



Radiaattorien vaihto uusiin energiaremontin yhteydessä

Whitepaper

08/2024 | Suomi

Johdanto

Radiaattorit ovat keskeinen osa rakennusten lämmitysjärjestelmiä, ja niiden päivittäminen voi merkittävästi parantaa energiatehokkuutta ja asumismukavuutta. Tässä Purmon suorittamassa tutkimuksessa tarkastellaan radiaattorien vaihtamista osana energiaremonttia, erityisesti siirryttäessä perinteisestä öljy-, kaasu- tai puulämmityksestä lämpöpumppujärjestelmään.

Uusien matalalämpöradiaattorien käyttöönotto mahdollistaa alhaisemmat veden lämpötilat, mikä parantaa lämpöpumppujen hyötysuhdetta ja vähentää energiankulutusta. Lisäksi modernit radiaattorit tarjoavat paremman lämmönjakautumisen ja esteettisesti miellyttävämmän lopputuloksen.

Dokumentti käsittelee radiaattorien teknisiä ominaisuuksia, erilaisten lämmitysjärjestelmien vaikutuksia sekä käytännön ratkaisuja, kuten hybridijärjestelmiä ja patteriventtiilien päivittämistä. Erityistä huomiota kiinnitetään myös putkistojen uusimiseen ja järjestelmän tasapainottamiseen optimaalisen lämmitystehon saavuttamiseksi.

Tämän asiakirjan tavoitteena on tarjota kattava katsaus radiaattorien vaihtoprosessiin ja sen tuomiin hyötyihin niin energiankulutuksen kuin asumismukavuuden kannalta.

Tutkimuksen on toteuttanut Mikko Iivonen yhteistyössä Jonas Holmströmin ja Ted Blomqvistin kanssa. Tutkimuksen pohjalta on kehitetty tiedonkeruumateriaalia sekä tarvittavat digitaaliset työkalut, joiden avulla Purmo voi mitoittaa oikeat radiaattorit urakoitsijan toimittaman aineiston perusteella.

Helsinki, 19. elokuuta 2024

Sisältö

Johdanto	2
Radiaattorien vaihto uusiin energiaremontissa	4
Esteettiset näkökohdat - vanhat vs. uudet radiaattorit.....	5
Matalalämpöradiaattorit	6
Samankokoiset vanhat radiaattorit verrattuna uusiin	7
Magnetiitti.....	9
Radiaattorien veden lämpötila kytkettynä vanhaan öljylämmitysjärjestelmään ja uuteen matalalämpöjärjestelmään.....	10
Parempi hyötysuhde lämpöpumpuille matalilla veden lämpötiloilla	11
Pidempi lämpöpumpun käyttöikä matalalämpötilaisella järjestelmällä.....	12
Putkien uusinta radiaattorien vaihdon yhteydessä.....	13
Lämpöpumppujärjestelmiä ja esimerkkejä.....	16
Vähemmän sähköä lämpöpumpulle matalilla veden lämpötiloilla.....	18
Laskentatulosten yhteenveto	19
Yhteenveto	22

Radiaattorien vaihto uusiin energiaremontissa

Kun omakotitalossa ollaan paremman energiatehokkuuden saavuttamiseksi uusimassa vanhaa vesikiertoista öljy-, kaasu- tai puulämmitystä lämpöpumppulämmitykseksi, kannattaa ottaa huomioon, että pelkän lämmöntuottoyksikön vaihto ei ole energiatalouden eikä kustannustehokkuuden kannalta yksinomainen toimenpide.

Keskeistä on, että lämmönluovuttimet ja radiaattorit kannattaa vaihtaa nykyaikaisiksi matalalämpötilaradiaattoreiksi.

Radiaattorit ovat maailman yleisimmin käytetyt lämmönluovuttimet keskukslämmitysjärjestelmissä. Ne ovat luotettavia, pitkäikäisiä ja lämpövihtyvyyden kannalta erinomaisia. Radiaattorijärjestelmien suunnittelu, rakentaminen ja niiden toiminta on yksi parhaiten hallittuja taloteknisiä alueita.

Taustalla on yli sadan vuoden tuotekehitys ja kokemus.

Osana rakennusten enegiasertifiointiin kuuluva lämmöntarvelaskenta, jonka tekee auktorisoitu asiantuntija, antaa hyvät lähtökohdat lämmitysjärjestelmän komponenttien, kuten radiaattoreiden, uudelleenmitoitamiselle. Samalla korjaantuvat mahdolliset mita- ja mitoitusvirheet ja lämmitysjärjestelmästä tulee entistä tasapainoisempi, energiatehokkaampi ja esteettisesti onnistuneempi.

Nykyaikaiset radiaattorit sopivat myös matalalämpöjärjestelmiin. Muita tunnettuja etuja ovat radiaattorien energiatehokkuus eli nopea reagointi termostaattiohjaukseen ja pienet energiahäviöt.

Lämmitysjärjestelmän uusimisen yhteydessä usein lämmitysverkoston runkoputket voidaan säilyttää ja vain säätölaitteet, radiaattorien kytkentäputket ja radiaattoriventtiilit uusitaan..

Vaihto esimerkiksi lattialämmitykseen antaa lämpöpumpulle usein korkeamman lämpökertoimen kuin radiaattorit. Vaihto lattialämmitykseen vanhassa omakotitalossa ei ole kuitenkaan kustannus- eikä energiatehokas toimenpide. Ongelmana ovat mittavat rakennustyöt ja heikkojen eristysten aiheuttamat lämpöhäviöt ja kosteusongelmat erityisesti rakennuksen alapohjassa, mikä lisää merkittävästi energiankulutusta ja mikrobialistusta.

Suorasta sähkölämmityksestä on usein kohtuullisen yksinkertaista siirtyä radiaattoreihin sijoittamalla putkivedot seinille katon rajaan ja tarvittaessa koteloida ne.

Tämän esityksen tarkoituksena on tuoda esiin esimerkkien avulla huomionarvoisia näkökohtia oikein valittujen radiaattorien merkityksestä siirryttäessä lämpöpumppulämmitykseen vanhassa omakotitalossa.



Esteettisyys - vanhat vs. uudet radiaattorit

Radiaattorin paras sijainti on ikkunan alla. Ikkuna ja radiaattori muodostavatkin toiminnallisen ja esteettisen yhdistelmän. Kun radiaattoria ollaan uusimassa, on usein mahdollista vaihtaa uuden radiaattorin koko mittasuhteiltaan, leveys ja korkeus, entistä tasapainoisemmaksi. Suositeltavaa on, että radiaattorin leveys vastaa kutakuinkin ikkunan leveyttä ja että radiaattorin korkeus on mahdollisimman suuri. Oikein mitoitussa radiaattorissa on suuri lämpöä säteilevä pinta.

Radiaattorin konvektio kykenee pysäyttämään viileästä ikkunapinnasta alas laskeutuvan ilmavirtauksen. Lisäksi radiaattorin laaja lämpösäteilypinta antaa hyvän vastapainon ikkunan kylmästäteilylle. Näin ikkunan ja radiaattorin yhdistelmä luo vedottoman, lämpöteknisesti toimivan ja termisesti värikkään ikkunaseinustan.

Uudet radiaattorit kannatta mitoittaa uudelleen todellisten tehontarpeiden mukaisesti. Samalla tulee kiinnittää huomiota esteettisiin seikkoihin, mittoihin ja asennuksen siisteyteen.

Uusi puhdaslinjainen radiaattori virkistää huoneen esteettistä ilmettä.

