylight is on the left wall, and a mirror with a light border is above the sink. The floor is covered in large beige tiles.

III. Ohjeita ammattilaiselle

5. Suunnitteluohjeita

5.1 Lattialämmitys

Lattialämmityksen suunnittelussa LVI-suunnittelija laskee tilakohtaisesti lämmitystehontarpeen ja suunnittelee järjestelmän runkoputket. Lämmitystehontarpeiden perusteella lattialämmityssuunnittelija laatii putkitussuunnitelman ja mitoittaa lattialämmityspiirit. Tämän jälkeen LVI-suunnittelija määrittää linjasäätöventtiilien esisäätöarvot.

LVI-suunnittelija määrittää suunnittelussa käytettävän lattialämmityksen kiertoveden meno- ja paluulämpötilan välisen eron sekä enimmäislämpötilan menovedelle. Tämän lisäksi LVI-suunnittelija mitoittaa runkoputket lämmönlähteeltä jakotukille. Runkoputkien suunnittelu ei poikkea normaalista lämmitysjärjestelmän suunnittelusta, joten sitä ei käsitellä tarkemmin tässä ohjeessa.

Järjestelmän runkolinjat tasapainotetaan jakotukikohtaisilla linjasäätöventtiileillä. Lisäksi jakotukkeihin asetetaan piirikohtaiset esisäätöarvot niihin käsisäätöisiin piireihin, joita ei ohjata huonetermostaatein. Kosteat tilat, kuten suihku- ja saunatilat, toteutetaan yleensä käsisäätöisenä, mutta ne voidaan toteuttaa myös lattialämpötilan mukaan termostaattiohjattuna.

Lattialämmityksen teoreettinen maksimiteho olisi myös hyvä huomioida jo arkkitehti- ja rakennesuunnittelussa. Tällöin voidaan vaikuttaa rakenneratkaisuihin ja välttyä ongelmilta rakennusvaiheessa.

5.2 Lämmitystehontarve sekä lattialämmitysteho

Lämmitystehontarve lasketaan tilakohtaisesti, jotta kunkin tilan lattialämmityspiirit voidaan suunnitella todellisten tehontarpeiden mukaan. Lämmitystehontarpeita laskettaessa on hyvä pitää mielessä aiemmin mainittu nyrkkisääntö (kohta 3.1.3. sivulla 13): 11 W/m^2 jokaista $^{\circ}\text{C}$ -astetta kohden, jonka lattia on ilmaa lämpimämpi. Laminaatti- ja parkettilatit kestävät yleensä enintään 27°C pintalämpötilaa. Tämä tarkoittaa käytännössä lattialämmityksen maksimitehoa 66 W/m^2 ($27^{\circ}\text{C} - 21^{\circ}\text{C} \times 11 \text{ W/m}^2, ^{\circ}\text{C} = 66 \text{ W/m}^2$). Käytettäessä pintamateriaalina laattaa rajoittaa maksimitehoa käytännössä vain lämpimän lattian käyttömukavuus.

Kun lämpöhäviöitä laskettaessa tarkastetaan kaikkien tilojen lämmitystehontarpeen jäävän alle lattialämmityksen enimmäistehon, voidaan varmistaa lattialämmityksen riittävän jokaisen tilan lämmittämiseen. Mikäli huomataan tässä vaiheessa tilojen lämmitystehontarpeen olevan korkeampi kuin lattialämmityksestä saatava lämmitysteho, voidaan hyvissä

ajoin varautua mahdolliseen lisälämmitykseen tai parantaa rakenteiden lämmöneristävyyttä.

Lattialämmitystehoa voidaan kasvattaa edellä mainittuihin rajoihin tihentämällä putkijakoa ja kasvattamalla piirikohtaista virtaamaa. Menoveden lämpötila sekä meno- ja paluuveden lämpötilaero vaikuttavat kuitenkin merkittävästi lattialämmitystehoon. Esimerkiksi yleisesti käytetty 35°C menovesi 5°C jäähtymällä ei riitä tuomaan tiloihin yli 50 W/m^2 tehoa, jos pintamateriaalina on laminaatti tai parketti. Tällöin menoveden lämpötilan nostoon tulee varautua, jos rakennuksessa on huoneita, joiden neliökohtainen lämmitystehontarve on tätä korkeampi.

Kuvatut ongelmat ilmenevät yleensä yläkerran pienissä kulmahuoneissa, joissa on ikkuna molemmilla ulkoseinillä tai huoneissa, joissa on kahden kerroksen läpi kulkevia ikkunoita esimerkiksi korkeissa olohuoneissa.

Kosteiden tilojen lämmitystehontarve jää usein pieneksi etenkin rakennuksen sisävyöhykkeellä. Jos lattialämmityspiiri suunnitellaan todellisten lämpöhäviöiden perusteella, on lattia vain hieman huoneilmaa lämpimämpi. Yleisesti käytetty, hyvin lämpöä johtava, laattalattia voi tällöin tuntua viileältä paljaan jalan alla. Tämän vuoksi mukavuuslattialämmityksenmitoitusta ei aina ole järkevää toteuttaa tilojen todellisen lämmitystehontarpeen mukaan vaan lattialämpötilan perusteella. Käytännössä on osoittautunut toimivaksi mitoittaa kylpyhuoneiden lattia 2°C lämpimämmäksi kuin huoneilma eli 24°C :een. 2°C lämpötilaero lattiapinnan ja huoneilman välillä tarkoittaa 22 W/m^2 mitoitustehoa.

Lattiarakenteiden toiminta voidaan tarvittaessa varmentaa simuloimalla se todellisen tilanteen mukaan.

5.3 Jakotukit ja niiden sijoittaminen

Jakotukit sijoitetaan lämmitettävään tilaan keskeiselle paikalle, jolloin siirtoputket kuhunkin huoneeseen ovat mahdollisimman lyhyet ja piirit keskenään mahdollisimman samanmittaiset. Jakotukille, sen läheisyyteen tuleville säätölaitteille sekä putkiasennuksille tulee varata riittävästi tilaa (noin 1m x1m), jotta asennukset voidaan tehdä työmaalla asianmukaisesti.

Jakotukki voidaan sijoittaa erikseen asennettavaan vuotovesitiiviiseen ja ylivuotoputkella varustettuun jakotukkikaappiin esimerkiksi huoneistokohtaisen sähkökeskuksen alapuolelle. Seinän sisään asennettavan kaapin on oltava vuotovesitiivis ja siksi tehdasvalmisteinen kaappi on usein parempi vaihtoehto kuin työmaalla rakennettu kotelo.

