

Whitepaper

Käytännön ohjeita **energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän** toteutukseen asuinkerros- ja rivitaloihin

Opi

miten toteuttaa
valituksista vapaa ja
energiatehokas
lämmitys 2-
putkijärjestelmään

Sisältö

1. Tämän oppaan tarkoitus
2. Johdanto
3. Käytännössä useimmin vastaan tulevat ongelmat
4. Mitä asioita pitää hallita?
5. Miten nämä pitää hallita?
6. Tuotteet
7. Arvioitu energiansäästö
8. Johtopäätökset

1. Tämän oppaan tarkoitus

Tämän oppaan tarkoitus on tukea suunnittelemaan ja toteuttamaan valituksista vapaa ja energiatehokas lämmitysjärjestelmä asuinkerros- ja rivitalojen 2-putkijärjestelmään. Ohjeet soveltuvat niin lämmitysjärjestelmän päivittämiseen, remontointiin kuin uudisrakennuksiin. Opas selittää järjestelmän toimintaan vaikuttavat asiat ja tarjoaa käytännön suosituksia.

Oppaassa tuodaan esille automaattisen tasapainotuksen ratkaisut, joilla varmistetaan tasainen huonelämpötila koko kiinteistössä muuttuvissa olosuhteissa ja samalla pienennetään energia- ja huoltokuluja. Automaattinen tasapainotusratkaisu mahdollistaa myös ajansäästöä lämmitysjärjestelmän käyttöönotossa.



2. Johdanto

Energiasäästö rakennuksissa on välttämätöntä

Rakennusten lämmitysenergia kuluttaa 26 % koko Suomen energiankäytöstä. Kun osuus on näin merkittävä, on selvää, että lämmitysjärjestelmien tehokas toiminta on tärkeä teema lämmitysjärjestelmiä päivitettäessä, remonteissa ja uudisrakentamisessa. Verrattuna suuria investointeja vaativiin ratkaisuihin kuten ikkunoiden uusimiseen tai rakennusten lisäeristykseen, lämmitysjärjestelmän automaattisen hydraulisen tasapainon sekä nopeasti reagoivan, tarkan huonelämpötilan säädön tuomat mahdollisuudet ovat nykyään tunnustettu olevan kustannustehokas ja nopea tapa vähentää rakennusten energiankulutusta.



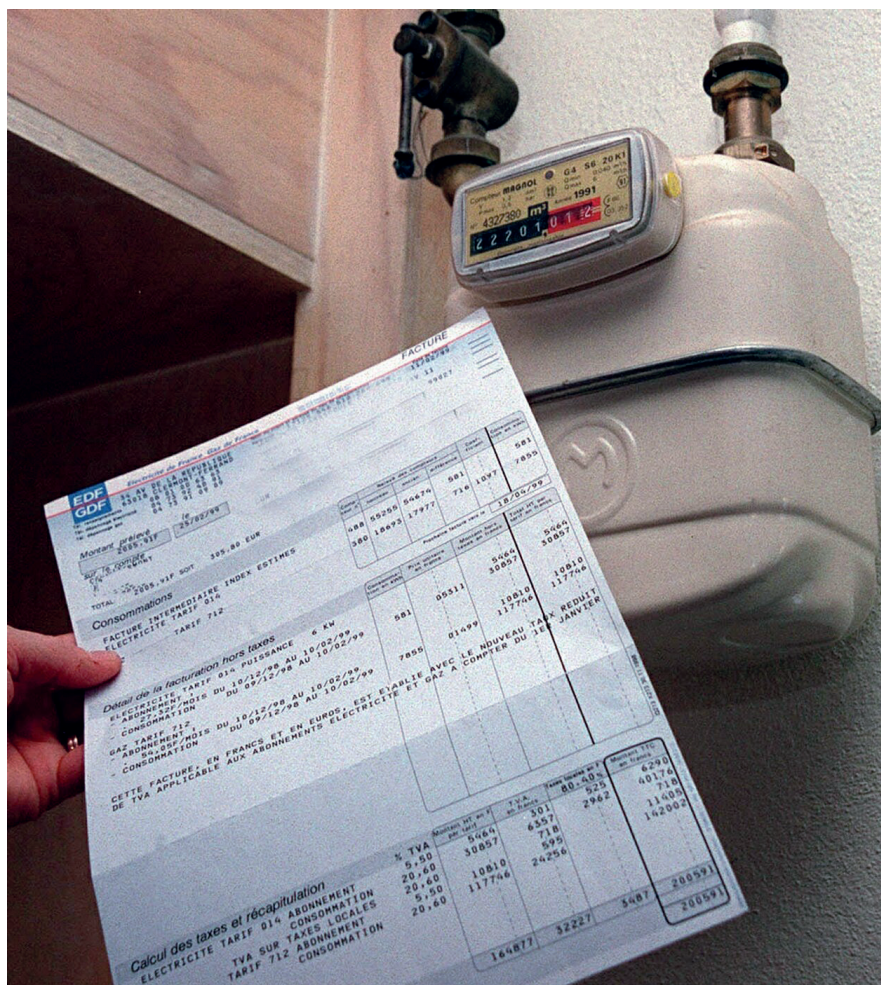
Yksittäisten ongelmien ratkaisu ei riitä

Energiasäästötavoitteen lisäksi monet lämmitysalan ammattilaiset kohtaavat haasteita hyvin toimivan lämmityksen suunnittelussa 2-putkijärjestelmään. Aukkaiden valittaessa yli-/alilämmöstä, ääniongelmista tai muista lämmitysjärjestelmän puutteista, yritetään niitä ratkaista esim. säätämällä lämpökäyrää, pumpun nostokorkeutta tai asentamalla linjasäätöventtiilit. Usein valituksia ei pystytä kokonaisuudessaan ratkaisemaan tai ratkaisut käyttävät tarpeettoman paljon energiaa ja ovat siten ristiriidassa energiasäästötavoitteiden kanssa.



Uusi ajattelutapa rakennusten lämmitysjärjestelmiin

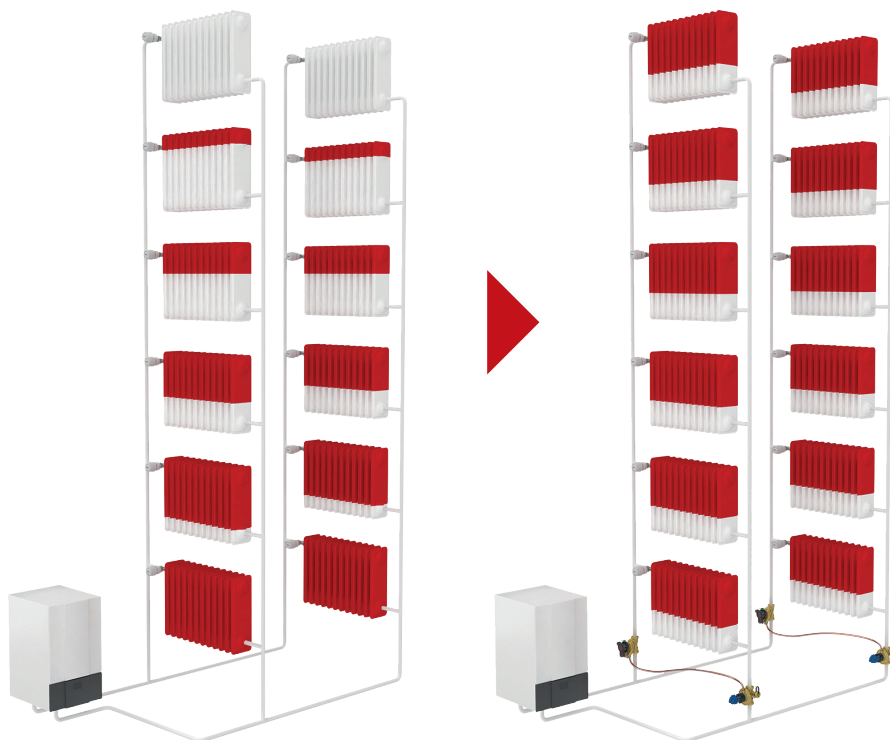
Jotta valitukset voidaan ratkaista ja samalla vähentää energiankulutusta, tarvitaan uudenlaista ajattelutapaa lämmitysjärjestelmiin. Hyvä suunnitelma, oikeat tuotevalinnat ja toteutuksen laatu vaativat usein vain pienen lisäinvestoinnin, mutta ne tuottavat pitkäaikaisesti hyvin toimivan järjestelmän. Tämä on tärkeää rakennusten omistajille, jotka haluavat investointiensa tukevan kestävä kehitystä. Suunniteltu virtaama ja lämpötila pitää taata sekä täydellä että osakuormalla, jotta saavutetaan tehokkuus ja tarjotaan paras mahdollinen asumismukavuus.



Energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän toteutus

3. Käytännössä useimmiten vastaantulevat ongelmat

Lämmitysjärjestelmien ongelmat ovat hyvin yleisiä - valtaosa asuinrakennusten lämmitysjärjestelmistä toimii puutteellisesti. Lämmitysjärjestelmän ääniongelmia, hidas reagointi, huoneistojen lämpötilaerot, yli-/alilämmitys ja liian suuri energiankulutus ovat tyypillisiä valituksen aiheita. Useimmat näistä valituksen aiheista voidaan kohdentaa tosiasiaan, että 80 % lämmitysjärjestelmistä on puutteellinen hydraulinen tasapainotus.



3.1 Virtausäänet lämmitysjärjestelmässä

Epätasapainossa oleva järjestelmä aiheuttaa korkeita virtauksia putkistossa. Monissa tapauksissa tämä koskee tilanteita, joissa virtaus putkien ja venttiilien läpi on niin kova, että se aiheuttaa turbulensseja ja selkeästi kuuluvia virtausääniä. Asukkaiden valitusten lisäksi se aiheuttaa tarpeetonta lämpö- ja painehäviötä.

3.2 Liian alhainen huonelämpötila

Monissa järjestelmissä virtaus pattereiden läpi on 3-4 kertaa (!) suurempi kuin on tarpeellista asianmukaisen toiminnan kannalta. Tämän seurauksena putkiston painehäviö kasvaa dramaattisesti, mikä johtaa siihen, että "kriittisille", lämmönlähteestä kauimmaisille pattereille ei riitä riittävästi painetta. Tämän johdosta osa asukkaista kokee, että lämpöpatterit ovat tiettyinä vuorokaudenaikoina täysin tai osittain kylmät lämmitystarpeesta huolimatta. Usein näitä valituksia yritetään ratkaista lisäämällä pumpun nostokorkeutta, asentamalla suurempi kiertovesipumppu tai nostamalla menoveden lämpötilaa (muuttamalla lämpökäyrää), jotka tietysti johtavat lisääntyneeseen energiankulutukseen.

3.3 Suuret energiakustannukset

Moneen lämmitysjärjestelmään on asetettava korkeampi menoveden lämpötila, jotta taattaisiin mukava sisäilmasto kaikille. Tämän johdosta järjestelmän energiakustannukset kasvavat: lämpökattilat ja kaukolämpöjärjestelmät eivät toimi energiatehokkaasti (epätasapainoinen järjestelmä aiheuttaa ylivirtauksia) ja lämmönlähteiden paluulämpötila on liian suuri. Lisäksi putkiston lämpöhäviöt kasvavat. Järjestelmissä, joissa on puutteellinen virtauksien tasapainotus, täytyy pitää korkeampaa lämpötilaa, jotta saavutettaisiin haluttu sisälämpötila myös kauimmaisissa asunnoissa.

3.4 Miten jakaa lämmityskustannukset oikeudenmukaisesti?

Tasapainotetulla järjestelmällä varmistetaan lämmityskulujen tasapuolinen jakautuminen kaikkien asukkaiden kesken. Perussäättämättömissä rakennuksissa yllilämpötilat maksetaan yhteisesti. Kustannuksista eivät vastaa pelkästään ne, joiden asuntoja lämmitetään liikaa. Monet eivät tunne European DIN EN 834 normia, jossa muiden asioiden lisäksi kuvataan lämmitysjärjestelmän ominaisuuksia, joka on varustettu lämmityskustannusten kohdistajilla. Tässä on neljä suositusta:

- Jokainen lämmityspatteri tulee varustaa loppukäyttäjän hallitsemalla säätölaitteella kuten patteritermostaatilla.
- Menoveden lämpötilaa ohjataan oikein säädetyllä elektronisella ulkolämpötila-kompensoidulla säätölaitteella.
- Lämmitysjärjestelmät tulee tasapainottaa hydraulisesti, jotta päästään kohteen olosuhteisiin suunniteltuihin virtausarvoihin ja minimoimaan virheet lämpökustannusten tasapuolisessa jakautumisessa.
- Lämpöpatterin teho/koko tulee määritellä niin, että varmistutaan lämmityksen riittävydestä.



Energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän toteutus

3.5 Puutteellinen tietämys
termostaattien käytöstä

Patteritermostaatti on suunniteltu päästämään automaattisesti oikea määrä lämmitettyä vettä lämpöpatteriin, jotta huonelämpötila saadaan halutuksi. Monet asukkaat eivät tiedä miten patteritermostaatti toimii ja missä olosuhteissa se toimii parhaiten. Tarjoamalla oikeaa tietoa asukkaille ja valitsemalla oikeanlainen patteritermostaatti ovat asioita, joita usein aliarvioidaan.



Danfoss Eco on helppo asentaa, helppo käyttää ja säästää jopa 30 % lämmityksen energiakulutuksessa. Se on helppo tapa siirtyä älykkääseen patterilämmitykseen.

4. Mitä asioita pitää hallita?

Lämmitysjärjestelmän monet tekniset näkökohdat vaikuttavat järjestelmän tehokkuuteen. Fysiikan lakeihin perustuen alla olevat aiheet selventävät sen, että kaikki näkökohdat on valmistettava ja toteutettava asianmukaisesti, jotta saavutetaan halutut tulokset energiansäästöinä ja valituksista vapaana järjestelmänä.

4.1 Määrittele vaadittava patterikapasiteetti huonekohtaisesti

Paikallisten sääolosuhteiden, talon rakenteen ja laskentaperiaatteiden mukaan määritellään lämpöhäviöt ja lämmityksen tehontarve huonekohtaisesti. Usein tähän käytetään laskentaohjelmaa ja näin saadut tulokset ovat lähtökohtana lämmitysjärjestelmän suunnittelulle

4.2 Määrittele suunniteltu virtaama jokaiseen patteriin (q_v)

Ensimmäinen askel tehokkaan järjestelmän luomiseksi hydraulisella tasapainotuksella on rajoittaa virtausta jokaiseen patteriin. Tarvittava virtaama (suunniteltu virtaama) riippuu valitusta tulo- ja paluulämpötilasta sekä huoneen tehon tarpeesta. Remontointikohteissa huoneen lämmityksen tarve ja siten lämpöpatterin teho voidaan päätellä tyypin ja mittojen perusteella. Vaikka monia laskentatyökaluja ja suunnitteluohjelmia on olemassa, on yhä tärkeää tietää muuttujat, joista suunniteltu virtaus riippuu. Nämä on eritelty alla olevissa kaavioissa, joilla lasketaan suunniteltu virtaama:

Koko kaava:

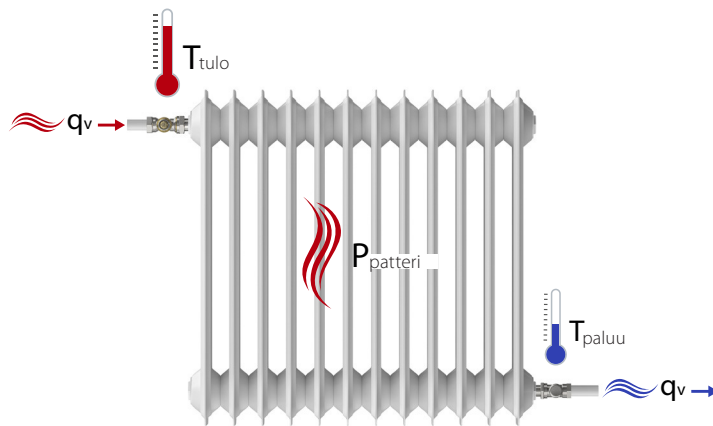
$$q_v = \frac{P_{\text{patteri}}}{\rho \cdot c \cdot (T_{\text{meno}} - T_{\text{paluu}})} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

q_v	Suunniteltu virtaama [m ³ /s]
P_{patteri}	Patterin teho [W]
ρ	Veden tiheys 1000 [kg/m ³]
c	Veden ominaislämpökapasiteetti 4190 [J/(kg.K)]
T_{meno}	Menoveden lämpötila [°C]
T_{paluu}	Paluuveden lämpötila [°C]

Yksinkertaistettu kaava (ole tietoinen mukautetuista mittayksiköistä !):

$$q_v = \frac{0,86 \cdot P_{\text{patteri}}}{\Delta T} \text{ [m}^3/\text{h]}$$

q_v	Suunniteltu virtaama [m ³ /h]
P_{patteri}	Patterin teho [kW]
ΔT	Meno- ja paluulämpötilan ero [K]



Mitä voimme oppia ylläolevasta kaavasta?

- Suunniteltu virtaama on enimmäkseen riippuvainen huoneen lämmöntarpeesta, joka tuotetaan lämpöpatterilla sekä meno- ja paluulämpötilan (ΔT) erosta.
- Järjestelmä, joka suunnitellaan pienellä ΔT tuottaa korkeat virtaamat.

Huomaa: Korkeammat virtaukset tuottavat korkeammat painehäviöt putkistossa ja tarpeen suuremmalle pumppukapasiteetille.

Energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän toteutus

4.3 Rajoita suunniteltua virtausta patterikohtaisesti

Virtauksen rajoitus tapahtuu rajoittamalla patteriventtiilin kapasiteettia valitulla esisäädöllä. Tähän tarvitaan esisäädölliset patteriventtiilit. Tämän lisäksi myös paine-ero venttiiliin yli tulisi pitää vakiona. Tähän tarvitaan paineensäädin joko nousulinjaan tai patteriin.

Alla oleva kaava näyttää asioiden välisen suhteen:

Kaava:

$$q_{v(patteri)} = K_v \cdot \sqrt{\Delta p_{(venttiili)}}$$

q_v	Suunniteltu virtaama [m ³ /h]
K_v	Venttiilin kapasiteetti valitulla esisäädöllä
Δp	Käytettävissä oleva paine-ero venttiiliin yli [bar]

Mitä voimme oppia ylläolevasta kaavasta?

- Suunniteltua virtaamaa voidaan rajoittaa suunnittelun virtaaman puitteissa vain järjestelmissä, missä on tehty patterikohtaisesti oikea esisäätö (K_v) ja missä paine-ero on vakio.

Huomaa: Järjestelmissä, joissa ei rajoiteta virtaamaa venttiilien esi-asetuksilla, virtaamat ja painehäviöt voivat olla poikkeuksellisen korkeita.

4.4 Aseta patteriventtiilin esisäätöarvo (K_v)

Suunnitteluvirtaaman määrittämiseksi on erittäin suositeltavaa käyttää esisäädöllisiä patteriventtiilejä. Jokainen esisäätöarvo vastaa tarkasti K_v -arvoa, mikä osoittaa patteriventtiilin kapasiteetin. K_v -arvo on määritelty veden virtauksena venttiilin läpi kuutiometreinä tunnissa, kun paine-ero venttiiliin yli on 1 bar. Monia laskentatyökaluja on olemassa, joilla voidaan helposti määritellä oikea esisäätöarvo (K_v -arvo) jokaiselle patteriventtiilille.

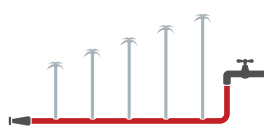


4.5 Sääda paine-eroa (Δp)

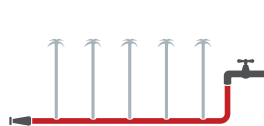
Käytettävissä oleva paine-ero venttiiliin yli on pidettävä mahdollisimman vakiona, jotta estetään poikkeamat suunnitteluvirtaamasta. Ainoa keino tähän on käyttää paine-erosäädintä: joko käyttämällä automaattisia linjasäätöventtiilejä tai paine-erosäätimellä varustettuja patteriventtiilejä.

Pääsyyt automaattisten linjasäätöventtiilien käyttämiselle:

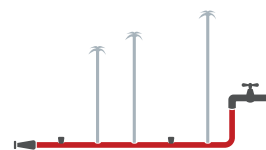
- Estä virtausäänet, jotka johtuvat epätoivotuista paine-eroista osakuormituksen olosuhteissa.
- Varmista maksimaalinen energiatehokkuus vähentämällä putkiston lämpöhäviöitä ja lisäämällä kattiloiden, lämpöpumppujen ja taajuusmuuttajaohjattujen kier-topumppujen tehokkuutta.
- Varmista huoneen lämpötilan säätimien vakaa toiminta. Vaihteleva paine-ero aiheuttaa epätasaisen huonelämpötilan, joka johtaa suurempaan energiankuluutukseen.



Kuva 1. Epätasapainoiset järjestelmät aiheuttavat veden epätasaisen virtauksen.



Kuva 2. Rajoittamalla virtausta jokaisessa patterissa, saadaan tasainen veden jakautuminen kuten täyden kuorman olosuhteissa



Kuva 3. Ilman automaattisia paine-erosäätimiä, vesi jakaantuu epätasaisesti osakuorman olosuhteissa.

4.6 Huonelämpötilan säätö

Halutun huonelämpötilan perusteella suoritettava patterin läpi tapahtuvan virtauksen automaattinen säätö on tehokkain tapa hallita asukkaiden lämmönkulutusta. Patteritermostaatit koostuvat kahdesta pääkomponentista. Termostaattinen lämpötila-anturi asetetaan haluttuun huonelämpötilaan ja reagoi lämpötilan muutoksiin, jotka aiheutuvat auringon, kodinkoneiden, asukkaiden ym. tuottamasta oheislämmöstä. Termostaattinen patteriventtiili automaattisesti säätää veden virtausta patteriin halutun huonelämpötilan saavuttamiseksi.

Pääsyyt huonelämpötilasäätimien käyttöön:

- Tuottaa asumismukavuuden ja lämpötilan hallinnan loppukäyttäjälle.
- Minimoi energiankäytön reagoimalla sisäisiin ja ulkoisiin lämpökuormiin.
- Maakohtaisista erityissäännöistä riippuen, voivat parantaa rakennuksen energialuokitusta.