Radiaattoreita on saatavana vakiosävyin RAL 9016 lisäksi kaikissa RAL-väreissä

Kuva 1. Radiaattorikoon ja asennustavan valinta



Liian kapea



Symmetrinen

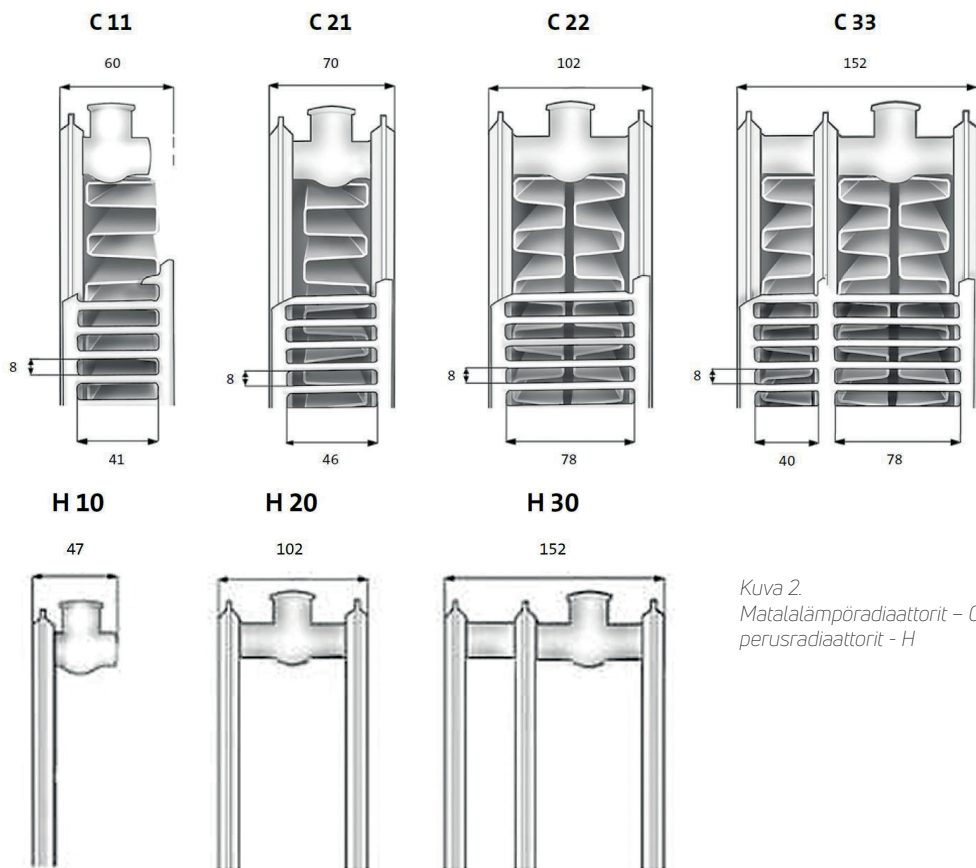


Epäsymmetrinen

Matalalämpöradiaattorit

Kun lämmitysjärjestelmän mitoituslämpötilat ovat 55°C tai sitä matalampia, lämmitysjärjestelmää pidetään matalalämpötilajärjestelmänä. Vastaavasti kun radiaattorit on mitoitettu ja valittu niin, että niiden lämmönluovutustehot täyttävät lämmitystehon valituilla matalalämpötiloilla, radiaattoreita kutsutaan matalalämpötilaradiaattoreiksi.

Matalalämpötilaradiaattorit ovat tyypillisesti uusia paneeliradiaattoreita, jotka on varustettu lämmönluovutusta tehostavilla konvektiolevyillä:



Kuva 2.
Matalalämpöradiaattorit – C ja
perusradiaattorit – H



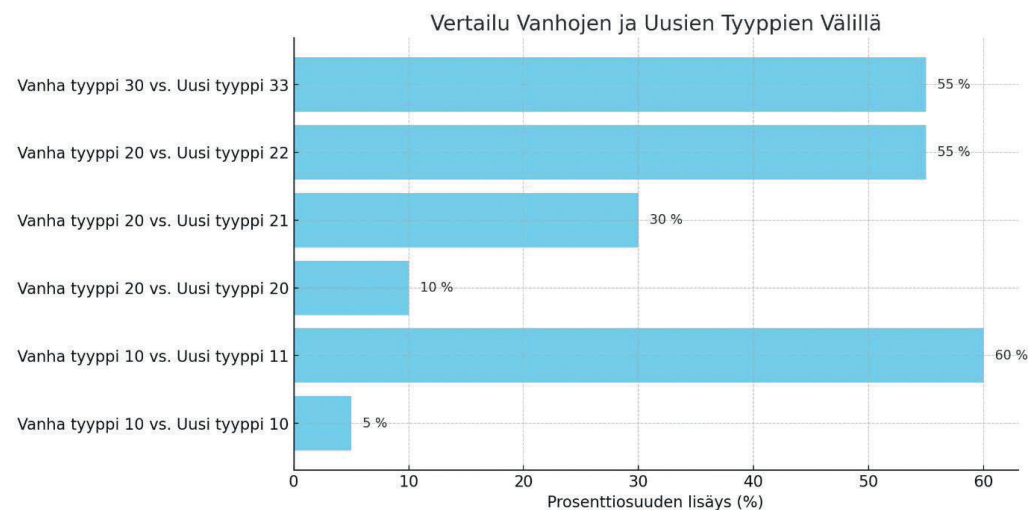
Purmo Plan Ventil Compact

Samankokoiset vanhat radiaattorit verrattuna uusiin

Uudet paneeliradiaattorit ovat vanhoja radiaattoreita merkittävästi tehokkaampia. Uusien radiaattorien vesipinta ja vastaavasti paneelin ulkopinta on noin 5% suurempi kuin vanhassa radiaattorissa. Suurin tehoero syntyy kuitenkin uusien radiaattorien sisälle kiinnitetyistä konvektiopinoista.

Näiden parannusten ansiosta uusien radiaattorien lämmönluovutustehot verrattuina vastaavan kokosiin vanhoihin malleihin ovat kutakuinkin seuraavat:

Tyyppi	Hyöty	R1
Vanha tyyppi 10 vs. uusi tyyppi 10	+5%	$r_1=1,05$
Vanha tyyppi 10 vs. uusi tyyppi 11	+60%	$r_1=1,60$
Vanha tyyppi 20 vs. uusi tyyppi 20	+10%	$r_1=1,10$
Vanha tyyppi 20 vs. uusi tyyppi 21	+30%	$r_1=1,30$
Vanha tyyppi 20 vs. uusi tyyppi 22	+55%	$r_1=1,55$
Vanha tyyppi 30 vs. uusi tyyppi 33	+55%	$r_1=1,55$



Taulukko 1.

Tyyppimerkintä 10 tarkoittaa yksipaneelista radiaattoria ilman konvektiolevyjä. Tyyppi 11 tarkoittaa yksipaneelista radiaattoria varustettuna yhdellä konvektiolevyllä. Vastaavasti tyyppi 20 ja 30 ovat kaksipaneelinen ja kolmipaneelinen radiaattori ilman konvektiolevyjä ja vastaavasti tyyppi-merkinnän jälkimmäinen numero kertoo konvektiolevyjen lukumäärän.

Radiaattori tyyppi, sekä korkeus muutos

Tyyppi	10	11	20	21	22	30	33
Tehokerroin r_2	1,00	1,59	1,75	2,12	2,64	2,40	3,63

Taulukko 2.

Uusien paneeliradiaattorien tehosuhteet radiaattorityypin mukaisesti /Purmo/. Tyyppimerkintä kuvaa paneelin ja konvektiolevyjen lukumäärää. Esimerkiksi tyyppi 21 tarkoittaa, että radiaattorissa on kaksi vesikiertoista paneelia ja sen lisäksi yksi konvektiolevy. Esimerkiksi 22-tyypin teho on samoilla leveys/korkeusmitoilla tyypin 11 tehoa $2,64/1,59 = 1,67$ kertaa suurempi.

