



## RAKENNUSTIETO >

# Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> [rakennustieto.fi/rk/palvelut](https://rakennustieto.fi/rk/palvelut)

### Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

# Rakennusten lämmöntuotantotavat

Markku Lappalainen, Tekn. tri, arkkitehti  
Tietopalvelujohtaja, Rakennustieto Oy  
markku.lappalainen@rakennustieto.fi

Rakennusten kokonaisenergiankulutus koostuu lämmitysenergian kulutuksen lisäksi vedenlämmittämisen energiasta ja sähkönkulutuksesta (valaistus ja kotitaloussähkö). Rakennuskannan kasvun vuoksi rakennusten aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt tulevat kasvamaan, jos energiansäästötoimenpiteitä ei tehdä.

Määräysten muutokset 2010 vaikuttavat rakennusten suunnitteluun ja rakennusurakoihin lyhyesti seuraavasti:

1. Vaipan eristystaso paranee.
2. Lämmön talteenottoilaitteilla on oltava hyvä yli 45 % vuosihyötysuhde.
3. Rakennusten tiiviiden on oltava nykyistä parempi.
4. Ikkunoiden auringonsuojaus on suunniteltava kesäaikaisen jäädytystarpeen vähentämiseksi.

Suomen Rakentamismääräyskokoelman osien C3, D2 ja D3 vuoden 2010 muutoksilla pyritään rakennuksen lämmitysenergian kulutuksen vähentämiseen.

Vuodelle 2012 suunnitellut määräysten muutokset kohdistuvat rakennusten kokonaisenergian käytön ja primaarienergian tuotannon rajoittamiseen. Vuonna 2020 EU:ssa on tavoitteena, että kaikki uudet rakennukset ovat matalaenergiatasoisia. Samalla lisätään kiinteistöjen energian tuottoa uusiutuvilla energiamuodoilla, lähinnä maa- tai kalliolämmöllä, bio- ja aurinkoenergialla sekä tuulivoimalla.

## 1 Lämmön talokohtainen tuotanto

### Lämmöntuotanto ja tehontarve

Kaukolämpöä ja sähkölämmitystä lukuun ottamatta lämmitysenergian käyttömuodot perustuvat lämmön talokohtaiseen tuotantoon. Lämmityslaitteilla lämmitetään rakennuksen tilat ja myös lämmin käyttövesi. Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat mm. rakennuksen koko, käyttötarkoitus, energiantarve ja sijainti sekä tarjolla olevat lämmönlähteet.

Lämmönlähteenä voi olla

- kaukolämpö/alueämpö
- öljy, maakaasu, puu, pelletti, turve tai jokin muu kiinteä polttoaine

- sähkö
- maalämpö
- aurinko
- tuuli.

Erilaiset lämmönlähteet voivat täydentää toisiaan, esimerkiksi öljyä ja puuta voidaan polttaa vuorotain tai rinnakkain.

Kauko- tai aluelämmitys on todettu epätaloudelliseksi omakoti- ja haja-asutusalueilla. Yhtenä syynä on pientalojen vähäinen energiankulutus. Uuden omakotitalon lämmityksen ja lämpimän käyttöveden energiankulutus on vain noin 15 000 kilowattituntia vuodessa. Tämän energiamäärän toimittaminen kaukolämmitysjärjestelmällä on epätaloudellista suhteellisen suurien häviöiden ja verkoston korkeiden investointikustannusten takia.

Huolimatta siitä, että kauko- ja sähkölämmityksen osuus tulee mitä ilmeisimmin kasvamaan, huomattavan paljon rakennuksia jää edelleen lämmön talokohtaisen tuotannon varaan.

Lämmitettävien rakennuksen tehontarve vaihtelee vuoden aikana paljon. Tehontarpeen vaihtelut voivat olla hyvinkin nopeita ja hetkellisiä, ja ne voivat tapahtua toistuvasti lyhyin väliajoin.

Tehontarpeen määrittämiseksi on käytettävissä ulkolämpötilan pysyvyysskäyriä sekä runsaasti kokemusperäistä tietoa erityyppisistä, -kokoisista ja käyttötarkoitukseltaan erilaisista taloista. Kun kyse on muusta kuin omakotitalosta, on suositeltavaa, että riittävän aikaisessa vaiheessa otetaan yhteys LVI-suunnittelijaan.

Yhden perheen talossa suurin hetkellinen tehontarve syntyy käytettäessä lämpimintä vettä. Talon lämmityksen vaatima suurin teho on vain 5–8 kW:n suuruusluokkaa, kun lämpimän käyttöveden juoksaus voi aiheuttaa hetkellisesti 30–60 kW:n tehonkulutuksen.

Käyttöveden aiheuttamat tehohiput otetaan kattilan vesitilaan tai erilliseen varajaan varastoituneesta lämmöstä, joka varataan heti takaisin polttimen tehon ollessa yleensä noin 20 kW.

Tehohipujen suhteellinen suuruus on yleensä isoimmassa kiinteistöissä pieniä kiinteistöjä pienempi. Niitä tasoiittaa osaltaan vedenkäytön eriaikaisuus kulutuspisteissä.

Jos järjestetään vuoden hetkelliset tarvittavat tehot suuruuden mukaan, saadaan tehontarpeen py-

syvyyssä. Tämä ei pysy vakiona samassakaan kiinteistössä, vaan vaihtelee vuodesta toiseen, joten sen tarkkaa muotoa ei voi – eikä tarvitse – yleensä tietää.

Pysyvyyssä käytössä mm. jaettaessa tehoa useammalle kattilalle. Muuten riittää yleensä, että määritetään suurin tarvittava teho. Huipun käyttöaika, joka yksittäisen kiinteistön lämmityksessä on noin 1750–2500 tuntia, kuvaa mm. pysyvyyssäikäyrän muotoa.