4.7 Valitse sopivin kiertovesipumppu

Järjestelmän suunnitellun kokonaisvirtaaman ja kaikkien painehäviöiden kokonaismäärän perusteella voidaan valita järjestelmään sopiva kiertovesipumppu. Rakennuksen lämmityksen tarve riippuu ulkolämpötiloista, eristyksestä, auringonsäteilystä, sisäisistä lämpökuormista ja rakennuksen käytön aktiviteeteistä. Sama koskee kiertovesipumppujen kapasiteettitarvetta. Taajuusmuuttajaohjatut pumput säättävät portaattomasti pumppujen pyörimisnopeutta lämmitysverkoston tarpeen mukaan. Osakuorman olosuhteissa lämmitysjärjestelmä on dynaaminen: virtaustarpeet ja paine-erot vaihtelevat. Taajuusmuuttajaohjattu pumppu sopeutuu jatkuvasti muuttuviin järjestelmäolosuhteisiin, jotka johtuvat erityisesti järjestelmän monista termostaattisista patteriventtiileistä. Oikean kiertovesipumpun valitsemiseksi, pitää tietää tarkat järjestelmävaatimukset, jotta voitetaan painehäviöt kaikkein kriittisimmissä paikoissa oleviin lämpöpattereihin kaikilla kuormilla.

Pääsyyt taajuusmuuttajaohjattujen kiertovesipumppujen käyttöön:

- Vähennä sähköenergian kulutusta.
- Suurimman paine-eron rajoittaminen osittaisilla kuormilla.
- Helppo säätää optimaalinen pumpun nostokorkeus.



Energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän toteutus

5. Miten asiat pitää hallita?

Uusi ajattelutapa energiatehokkaiden lämmitysjärjestelmien luomiseksi vaatii vanhojen menetelmien ja niissä käytettyjen tuotteiden kriittistä tarkastelua. Tämä on esimerkiksi johtanut siihen, että manuaaliset linjasäätöventtiilit, vakio kiertovesipumput ja patteritermostaatit, joissa on hitaat neste- ja vahatäytteiset sensorit, on yhä enenevässä määrin korvattu kehittyneillä tuotteilla: automaattisilla linjasäätöventtiileillä, taajuusmuuttajaohjatuilla pumpuilla ja patteritermostaateilla, joissa on nopea kaasutäytteinen tai elektroninen sensori.

5.1 Valitse huonelämpötilasäätimet oikein

Jokainen esiasetettu patteriventtiili pitää varustaa termostaattisella anturilla huonelämpötilan hallitsemiseksi. Varmistaakseen asianmukaisen toiminnan ja toiminnallisuuden asukkaille, on tärkeää valita oikea anturityyppi.

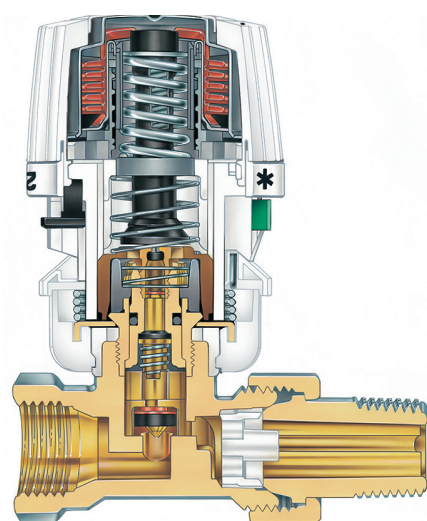
5.1.1 Tekninen suorituskyky

Termostaattien sensoreissa käytetään joko vaha-, neste- tai kaasutäytettä, joiden laajeneminen ja supistuminen aiheuttaa patteriventtiilin avaamisen tai sulkeutumisen. Mitä tasaisempi huonelämpötila, sitä vähemmän energiaa hukkaantuu tarpeettomaan lämmitykseen/viilennykseen. Siksi termostaattianturin nopea reagointi sisäiseen ja ulkoiseen kuormitukseen on keskeinen tekijä energiatehokkuuden kannalta.

Vahatäytteinen - Hitaan reagointi (reaktioaika ~40 min.)

Nestetäytteinen - Hidas reagointi (reaktioaika ~20-25 min.)

Kaasutäytteinen - Nopea reagointi (reaktioaika ~10-15 min.)



Nykyään on saatavilla myös elektronisia termostaatteja. Nämä sisältävät pienen toimilaitteen, joka sulkee/avaa venttiiliä monina pieninä askelina riippuen todellisen mitatun ja halutun huonelämpötilan erosta. Tämä tuottaa korkean tarkkuuden. Reaktioaika on erittäin nopea (n. 1 min). Elektroniset termostaatit sisältävät paristot, jotka pitää vaihtaa säännöllisesti. Tämä voidaan laittaa osana kiinteistöyhtiön huolto-ohjelmaan. Tyypillisesti paristot tulee vaihtaa 2 vuoden välein.

Tiesitkö, että termostaatin reagointiaika riippuu siinä olevasta sensorista?

Elektroninen termostaatti	1 min.	Uusi Danfoss Eco™ & Link Connect
Kaasu täytteinen termostaatti	12 min.	Vain Danfossilla kaasutäytteiset sensorit
Neste täytteinen termostaatti	22 min.	
Vaha täytteinen termostaatti		40 min.

Danfoss termostaatit reagoivat nopeasti lämpötilan muutoksiin ehkäisten yli- ja alilämmitystilanteita. Tämä näkyy asukkaiden parantuneena asumismukavuutena sekä alhaisempana energiankulutuksena. Nopeasti reagoivat termostaatit hyödyntävät maksimaalisesti ilmaisenergiaa (kodinkoneista, ihmisistä ja auringosta syntyvä lisälämpö) säätämällä virtaamaa lämpöpattereihin ja maksavat itsensä nopeasti takaisin pienempinä lämmityskustannuksina.

Energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän toteutus

5.1.2 Ympäristön vaikutus

Tilanteissa, joissa ympäröivä ilma voi kiertää vapaasti termostaatin ympärillä, voit valita kiintoanturin. Mikäli verhot, syvät ikkunalaudat, huonekalut tai muut esteet häiritsevät vapaata ilman kiertoa, on hyvä valita malliksi irtoanturi tai etäissäätöinen anturi.



Kiintoanturi



Irtoanturi



Etäissäätöinen anturi säätimessä

5.1.3 Ajastusmahdollisuudet

Viikkoaikataulun asettaminen arkipäivä- ja yölämpötilojen pudotuksin antaa asukkaiden tehokkaasti hallita lämmitystään. Markkinoilla on erilaisia ratkaisuja yksinkertaisista ja edullisista ajastettavista patteritermostaateista aina high-end -järjestelmiin, joissa hallitaan langattomasti koko asunnon lämpötilaa yhdestä käyttäjäliittymästä. Ajastettavat huonesäätimet on hyödyllinen investointi: asukkailla on jopa 30 % säästöpotentiaali energiakustannuksissaan.



5.2 Valitse sopivin automaattinen tasapainotusratkaisu

Oikea hydraulinen tasapaino saavutetaan vain käyttämällä paineenvaihtelut eliminoivaa automaattista tasapainotusta ja rajoittamalla virtausta patterikohtaisesti. Kuten kaava

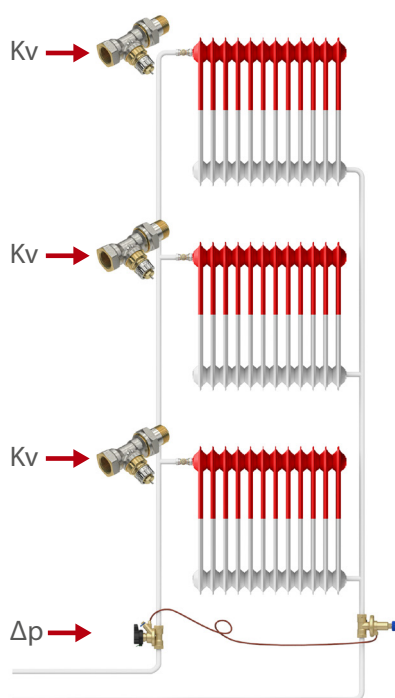
$$q_{v(patteri)} = K_v \cdot \sqrt{\Delta p_{(venttiili)}}$$

esittää, kahta muuttujaa (venttiilin kapasiteetti K_v ja paine-ero Δp) pitää hallita, jotta saavutetaan patterikohtainen suunniteltu virtaama (q_v). Kun tämä tehdään kaikille järjestelmän pattereille, on järjestelmä tasapainossa sekä täyden kuorman että osakuorman osuhteissa.