Korkeus	300	400	450	500	600	900
Tehokerroin r_3	1,00	1,25	1,37	1,45	1,70	2,31

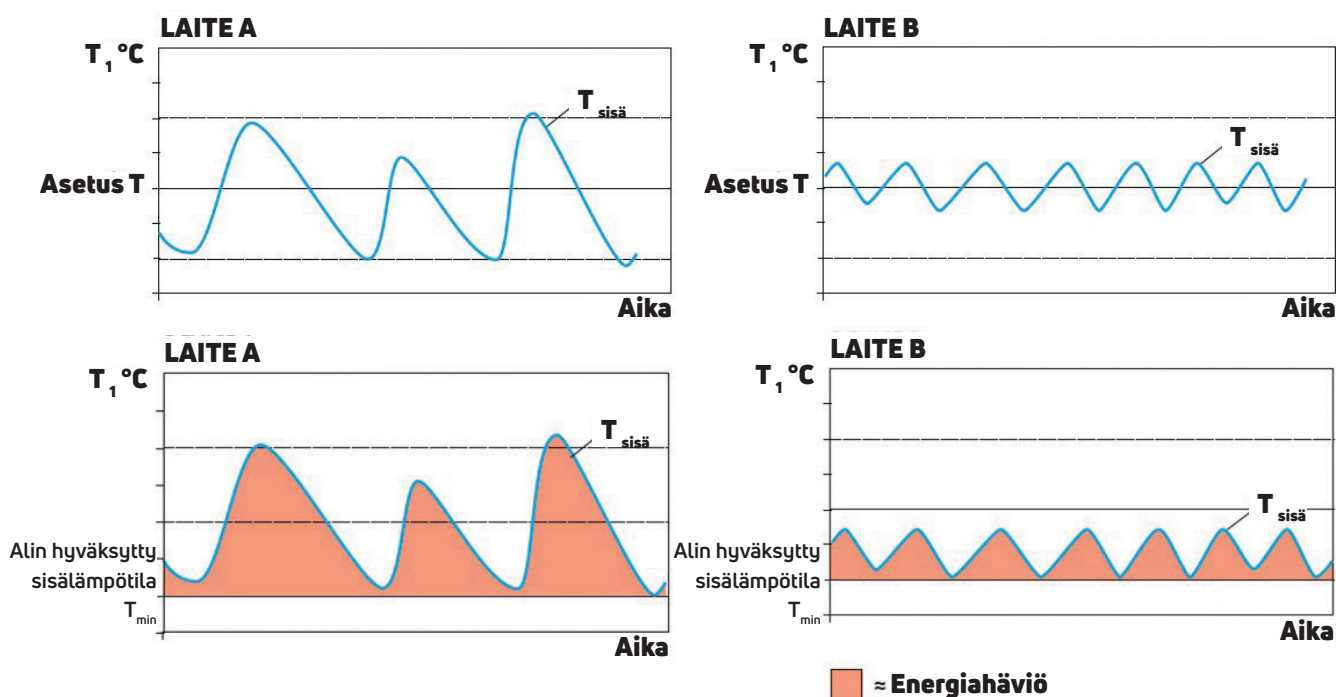
Taulukko 3. Uusien paneeliradiaattorien tehosuhteet korkeuden mukaisesti /Purmo/. Esimerkiksi 600 mm korkean saman tyyppisen ja leveän radiaattorin teho on 400 mm korkeaan verrattuna $1,70/1,25 = 1,36$ kertaa suurempi. Paneeliradiaattorien tehot ovat lineaarisessa suhteessa niiden leveyteen.

Radiaattoreita on saatavana leveyksinä 400–3000 mm 100 mm välein.

Taulukoissa 1, 2 ja 3 esitetyjä tehokerrointen arvoja voidaan käyttää alustaviin arviointeihin. Suunnittelussa on kuitenkin syytä käyttää esimerkiksi radiaattorivalmistajien julkaisemia tarkempia teholaskentaohjelmia.

Korkeampi lämmönluovutusteho tekee mahdolliseksi lämmitysveden lämpötilan alentamisen, mistä on erityistä hyötyä lämmöntuotannon tehokkuudelle lämpöpumppujen mutta myös kattilalaitoksen/kaukolämmön yhteydessä. Matalammat vedenlämpötilat pienentävät myös lämpöhukkaa putkistoista.

Lämmönluovuttimen massa vaikuttaa säätötulokseen. Suurimassainen järjestelmä on hidas reagoimaan termostaatin ohjaukseen ja seurauksena on sisälämpötilojen huojunta termostaatin asetustilapötilaan nähden. Alla olevan kuvan diagrammeista voidaan havaita suurimassaisten ja pienimassaisten lämmönluovuttimien ero.



Kuva 3.

Säätöhäviöt - massan vaikutus energiahäviöön. Hidas on suurimassainen lämmönluovutin ja Nopea on pienimassainen lämmönluovutin

Magnetiitti

Magnetiitti on rautaruostetta, jollaista syntyy happipitoisessa vesiolosuhteissa teräspinnoille. Myös veden happamuudella eli pH-arvolla on veden sähkönjohtavuuden takia vaikutusta ruostumiseen.

Matala pH (alle 7 eli hapan vesi) lisää veden sähkönjohtavuutta ja vastaavasti korkea emäksisyys (pH yli 10) lisää myös sähkönjohtavuutta.

Sallittu happipitoisuus vedessä on alle 0,1 mg/L ja suositeltu pH-arvo on lievästi emäksinen 8,5–10.

Vesijohtoveden happamuus vaihtelee tyypillisesti välillä 7,1–7,9 pH eli se on hieman emäksistä. Suomen vesistöt ovat lievästi happamia, noin 6,5–6,8 pH ja sadevesi on yleensä hapanta, noin 5,6 pH.

Veden happamuus kannatta tarkistuttaa ja säätää korroosion estämiseksi. Näin on usein asianlaita kaivovesien kohdalla.

Jos lämmitysjärjestelmässä on tai on ollut vuotoja ja vettä on jouduttu lisäämään verkostoon, lisätyn veden mukana kulkeutuu myös happea, joka sitoutuu teräspinoihin.

Magnetiitin synnyn syynä voi olla myös väärä putkistomateriaali esimerkiksi käyttövesijärjestelmään tarkoitettu PEX, jossa ei ole happidiffusiosuojausta. Ajan mittaan kyseinen hienojakoinen ruoste irtaa lämmitysvedeen ja alkaa keräytyä myös radiaattorien pohjalle. Tällaisen sedimenttikerroksen alla voi syntyä myös olosuhteet, joissa anaerobinen bakteeritoiminta saattaa syövyttää terästä ja aiheuttaa vuotoja.

Vähäinen magnetiittimäärä lämmitysverkostossa ei aiheuta käytännön ongelmia. Se toimii myös radiaattorin sisäpuolisia teräspintoja suojaavana eristeenä.

Itse lämmönluovutustehon kannalta magnetiitti on merkityksetön, ellei sen saostumat heikennä veden virtausta esimerkiksi venttiileissä.



Radiaattorien veden lämpötila kytkettynä vanhaan öljylämmitysjärjestelmään ja uuteen matalalämpöjärjestelmään

Käytännössä siirtyminen öljy- ja kaasulämmöstä uusiin energiamuotoihin merkitsee lämmitysverkoston lämpötasojen alenemista.