Isoilla kiinteistökatkilla on yleensä hieman parempi hyötysuhde kuin pienemmillä. Hetkelliset, jatkuvan käynnin hyötysuhteet vaihtelevat öljykattiloilla 90:stä 94 %:iin ja kiinteän polttoaineen kattiloilla 70:stä 80 %:iin, jos kattila toimii nimellisteholla.

Merkittävästi kokoa (tehoa) enemmän kattilan hyötysuhteeseen vaikuttavat oikea mitoitus, kattilan ja öljypolttimen tai kattilan ja kiinteän polttoaineen keskinäinen sopivuus, kattilan eristystaso ja tehontarpeen pysyvyyssäikäyrän muoto. Oikein mitoitettussa poltinkattilayhdistelmässä (yksi suutin, ei itsekseen säätävä) hetkellinen hyötysuhde on periaatteessa paras laitteen toimiessa täydellä teholla. Hyötysuhde on siten huonompi polttimen toimiesä jaksottain eli osateholla.

Vuosihyötysuhde hyvällä pienellä 20 kW:n kattilalla on noin 80 %, suurilla 85 %. Kiinteän polttoaineen kattilan vuosihyötysuhde on noin 55–65 %, jos kattila on hyvä (hyötysuhde polttoaineelle sopiva) ja oikein mitoitettu (tarvittavaan tehoon nähden).

## Tehohuipun leikkausmahdollisuudet

Tehohuiput saadaan leikatuiksi, jos käytetään lämmön välivarastointia. Tehohuipun leikkaus tarkoittaa tässä sitä, että kulloinkin tarvittava lämpö on käytettävissä (saatavissa) huolimatta laitteiden alimitoituksesta tehon suhteen.

Lämmön välivarastointia käytetään yleensä silloin, kun on kyse pienistä energiamääristä. Tällöin varastointi on vielä sekä investointi- että käyttökustannuksiltaan edullista. Olosuhteiden ja tilanteen mukaan jopa 10 000 litran vesivaraaja saattaa olla energiataloudellisesti kannattava ja perusteltu ratkaisu. Lämpövarastointiin hyöty ja säästöt sekä kustannukset on laskettava tapauksittain.

Kiinteätä polttoainetta käytettäessä tehohuiput kannattaa tuottaa öljyllä jopa 50 %:n suhteellisesta tehosta ylöspäin, jos kiinteistö on niin iso, että kahden kattilan investointi on kannattavaa. Tehohuiput voidaan hoitaa myös käyttämällä sähkötehoa. Tämä on halpa ja näppärä tapa, mutta saattaa käytännössä kaatua sähköjakelu-yhtiön vastustukseen.

Kiinteän polttoaineen kattilalla ei alimitoitusta lie-nä ongelmaa, mutta ylikuormitus on yleensä mah-

dollista. Tavallisesti se on mahdollista myös öljykattila-poltin yhdistelmillä.

Tehohuiput voidaan jättää ajamattakin ja olla ilman tällöin tarvittavaa energiaa. Asumismukavuuteen parin asteen huonelämpötilan pudotus parin viikon aikana ei vielä paljon vaikuta, kunhan se ei tule yllätyksenä. Tarkkaa kattilatehdon mitoitusta ei siis tarvitse pelätä, vaan sen pitäisi olla tavoite. Perinteinen moninkertainen ylimitoitus ei ole energiataloudellisesti perusteltavissa.

## Jaksoittaisen lämmityksen aiheuttamat lisävaatimukset

Toimiakseen huomaamattomasti jaksottainen lämmitys, osa-aikainen lämpötilan nosto, edellyttää, että huoneen pintamateriaalien lämpökapasiteetti on pieni. Massiiviset rakenteet, joissa on suuri lämpökapasiteetti, hidastavat säätöä ja haittaavat siten jaksottaista lämmitystä. Niin sanotulla ilmalämmitys-järjestelmällä jaksottainen lämmitys käy helposti. Periaatteessa normaalisti tehomoitottu kattilalaitos riittää tämän tapaisen säätöön muulloin kuin aivan kovimmilla pakkasilla.

Mitä suurempi ja pitkäaikaisempi lämpötilan pudotus ja mitä suurempi lämmönkulutus on lämpötilan nostamisen aikana, sitä suurempi on lämmitystehon ylimitoitustarve. Muuten lämpötilan nostoon tarvitaan pitkä aika.

Rakennuksessa, jossa ei oleskella, voidaan ulkoilman otto ja ilmanvaihto pitää lämpötilan nostoaikana pysähdyksissä, jolloin sen normaalisti tarvitsema teho on käytettävissä lämpötilan nostoon. Kattilatehdon ylitystehtävien ei siten ehkä aina ole tarvetta.

## Puulämmitys-järjestelmä

Nykyaikaiset puulämmitys-järjestelmät toimivat lähes yhtä hyvin kuin tavanomaiset öljy- tai kaasujärjestelmät, mutta niiden kattila ja polttoainevarasto vaativat paljon tilaa. Polttoainetta toimittaville ajoneuvoille on järjestettävä helppo pääsy tontille. Hyvä ratkaisu olisi rakentaa kokonaan erillinen lämpökeskusrakennus, jolloin sen vaatimukset voitaisiin ottaa paremmin huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Arkkitehdin ja muiden suunnittelijoiden hyvällä yhteistyöllä on tässä erittäin tärkeä osuus.

Viime aikoihin asti puupolttoaineen luotettava saanti on edellyttänyt jonkinlaista omaa organisoitua. Onneksi tilanne on tältä osin parantunut huomattavasti. Esimerkiksi puupellettien tuo markkinoille mahdollisesti korkealaatuisen polttoaineen saannin. Nykyisin puupellettejä valmistetaan useissa tehtaissa Suomessa ja sitä voidaan tilata helposti mm. internetin välityksellä. Samoin puubrikettejä on saatavilla valtakunnallisten polttoainevälittäjien kautta ja suoraan brikettien valmistajilta. Lista puu-

polttoaineiden toimittajista löytyy mm. nettisivuilta [www.bioheat.info](http://www.bioheat.info).