Jos siirtoputket kulkevat pitkän matkan lämmitettävään tilaan, voi menoputken tarvittaessa asentaa suojaputkeen tai eristää. Tällöin siirtoputki ei lämmitä tilaa, jonka läpi se kulkee. Usein lämmityskaudella kaikkien tilojen lämmitys tapahtuu yhdenaikaisesti samalle lämpötilatasolle ja tällöin siirtoputken tilaan tuomalla lisälämmöllä ei ole käytännön merkitystä.

Kosteiden tilojen piirit pyritään kytkemään erikseen omaan jakotukkiin, jolle on oma erillinen runko. Kosteiden tilojen ollessa samassa jakotukissa muiden tilojen kanssa huonetermostaattit huolehtivat, että kesällä ohjatut piirit ovat kiinni ja vesi virtaa vain käsisäättöpiireissä. Mitoitusolosuhteissa lattiaan menevän veden korkeasta lämpötilasta johtuen voi lattia kuitenkin olla hetkittäin tarpeettoman lämmin.

Jos kosteille tiloille asennetaan oma erillinen jakotukki tai kokonaan oma järjestelmä, löytyy paras sijoituspaikka jakotukille usein kylpyhuoneen läheisyydestä esimerkiksi seinään upotettavasta kaapista tai meno-paluuventtiiliparia käytettäessä alaslasketusta katosta. Kattoon asennettavan tarkastusluukun on oltava kooltaan vähintään 400x400 mm, jotta ilmaus ja tarvittavat huoltotoimet voidaan asiallisesti toteuttaa tulevaisuudessa.

Jakotukille voidaan varata alustavissa virtaamamitoituksissa 25 kPa. Tätä painehäviötä käyttäen voidaan valita linjasäätöventtiilit. Todellisuudessa automaattista tasapainotusta käytettäessä jokaisen jakotukin painehäviön määrää pisin piiri ja usein jakotukin kokonaispainehäviö on pienempi kuin 25 kPa.

5.4 Putkimitoitus ja jakotukit

Asuntokohtaisiksi jakotukeiksi valitaan joko muoviset Uponor Vario Plus jakotukit, messinkiset Uponor WGF jakotukit tai ruostumattomasta teräksestä valmistetut Uponor Smart jakotukit. Materiaalista riippumatta jakotukin painehäviöksi virtaamamitoituksissa varataan suunnitteluvaiheessa 25 kPa. Erillisiä putkipiiriin esisäättöarvoja ei tarvitse laskea käsisäättöpiirejä lukuunottamatta vaan huonesääätöjärjestelmä hoitaa asuntokohtaisen tasapainotuksen automaattisesti.

5.5 Lattialämmityksen huonesäätöjärjestelmä

Säätöjärjestelmäksi valitaan Smatrix säätöjärjestelmä rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen joko langallisin (Uponor Smatrix Base) tai langattomin (Uponor Smatrix Wave PLUS) termostaatein. Jakotukien läheisyyteen suunnitellaan keskusyksiköt (X-165 langaton Smatrix Wave PLUS ja X-145 Langallinen Smatrix Base), johon asennusvaiheessa kytketään jakotukkeihin sopivat toimilaitteet. Keskusyksikköä varten asennetaan 230 V pistorasialue jakotukin läheisyyteen.

Käyttötarkoituksen mukaan valitaan asuintoihin digitaalinen (T-166 Smatrix Wave PLUS tai T-146 Smatrix Base) tai säätöpyörällinen termostaatti (T-165 Smatrix Wave PLUS tai T-145 Smatrix Base), joka sijoitetaan kuhunkin tilaan keskeiselle paikalle sisäseinälle. Termostaattia ei tule sijoittaa lähelle lämmönlähteitä eikä suoraan auringonpaisteeseen.

Yleisissä tiloissa on suositeltavaa käyttää julkisen tilan termostaattia (T-163 Smatrix Wave PLUS tai T-143 Smatrix Base).

5.6 Järjestelmän ohjaus

Lämmönlähteeltä lattialämmitysjärjestelmän menoveden lämpötilaa ohjataan ulkolämpötilan mukaan. Lämpökäyrä voi olla lineaarinen tai ennakoiva, jolloin menoveden lämpötila ohjataan jo esimerkiksi -20 °C ulkolämpötilassa. Tällöin lisätään asuntojen mahdollisuutta vaikuttaa sisälämpötilaan enemmän ja energiankulutusta leikataan vasta kovilla pakkasilla.

Käytettäessä taloautomaatiojärjestelmää voidaan referenssihuoneisiin tai jokaiseen asuntoon asentaa lämpötila-anturi. Mitattujen sisälämpötilojen mukaan lämpökäyrää voidaan ohjata ulkolämpötilan lisäksi myös toteutuneiden lämpötilojen mukaan. Tällöin asumismukavuutta ja energiankulutusta voidaan optimoida tarkemmin myös toteutuneiden huonelämpötilojen kautta.

5.7 Lattiaviilennys

On kaksi tapaa toteuttaa lattiaviilennys: lattialämmitysjärjestelmää käytetään viilennykseen eli järjestelmä suunnitellaan lämmityksen ehdoilla tai toinen vaihtoehto on suunnitella koko järjestelmä viilennyksen ehdoilla. Näistä yleisempi tapa on käyttää lattialämmitysjärjestelmää viilennykseen. Tällöin lattiaviilennyksestä saavutettu teho riittää normaalilanteessa pitämään sisälämpötilan määräysten asettamissa rajoissa.

Jos viilennystehoa tarvitaan enemmän, voidaan järjestel-

män tehoa kasvattaa tihentämällä putkijakoa, jolloin lattian keskipintalämpötila laskee ja teho kasvaa.

Viilennystä suunniteltaessa tulee käyttää simulointiohjelmaa ainakin referenssihuoneita tarkasteltaessa. Tehon määrittäminen ilman simulointia on haasteellista koska tehoon vaikuttaa merkittävästi lattiaan kohdistuva säteily. Suurin viilennysteho pinta-alaa kohden on yleensä yläkerran huoneessa, jossa on isot ikkunat etelän suuntaan. Auringon paistaessa suoraan lattiaan on viilennysteho 60 W/m^2 tai

enemmän, mutta ilman säteilyä teho on yleensä noin $25 - 40 \text{ W/m}^2$ lattianpintamateriaaleista riippuen. Simuloimalla saatu viilennysteho vastaa tarkemmin todellisuutta ja näin ollen viileän lähde tulee mitoitetuksi oikeille tehoille.