Näiden vaatimusten täyttämiseksi voidaan valita kahden menetelmän väliltä, joissa on automaattinen paineensäätö ja virtauksen rajoitus.

Menetelmä 1

Paine-erosäädin jokaisessa nousussa ja esisäädetyt venttiilit pattereissa.

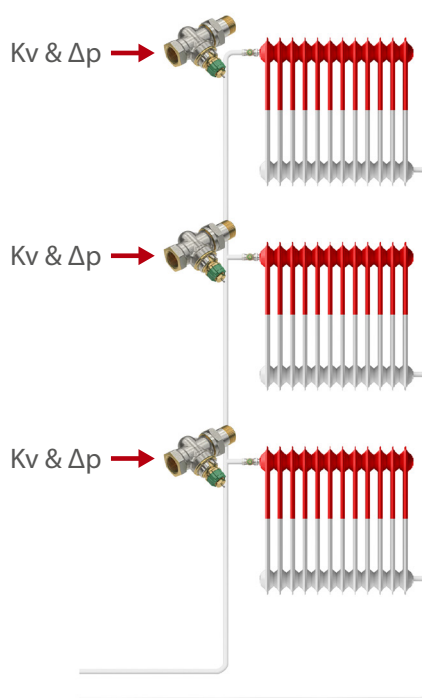


Sovellutusalue:

- Järjestelmät, joiden nousuissa on paljon pattereita.
- Järjestelmät, joissa käytetään pattereihin integroitua venttiilejä.
- Järjestelmät, joiden pattereissa on pieni ΔT tai suuri teho (suuri virtaus).
- Järjestelmät, joissa valmiina hyvin toimivat lämpöpatterit.
- Järjestelmät, joiden pumpuissa on iso nostokorkeus.

Menetelmä 2

Pattereissa esisäädetyt venttiilit, joissa on sisäänrakennettu paine-erosäädin.

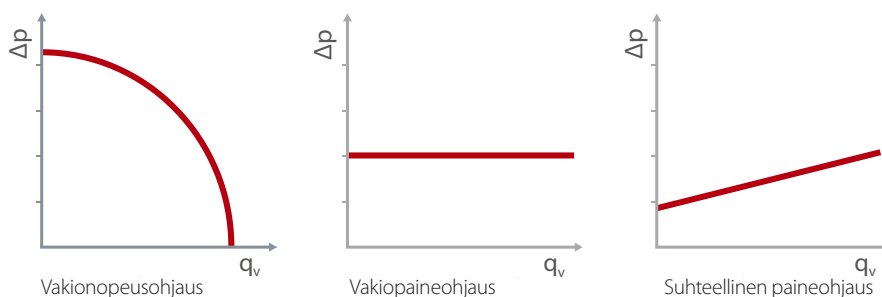


Sovellutusalue:

- Järjestelmät, joissa nousujen meno- ja paluuputket ovat kaukana toisistaan.
- Järjestelmät, joiden meno- ja paluuputkiin on vaikea päästä käsiksi.
- Järjestelmät, joissa ei ole riskiä odottamattoman korkeista paineenvaihteluista esim. taajuusmuuttajapumput.
- Järjestelmät, joissa on pieni pumpun nostokorkeus.

5.3 Taajuusmuuttajaohjatut pumput

Viime vuosien teknisen kehityksen vuoksi kannattaa tarkastella pumppujen energiakulutusta. Nykyaikaiset kiertovesipumput ovat taajuusmuuttajaohjattuja ja tukevat lämmitysjärjestelmää ehkäisemällä paine-eron kasvua osittaisen kuorman olosuhteissa. Automaattisen tasapainotusratkaisun tarve on kuitenkin edelleen olemassa, koska paine-ero vaihtelee myös nousukohtaisesti yksittäisissä pattereissa. Tätä ongelmaa ei pysty koko lämmitysverkostoa syöttävä taajuusmuuttajaohjattu pumppu ratkaisemaan. Taajuusmuuttajaohjatut pumput auttavat alentamaan lämmitysjärjestelmän energiakustannuksia. Mitä pienempi on pumpun kierrosluku, sitä pienempi on energiankulutus. Vaadittu pumpun kierrosluku määräytyy halutun virtausmäärän ja paine-eron mukaan. Tästä voidaan tehdä johtopäätös: mitä enemmän järjestelmässä on ylivuotoja, sitä enemmän energiaa pumppu kuluttaa. Parhaan hyödyn taajuusmuuttajapumpuista saa järjestelmissä, joissa on automaattiset linjasäädöt ja esisäädetyt patteriventtiilit ehkäisemässä ylivirtausta verkossa.



Mikä säätötapa sopii sinulle parhaiten?

Vakionopeus

Tällä asetuksella pystytään käyttämään nykyaikaista taajuusmuuttajaohjattua pumppua vanhan, vakionopeuspumpun pumpun tapaan. Tätä asetusta ei suositella koska se tuottaa yhä korkeamman paine-eron pienenevän osakuorman olosuhteissa. Tämä johtaa tarpeettomaan energiankulutukseen, lisääntyneeseen virtausäänien riskiin eikä tuota mitään etuja.

Vakiopaine (suositeltu)

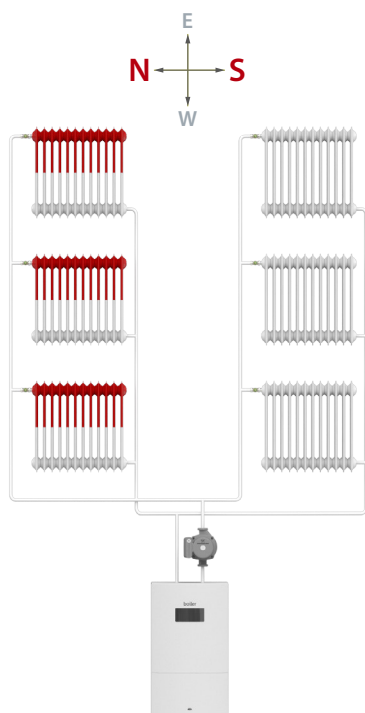
Tällä asetuksella varmistetaan, ettei pumppu tuota enemmän paine-eroa kuin on välttämätöntä järjestelmän kaikkein epäsuotuisimmassa paikassa sijaitsevaan patteriin. Asettamalla suurin tarvittu paine-ero järjestelmään, tehostetaan veden kiertoa ja varmistetaan aina riittävät paineolosuhteet.

Suhteellinenpainesäätö (suositeltu tietyin varauksin)

Teoriassa tämä pumppuasetus on täydellinen yhdessä automaattisen tasapainotuksen kanssa. Valitettavasti on joitain poikkeuksia, joissa tämä asetus voi johtaa 'tyrehtymiseen', alivirtaustilanteeseen osakuorman olosuhteissa liian pienen paine-eron johdosta. 'Tyrehtymisen' ja pumpun suhteellisenpainesäätöasetuksen yhdistelmä voi aiheuttaa valituksia, ettei lämpöä riitä rakennuksen kaikkiin osiin. Tämä on tärkein syy olla aina varovainen kun harkitset tätä vaihtoehtoa.

Hyvä esimerkki näkyy vasemmalla olevassa kuvassa:

se näyttää järjestelmän 2 päähaaralinjaa, yksi etelän puolella ja toinen rakennuksen pohjoispuolella. Auringon paistaessa se lämmittää etelänpuoleiset huoneet ja aiheuttaa patteritermostaattien sulkeutumisen. Siinä tapauksessa, että pumppu olisi asetettu suhteellisellepainesäädölle, se seuraa pienentynyttä kuormitusta ja vähentää painetta. Kuitenkin pohjoispuoli voi edelleen vaatia täyttä kapasiteettia ja siten täyttä painetta. 'Tyrehtymisen' vuoksi pohjoispuolen joihinkin osiin ei tule riittävästi lämmintä vettä, mikä aiheuttaa asukkaiden valituksia puuttellisesta lämmityksestä.



Energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän toteutus

5.4 Varmista oikea käyttöönotto

Automaattisilla tasapainotusratkaisuilla varustettujen lämmitysjärjestelmien käyttöönotto vaatii vähemmän työtä, vähemmän mittaustoimintoja ja vähemmän laskelmia. Patteriventtiilien esisäätöä voidaan helposti valmistella ja dokumentoida ennen asennusta käyttäen perustana kunkin patterin tehoa ja huonekohtaisesti laskettua lämpöhäviötä. Ajoissa hankittujen tietojen perusteella venttiilit voidaan asettaa vaadittuihin esisäätöarvoihin heti kun järjestelmä on huuhdeltu, jolla estetään lian jääminen venttiilien sisään.

Käytettäessä nousukohtaisia paine-erosäätimiä (kuten automaattisen tasapainoituksen menetelmässä 1) vastaa 10 kPa:n paine-eroasetus (Δp) useiden lämmitysjärjestelmien vaatimuksia. Joissakin järjestelmissä vaadittu paine-ero on korkeampi. Näissä tapauksissa on tärkeää pitää säätöarvo 25 kPa:n alapuolella, jotta vältetään patteriventtiilien ääni-ongelmilta ja virheelliseltä toiminnalta. Myös käytettäessä patteriventtiilejä, joihin on integroitu paine-erosäädin (kuten tasapainotusmenetelmä 2:ssa) vastaa 10 kPa:n paine-eroasetus (Δp) useiden lämmitysjärjestelmien vaatimuksia. Näitä venttiilejä voidaan enimmäkseen käyttää korkeammissa paine-eroissa ennenkuin ääniongelmia ilmenee.

Paine-eron mittaaminen optimoinnin suorittamiseksi ja todentamiseksi on tärkeää, jotta vältetään vikatilanteiden kustannuksilta ja saavutetaan lisää energiatehokkuutta. Mittaa kriittinen venttiili ja/tai nousulinja, joka on kauimpana kiertovesipumpusta tarkistaaksesi onko vaadittu paine-ero saavutettu. Jos näin on, voit olla varma oikein käyttöönotetusta järjestelmästä.



5.5 Suorita pumpun optimointi

Kun tiedät, että järjestelmä on oikein käyttöönotettu, voit jopa yrittää alentaa pumpun paineasetuksia askel kerrallaan ja tarkistaa, pysyykö vaadittu paine-ero. Tällä tavoin optimoit pumpun asetukset ja alennat sen sähkönkulutusta. Järjestelmät, jotka toimivat optimoidulla pumpun asetuksilla eivät ole vain energiatehokkaampia vaan myös tyypillisesti luotettavampia. Ennen pumpun optimointia pitää tunnistaa kriittisin nousulinja. Se on useimmissa tapauksissa kaikkein kauimmainen nousulinja pumpusta katsottuna ja siten eniten putkiston painehäviöitä. Seuraavaksi pumpun optimoinnin aikana, järjestelmän on toimittava täydellä suunnitellulla virtaamaalla. Tämä voidaan saavuttaa esim. alentamalla tulolämpötilaa mikä laukaisee patteritermostaatit avaamaan venttiilit täysin.

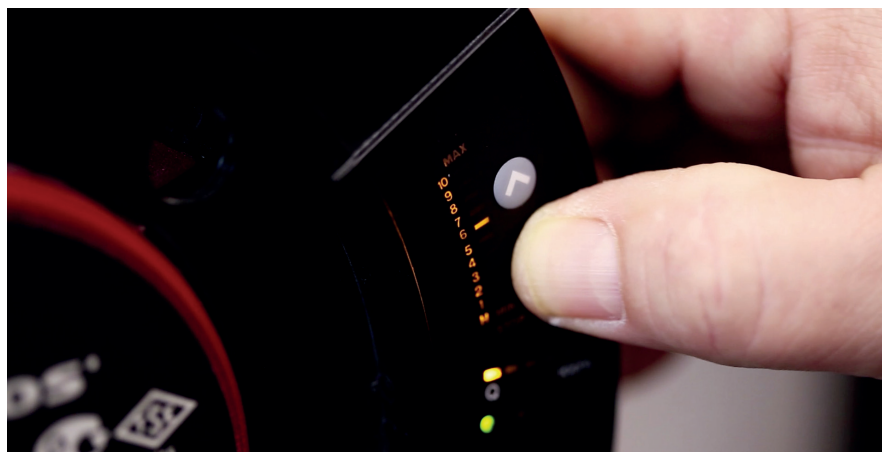
Onnistuneen pumpun optimoinnin saavuttamiseksi tulee noudattaa seuraavia vaiheita.

Automaattinen tasapainotusmenetelmä 1, jossa paine-erosäätimet jokaisessa nousulinjassa:

- Vaihe 1 Varmista, että tasapainotusventtiilien esisäätö asettu oikeaan Δp arvoon
- Vaihe 2 Varmista, että kaikki patteriventtiilit on asennettu ja esisäädetty suunnitellulle virtaamalle (kv)
- Vaihe 3 Mittaa Δp kriittisestä nousulinjasta
- Vaihe 4 Aloita pumpun optimointi. Pienennä pumpun asetusarvoa kunnes mitattu Δp osoittaa äkillisen pudotuksen, alle halutun Δp . Tämän jälkeen lisää hitaasti pumpun asetusarvoa kunnes saavutat halutun Δp .

Automaattinen tasapainotusmenetelmä 2, jossa paine-erosäätimellä varustetut patteriventtiilit:

- Vaihe 1 Varmista, että kaikki patteriventtiilit on asennettu ja esisäädetty suunnitellulle virtaamalle (qv)
- Vaihe 2 Mittaa Δp kriittisestä patteriventtiilistä
- Vaihe 3 Aloita pumpun optimointi. Pienennä pumpun asetusarvoa kunnes mitattu Δp osoittaa äkillisen pudotuksen, alle halutun Δp . Tämän jälkeen lisää hitaasti pumpun asetusarvoa kunnes saavutat halutun Δp .



5.6 Varmista veden laatu

Lämmönvaihtimien, säätöventtiilien ja kiertovesipumppujen käyttöikään vaikuttaa veden laatu erittäin paljon. Lämmitysjärjestelmissä hyvä vedenlaatu auttaa välttämään korroosiota, kalkin kertymistä ja bakteerien kasvua. Suunniteltaessa lämmitysjärjestelmän remontointia, perusteellinen vesinäytteiden analysointi on suositeltavaa. Analyysien perusteella voidaan toteuttaa kokonaisratkaisu, jossa käytetään soveltuvinta automaattisten ilmauslaitteiden, lianerottimien ym. yhdistelmää.

5.7 Varmista ilmaton järjestelmä

Ilmaus on toinen välttämätön askel, joka varmistaa luotettavan ja valituksista vapaan toiminnan. Esimerkiksi lorisuvat äänet johtuvat usein järjestelmässä olevasta ilmasta. Asiat, jotka ovat tärkeitä lämmitysjärjestelmän ilmaamisessa:

- Käytä suljettua paisunta-astiaa. Mikäli käytetään avointa paisunta-astiaa, on suuri todennäköisyys, että kiertoveteen pääsee jatkuvasti ilmaa, mikä lisää korroosion mahdollisuutta.
- Ilmaus kuumasta vedestä. Kuumaan veteen liukenee vähemmän ilmaa. Näin ollen, jos ilmanpoisto tapahtuu vain kylmällä vedellä, liukeneva ilma vapautuu uudelleen käyttölämpötilassa.
- Vältä että pumppu olisi toiminnassa. Jos ilmaus tehdään pumpun ollessa käynnissä, on epätodennäköistä, että kaikki ilma tulee järjestelmän korkeimpaan kohtaan ja siten kaikkea ilmaa ei välttämättä saada poistettua.



Energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän toteutus

6. Tuotteet

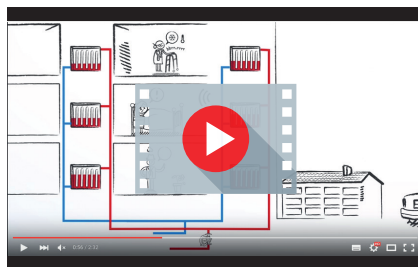
Edeltävissä kahdessa luvussa käytiin läpi mitä asioita tulisi huomioida ja miten jotta luotaisiin korkealaatuinen ja energiatehokas 2-putkilämmitysjärjestelmä. Tässä kappaleessa on tietoa ja linkkejä yksityiskohtaisempaan tietoon järjestelmiin saatavista tuotteista.

6.1 Automaattiset linjasäätöventtiilit



Nämä venttiilit säätävät nousulinjan Δp kuten esitettiin menetelmässä 2. Ne pitävät sisällään kaksi eri yhteenliitettävää tuotetta. Tavallisesti ne koostuvat nousulinjan paluuputkeen asennettavasta säätöventtiilistä ja tuloputkeen asennettavasta partneriventtiilistä.

Tämä säädin asetetaan nousulinjan ja siihen kytkettyjen lämpöpattereiden vaatimalle paine-erolukemalle. Se eliminoi paineen vaihtelut sisäänrakennetun painesäätimen avulla. Ne kytketään impulssiputken kautta nousulinjan menoputkeen asennettuun partneriventtiiliin.



Tästä voi katsoa animaation, jota näyttää esim. taloyhtiöille tai muille loppukäyttäjille, miten se toimii ja mitä etuja sillä saadaan.

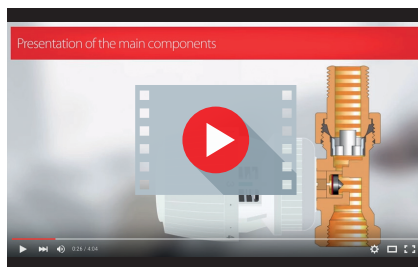
> Danfoss [automaattiset linjasäätöventtiilit](#)

> Danfoss [ASV-PV ominaisuudet ja toiminta](#)

6.2 Patteriventtiilit



Nämä venttiilit säätävät vaadittua virtaamaa lämpöpatterin läpi menelmä 1:ssä. Jotta vaadittu Kv arvo voidaan asettaa, täytyy käyttää esisäädöllistä venttiilimallia. Jokaisen patteriventtiiliin esisäätö asetetaan haluttuun arvoon. Yhdessä nousulinjoihin asennettuihin automaattisten linjasäätöventtiilien kanssa koko järjestelmä on hydraulisessa tasapainossa.



Tästä voit katsoa animaation, miten se toimii.

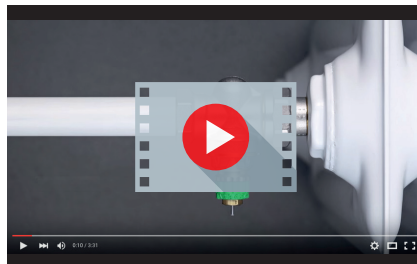
> Danfoss [RA-N esisäädölliset patteriventtiilit](#)

Energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän toteutus

6.3 Paineriippumattomat
patteriventtiilit

Nämä venttiilit säätelevät yksittäisen lämpöpatterin virtaaman "qv" kuten menetelmässä 2 esitetään. Ne sisältävät sisäänrakennetun paine-erosäätimen sekä virtauksen rajoitustoiminnon. Käyttöön otossa säättämällä jokainen patteriventtiili oikein suunniteltuun virtaamaansa saadaan koko järjestelmä automaattisesti tasapainoon.

You Tube



Tästä voit katsoa animaation, miten se toimii.

> Danfoss RA-DV *Dynaaminen Venttiili*™ - paineriippumaton patteriventtiili

6.4 Patteritermostaatit



Patteritermostaatit asennetaan joko esisäädettyyn patteriventtiiliin (menetelmä 1) tai paine-erosäätimellä varustettuun patteriventtiiliin (menetelmä 2). Huonelämpötila säätyy automaattisesti kun lämpöpattereihin pääsee virtaamaan vähemmän tai enemmän lämmintä vettä riippuen asetuslämpötilasta ja mitatusta lämpötilasta. Asukkaat voivat asettaa haluamansa lämpötilan jokaiseen huoneeseen erikseen.

> Danfoss RA sarjan patteritermostaatit

6.5 Elektroniset patteritermostaatit

reddot award 2018
winner interface design



Nämä ovat vaihtoehtoja omavoimaisille termostaateille. Huonekohtainen lämpötilan ajastus vuorokauden ajan mukaisesti voidaan tehdä esiasetun ohjelman tai oman asetuksen mukaisesti huonekohtaisesti. Tämä tarjoaa asukkaille lisämukavuutta ja energiansäästöä.

> Danfoss Link järjestelmä ja Danfoss Eco elektroniset patteritermostaatit

7. Energiansäästöodotukset

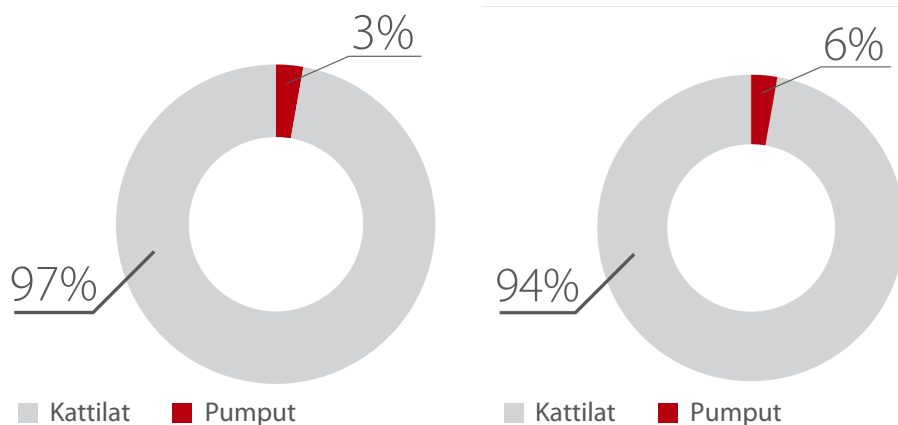
Kun lämmitysjärjestelmä on remontoitu tai luotu edelläkuvattujen ohjeiden mukaisesti, parhaassa tapauksessa jopa 50 %:n energiansäästöt voidaan saavuttaa.

Säästöt tulevat:

- Ottamalla käyttöön patteritermostaatit jokaiseen patteriin (**jopa 25%**). Tämä minimoi energian käytön reagoimalla sisäiseen ja ulkoiseen lämpökuormaan. Mitä tasaisempi huonelämpötila, sitä vähemmän energiaa menee hukkaan. Asukkaiden kyky hallita huonelämpötilaa johtaa tehokkaampaan käyttäytymiseen.
- Automaattisten tasapainoratkaisuiden käyttö vedenvirtausten säätöön (**jopa 20%**). Automaattisten tasapainotusjärjestelmien käyttö alentaa rakennuksen keskilämpötilaa. Se myös lisää lämmönlähteen tehokkuutta ja pienentää putkiston lämpöhäviöitä. Lämpökäyrää, jota aikaisemmin piti säätää korkeammille lämpötilatasoille mukavuusongelmista johtuen, voidaan nyt alentaa kunnolla toimivan hydraulisen tasapainotuksen ansiosta.
- Taajuusmuuttajaohjattujen pumppujen käytöllä (**jopa 5%**). Vaikka näyttää siltä, että taajuusmuuttajaohjatut pumput tarjoavat vain pienen säästön niin on helppoa toteuttaa ratkaisu, joka säästää jopa 70 % sähköenergiaa verrattuna vakionopeuspumppuihin. Sen lisäksi, että ne varmistavat parhaat toimintaolosuhteet järjestelmän muille komponenteille.