On hyvin tärkeää valita oikeatehoinen kattila, jotta saadaan toimiva ja taloudellinen järjestelmä. Erityisesti hyvin eristetyissä nykyaikaisissa rakennuksissa lämmitysjärjestelmät ovat yleensä ylimitoitettuja.

Jos vanhassa rakennuksessa siirrytään puulämmitykseen, aikaisempi polttoaineenkulutus on paras perusta laskettaessa tulevia vaatimuksia ja lämpökuormaa. Oikea lämmityskuorma voidaan laskea nettoenergiantarpeesta (polttoaineenkulutus kerrottuna arvioidulla kattilan hyötysuhteella) ja jakamalla se huipun käyttöajalla, joka riippuu paikallisesta ilmastosta ja rakennuksen käytöstä. Puupolttoainetta käyttävien laitteiden investointikustannukset ovat korkeat, joten laitteiden mitoittaminen täydelle teholle ei ole monestikaan järkevää.

Nyrkkisäntönä voidaan pitää, että puunpoltto-laitteisto mitoittetaan puoleen rakennuksen huiputehontarpeesta. Tällöin puulla voidaan tuottaa n. 90 % vuotuisesta kokonaisenergiasta. Nykyisen lämmitysjärjestelmän korvaamisen yhteydessä on erittäin suositeltavaa tehdä muitakin parannuksia rakennuksen energiatalouteen, jolloin uusi järjestelmä voidaan sovittaa saneerauksen jälkeiseen pienempään tehovaatimukseen ja säästää sillä tavalla investointikustannuksissa.

Pelleteillä ja hakkeella on erilaisia ominaisuuksia. Polttoaineen valinta riippuu suuresti paikallisista olosuhteista. Mieluimmin olisi asennettava järjestelmä, jossa voidaan käyttää molempia polttoaineita ja joka reagoi siten joustavasti tuleviin markkinatilanteisiin. Tosin tällä tavalla jää hyödyntämättä pellettien hyvät käsittelyominaisuudet. Seuraavassa vertaillaan hakkeen ja pellettien hyviä ja huonoja ominaisuuksia.

Hake:

- + paikallinen saatavuus
- + tuotannon suotuisa vaikutus paikallisiin työmarkkinoihin
- + halvempaa kuin pelletit
- vaatii suuren varastotilan
- polttoaineen hyvä ja yhtenäinen laatu on tärkeää, mutta mahdollisesti vaikea saavuttaa
- järjestelmän käyttö ja kunnossapito vaatii enemmän työtä.

Pelletit:

- + standardoitu polttoaine – parempi luotettavuus
- + pienempi polttoainevarasto
- + huolto ja kunnossapito vaativat vähemmän työtä
- suuremmat polttoainekustannukset
- vähemmän hyötyä paikalliselle taloudelle.

Varasto olisi suunniteltava siten, että polttoainetta voidaan toimittaa kipattavalla ajoneuvolla, jos käytetään haketta. Pelletit toimitetaan usein puhalusautolla, joka vaatii erityisratkaisuja polttoainevarastolta. Maanpinnan yläpuolella sijaitsevien pellettisilojen etuna ovat pienet kustannukset.

## 2 Sähkölämmitys keskuslämmityksessä

### Sähkökattilalämmitys

Käytettäessä lämmönjakoon vesi- tai ilmakekuslämmitystä voidaan lämmöntuotto perustaa sähkökattilaan. Järjestelmä soveltuu vanhan keskuslämmityslaitteiston täydentämiseen sähkölämmityksellä sekä uudisrakennukseen.

Kun sähkövastussauvat sijoitetaan polttoainekattilan vesitilaan, saadaan siitä samalla sähkökattila. Lämmitys tapahtuu suoraan kattila- ja lämmitys-piiriin veteen, johon kytketyn lämmönsiirtimen eli kierukan kautta lämpiää myös käyttövesi. Kattilaan sijoitetun sähkövastuksen teho valitaan käyttötarpeen mukaan. Jos sähkölämmitystä käytetään vain varajärjestelmänä, riittää noin puolet rakennuksen lämmitystekon tarpeesta. Keskkokoisessa omakotitalossa tämä tarkoittaa 3–9 kilowatin lämmitintä, jonka kytkentään tarvitaan myös sähkölaitoksen lupa sekä ammattitaitoinen sähköasentaja. Kun kattilassa olevalla sähkövastuksella halutaan huolehtia koko talon tarpeista, tapahtuu mitoitus normaalin lämmöntarvelaskelmien mukaan. Tämän lisäksi on käyttöveden lämmitystä varten lisättävä lämmitinteho 1–2 kW asuntoa kohden kattilan vesitilavuuden mukaan.

Sähkökattilapaketin kokoonpano voi muodostua kahdella tavalla. Tavanomaisempi ratkaisu on sijoittaa sähkövastuselementit 200–300 litran vesitilaan, jossa on myös käyttöveden lämmönsiirrin. Toinen tapa on lämmitys- ja käyttöveden valmistus erillään, jolloin on käytössä putkistolämmitin ja käyttövesivaraaja. Tämä ratkaisu on käyttöveden riittävyuden suhteen varmempi, koska kattilassa on jatkuvasti lämmintä käyttövettä 100–200 l. Tämä ”puskuritilavuus” pystyy kattamaan lyhyet käyttöhuiput, joita syntyy saunomisen tai peseytymisen yhteydessä.