Esimerkiksi tyyppilliset patteriverkoston mitoituslämpötilat, menovesi 70–90°C ja paluuvesi 50–70°C, kannattaa alentaa lämpöpumppujen kyseessä ollessa mitoituslämpötiloiksi esimerkiksi, menovesi 55°C ja paluuvesi 40°C, jolloin menoveden lämpötilat säädetään lämmöntarpeen ja ulkolämpötilan mukaan 25...55°C.

Näin lämpöpumpun vuosilämpökerroin SPF (Seasonal Performance Factor) pysyy korkeana.

Lämpöpumppu tuottaa tyyppillisesti myös lämpimän käyttöveden. Hygieniasyistä lämpöpumppu nostaa lämpimän käyttöveden lämpötilan määräajoin noin 60°C:en. Lämpimän käyttöveden lämmitys alentaa lämpöpumpun vuosilämpökerroita muutaman kymmenyksen verrattuna pelkkään matalalämpötilalämmitykseen.

Esimerkki

Verrataan aluksi samankokoisia (leveys ja korkeus) radiaattoreita

Vanha järjestelmä, jonka veden lämpötilat on todettu kylmimmissä ulkolämpötiloissa

$T_{\text{meno}}/T_{\text{paluu}}/T_{\text{sisä}} = 78/64/21^{\circ}\text{C}$, ja radiaattorin tyyppi 10

Uusi järjestelmä, valitaan mitoituslämpötilat 55/40/21°C, ja radiaattorin tyyppi 21

Konversiokertoimet taulukosta 4: Vanha radiaattori $k_{\text{vanha}} = 1,02$ ja uusi radiaattori $k_{\text{uusi}} = 0,47$ ja uuden ja vanhan tyyppi 10 radiaattorien ero $r_1 = 1,05$ taulukosta 1 sekä uusien radiaattorityypin tehokerroin $10 \Rightarrow 21$ on $r_2 = 2,12$ taulukosta 2

Vertailu: Tehosuhde $= r_1 \times r_2 \times k_{\text{uusi}} / k_{\text{vanha}} = 1,05 \times 2,12 \times 0,47 / 1,02 = 1,03$

Koska uuden radiaattorin teho on yli 3% korkeampi kuin vanhan radiaattorin, voidaan uuden radiaattorin mittoja (leveys ja korkeus) tarvittaessa vastaavasti muuttaa

Parempi hyötysuhde lämpöpumpuille matalilla veden lämpötiloilla

Lämpöpumpun hetkellinen lämpökerroin, COP (Coefficient of Performance), tarkoittaa lämpöpumpulta hyödyksi saatua energiamäärää suhteessa lämpöpumpulle tuotua ulkoista työtä, käytännössä sähköenergiaa.

Esimerkiksi jos lämpöpumppu tuottaa 6 kWh lämpöä ja se käyttää tähän 2 kWh sähköä:

$$\text{Lämpökerroin } COP = 6/2 = 3$$



Pääsääntö on, että mitä pienempi lämpötilan nousu lämpöpumpun höyrystinlämpötilasta lauhdutinlämpötilaan, sitä korkeampia ovat COP-arvot.

Carnot hyötysuhde: $COP = T_{\text{lauhdutin}} / (T_{\text{lauhdutin}} - T_{\text{höyrystin}})$ – Tämä on teoreettinen max. COP

Hyvin toimivat termostaattiset radiaattoriventtiilit pystyvät suhteelliseen säätöön, jolloin paluuveden lämpötila alenee ja vastaavasti lauhduttimen lämpötila alenee. Tämä parantaa lämpöpumpun hyötysuhdetta (COP).

Tutkimuksissa on osoitettu, että lämmitysjärjestelmän menoveden lämpötilalla on noin 2/3 painoarvo ja paluuvedellä noin 1/3 painoarvo hyötysuhteen (COP) kannalta.

Huomattavan hyödyllistä olisi, jos menoveden lämpötilaa voitaisiin aktiivisesti ohjata vallitsevien lämmöntarpeiden mukaan!

Kun huomioon otetaan kumulatiivisesti laskettu lämpökerroin koko vuoden ajalle, puhutaan lämpöpumpun vuosilämpökertoimesta, SPF, ja kun otetaan huomioon mahdollinen lisälämmitystarve ja lämmitysjärjestelmän apulaitteiden energiankulutus puhutaan koko lämmitysjärjestelmän vuosilämpökertoimesta SPF_{system} .



Tarvitaan vähemmän sähköä lämpöpumpulle matalilla veden lämpötiloilla

Kuten edellisessä kohdassa esitettiin lämpöpumpun sähkön käyttö, on sitä tehokkaampaa (suhteellisesti vähäisempää) mitä korkeampi COP kulloinkin on.

Edellä esitetyssä esimerkissä vanha 78/64/21°C -järjestelmä muutettiin uudeksi matalalämpöiseksi 55/40/21°C -järjestelmäksi. Tulee huomata, että van-

hasa järjestelmässä mitoituslämpötilan, 78°C, saavuttaminen ei onnistu normaaleilla ilma-vesilämpöpumpuilla vaan tarvitaan lisälämmitystä, yleisimmin suoraa sähköä.

Maalämpöpumpulla saavutetaan helposti uuden järjestelmän menoveden mitoituslämpötila 55°C.

Pidempi lämpöpumpun käyttöikä matalalämpötilaisella järjestelmällä

Mitä suurempi on lämpötilan nostotarve lämmönkeruulämpötilasta lämmitysjärjestelmän menoveden lämpötilaan eli höyrystimeltä lauhduttimelle, sitä suurempia puristuspaineita lämpöpumpun kompressorin joutuu käyttämään.

Tämä kuluttaa tietysti enemmän sähköenergiaa mutta myös kompressorin mekaanisia osia. Kompressorin käyttöiä, start-stop-toiminnot, vaikuttavat myös lämpöpumpun käyttöikään:

Mitä pidemmät käyntijaksot sitä pidempi käyttöikä.

Nykyaikaiset lämpöpumput onkin varustettu taajuussäädöllä, jonka ansiosta lämpöpumpun tehoa voidaan tarpeen mukaan alentaa noin 30% saakka. Tällä saadaan pidennettyä merkittävästi käyntijaksojen pituutta. Nykyaikaisen lämpöpumppujen tyypillinen käyttöikä on 15–20 vuotta. Lämpöpumpun vuosilämpökerroita muutaman kymmenyksen verrattuna pelkkään matalalämpötilalämmitykseen.

Hyöty patteriventtiilien vaihtamisesta -TRV

Kun radiaattoreita ollaan uusimassa, kannatta samalla vanhat radiaattoriventtiili, termostaattiventtiili ja paluuventtiili, vaihtaa tarkasti esisäädettäviin malleihin. Vastaavasti lämmitysjärjestelmän tasapainotus kannattaa tehdä huolella.

Tasapainotettu lämmitysjärjestelmä toimii alhaisimmilla veden lämpötiloilla, joilla on oleellinen merkitys lämpöpumpun tehokkuuden kannalta.

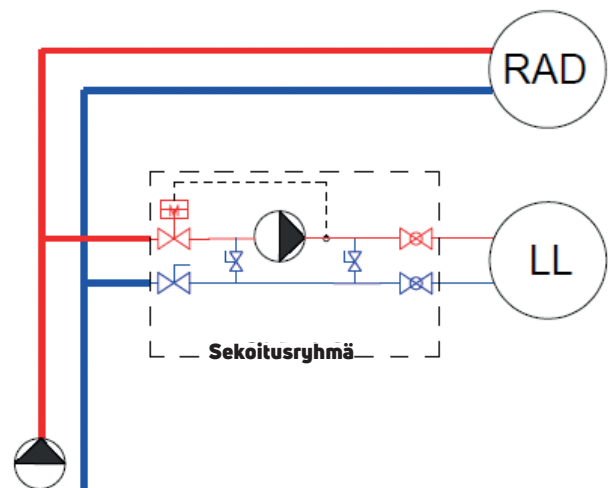
Hybridijärjestelmät → Radiaattoreita sekä lattialämmitys

Mikäli mahdollista omakotitalon märkätilat kannattaa varustaa lattialämmityksellä. Kun radiaattorilämmitys on pääasiallinen lämmönluovutusjärjestelmä sen rinnalle voidaan kytkeä lattialämmityspiirit shunttiryhmän avulla, kuva 4, joka säätelee lattialämmityksen lämpötilan ja vedenkierron.