7.1 Sähköenergia

Järjestelmissä valtaosa energiasta käytetään lämmön tuotantoon, joka saadaan kattilasta tai kaukolämpöverkostosta tai vastaavasta. Järjestelmissä, joissa on huono hydraulinen tasapaino, on merkittävässä määrin ylipumppausta, ja siten pumppu käyttää enemmän energiaa kuin tarvitaan tasapainotetuissa järjestelmissä. Keskimäärin pumpun energiakulutus on n. 6 % kokonaisenergian kulutuksesta. Optimaalisessa lämmitysjärjestelmässä, taajuusmuuttajaohjattu pumppu vähentää energiankulutusta ja on näissä keskimäärin 3 % koko energiankulutuksesta.



7.2 Investointi ja takaisinmaksuaika

Investoijan näkökulmasta on mielenkiintoista vertailla eri remointikohteiden takaisinmaksuaikoja:

Remointikohde	Arvioidut säästöt	Takaisinmaksuaika
Lisäeristys (seinät ja katto)	30-40%	+10 vuotta
Huonesäätimet	15-25 %	1,5 - 3 vuotta
Automaattinen tasapainotus	10-20 %	1 - 3 vuotta
Taajuusmuuttajaohjatut pumput	30-55%	1 - 3 vuotta

8. Johtopäätökset

Energiatehokkaan ja valituksista vapaan lämmitysjärjestelmän luominen on usein haastavaa. Useissa rakennuksissa ei lämmitysjärjestelmän virtaukset ole tasapainossa. Hydraulinen epätasapaino on juurisyy lämmitysjärjestelmän korkeille energialaskuille ja asukkaiden valituksille.

Onneksi ratkaisuja epätasapainon ratkaisemiseksi on saatavilla. Automaattinen tasapainotus nousuputkissa tai suoraan lämpöpattereissa, taajuusmuuttajaohjatut pumpput erilaisilla asetusvaihtoehdoilla, oikea vedenlaatu ja järjestelmän oikea käyttöönotto takaavat lämmitysjärjestelmän optimaalisen toimivuuden ja suori-tuskyvyn. Tämä hyödyttää sekä rakennuksen omistajia että rakennuksen käyttäjiä ja asukkaita.

Lisäksi investoimalla näin parannettuun lämmitysjärjestelmään, saadaan säästöjä, jotka voidaan edelleen ohjata muihin energiansäästökohteisiin. Pitkällä tähtäimellä rakennuksiemme hiilijalanjälki koko ajan pienenee. Uusiutuvan energian käyttöön kannattaa satsata, mutta ensin kannattaa laittaa nykyinen lämmitysjärjestelmä tasapainoon ja tehokkaaksi. Riippumatta lämmönlähteestä, hyvin tasapainotettu ja virtausoptimoitu järjestelmä on tehokkaan lämmitysjärjestelmän perusta.

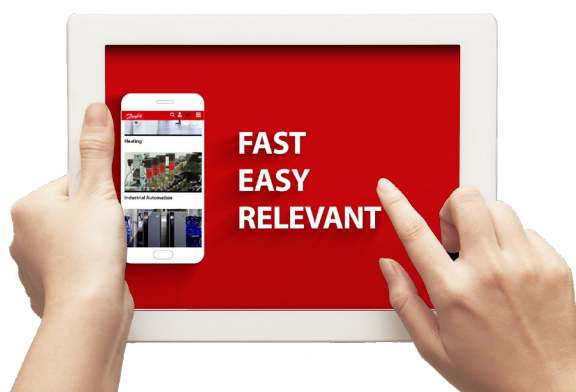
Product Store

Danfoss Product Store helpottaa työtäsi monella tapaa - kaikki keskeiset Danfoss ja DEVI -tuotetiedot ja tuotedokumentit on helposti saatavilla ja ajantasalla yhdessä paikassa. Product Storesta näet nopeasti tuotteen hinnan ja saatavuuden, voit tarkistaa toimitusaikataulun ja vanhat tilauksesi mihin kellonaikaan tahansa.

Danfoss Product Store keskeiset ominaisuudet:

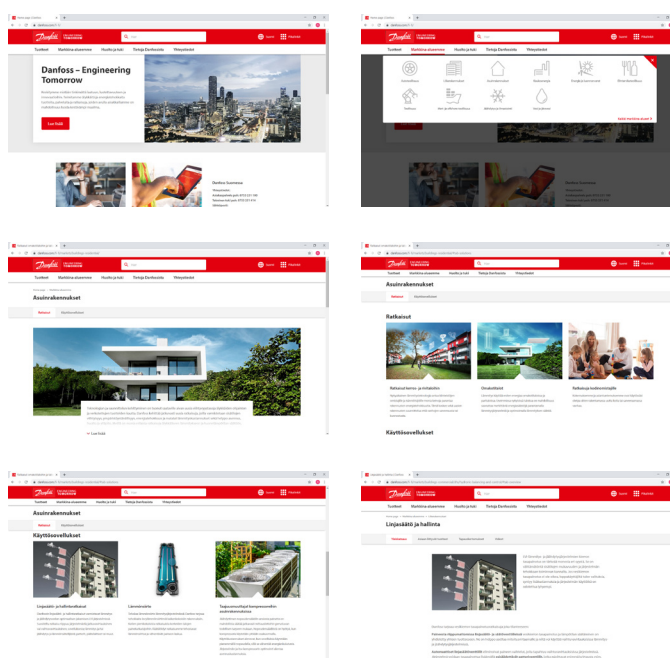
Monipuoliset hakuominaisuudet - löydät oikeat tuotteet nopeasti ja vaivatta
 Monipuoliset tuotesivut, jotka sisältävät tuotetietojen lisäksi kaikki tärkeät asiakirjat
 Pikatilaus mahdollisuus sekä hinta ja saatavuus tiedot helposti saatavilla
 Näkyvyys omaan tilaushistoriaan sekä tilauksien seuranta
 Helppo tuotevalinta ja tuotteiden vertailu

Katso eri toimintoja esittelevä [video täältä](#).



Uudet kotisivut

Olemme julkaisseet kokonaan uudistetut kotisivut www.danfoss.fi. Nyt esittelemme [markkina-alueet](#), joilla toimimme ja niiden sisällä sovellukset, joihin meillä on tarjota ratkaisut ([tuotteet](#)). Käykää tutustumassa uudistuneisiin sivuihimme!



Kohde-esimerkkejä

Oppaan tueksi olemme koonneet alle joitain kohde-esimerkkejä. Klikkaus avaa kohde-esimerkin PDF dokumentin.



> LUE TÄSTÄ



> LUE TÄSTÄ



> LUE TÄSTÄ



> LUE TÄSTÄ



OY Danfoss AB

Danfoss Lämpö • www.danfoss.fi • +358 075 325 1100 • Sähköposti: asiakaspalvelu.fi@danfoss.com

Danfoss ei vastaa luetteloissa, esitteissä tai muissa painotuotteissa mahdollisesti esiintyvistä virheistä. Danfoss pyrkii ennalta ilmoittamatta tuotteisiinsa muutoksia, myös jo tilattuihin, mikäli tämä voi tapahtua muuttamatta jo sovitun suoritusarvoa. Kaikki tässä materiaalissa esiintyvät tavaramerkit ovat asianomaisten yritysten omaisuutta. Danfoss ja kaikki Danfoss logot ovat Danfoss A/S:n tavaramerkkejä. Kaikki oikeudet pidätetään.