### Varaajalämmitys

Vesivaraajaa on käytetty yleisesti 60-luvulta lähtien yösähköllä tuotetun lämmön varastointiin. Varaajan voi liittää vesi- tai ilmakekuslämmitykseen, mutta myös vesiputkistolla toteutettu lattialämmitys soveltuu hyvin. Mitä alhaisemmassa lämpötilassa lämmönluovutus asuntoon voidaan toteuttaa, sitä paremmin vesivaraajan varauskapasiteettia voidaan käyttää hyödyksi. Vesivaraajan käyttö yleistyi vanhan vesikeskuslämmityksen yhteydessä. Tuolloin

vanha kattilalaitteisto on voitu jättää vara- ja huipulaitteeksi, ja peruslämmitys on siirretty yösähköle.

Täysin varaavan järjestelmän toteutukseen pätevät seuraavassa luvussa Käyttöveden lämmitys esitetyt yksityiskohdat varaajasta ja oheislaitteista, lukuun ottamatta vesisäiliön tilavuuden määrittystä sekä sähkölämmitystehon mitoittamista. Osittain varaavassa järjestelmässä varaajatilavuus on vain puolet täysin varaavan järjestelmän mitoituksen vaatimasta vesimäärästä.

Osittain varaavan sähkölämmityksen mitoitus perustuu siihen, että lämmitysteho sekä varaajan kapasiteetti riittävät yösähköä käytettäessä noin  $-5\text{...}-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n ulkolämpötiloilla. Tätä kylmempinä ajanjaksoina joudutaan varaajaa lämmittämään myös päiväsähköllä tai kattilalla.

Lämmönvaraajan huolellinen eristäminen on koko järjestelmän taloudellisen toiminnan kannalta tärkeä asia. Mineraalivillaa käytettäessä lämpimissä tai puoliämpimissä tiloissa eristyskerroksen paksuuden tulee olla 200–300 mm, jotta päästään alle kymmenen prosentin lämpöhäviöihin. Pinnoitteeksi sopii joko alumiinipaperi tai -pelti. Eristys on paksumi yläpinnassa, koska se on varaajan lämpimän osa. Jos sijoituspaikka on matala, voidaan alapinnan eristystä ohentaa alle puoleen yläpintaan verrattuna.

## Käyttöveden lämmitys

### Lämminvesivaraaja

Käyttövesi lämmitetään suoran sähkölämmityksen yhteydessä erillisellä lämminvesivaraajalla, joka voi olla yhteinen koko asunnolle tai hajautettu kulutuksen painopisteiden mukaan. Yleensä sähkölaitosten lämmitystariffissa on kaksoiakahinnoittelu, jolloin käyttöveden lämmittäminen yöaikana on perusteltua.

### Lämminvesivaraajan ja poistoilmapuhaltimen yhdistelmä

Tarjolla on myös lämminvesivaraajan ja poistoilmapuhaltimen yhdistelmä, jossa pieni lämpöpumppu siirtää lämpöä poistoilmasta käyttöveteen. Järjestelmä on koottu tavallisen komeron kokoiseen (600 mm x 600 mm) peltikaappiin, johon kytketään poistoilmakanavat, käyttövesiputkisto ja sähköliitäntä. Järjestelmään kuuluu runsaan 200 litran käyttövesivaraaja, jonka lämpötilan lämpöpumppu kohoittaa runsaaseen  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ :seen. Tarvittaessa saadaan apuvastuksilla lisälämmitystä, koska käytetyllä lämpötilatasolla ei varaajan lämpökapasiteetti riitä keskikokoista suuremman perheen saunomistarpeeseen.

Vedenlämmittimen kokoa määriteltäessä ovat lämpimän käyttöveden tarve ja sähkötariffi merkit-

tävimmät tekijät. Lämminvesivaraajan lämmitystehoa ja kokoa ei ole syytä ylivoimistaa, koska se aiheuttaa turhia hankinta- ja käyttökustannuksia. Keskikokoisen perheen (3–4 henkeä) käyttöveden energiantarve vaihtelee 5–20 kWh:iin vuorokaudessa viikonpäivän mukaan ja on noin 3500 kWh:iin vuodessa.

### Mitoitus

Vedenlämmittimen tilavuuden karkeana ohjearvona voidaan pitää 50 litraa henkeä kohden. Hankittaessa vain yksi vedenlämmitin tilavuuden ohjearvo on 4-henkiselle perheelle 200 litraa jatkuvalämmittisenä.

Tarvittavan varaajan tilavuus määräytyy karkeasti lämmitystehosta niin, että 7,5 kW:n lämmitystehoa vastaa yhden kuution vesitilavuus. Varaajakokoa valittaessa on muistettava, ettei kotimaisen polttoaineen kattilan liittäminen järjestelmään yleensä vaadi vesitilavuuden lisäämistä.

### Varaajan valinta ja eristys

Lämmittimen tarvitseman lämmitysvastuksen mitoitus on riippuvainen käyttövastasta. Nyrkkisääntönä pätee, että 1 kW:n lämmitysteholla lämpiää 10 l vettä tunnissa (lämpötilan kohoaminen  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Omakotitalon 300 litran käyttövesivaraajassa riittää 3 kilowatin sähkövastus lämmittämään säiliön yösähkön toimitusaikana täyteen varaukseen vesijohtoveden lämpötilasta. Käytännön mittauksissa on todettu, ettei todellinen tehontarve ole juuri koskaan ollut näin suuri. Jos sähkölämmityksen kokonaistehon takia on eduksi laskea mitoittamista, normaalikäyttöön riittää mainitulla varaajakoolla 1,5 kilowatin lämmitinteho.

### Käyttövesivaraajan sijoitus

Käyttövesivaraajia on tarjolla kaapiston moduulimitoitukseen sopivina yksikköinä, jotka voidaan sijoittaa esimerkiksi osaksi keittiö- tai kylpyhuonekaapistoa.