Sisälämpötilalle tulee määrittää tavoitearvo. Kohdassa 2.1 esitettyjen määräysten mukaiset olosuhteet saavutetaan usein jo lattialämmityksen ehdoilla suunnitellulla lattiaviilennyksellä. Lattiaviilennyksen tehoa voidaan tarvittaessa lisätä suunnittelemalla järjestelmä tiheämmällä putkijaolla.

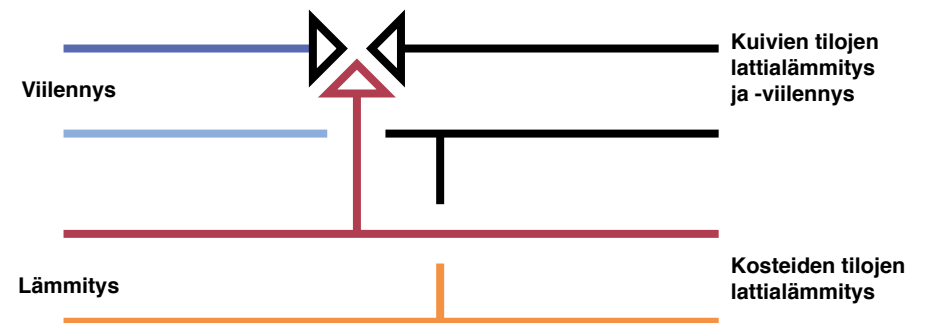
5.8 Runkoputkisto ja jakotukit

Lattialämmitystä ja viilennystä käytettäessä suunnitellaan kosteille tiloille oma runkoputkisto, joka mahdollistaa ko. tilojen lämmittämisen ympäri vuoden. Lämmitysrungot mitoitetaan kaikkien tilojen lämmitystehontarpeen ja viilennysrungot kuivien tilojen viilennystehontarpeen mukaan.

5.9 Vaihtokytkentä

Vaihtokytkentä tehdään rakennuksen teknisessä tilassa. Jos lämmitys- ja viilennyspiirien välinen paine-ero ei ole merkittävä voidaan vaihtokytkentä tehdä 3-tieventtiilillä, joka suuntaansa muuttamalla ohjaa järjestelmään lämmintä tai viileää vettä.

Haluttaessa lämmitys- ja viilennysvaihtokytkentä voidaan tehdä myös kerros-, ilmansuunta (etelä-pohjoinen) tai asuntokohtaisesti. Tällöin lämmitysrungot mitoitetaan kaikkien tilojen lämmitystehontarpeen ja viilennysrungot kuivien tilojen viilennystehontarpeen mukaan. Kerroskohtaisessa järjestelmässä vaihtokytkentöjä tehdään yksi per kerros ja asuntokohtaisesti yksi per asunto. Vaihtokytkentä voidaan tehdä samaa periaatetta käyttäen kuin talokohtaisessa järjestelmässä.



Vaihtokytkennän ohjaus

Lämmitys- ja viilennysjärjestelmän välinen vaihto ohjataan manuaalisesti, päivämäärän tai sisä- ja ulkolämpötilojen mukaan.

Manuaalinen ohjaus

Järjestelmä siirretään lämmitystilasta viilennystilaan esimerkiksi kytkimellä tai ohjelmallisesti. Manuaalinen vaihtokytkentä ei välttämättä ole toimivin ratkaisu kerrostaloissa pois lukien järjestelmät, joissa vaihtokytkentä on tehty asuntokohtaisesti. Tällöin asuntokohtainen kytkin voidaan sijoittaa eteiseen tai muuhun paikkaan asunnon muiden vastaavien laitteiden yhteyteen.

Ohjaus päivämäärän mukaan

Päivämäärien mukaan ohjattaessa valitaan lämmitys ja viilennyskausi kalenterista. Lämmityskautena voidaan käyttää esimerkiksi 1.10.–30.4. ja viilennyskautena 1.5.–30.9.

Ohjaus lämpötilojen mukaan

Lämpötilojen mukaan ohjattaessa matalalta paistava aurinko keväällä ja syksyllä voi aiheuttaa suuria lämpökuormia ulkolämpötilasta huolimatta. Tämän huomioimiseksi voidaan ulkolämpötilan lisäksi lisätä taloautomaatiojärjestelmään lämpötilamittaus myös osaan asunnoista. Käytettäessä sisälämpötilamittausta vaihtokytkentään, on sisälämpötila mitattava vähintään 30 % asunnoista keskeiseltä paikalta sisäseinältä. Sisälämpötilamittauksiin tulee valita huoneita, joissa on suurimmat ikkunat etelän suuntaan sekä pohjoisenpuoleisia pieniä kulmahuoneita tai huoneita joissa on isot ikkunat.

Viilennys voidaan sallia esimerkiksi, kun ulkolämpötila on yli +10 °C vähintään 24 h ajan ja viilennys käynnistyy kun 25 % mitatuista sisälämpötiloista on yli 24 °C eikä mikään mitatuista lämpötiloista ole alle 21 °C 12 h ajan. Viilennysten ollessa käytössä huonetermostaatit sulkevat piirit, jos lämpötila laskee alle asetetun arvon ja avaa ne lämpötilan noustessa yli asetusarvon. Lämmitys kytkeytyy päälle, kun ulkolämpötila on alle 10 °C yli 48 h ja huonelämpötila laskee 25 % mitatuista huoneista alle 22 °C.

On suositeltavaa, että lämmitystä ei käytetä 1.5.–30.8. välisenä aikana ja ettei viilennystä sallita 1.10.–30.4. välisenä aikana.

Tulevaisuudessa järjestelmien ohjaaminen sääennusteiden perusteella kehittyy ja helpottaa vaihtokytkennän ohjaamista todellisen tarpeen mukaan.

5.10 Järjestelmän ohjaus

Lattialämmityksen menoveden säätö tapahtuu ulkolämpötilan mukaan siten, että ulkolämpötilan laskiessa menoveden lämpötila nousee ja huoneisiin ohjataan enemmän lämmitystehoa. Viilennysjärjestelmässä voidaan käyttää samaa logiikkaa käänteisesti tai ohjata järjestelmään aina 16–17 °C vettä. Lattian varaavan massan vuoksi järjestelmä ei ole erityisen herkkä liian viileälle vedelle.