Tällöin tulee muistaa, että lämpöpumpulta lähtevän menoveden lämmityskäyrä on lattialämmityksen tarpeiden mukainen myös varsinaisen lämmityskauden ulkopuolella.

Termostaattiset radiaattoriventtiilit sulkevat tarvittaessa vedenkierron radiaattoreissa.

Kuva 4. Lattialämmityksen shunttiryhmä kytketään radiaattorijärjestelmän rinnalle



Putkien uusinta radiaattorien vaihdon yhteydessä

Radiaattorin vaihtoa yksinkertaistaa, kun kytkentäputket radiaattoriventtiileille uusitaan.

Kuva 5.

KytKentäputket uusittu runkoputkista radiaattoriventtiileille



The diagram illustrates the integration of two separate blocks, TBSE and TBOE, into a single 'Integrated' block. On the left, TBSE and TBOE are shown as separate rectangular blocks. TBSE has an input arrow on its left and an output arrow on its right. TBOE has an input arrow on its left and an output arrow on its right. On the right, the 'Integrated' block is shown as a single rectangular block. It has a combined input arrow on its left and a combined output arrow on its right, which is represented by two parallel arrows (one pointing up and one pointing down) originating from a single point on the right side of the block.

[illegible]

Taulukko 4. Paneeliradiaattorin kapasiteettkertoimet kun radiaattorin lämpötilat sekä vesivirta muuttuvat: Pystyakseli $T_{\text{meno}} - T_{\text{sisä}}$ ja vaak-akseli $T_{\text{paliu}} - T_{\text{sisä}}$. Referenssilämpötila 75/65/20°C ja referenssioteho EN 442 mukaisesti valmistajan taulukoista.

Paneeliradiaattoreiden kapasiteettikertoimet, k. Koskee sekä vasen- että oikeakätisiä alapäätykytkentöjä.

$T_{\text{meno}} - T_{\text{sisä}}, K$	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
59						0,35	0,38	0,42	0,45	0,48	0,51	0,55	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72	0,77	0,83	0,89	0,96	1,03	1,10
57						0,34	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,54	0,57	0,61	0,64	0,67	0,72	0,78	0,84	0,90	0,97	1,04	
55						0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53	0,57	0,60	0,63	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,98		
53					0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,50	0,53	0,56	0,59	0,63	0,68	0,74	0,79	0,86	0,93			
51					0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,59	0,63	0,69	0,74	0,80	0,87	0,94			
49					0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,52	0,55	0,59	0,64	0,69	0,75	0,81	0,88				
47					0,28	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,54	0,59	0,64	0,70	0,76	0,83					
45				0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,41	0,44	0,47	0,50	0,54	0,59	0,65	0,71	0,77						
43				0,24	0,27	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,50	0,55	0,60	0,66	0,72							
41				0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,43	0,46	0,50	0,55	0,61	0,66								
39			0,20	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46	0,51	0,56	0,61	0,67								
37			0,19	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,46	0,51	0,56	0,62									
35			0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,38	0,42	0,46	0,51	0,57										
33			0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,42	0,47	0,52											
31		0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,37	0,42	0,47												
29		0,14	0,17	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,38	0,42													
27		0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,33	0,38														
25	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,33	0,38														
23	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29	0,34															
21	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29																
19	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25																	
17	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21																		
15	0,09	0,11	0,14	0,17																			

Taulukko 5. Paneeliradiaattorin kapasiteettikertoimet, kun radiaattorin vesivirta ja lämpötilat muuttuvat. Pystyakseli $T_{\text{meno}} - T_{\text{sisä}}$ ja vaakaa-akseli $T_{\text{paluu}} - T_{\text{huone}}$. Referenssilämpötila 75/65/20°C ja referenssiteho EN 442 mukaisesti valmistajan taulukoista.

Radiaattorin alapäätykytkentää (BBOE) ei voida suositella, kun kyseessä ovat matalat vedenlämpötilat tai pieni vesivirta. Kytkentä kannattaa muuttaa diagonaali-kytkennäksi (TBOE). Menoveden sekoittuminen radiaattorin sisällä olevaan jäähtyneeseen veteen heikentää

radiaattorin lämmönluovutuskapasiteettia, jolloin teho jää alhaiseksi. Tästä on seurauksena myös korkeammat paluuv veden lämpötilat ja alentunut COP radiaattorin termostaattiohjauksessa.

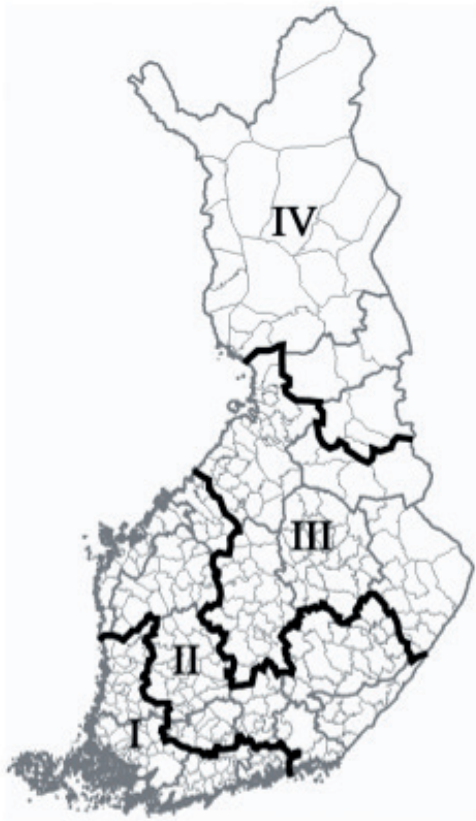
Lämpöpumppujärjestelmiä ja esimerkkejä

Rakennuksissa, joissa on vesikiertoiset radiaattorit ja rakennuksen rakennusajasta johtuen niiden lämmöneristys ja ilmatiiveys eivät vastaa nykyisten uusien rakennusten vaatimuksia, lämpöpumpputyypin valinta kohdistuu tyypillisesti joko ulkoilma-vesilämpöpumppuun tai maalämpöpumppuun.

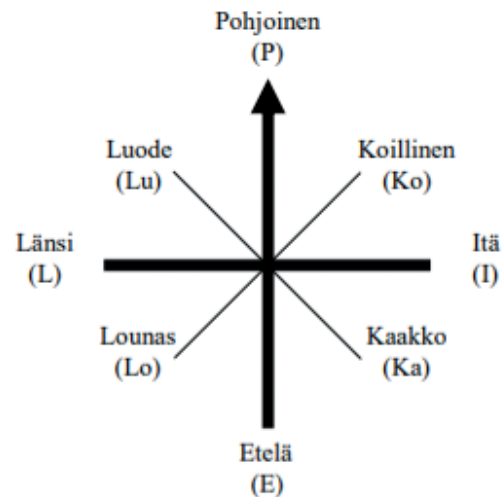
Sähkölämmitteisissä omakotitaloissa valinta kohdistuu usein ilmalämpöpumppuun, joka toimii sähkölämmityksen rinnalla lämpöpumpun toimintarajaan saakka, tavallisesti ulkolämpötilaan, noin -20°C.