Toinen vaihtoehto on varastoon tai aputilaan sijoitettava malli, joka on muodoltaan lieriö. On suositeltavaa sijoittaa käyttövesivaraaja mahdollisimman keskeiselle paikalle suhteessa kulutustarpeisiin.

Käyttövesiputkiston hankintakustannuksia merkittävämpi tekijä asennuspaikan valinnassa on käytön aikaiset lämpöhäviöt veden siirrossa. Pitkissä, noin kymmenen metrin putkistovedoissa tapahtuu päivän aikana pahimmassa tapauksessa yli kahdenkymmenen prosentin lämpöhäviöt suhteessa käyttöveden energiantarpeeseen. Käytännössä tämä häviölämpö jää hyödyttömänä rakenteiden lämmitykseen.

Ellei talon suunnitteluvaiheessa ole mahdollista sijoittaa käyttövesipisteitä kohtuullisen suppealle alueelle, on useamman käyttövesivaraajan hankin-

ta varteenotettava vaihtoehto. Laskelmilla voidaan esittää, että yli 7–8 metrin siirtoetäisyyksillä erillisten vedenlämmittimien hankinta on taloudellista. Tällöin kukin varaaja mitoitetaan käyttötarpeidensa mukaan. Ellei usean varaajan sijoittaminen ole mahdollista, on taloudellisesti perusteltua asentaa lämminvesiputkistoon saattolämmityskaapeli, joka automaattisesti säilyttää putkiston lämpötilatason halutussa noin 58–60 °C:n lämpötilassa.

### 3 Lämpöpumppulämmitys

Lämpöpumput ottavat talon ympäriltä uusiutuvaa energiaa jopa 75 % talon tarpeista. Niiden ansiosta Suomen uusiutuvan energian käytön määrää voidaan lisätä 5–10 TWh vuodessa, mikä on neljännes Suomen 30 TWh:n lisäystavoitteesta.

Maamme vajaan 300 000 öljy- ja noin 700 000 sähkölämmitteisen talon siirtyminen lämpöpumpuihin laskee öljyn ja sähkön käyttöä merkittävästi. Tällä hetkellä Suomen 150 000 lämpöpumppua hyödyntävät uusiutuvaa energiaa 1–2 TWh vuodessa. Niitä asennetaan tänä vuonna lisää yli 50 000 kpl. Vuoteen 2020 mennessä meillä on jo nykyisillä vuotuisilla asennusmäärillä 800 000 lämpöpumppua. Niillä saadaan 5–10 TWh vuodessa uusiutuvaa energiaa talojen ympäriltä.

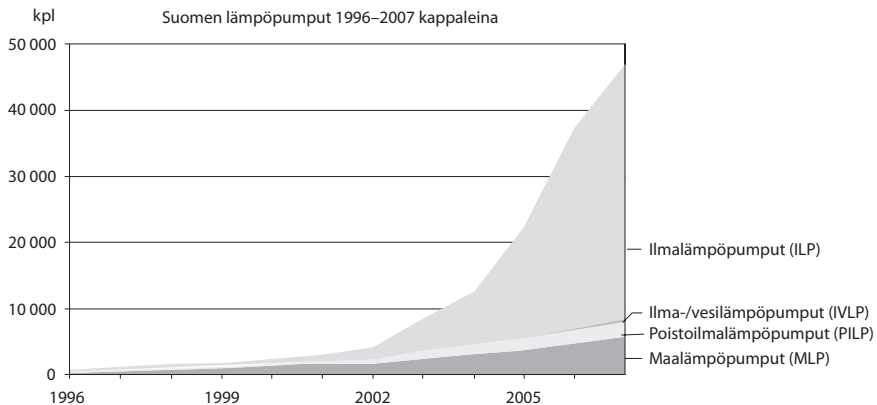
Öljylämmityksen tavoin lämpöpumppulämmitys on keskuslämmitys. Lämpö siirretään joko veden tai ilman välityksellä huoneisiin. Lämpöpumppu toimii sähköllä, mutta tarvitsee sitä vain pienen osan suoran sähkölämmityksen vaatimasta määrästä. Lämpöpumpun toimintaa verrataan usein jääkaappiin.

Jääkaapin jäähdystykoneisto ottaa lämmön kaapin sisältä lämpötilasta +4–5 °C ja poistaa eli ”pump-paa” sen ulkopuolelle lämpötilassa 30–40 °C. Lämpöpumpun koneisto on toiminnaltaan samanlainen, mutta teholtaan huomattavasti suurempi eli noin 4 kilowattista ylöspäin. Jääkaapin koneiston teho on vain muutamia kymmeniä watteja, siis vain alle sadasosa lämpöpumpun tehosta.

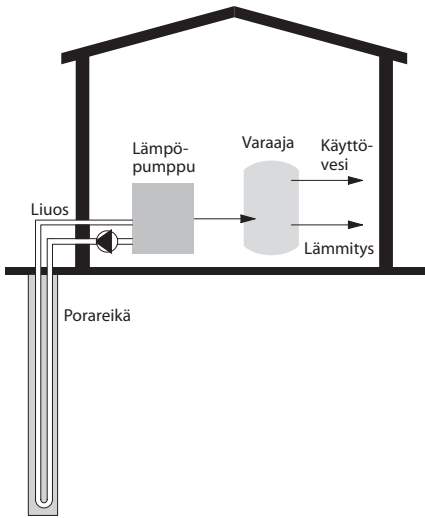
Lämpöpumpun toiminta perustuu koneistossa kiertävän aineen, ns. kylmäaineen höyrystymiseen ja lauhuttamiseen. Höyrystyminen vaatii lämpöä, joka otetaan höyrystimessä matalassa lämpötilassa, esimerkiksi maahan sijoitetussa putkistossa kiertävästä liuoksesta. Näin syntyvä höyry puristetaan kompressorilla korkeampaan paineeseen, jolloin se myös lämpiää. Korkeapaineinen lämmin höyry jäähdytetään lauhduttimessa, jossa se nesteytyy. Vapautuva lämpö lämmittää lauhduttimen läpi virtaavan veden tai ilman. Neste palautetaan höyrystimeen laskemalla sen paine paisuntaventtiilissä. Puristus vaatii kompressorissa energiaa, mitä saadaan sähkömoottorista. Lisäksi esimerkiksi maalämpöpumppu kuluttaa sähköä liuosta kierrättävässä pumpussa sekä hiukan säätölaitteissa.