Jos järjestelmän menoveden lämpötila laskee alle kastepistelämpötilan on vaarana, että eristämättömiin putkiosuuksiin tai jakotukeihin kondensoituu ympäröivästä ilmasta vettä. Kondensoituminen tapahtuu aina ensin runkoputkissa ja jakotukeissa ja se voidaan tehokkaasti estää ohjaamalla järjestelmään vähintään 16 °C vettä. Järjestelmään suositellaan asennettavaksi viilennyksen menoputkeen kastepisteanturi, joka tarvittaessa rajoittaa menoveden lämpötilaa, jos ilmankosteus ja kastepistelämpötila ovat tavanomaista korkeampia. Menoveden lämpötila pidetään aina vähintään 1 °C korkeamana kuin kastepistelämpötila.

5.11 Lattiaviilennyksen huonesäätöjärjestelmä



Asuntojen säätöjärjestelmä valitaan kuten kohdassa 5.5., mutta termostaatteina käytetään lämpötilan lisäksi kosteutta mittaavia termostaatteja (T-147 ja T-167). Järjestelmän siirtyessä viilennystilaan tulee huonetermostaattien toimintasuuntaa muuttaa. Tämä tapahtuu potentiaalivapaalla kärkeä tiedolla keskusyksikön sisääntuloliittimiin (GPI). Kun keskusyksikkö saa signaalin, muuttaa se huonetermostaattien toimintasuunnan. Potentiaalivapaa kärkeä tieto voidaan tuoda jokaiselle keskusyksikölle erikseen, tai kerroskohtaisesti kaikille kerroksen keskusyksiköille, esimerkiksi releellä alla olevan kuvan mukaisesti. Jokainen keskusyksikkö tarvitsee toimiakseen releestä oman kärjen ja kytkennässä tulee huomioida mahdollinen ilmansuunta-, kerros- tai asuntokohtainen vaihtokytkentä.

Kesäkauden suositeltava lämpötila-asetus on 23 °C johtuen talvea kevyemmästä pukeutumisesta. Smatrix termos-

taateissa tämä muutos on huomioitu tehdasasetuksissa siten, että valittaessa 21 °C asetustilaksi, muuttuu se automaattisesti 2 °C termostaatin näyttämää asetusarvoa korkeammaksi siirryttäessä viilennystilaan.

Lattiaviilennystermostaattien tulee lämpötilan lisäksi mitata myös huoneen kosteutta, jotta kastepistelämpötilan alittuminen kaikissa tilanteissa voidaan varmistaa. Ensisijaisesti kastepistelämpötilan alittuminen estetään ohjaamalla lattiaan menevän veden lämpötila 1 °C kastepistelämpötilaa korkeammaksi. Vikatilanteiden tai poikkeuksellisen käytön aiheuttama kastepistelämpötilan alittuminen huoneissa voidaan tehokkaasti varmistaa asentamalla termostaatit T-167, jotka katkaisevat virtauksen piirissä huonekosteuden noustessa liian korkeaksi.

6. Asentaminen ja käyttöönotto

6.1 Putkiston asentaminen

Asentamisen aikana on syytä kiinnittää huomiota järjestelmän puhtauteen ja estää roskien ja muiden epäpuhtauksien päätyminen verkostoon.

Eristelevyt asennetaan kantavan laatan päälle laatan ollessa riittävän kuiva. Juuri ennen eristeen asentamista laatan pinnasta puhdistetaan imuroimalla kaikki roskat, sahanpuru jne. Jakotukki kiinnitetään paikoilleen seinään tai seinien puuttuessa telineeseen suunnitelmien mukaiselle paikalle.

Lattialämmitysputkisto asennetaan yleensä pohjakerroksessa rauditusverkkoon tai eristeeseen ja muissa kerroksissa kantavan laatan päälle asennettuun eristeeseen. Kosteissa tiloissa putki kiinnitetään joko rauditusverkkoon sitomalla tai putkipidikelistalla. Piirit asennetaan suunnitelmien mukaan siten, että lattialämmitys- ja viilennyspiiri kulkee jakotukilta

ensin ulkoseinälle, jolloin suurin lämmitys- ja viilennysteho on aina lähimpänä ulkoseiniä ja ikkunoita. Siirtomatkojen ollessa pitkät jakotukilta huoneeseen, asennetaan lattiapiirin siirtoputki suojaputkeen. Ensisijaisesti siirtoputkien pituudet kuitenkin pyritään pitämään lyhyinä jakotukin keskeisellä sijoittelulla.

Lattialämmityspiirien asentamisen jälkeen jokainen jakotukki piireineen koeponnistetaan. Paineekoe dokumentoidaan ja paine jätetään verkostoon valun ajaksi, jolloin mahdolliset putkivauriot tulevat esille välittömästi ja piirien tiiviys voidaan varmistaa.

Runkojohdot asennetaan, kannakoidaan sekä eristetään määräysten mukaisesti ja järjestelmän runkoputket huuhdellaan ennen jakotukkien kytkemistä. Jakotukkien kytkentäputket asennetaan aavistuksen kallelleen niin, että ilma kulkee runkoputkiin päin ja aina ylimmän kerroksen ilmanpoistimelle esteettömästi. Viilennyksen runkoputket sekä muut järjestelmän venttiilit ja laitteet kondenssieristetään huolellisesti.

Paineekoe vedellä tehtäessä paine nostetaan 1,5 kertaa rakennepaineen suuruiseksi (yleensä lämmitysjärjestelmässä $6 \text{ bar} \times 1,5 = 9 \text{ bar}$) 30 minuutin ajaksi. Tämän jälkeen paine lasketaan $0,5 \times$ rakenne paineeseen. Verkoston ominaisuuksien vuoksi paine nousee hetken kuluttua korkeammaksi verkoston kutistuesssa. Paineen nousu osoittaa verkoston tiiviyn. Paineekoe on hyvä tehdä ilmalla, etenkin jos putkisto on vaarassa jäätymä ennen lämmityksen käynnistämistä. Käytettäessä ilmaa painekokeessa on suurin sallittu paine turvallisussyistä $0,5 \text{ bar}$ ylipainetta.

6.2 Järjestelmän käyttöönotto

Järjestelmän täyttö aloitetaan ilmaamalla runkoputket kaikkien jakotukkien sulkuventtiilit suljettuna. Tämä vaihe on erityisen tärkeä ja huolella tehtynä säästää aikaa lopun järjestelmän ilmauksessa sekä estää ilmasta johtuvien ongelmien syntymistä.