Hyvin eristetyissä ja ilmatiiviissä rakennuksessa poistoilmalämpöpumppu on energiatehokas ja edullinen osa lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmää. Näissä kohteissa raitisilmaradiaattorit hoitavat tuloilman (ulkoilma) lämmityksen ja suodatuksen.

Raitisilmaradiaattorit ovat jopa matalalämpöradiaattoreita tehokkaampia ja siksi sopivat erinomaisesti lämpöpumppujärjestelmän lämmönluovuttimiksi.



Kuva 6. Suomen neljä säävyöhykettä, Ympäristöministeriö D3.



Mitoittavat ja keskimääräiset ulkoilman lämpötilat eri säävyöhykkeillä		
Säävyöhyke	Mitoittava ulkoilman lämpötila	Vuoden keskimääräinen ulkoilman lämpötila
I	-26°C	5,3°C
II	-29°C	4,6°C
III	-32°C	3,2°C
IV	-38°C	-0,4°C

Voidaan todeta, että ulkoilma-vesilämpöpumput toimivat kohtuullisen hyvin ainakin Suomen I ja II säävyöhykkeillä.

Jos ilmasto on kylmempää, kuten III-vyöhykkeellä ja varsinkin IV-vyöhykkeellä, ulkoilma-vesilämpöpumpun

energiatehokkuus jää heikoksi erityisesti vanhojen rakennusten yhteydessä.

Maalämpöpumput toimivat energiatehokkaasti kaikkialla Suomessa.

Esimerkit

Tässä esityksessä vertailtavaksi on otettu kaksi lämpöpumppujärjestelmää 70-luvun omakotitalossa, joka sijaitsee Suomen säävyöhykkeellä II. Talo on 150 m² ja sen lämmitystehontarve mukaan lukien tilojen lämmitys ja lämmin käyttövesi on 9,5 kW.

Ilma-vesilämpöpumppu yhdistettynä vanhaan radiaattorijärjestelmään mitoituslämpötilojen ollessa 78/64/21°C ja uuteen matalalämpötilaiseen radiaattorijärjestelmään 55/40/21°C.

Maalämpöpumppu yhdistettynä vanhaan radiaattorijärjestelmään mitoituslämpötilojen ollessa 78/64/21°C ja uuteen matalalämpötilaiseen radiaattorijärjestelmään 55/40/21°C.

Esimerkkien laskenta on tehty NIBE DIM lämpöpumppujen mitoitusohjelmalla.

Valitut lämpöpumppumallit ovat:

- Ilma-vesilämpöpumppu Nibe S2125-8
- Maalämpöpumppu Nibe F1155-12

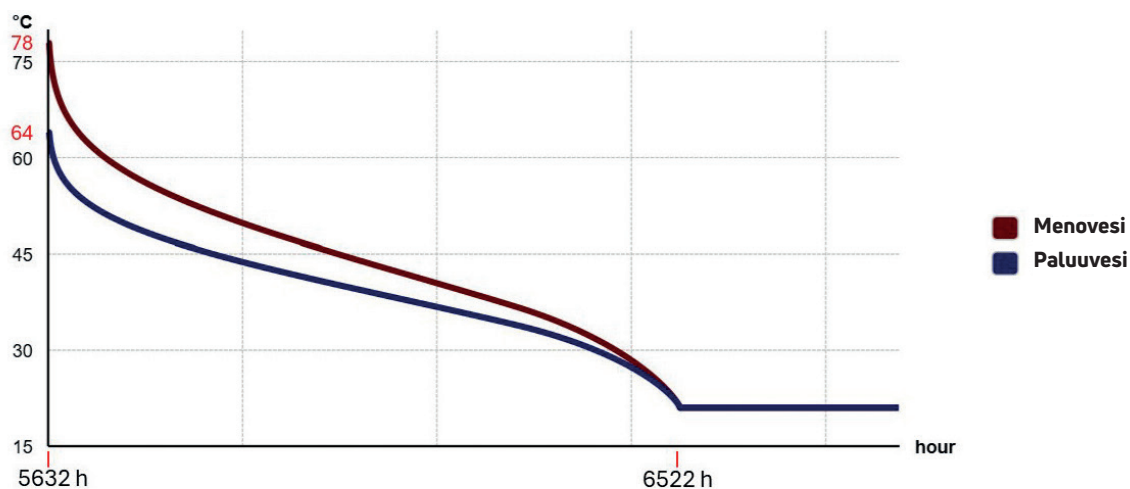
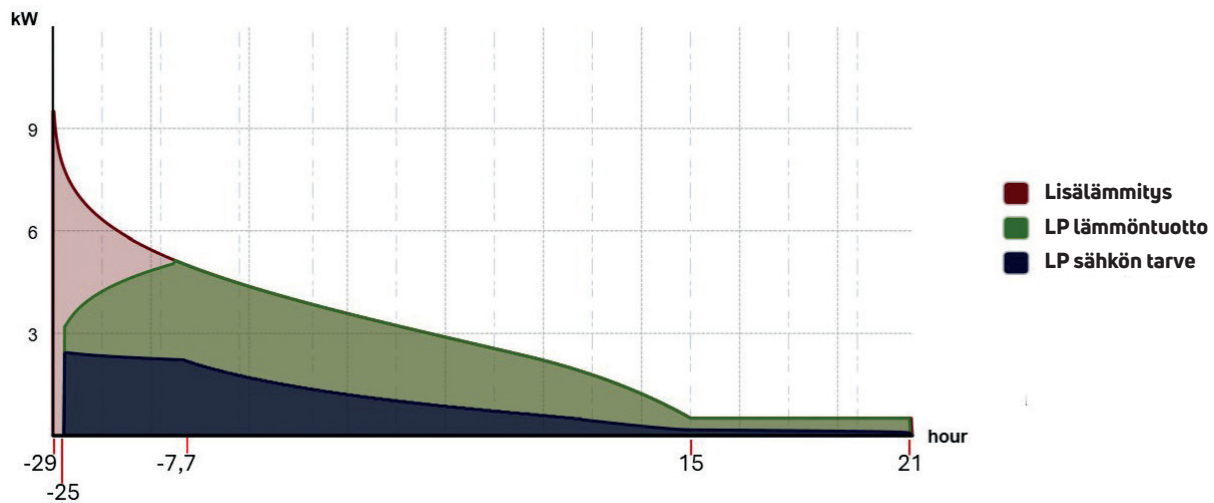
Järjestelmä	Ulkoilma-vesi		Maalämpö	
	78/64/21°C	55/40/21°C	78/64/21°C	55/40/21°C
LP lämmöntuotto	21 661	22 096	24 244	24 631
Lisälämmöntarve	2 969	2 533	387	0
LP sähkön käyttö	8 163	6 954	7 896	6 319
Ostosähkö	11 246	9 596	8 451	6 519
LP SPF	2,654	3,178	3,070	3,879
Järjestelmän SPF	2,190	2,567	2,195	3,778
Lämmitysenergian tarve 24 631 kWh/a, josta lämmin käyttövesi 4 500 kWh/a				

Taulukko 6. Lämpöpumppulaskennan suorituskykyarvot yksinkertaistetussa muodossa. Lämmitys- ja sähköenergioiden yksikkö kWh/a