Lämpöpumpun tehokkuutta mitataan lämpökertoimella, joka on saadun lämmitystehon suhde tarvittavaan sähkötehoon. Niinpä lämpökertoimella 3 saadaan jokaista 1 kW:n sähkötehoa kohti lämpötehoa 3 kW. Vastaavasti energiamäärinä mitattuna saadaan jokaista kulutettua 1 kWh:n sähköenergiaa kohti lämpöä 3 kWh. Erotus otetaan esimerkiksi maasta.

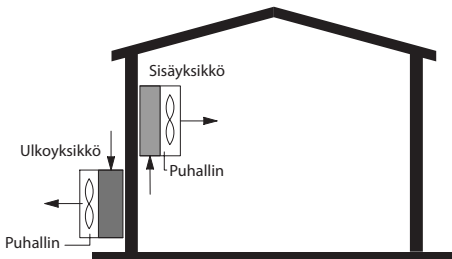
Joskus valmistajat ilmoittavat korkeitakin – jopa yli 4:n – lämpökertoimia. Nämä kuitenkin ovat edullisimpiin olosuhteisiin perustuvia ääriarvoja, jotka



Kuva 1. Lämpöpumppujen määrä on lisääntynyt Suomessa viime vuosina merkittävästi. Vuonna 2020 lämpöpumppuja odotetaan olevan jo noin miljoona.



Kuva 2. Maalämpöpumppu (porakaivo).



Kuva 3. Ulkoilmalämpöpumppu.

## Maalämpöpumppu

Maasta lämpö siirretään lämpöpumppuun liuoksen välityksellä. Aiemmin yleisin lämmönoton tapa oli vaakasuoraan noin metrin syvyyteen sijoitettu putkisto. Koska maaperän laatu ja käytettävissä oleva pinta-ala rajoittavat putkiston käyttömahdollisuuksia, on ns. lämpökaivo nopeasti yleistynyt viime vuosina. Aivan vastaavalla tavalla lämpöä otetaan järvestä. Lämmönottoputkisto sijoitetaan järven pohjalle ja lämpöä siirtyy pohjasedimentistä sekä vedestä liuokseen.

Maaputkistosta tulevan liuoksen lämpötila laskee keskitalvellakin vain hieman alle 0 °C:n. Lämpöpumppu toimii siis melko edullisissa olosuhteissa. Tehokkaan toiminnan edellytyksiä parantaa myös lattialämmitys, jossa verkostoon menevän veden lämpötila on alhainen.

Maalämpöpumppujärjestelmällä voidaan myös jäähdyttää sisätiloja kierrättämällä maasta tulevaa viileää liuosta tuloilmanvaihtokoneessa sijaitsevan jäähdytyspatterin läpi.

## Ulkoilmalämpöpumppu

Myös kylmästä ulkoilmasta saadaan lämpöä jäähdyttämällä sitä muutamalla asteella. Kuitenkin lämpötilan laskiessa alle -15...-10 °C:n lämpöpumpun tehokkuus (lämpökerroin) pienenee niin paljon, ettei ulkoilmasta enää ole järkevää ottaa lämpöä. Tällöin tarvitaan lisäksi jokin toinen lämmitysjärjestelmä, jonka teho riittää yksin lämmittämään talon myös kovilla pakkasilla.

Ulkoilmalämpöpumppu koostuu tavallisimmin kahdesta yksiköstä. Ulkoyksikkö sisältää ilmasta lämpöä ottavan patterin (höyrystimen), kompressorin sekä automatiikkaa. Sisäyksikössä on puhallinpatteri (lauhdutin), joka kierrättää lämmitettävää ilmaa. Usein puhaltimessa on useita tehoportaita, tarkoituksena lähinnä vähentää puhallinääntä pienen lämmöntarpeen aikana.

Ulkoilman jäähdytys saa ilman sisältämän kosteuden huurtumaan lämpöä ottavan höyrystimen pinnoille. Huurtuminen on voimakkainta ulkolämpötilan ollessa 0 °C:n seutuvilla. Koska huurre haittaa lämmön siirtymistä ja ilman virtausta, se on ajoittain poistettava sulattamalla. Sulatus toimii automaattisesti, joskin muutamissa lämpöpumpumalleissa on ollut tässä ongelmia. On tärkeää valita pohjoismaisiin olosuhteisiin suunniteltu lämpöpumppu.

Sekä ulko- että sisäyksikön sijoituksessa on myös muistettava ottaa huomioon ääni, jonka puhallin ja kompressorin synnyttävät. Ulkoyksikköä ei kannata sijoittaa esimerkiksi makuuhuoneen ikkunan lähelle.

Ulkoilmalämpöpumppu voi luovuttaa lämmön joko ilmaan tai lämmitysverkostossa kiertävään

käytännössä toteutuvat harvoin. Lisäksi pitää muistaa, että olosuhteet vaihtelevat vuoden aikana, samoin lämpöpumpun toiminta-arvot. Tärkein aika on suurimman lämmön tarpeen aika eli talvikausi. Toiminta-arvot tulisi ilmoittaa keskimääräisissä olosuhteissa. Tarkasti vertailukelpoisia arvoja saadaan vain normien mukaan tehdyillä laboratoriomittauksilla. Tarkoituksena on laadittu eurooppalainen normi (EN 255). Tavallinen vuotuisen keskimääräisen lämpökertoimen eli vuosilämpökertoimen taso vaihtelee tavanomaisissa käyttöolosuhteissa arvon 3 molemmin puolin.