Kun runkoputkista on saatu kaikki ilma pois, voidaan aloittaa lattialämmityspiirin ilmaaminen. Ilmaus aloitetaan alakerrasta ja edetään runkolinjasta kerros kerrallaan ylöspäin tavoitteena estää ilman pääseminen piireistä runkoputkiin. Ennen jakotukkikohtaisen menopuolen sulkuventtiilin avaamista

kaikkien jakotukin piirien menoventtiilit on oltava suljettuina ja ilmattavan jakotukin paluupuolen tyhjennysventtiilistä on veden juoksutusta varten johdettu letku esimerkiksi WC-is-tuimeen tai lattiakaivoon. On tärkeää, että jakotukkikohtaista sulkuventtiiliä ei avata ennen kuin kaikkien jakotukkien ja kaikkien piirien ilmaus on tehty.

Kun edellä mainitut valmistelut on tehty, avataan jakotukin ensimmäisen piirin menoventtiili täysin auki ja sen jälkeen menopuolen kytkentäputken sulkuventtiili. Vettä juoksutetaan jakotukista letkun kautta viemäriin niin kauan, kun

lattialämmityspiiristä tuleva vesi on täysin ilmatonta. Tämän jälkeen ilmattu piiri suljetaan ja avataan jakotukin järjestyksessä seuraava piiri.

Kun jakotukin kaikki piirit on ilmattu, suljetaan kytkentäputken sulkuventtiili ja siirrytään seuraavalle jakotukille. Niin järjestelmän täyttö, ilmaus, huuhtelu ja painekoe tulee dokumentoida esimerkiksi liitteenä olevalla lomakkeella. Yleisimmät ongelmat ensimmäisellä lämmityskaudella ovat estettävissä huolellisella ilmauksella ja huuhtelulla.

6.3 Järjestelmän tasapainotus

Järjestelmä tasapainotetaan ensin jakotukkikohtaisilla linjasäätöventtiileillä LVI- suunnittelijan mitoitusarvojen mukaan. Huonetermostaateilla ei yleensä ohjata kosteita tiloja, kuten suihku- ja saunatiloja, vaan ne toteutetaan käsiasäätöisenä. Käsiasäätöpiireihin säädetään lattialämmityssuunnitelmissa olevat esisäätöarvot. Tällöin piirien virtaama on jatkuva ja laattalattiat ovat mukavan lämpimät. Termostaattiohjattujen piirien lämmönjako ohjataan Smatrix-säätöjärjestelmien automaattisella tasapainotuksella, jolloin varmistetaan paras mukavuus kaikissa huoneissa eikä niitä tarvitse manuaalisesti tasapainottaa.

Automaattinen tasapainotus pulssittaa piirikohtaista virtaamaa eikä piirien manuaalista tasapainotusta tarvitse tehdä lainkaan termostaattiohjatuissa piireissä. Tällöin aikaa säästyy toteutusvaiheessa merkittävästi. Lisäksi säätöjärjestelmä oppii ennakoimaan tilojen lämpötilakäyttäytymistä ja ohjaa tarkemmin haluttua sisälämpötilaa, jolloin se säästää energiaa.

6.4 Mittaus ja säätö

Ennen mittaus- ja säätötyötä asetetaan jakotukkien käsiasäätöpiirien esisäätöarvot sekä LVI-suunnittelijan laskemat esisäätöarvot asuntokohtaisiin linjasäätöventtiileihin. Jakotukkien termostaattiohjatusta piireistä avataan säätöjärjestelmällä toimilaitteet tai irrotetaan ne ja näiden piirien esisäätöventtiili avataan täysin auki mittaus- ja säätötyön ajaksi. Pumppu asetetaan siten, että verkostoon virtaa vähintään suunniteltu virtaama ja jokainen linjasäätöventtiili mitataan. Mitattujen virtaamien tulee vastata vähintään LVI-suunnittelijan suunnitteluarvoja ja ne saavat olla enintään 15 % niiden yli.

Kun virtaama kaikissa asuntokohtaisissa linjasäätöventtiileissä on sallituissa rajoissa, lukitaan linjasäätöventtiilit ilkivalan välttämiseksi. Mittaus- ja säätötyön jälkeen säätöjärjestelmä otetaan käyttöön ja mahdollisesti irrotetut toimilaitteet asennetaan jakotukkeihin.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitutin tutkimuksen mukaan Uponor Control System DEM -järjestelmän automaattisen tasapainotustoiminnon avulla voidaan saavuttaa jopa 8 % energiansäästöt tavanomaisiin lattialämmityksen ohjausjärjestelmiin verrattuna.

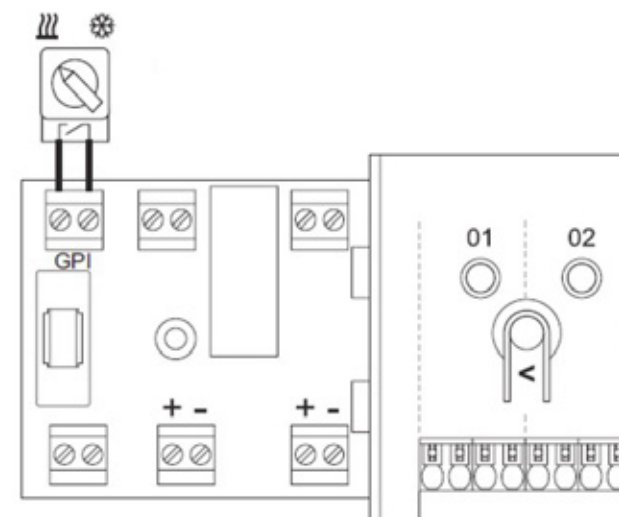
6.5 Säätöjärjestelmän sähkökytkennät

Termostaatit yhdistetään joko nelinapaisin häiriösuojatuin ($\varnothing 0,5\text{mm}^2$) johdoin tai langattomasti (säätöjärjestelmästä riippuen) keskusyksikköön, joka sijoitetaan jokaisen ohjattavan jakotukin yläpuolelle tai läheisyyteen. Termostaatit rekisteröidään ohjaamaan huoneiden piirejä, jonka jälkeen varmistetaan jokaisen termostaatin ohjaavan oikeaa piiriä.

Piirikohtaiset toimilaitteet kiinnitetään keskusyksikköön noin 1 m mittaisilla johdoilla ja keskusyksikkö kytketään jakotukin läheisyyteen asennettuun 230 V pistorasiaan. Keskusyksikkö ohjaa piirien virtaamaa älykkään automaattisen tasapainotuksen ja huonetermostaattien mittaaman lämpötilan mukaan.

Automaatiojärjestelmän kastepisteanturi asennetaan kuivien tilojen lattialämmityksen ja –viilennyksen menoputkeen esimerkiksi sulkuventtiilin kylkeen. Vaihtokytkennän ohjausta varten automaatiojärjestelmään liitettävät huonelämpötila-anturit asennetaan referenssihuoneisiin etelän ja pohjoisen puolelle sekä ylä- ja alakertaan.