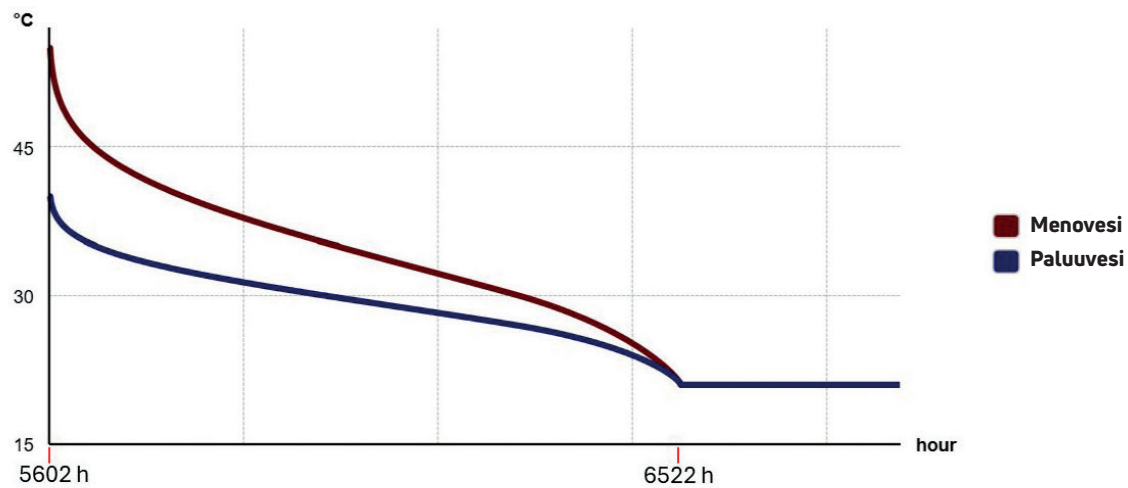
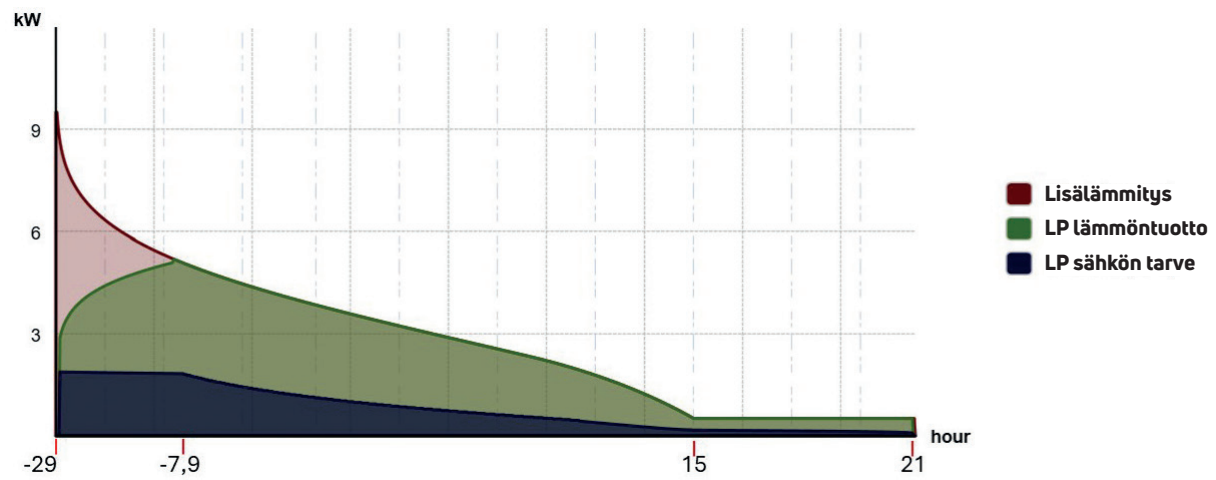
Vähemmän sähköä lämpöpumpulle matalilla veden lämpötiloilla

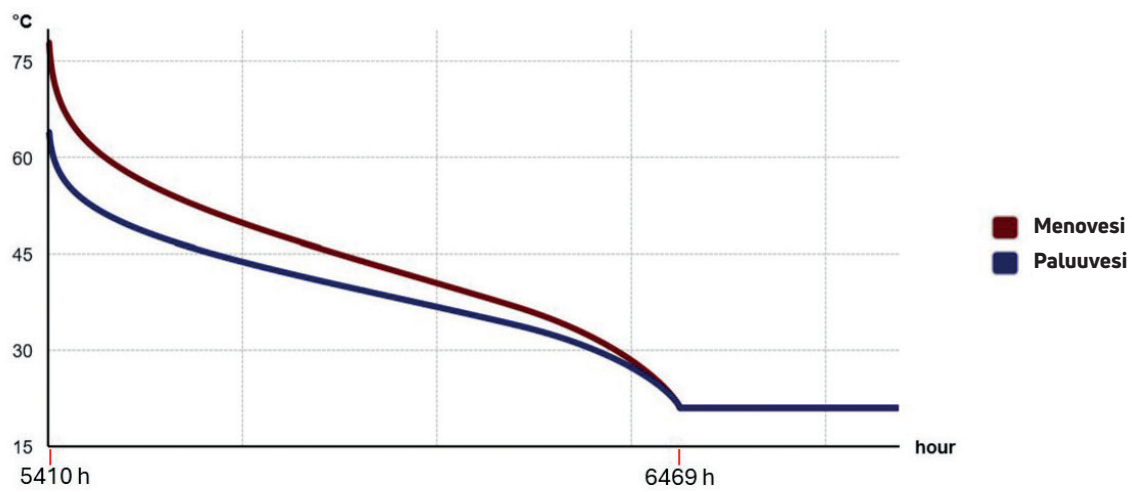
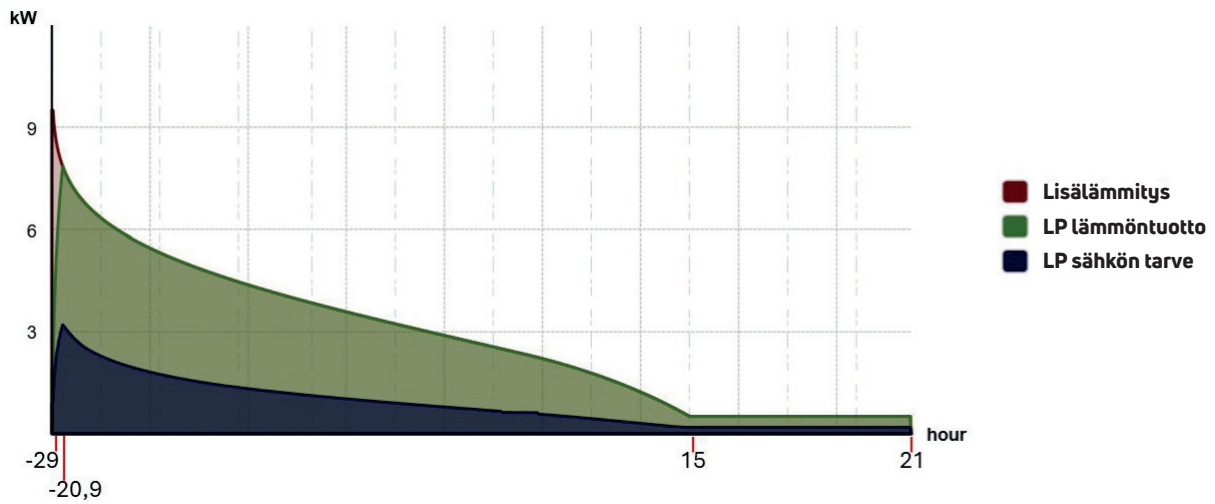
Mitä suurempi on lämpötilan nostotarve lämmönkeruulämpötilasta lämmitysjärjestelmän menoveden lämpötilaan eli höyrystimeltä lauhduttimelle, sitä suurempia puristuspaineita lämpöpumpun kompressor joutuu käyttämään.