Lämpöpumppua ei kannata mitoittaa enimmäislämmöntarpeelle. Kovilla pakkasilla käytetään lisäksi sähkölämmitystä.

veteen. Ilmajärjestelmän sisäyksikkö pitää sijoittaa tilaan, jossa laitteen aiheuttama vähäinen ääni ei häiritse. Ilman on myös päästävä esteettä leviämään lämmitettäviin tiloihin. Tilojen välillä on oltava avoin yhteys.

Ilmalämpöpumpun säädön pitää toimia yhdessä muun lämmitysjärjestelmän kanssa niin, että lämpöpumppu tuottaa mahdollisimman suuren osan lämmöstä. Siten esimerkiksi sähkölämmityspattereiden termostaatit pitää säätää kytkemään lämmitys päälle hieman alemmassa lämpötilassa, kuin missä lämpöpumppu alkaa toimia. Jottei huone-  
lämpötila vaihtelisi liikaa, on lämmittimien termostaattien oltava laadukkaita.

Ilmalämpöpumpun asennus on yksinkertaista, koska tarvitaan vain ulko- ja sisäyksikön asentaminen ja niiden välisen putkituksen sekä kaapeloinnin kytkeminen. Tietenkin tarvitaan myös kytkentä sähköverkkoon.

### Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu ottaa lämpönsä rakennuksesta koneellisesti poistettavasta ilmanvaihtoilma-  
toilmasta. Jos rakennuksessa ei ole koneellista tuloilmajärjestelmää, korvausilma tulee sisään esimerkiksi ikkunarakojen tai erityisten ulkoilmaventtiilien kautta. Ulkoilman tulo on suunniteltava ja tehtävä oikein vetohaittojen välttämiseksi. Lämpöpumppu on ainoa tapa ottaa poistoilman lämpöä talteen rakennuksessa, jossa ei ole koneellista tuloilmajärjestelmää.

Lämpöpumppu vaatii jatkuvan poistoilmavirran, joka on noin 0,5 kertaa rakennuksen ilmatilavuus tunnissa, esimerkiksi 400 m<sup>3</sup>:n rakennuksessa 200 m<sup>3</sup> tunnissa. Tämän vuoksi rakennuksen ilmanvaihto voi lisääntyä, koska sitä ei voida vähentää tai pysäyttää poissaolon ajaksi. Hyötynä on kuitenkin hyvä sisäilma, mikä ei ilmanvaihdon huonon toimivuuden takia ole vanhoissa rakennuksissa tavallista.

Poistoilmasta saadaan vain osa tarvittavasta lämmitystehosta eli 2–3 kW. Loppu on tätä suuremman lämmitystarpeen aikana tuotettava lisälämmityksellä, mikä tapahtuu normaalisti lämpöpumppuun valmiiksi asennetuilla sähkövastuksilla.

Lämpöpumppu toimii tasaisissa olosuhteissa, jotka antavat lämpöpumpulle korkean lämpökerroimen. Koska kuitenkin vain osa lämmöstä tulee lämpöpumpusta, on vuotuinen säästö verrattuna suoraan sähkölämmitykseen 50–60 %.

Poistoilmalämpöpumppu voi toimia useammalla tavalla:

1 Lämpöpumppu lämmittää vain käyttöveden. Teho on pieni ja poistoilmaa jäädytetään vain vähän.

2 Lämpöpumppu lämmittää lämmitysjärjestelmän vettä sekä mahdollisesti myös käyttövettä. Myös koneellisen ilmanvaihdon tuloilman lämmitys on mahdollinen.

3 Lämpöpumppu lämmittää ilmalämmityksen ilmaa ja mahdollisesti myös käyttövettä. Tällainen lämpöpumppu on usein valmis ilmalämmityskeskus, joka sisältää kaiken tarvittavan, käyttövesivaraaja mukaan lukien. Hyvin suunniteltu ja rakennettu ilmalämmitys on viihtyisyydeltään korkeatasoinen, koska palautusilma voidaan myös puhdistaa.

Kulutusero sähkölämmittämisen talon ja lämpöpumpputalon välillä voi olla vähäinen. Tähän on seuraavia syitä:

- Lämpöpumppu ei vaikuta taloussähkön kulutukseen, joka voi olla noin neljäsosa talvikauden kulutuksesta.
- Lämpöpumput eivät lämmitä käyttövettä kokonaan, vaan lisäksi tarvitaan usein lisälämpöä.
- Sähkölämmitystalot on kalliin lämmitysenergian takia yleensä eristetty paremmin kuin muut talot.
- Sähkölämmityksessä käytetään varaavaa takkaa lämmittämiseen enemmän kuin muissa taloissa. Sähkölämmitystalossa puun osuus voi olla 10–15 % suurempi kuin muissa taloissa.

### Suuret lämpöpumput

Lämpöpumpun käytöllä voidaan lukuisien matalalämpötilaisten lämmönlähteiden energiaa ottaa talteen ja käyttää esimerkiksi lämmitystarkoituksiin. Lämpöpumppu soveltuu käytettäväksi asuintalojen lämmityksen lisäksi mm. liike- ja viristorakennuksissa, teollisuuslaitoksissa sekä kaukolämpöön.

Asuinkerrostalojen ilmanvaihdon poistoilmasta voidaan siirtää energiaa lämpöpumpun avulla lämmitysjärjestelmään sekä käyttöveden lämmitykseen. Tällöin poistoilman energiaa voidaan hyödyntää myös lämpimänä vuodenaikana.