Vaihtokytkentää keskusyksiköissä ohjaava johto kytketään releeltä keskusyksikön GPI-liittimiin. [kuva] Releen yhdistäessä GPI-liittimet on keskusyksikkö ja termostaatit viilennystilassa. Järjestelmän käyttötilanvaihdos kestää noin 5 min.



6.6 Järjestelmän toimintakoe

Järjestelmää käyttöönotettaessa testataan vaihtoverttiilin toiminta sekä menoveden lämpötilan ohjauksen toiminta. Lisäksi tarkastetaan asuntokohtaisesti lämmitys-/viilennysvaihtokytken toiminta.

6.7 Lämpötilamittaus

Ensimmäisellä lämmityskaudella voidaan tarvittaessa suorittaa sisälämpötilamittaukset ulkolämpötilan laskettua usean päivän ajaksi alle -5 °C. Ennen mittauksia asuntojen termostaatit asetetaan yleensä 21 °C ja odotetaan vähintään vuorokausi lämpötilan tasaantumista.



7. Käyttö ja ylläpito

Lattialämmitys ja -viilennysjärjestelmän käyttäminen on yksinkertaista: jokaiseen huoneeseen asennettuun termostaattiin asetetaan haluttu lämpötila. Termostaatilla pystytään yleensä vaikuttamaan huonelämpötilaan parilla asteella. Jos huoneisiin halutaan suurempi säätöalue on nostettava menoveden lämpötilaa, jolloin lämmityskustannukset nousevat.

Lämmitystilassa termostaatti pitää yllä termostaatin näyttämän mukaista lämpötilaa ja viilennystilassa näyttämään lisätään oletuksena kaksi astetta kesäaikainen kevyempi pukeutuminen huomioiden.

Ensimmäisen lämmityskauden aikana ilma erottuu järjestelmässä kiertävästä vedestä ja mahdollisesti häiritsee piirien kiertoa. Jos ilma ei pääse pois piiristä voi yksittäisiä piirejä joutua ilmaamaan jälkikäteen. Hyvin ilmatuissa järjestelmissä jälkikäteen suoritettavia imauksia ei normaalisti tarvitse tehdä.

Langattomissa termostaateissa olevat patterit vaihdetaan määrävälein niiden loputtua, kun termostaatti ilmoittaa vähäisestä pariston varauksesta. Jos termostaatin säätöpyörää pyörittäessä tai digitaalisen termostaatin näppäimiä painaessa ei termostaattiin ilmesty valoa, ovat patterit loppu. Pattereiden loputtua kyseisen termostaatin ohjaamat piirit sulkeutuvat ja huone viilenee. Pattereiden (2xAA) vaihtaminen on helppoa ja usein asukkaan tehtävissä.

8. Huoltaminen

Lattialämmitysjärjestelmän huolto

Uponor-lattialämmitys ja -viilennys ei normaalisti tarvitse erityistä huoltoa. Yleensä riittää, että seurataan huonelämpötilan pysyminen asetetussa arvossa. Mikäli jakotukille ei ole asennettu erillistä vuodonilmaisinta, tarkistetaan määräajoin jakotukilta ettei liitoksissa tai venttiileissä ole vuotoja.

Kiinteistökohtaiset huollot

Mikäli koko kiinteistössä, tai useammassa kuin yhdessä huoneistoista lämpötila ei saavuta tavoitelämpötilaa, on vika luultavasti väärin asetetussa kiertoveden lämpötilassa tai järjestelmään päässeestä ilmasta. On myös mahdollista, että huoneistokohtaisten linjasäätöventtiilien säätö on väärin asetettu. Tällöin tulee tarkastaa, että menoveden lämpötila vastaa rakennusautomaatiojärjestelmän tavoitelämpötilaa ja kiertovesipumppu toimii normaalisti.

Normaalisti meno- ja paluuveden lämpötilaero on noin 5-7 °C. Mikäli ero on suurempi, voi kyseessä olla tukos järjestelmässä tai pumpun liian alhainen teho. Lisäksi on hyvä tarkastaa verkoston painetaso.

Mikäli ongelmat eivät ratkea ylläesitetyillä korjauksilla, on syytä ottaa yhteyttä putkiliikkeeseen.

IV. Tapauskuvauksia

9. Kustannusvertailun tuloksia

9.1 Esimerkkitapaus

Asuinkerrostalo, Helsinki

Rakennuttaja: ATT

Valmistumisvuosi 2014

Kerroksia 1 - 6

92 asuntoa

Kuivat tilat: 6874,5 m²

Kosteat tilat: 615 m²

Toteutettu radiaattorilämmityksellä

Kosteat tilat toteutettu omilla rungoilla ja vesikiertoisena lattialämmityksenä. Kosteat tilat eivät ole mukana vertailussa koska kustannukset ovat molemmilla järjestelmillä samat. Kellari- ja varastotilat eivät ole mukana vertailussa.

Kaikki hinnat ovat rakennuttajahintoja. Hinnat esitetty alv. 0 %. Hinnat perustuvat kohteen rakennuttajan, rakentajan, Areiten sekä Uponorin hintatietoihin