Ilma-vesilämpöpumppu 78/64/21-järjestelmä

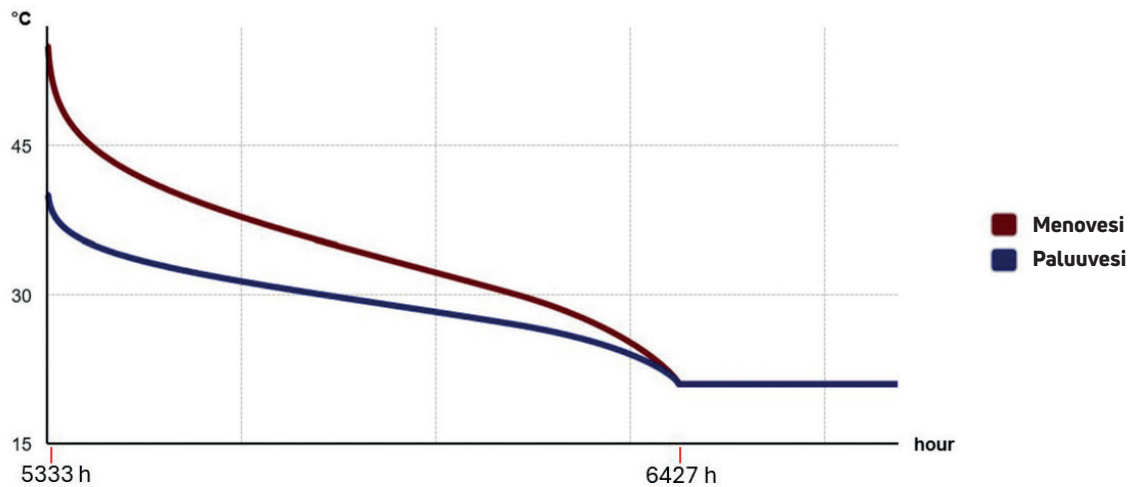
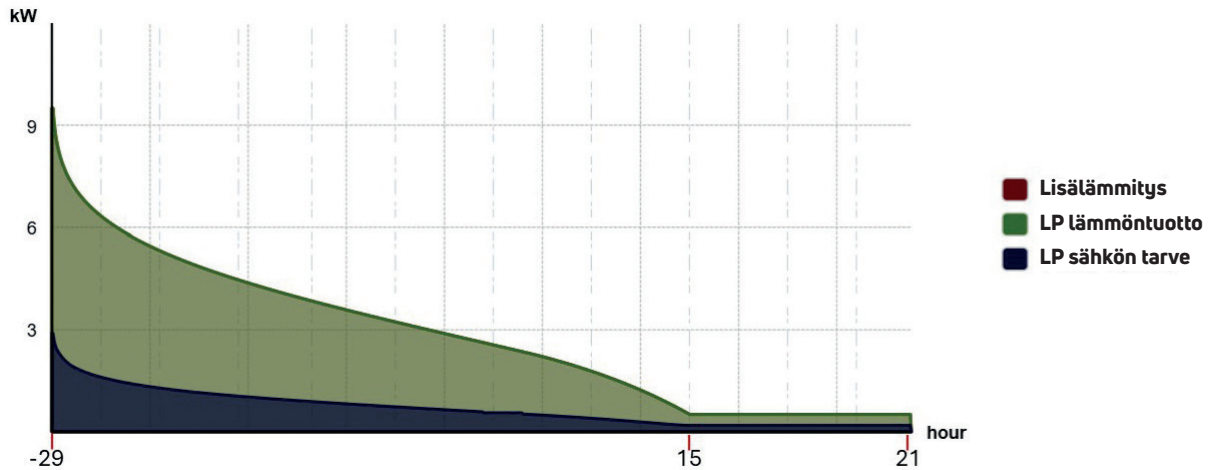


Ilma-vesilämpöpumppu 50/40/21-järjestelmä



Maalämpöpumppu 78/64/21-järjestelmä

Maalämpöpumppu 50/40/21-järjestelmä



Laskentatuloksen yhteenveto

Kun lämmitysjärjestelmän mitoitus 78/64/21°C muutetaan 55/40/21°C ja radioattorit vaihdetaan uusiin, paranevat suoritusarvot seuraavasti.

Ilma-vesilämpöpumppu:

Lämpöpumpun SPF	+19,7%
Järjestelmän SPFsystem	+17,2%
Ostosähkön säästö	17,2%

Maalämpöpumppu:

Lämpöpumpun SPF	+26,4%
Järjestelmän SPFsystem	+29,6%
Ostosähkön säästö	29,6%

Yhteenveto

Siirryttäessä vanhasta lämmöntuottojärjestelmästä, kuten öljyn, kaasun, sähkön tai kiinteän polttoaineen käytöstä, lämpöpumppulämmitykseen, on oleellisen tärkeää uudelleen mitoittaa radiaattorit matalalämpöjärjestelmään, jossa veden lämpötilat ovat 55°C tai sen alle. Tästä on merkittävää energiataloudellista hyötyä ja samalla radiaattorien koot pystytään muuttamaan entistä paremmin asennuspaikan mukaisiksi, jolloin myös radiaattoriasennuksen esteettinen ilme paranee. Tulee myös muistaa, että radiaattorien uudelleen mitoittaminen on osaavan LVI-ammattilaisen työtä, jossa sekä energiatekijät että esteettiset vaatimukset otetaan huomioon.

Esimerkkien mukaan keskikokoisessa 70-luvun omakotitalossa, jossa on valittu ulkoilmavesi-lämpöpumppu saavutetaan radiaattorien uusimisella noin 17% sähköenergian vuotuinen säästö, joka vastaa vallitsevilla sähkön kuluttajahinnoilla noin 250-300 € vuotuista säästöä. Kun taas lämmöntuottajaksi on valittu maalämpöpumppu, vuotuiset sähkön säästöt ovat noin 30% eli 400-450 €.

Uudet radiaattorit ovat varsin edullisia. Keskikokoisen radiaattorin kuluttajahinta on luokkaa 250-300 €. Kun omakotitaloissa radiaattorien lukumäärä on tyypillisesti 8-9, voidaan päätellä, että uusien radiaattorien energiataloudellinen hyöty antaa takaisinmaksuajaksi ulkoilma-vesilämpöpumpun kohdalla noin 10 vuotta ja maalämpöpumpun kyseessä ollessa noin 6-7 vuotta.

Eli takaisinmaksuajat ovat tyypillisesti puolet tai sen alle itse lämpöpumpun normaalista käyttöiästä, 15-20 vuotta.

On myös havaittu, että lämpöpumpun käyttöikä pitenee siirryttäessä matalalämpöjärjestelmään: Matalammat kompressorin puristuspaineet kuluttavat lämpöpumpua vähemmän.

Sähköenergian hinta on ilmeisimmin nousussa Suomessa, jossa sähkön kuluttajahinta on Euroopan alhaisimpia. Tulevaisuuden korkeampi sähkön hintataso puoltaa myös energiatehokkaampia ratkaisuja kuten matalalämpöjärjestelmään siirtymistä.

Energiasertifiointi on kannattava toimenpide, ei pelkästään lämmitysjärjestelmän uudelleen mitoituksen kannalta, vaan myös odotettavissa olevan parantuneen energialuokan antaman arvonnousun takia.

[illegible]



PURMO GROUP FINLAND OY

Tupakanakatu
68600 Pietarsaari
FINLAND
Tel. +358 6 7869111
www.purmo.fi

Tämän asiakirjan luomisessa on pyritty huolelliseen tarkuuteen. Asiakirjan osia ei saa kopioida ilman Purmo Groupin kirjallista lupaa. Purmo Group ei ota vastuuta mahdollisista virheistä tai seurauksista, jotka johtuvat asiakirjan tiedon käytöstä tai väärinkäytöstä. Purmo Group Finland pidättää oikeuden muutoksiin.