Liike- ja viristorakennusten ilmanvaihdon poistoilman energiaa voidaan käyttää lämpöpumpun energialähteenä. Mahdollisia käyttökohteita ovat tuloilman esilämmitys sekä käyttöveden lämmitys.

Teollisuusprosesseissa syntyy runsaasti 20–50 °C:n jätelämpöä, jonka lämpötila voidaan korottaa 50–100 °C:seen. Tällöin energian käytettävyyttä prosessiin ja lämmitystarpeisiin on hyvä. Lämpöpumpun tehoa voidaan kohottaa ja säädettävyyttä parantaa käyttämällä monipiiristä järjestelmää.

Kuivatus, haihdutus ja tislaus ovat yleisiä teollisuusprosesseja, joihin lämpöpumppu soveltuu. Teollisuus, jossa esiintyy yhtäaikaista jäädytys- ja lämmitystarvetta, on luonnollisesti erittäin sovelia lämpöpumpun sovellusalue. Teollisuusprosesseissa syntyvien jätelämpöjen energiaa kannattaa ottaa tal-



teen muilla talteenottomenetelmillä niissä tapauksissa, joissa energianlähteen lämpötila on riittävän korkea käytettäväksi sellaisenaan. Uimahalleissa voidaan käyttää lämpöpumppua esimerkiksi veden lämmitykseen ottamalla lämmitysenergia ilmasta, jolloin järjestelmällä voidaan kuivattaa halli-ilmaa.

Lämpöpumppua voidaan käyttää kaukolämmityksessä esimerkiksi seuraavilla tavoilla:

- suora käyttö
- kaukolämpöverkoston tehon parantaminen
- kaukolämmön kaukosiiro.

Suorassa käytössä korvataan lämmityslaitos lämpöpumppulaitoksella. Mahdollisena lämmönlähteenä on asutustaajamissa jätevesi (10–25 °C).

Kaukolämpöverkoston kapasiteettia voidaan parantaa suurentamalla lämpötilaeroa meno- ja paluupuolen välillä jakeluverkoston kuormitetussa solmukohdassa. Tällöin pyritään säästämään uuden siirtoputkiston rakennuskustannuksia sekä lämmön kehittämiseen ja kierrättämiseen kuluva energiaa.

Kaukolämmön kaukosiiroilla pyritään parantamaan voimaloiden hyötysuhdetta siirtämällä lauhdutusveden lämpö asutus- ja teollisuustaajamiin, jossa lämpöpumppu ottaa energiaa lauhdutusvedestä ja siirtää sen jakeluverkkoon.

## 4 Aktiivinen aurinkoenergia

Aurinkolämmitysjärjestelmä voi olla aktiivinen tai passiivinen. Aurinkoenergia ei vaikuta peruslämmönlähteen mitoittamiseen, sillä keräimestä ei saada talvikuukausina juuri lainkaan energiaa. Sopiva keräimen koko riippuu mm.

- keräimen tehokkuudesta
- lämmitysjärjestelmän kytkennästä
- siitä, kuinka suuri osa energiantarpeesta halutaan tyydyttää aurinkoenergialla.

Aurinkokeräin ottaa vastaan auringonsäteilyä ja muuttaa sen lämmöksi. Lämpö kuljetetaan keräimestä nesteen tai ilman avulla lämpövaraajaan tai suoraan käyttöön.

Keräimet jaetaan kahteen tyyppiin, tasokeräimiin ja keskittäviin keräimiin. Tasokeräimessä auringon

säteilyenergia absorboituu tummaan keräinpintaan, joka kuumenee. Tasokeräimet jaetaan lämmönsiirtotavan perusteella nestekiertoisiin ja lämpöpötkikeräimiin.

EU:n tavoitteena on yli kymmenkertaistaa aurinkoenergian käyttö jäsenmaissaan vuoteen 2020 mennessä. Aurinkoenergiaa pidetään yhtenä mahdollisena globaalina energiaratkaisuna öljyn jälkeisessä energiataloudessa. Shell Internationalin ylipitkän aikavälin energiaskenaariossa aurinkoenergia vastaisi noin 30 %:a maailman energiantuotannosta vuonna 2060. Aurinkoenergia on kehityskaarensa alussa, jolloin teknologialla ja sen kehittämisellä on vielä hyvin suuri merkitys.

Aurinkosähkö on kilpailukykyinen vain tietyissä erityissovelluksissa. Kustannustehokkaimpia ovat paikalliset sovellukset, joissa aurinkokennot voidaan yhdistää muihin rakenteisiin. Nämä edellyttävät kuitenkin vielä pitkään yhteiskunnan taloudellista tukea ollakseen kannattavia.

Aurinkosähkön käyttö Suomessa on paljon muita EU-maita vähäisempää. Aurinkoenergiaolosuhteet ovat meillä kuitenkin keskimääräistä EU-tasoa. Erityispiirteinä Suomessa ovat aurinkosähkön kesämökkimarkkinat, jotka ovat syntyneet ilman julkisia toimia. Suomessa auringonsäteilyn vuodenaikavaihtelut ovat huomattavat ja kasvavat pohjoiseen siirryttäessä, kun taas vuorokausivaihtelut vähenevät pohjoiseen mentäessä. Suomessa saadaan kesällä yleensä enemmän auringon säteilyenergiaa kuin Keski-Euroopassa, mutta talvella tilanne on päinvastainen.

Aktiivista aurinkolämpöä on hyödynnetty Suomessa lähinnä rakennusten käyttöveden lämmittämiseen, kylmäilmakuivureissa aurinkokeräimiin, rakennusten tilalämmitykseen ja käyttöveden lämmittämiseen lämpöpumpuilla.

Lisätietoa aiheesta löytyy tekniikan tohtori, arkkitehti Markku Lappalaisen kirjasta Energia- ja ekologiakäsikirja – suunnittelu ja rakentaminen (Rakennustieto Oy, 2010).