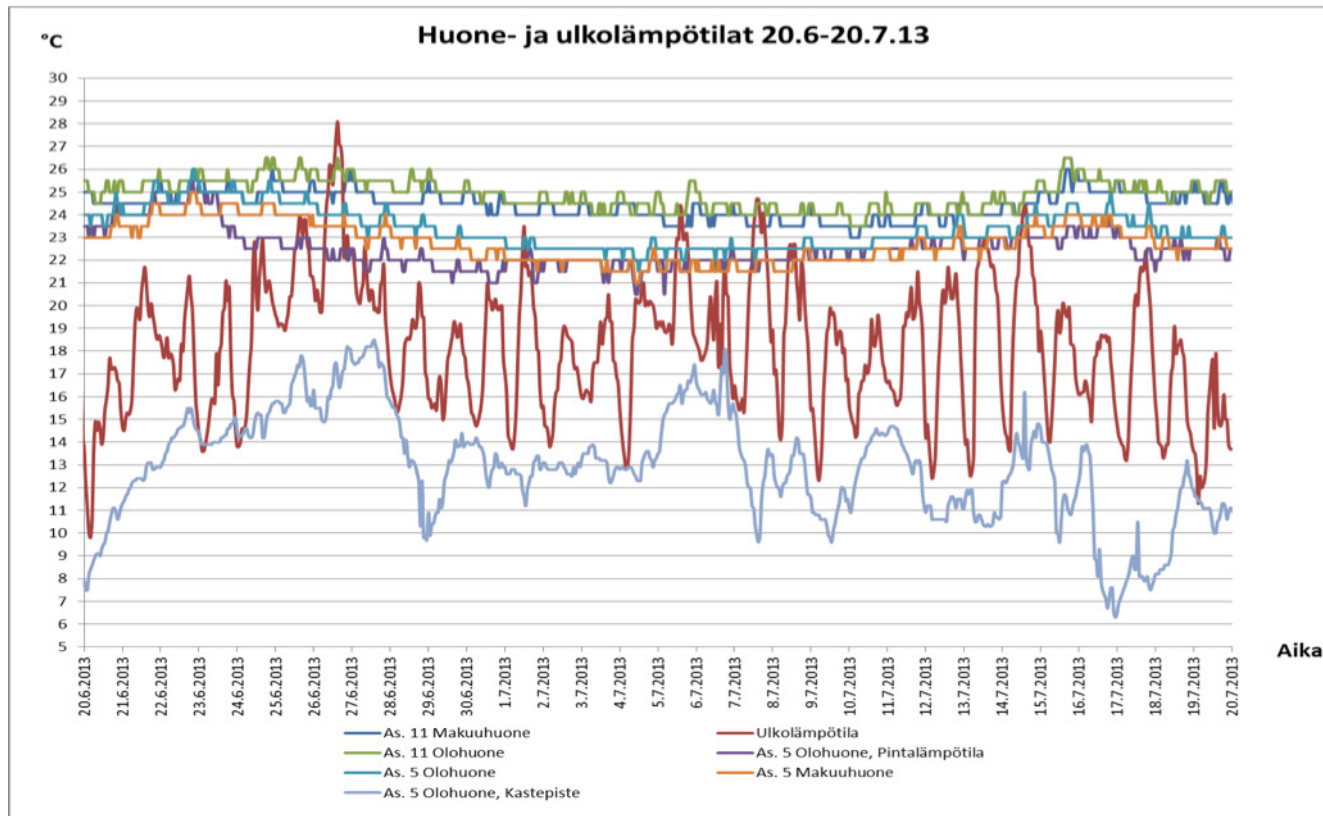
1. Runkoputkisto asennettuna	Radiaattori	210 000 € = 31 €/m ²
	Lattialämmitys	49 726 € = 7 €/m ²
2. Lämmitys-järjestelmä asennettuna	Radiaattori	79 050 € = 11 €/m ²
	Lattialämmitys	403 189 € = 58 €/m ²
3. Lämmitysjärjestelmä ja runkoputkistot asennettuna yhteensä	Radiaattori	289 050 € = 42 €/m ²
	Lattialämmitys	452 915 € = 65 €/m ²
4. Välipoja asennettuna	Radiaattori	1 919 910 € = 279 €/m ²
	Lattialämmitys	1 801 462 € = 262 €/m ²
5. Valmiin välipohjan ja lämmitysjärjestelmän kokonaiskustannus	Radiaattori	2 208 960 € = 321 €/m ²
	Lattialämmitys	2 254 378 € = 327 €/m ² = (eroa +2 % tai +6 €/m ²)

9.2 Huomioitavaa vertailussa:

- Lattialämmitysjärjestelmään on mahdollista lisätä viilennys erittäin kustannustehokkaasti joko rakennusvaiheessa tai myös jälkikäteen
 - Asuntojen ylikämpeneminen on todellinen ongelma
- Kerrostalon myynti on helpompaa lattialämmityksellä
 - Lattialämmitys mielletään nykyaikaiseksi
 - Parempi arkkitehtuuri
 - 6 euron erotus voidaan lisätä myyntihintaan
- Lattialämmityksellä vähemmän äänivuotoja (patterijärjestelmän runkoputkien läpiviennit asunnoissa)
- Tasaisempi lämpöolosuhde läpi vuorokauden, kun lattiarakenne varaa lämpöä itseensä (vrt. kellari, varaava takka)
- Aito matalalämpöjärjestelmä on yhteiskuntatasolla energiatehokas
- Lattialämmitys (ja -viilennys) mahdollistaa kaikkien tunnettujen uusiutuvien energioiden hyödyntämisen tehokkaasti

10. Viilennysmittaustuloksia

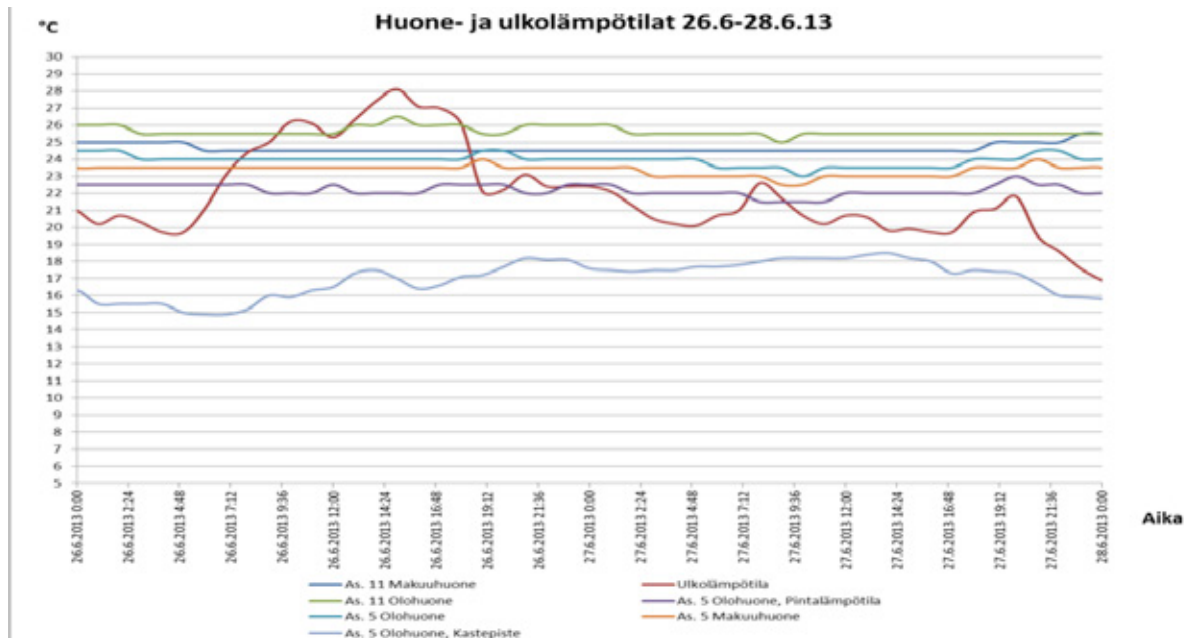
10.1 Lattiaviilennyskohteen mittaustuloksia



Esimerkkitapaus:

- 5-kerroksinen asuintalo Helsingissä
- Mitattiin huonelämpötiloja, lattian lämpötilaa, kosteusolosuhteita ja ulkoilman lämpötilaa sekä kosteutta 20.6.2013 – 20.7.2013 välisenä aikana. Sää tietoina käytettiin Ilmatieteen laitoksen Helsingin Kaivopuiston sääaseman havaintoja.
- Suuret ikkunat ja parvekkeet etelään ja länteen
- Asunnot normaalikäytössä koko kesän
- Uponor lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmä.
- Ei muita jäähdytys ja viilennysjärjestelmiä
- LATTIARAKENNE: Uponor Weber Comfort
- SUUNNITTELU: Lämmityksen ehdoilla (ei viilennyksen)

10.2 Lattiaviilennysjärjestelmän mittaus



Lyhyen aikavälin tulokset

- Tarkennettiin mittaustuloksia 26.6 ja 28.6 väliselle ajalle, johon osuu yksi kesän pisimmistä lämpimimmistä jaksoista

10.3 Johtopäätökset

- Ulkolämpötilan noustessa ja laskiessa sisälämpötila pysyi melko tasaisena ja näin ollen tarvetta nopealle reagoitajalle ei esiinny.
- Lattiarakenne varaa itseensä lämpöä ja käytännössä lattiaviilennys alkaa reagoida useita tunteja ennen kuin on tarve.
- Lattian pinta pysyy koko jakson yli 21 asteen.
- Suhteellinen kosteus nousi hieman, mutta kosteus ei pääse tiivistymään.
- Järjestelmän tavoitteet toteutuivat hyvin (D3, alle 27 °C).

V. Lisätietoja

11. Vastuunjako projektin eri vaiheissa

Rakennuttaja

Huolehtii elinkaarikustannuksista hankkeen eri vaiheissa.

LVI-suunnittelija

LVI-suunnittelijalle vastaa lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmästä kokonaisuutena. Lisäksi LVI-suunnittelija laskee tilojen tilakohtaiset lämmitystehontarpeet ja mitoittaa järjestelmän runkoputket sekä lämmön- ja viileänlähteet. Lisäksi LVI-suunnittelija määrittää jakotukkien paikat.

Lattialämmityssuunnittelija

Lattialämmityssuunnittelija suunnittelee ja mitoittaa lattialämmityspiirit LVI-suunnittelijalta saatujen lähtötietojen ja tilakohtaisten lämpöhäviöiden perusteella.

Asentaja

Putkiasentaja asentaa runkojohdot venttiileineen ja kytkee ne lattialämmitysasentajan asentamaan jakotukkiin.

Lattialämmitysasentaja asentaa lattialämmitysputkiston ja kytkee lattialämmitysputket asentamaansa jakotukkiin. Asennuksen aikana tai jälkeen lattialämmitysasentaja merkitsee jakotukin läheisyyteen lattialämmityspiirin todellisen pituuden ja tilan, jossa piiri sijaitsee.

Hyväksi havaittu käytäntö on, että koko järjestelmän huuhtelu, täyttö, ilmaus ja säätö kuuluvat yhdelle taholle. Tällöin ei tule ongelmien ilmetessä epäselvyyksiä vastuunjaosta.

Lattialämmityksen säätöjärjestelmän toimittaa usein laatialämmitysurakoitsija ja asennus sisältyy sähköurakkaan. 24 V käyttöjännitteellä toimivan järjestelmän kytkeminen ei vaadi erillistä pätevyyttä, joten sen voi asentaa myös esimerkiksi lattialämmitysasentaja.



12. Työselostusmalli

Tämän tietopaketin liitteenä on malli lattialämmitys- ja viilennysjärjestelmän työselostuksen laatimiseen. Työselostusmallin sisältö vastaa tämän käsikirjan sisältöä ja on laadittu siten, että sitä voidaan käyttää useimmissa rakennushankkeissa sellaisenaan LVI-työselostuksen osiksi kopioituna. LVI-suunnittelijan vastuulla on kuitenkin tarkastaa työselostuksen sisällön soveltuvuus kohdekohtaisesti ja tehdä tarvittavat muutokset.

Liitteet

- työselostusmalli
- kytkentäkaavio ja toiminnan kuvaus

13. Sertifikaatit ja hyväksynnät

Lattiarakenteen askeläänen parannusluku

Tacker Lämpölattia VTT testit: askeläänen eristävyys parannusluku, askeläänen eristävyys sekä askeläänieristeen dynaaminen jäykkyys.

Tecto Lämpölattia VTT testi: askeläänen eristävyys parannusluku, askeläänen eristävyys, askeläänieristeen dynaaminen jäykkyys sekä välipohjarakenteen ilmaääneneristävyys.

Weber comfort Lämpölattia askeläänen eristävyys parannusluku, askeläänen eristävyys sekä askeläänieristeen dynaaminen jäykkyys.

Vaatimustenmukaisuusvakuutukset

PEX-käyttövesiputket Nordic Poly Mark -merkintä lupa, Insta Cert 5081, Virsbo

PEX-lämmitysjärjestelmä Tuotehyväksyntä, DNV 5370, Virsbo

Uponor Smatrix Wave PLUS vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Uponor Smatrix Base vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Muita todistuksia

- RALA-todistus 2016 Rakentamisen Laatu RALA Ry:n myöntämä pätevyydestodistus Uponor Suomi Oy:lle LVI-tekniikassa asennuksissa
- ISO 14001: Ympäristönsuojelu on perusasia kaikissa toiminnossamme. ISO standardi 14001 edustaa keskeisiä toimintatapoja, joilla yrityksemme suunnittelee ja toteuttaa tehokasta ympäristönsuojelua.

LEED-sertifiointi

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) on yhdysvaltalainen, kansainvälisesti vertailukelpoinen kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä. LEED-sertifiointi perustuu riippumattoman, kolmannen osapuolen tekemään arviointiin. Saadakseen sertifiointiin rakennuksen tulee täyttää tietyt vähimmäisvaatimukset muun muassa energian-, veden- ja materiaalien kulutuksen osalta koko elinkaaren aikana.

Useille Uponorin tuotteille on myönnetty LEED sertifikaatti. Lisätietoja saat Uponor - yhteyshenkilöltäsi.