

Kaukolämmön ja ilmalämpöpumpun keskinäinen JÄRKEVÄ KÄYTTÖ

Kysymyksen otsikkoaiheesta esitti Tehohydro Oy:n toimitusjohtaja-omistaja Kai Vainio Elämää & Energia -lehtemme edellisessä numerossa (1/2010).

Lehden toimitus lupasi pyytää kysymykseen asiantuntijalta vastauksen, joten esitimme kysymyksen LUT Energia, tutkijaopettaja (TkT) Mika Luoraselle.

Toimitus kiittää Kai Vainiota ajan-kohtaisesta kysymyksestä ja Mika Luorasta asiantuntevista vastauksistaan!

Erinomaista syksyn jatkoa myös kaikille lukijoillemme!

Marko Pollari
päätoimittaja



Kai Vainion haastatteluun sisältynyt kysymys kuului siis näin:

Kai Vainio:

...Nyt meillä on vähän sellainen kysymysmerkkutilanne.

Kun meillä oli öljylämmitys, tiesin, että ilmalämpöpumppu säästi selvästi öljyä. Mutta nyt, kun meillä on kaukolämpö ja kaksi ilmalämpöpumppua, on vaikea sanoa, mikä kokonaisuuden kannalta olisi järkevin lämmitystapa. Olen yrittänyt tutkia lehtiartikkeleista ja muualtakin, mutta en ole keksinyt sitä, mikä olisi se oikea tapa, eli milloin kannattaa käyttää pelkästään ilmalämpöpumppuja ja milloin pelkästään kaukolämpöä tai miten kombinoida ne taloudellisesti ja toiminnallisesti järkevästi keskenään. Ilmalämpöpumppu-

mainoksista löytyy kyllä maininta, että se säästää kustannuksia öljylämmityksessä ja erityisesti suorassa sähkölämmityksessä. Mutta lämpöpumpun mielekkäästä käytöstä kaukolämmön kanssa ei mainoksissa, eikä esitteissä puhuta mitään.

Olen ajatellut kysyä asiaan selvitystä asiantuntijalta.

Minua kiinnostaa, mikä on kilowattitunnin hinta missäkin tapauksessa.

Sen toki tiedän, että ilmalämpöpumpun hyöty on riippuvainen ilman lämpötilasta...



Mika Luoranen vastaa:

- Elämää & Energia-lehden toimituksen pyynnöstä vastaan Kai Vainion numerossa 1/2010 esittämään kysymykseen kaukolämmön ja ilmalämpöpumppujen keskinäisestä tarkoituksenmukaisesta käytöstä omakotitalossa. Pienen pohdinnan jälkeen päädyin esittämään vastaukseni pienimuotoisen laskuharjoitelman muodossa.

Kyseessä on asia, jossa vaaditaan useiden näkökohtien huomioimista:

- taloudellinen näkökulma (halvin käyttötapa)
- energiatehokkuus (sähköenergian käytön minimointi)
- ympäristönäkökulma (käytetyn sähkön ”hiilijalanjälki”)
- käyttö- ja muut mukavuustekijät (oma vaivannäkö, jäähdytys)

- Edellä luetellut menevät mukavasti osittain lomitain ja ristiin, joten yksiselitteisen ”käyttöohjeen” antaminen on hankalaa. Lopullinen järjevyys muodostuu ”asiakkaan” mieltymysten mukaisesti painottamalla niitä näkökohtia, jotka hän kokee tärkeimmiksi lopputuloksen kannalta: Jos halutaan pelkää kustannussäästöä, raha ratkaisee. Jos halutaan käyttömukavuutta (esim. jäähdytystä kesällä), on syytä varautua kaivamaan kuvetta. Jos halutaan minimoida oman asumisen hiilijalanjälkeä, on jälleen syytä varautua lisäkustannuksiin. Näin ainakin lyhyellä tähtäimellä, pidemmässä juoksussahan voidaan kuvitella, että elinkaaren aikana ympäristöllisesti kestävin ratkaisu tulee myös halvimmaksi.

Kaukolämmön ja sähkön hinnanmuodostus ja näiden energiamuotojen taloudellisen käytön välillä tapahtuva spekulointi on periaatteessa jokaiselle sen verran selkeätä toimintaa, että jätän sen tässä yhteydessä väliin. Henkilökohtaiset mukavuustekijät ovat jokaisen omia asioita (niin kauan kuin ei häiritä, loukata tai vahingoiteta muita), joten en myöskään puutu niihin tässä yhteydessä. Keskityn sen sijaan ympäristönäkökohtien

huomioimiseen.

- Lähtökohtaisesti tilanne on hieman hankala: tarkasteltava tapaus on kaukolämmittimen omakotitalo, joka on varustettu kahdella ilma-ilmalämpöpumpulla (ILP). Jos kyseessä olisi uudisrakennuksen lämmitysjärjestelmän suunnittelutilanne, kyseiseen ratkaisuun ei välttämättä päädyttäisi. Kyseessä on kuitenkin tapaus, jossa ILP:t oli hankittu öljylämmityksen tueksi, ja kaukolämpöön on siirrytty tämän jälkeen. Vastaava tilanne voi tulla eteen monelle muullekin asujalle lähivuosina.

Lämmityksen ympäristönäkökohtia voidaan huomioida periaatteessa kahdella tavalla: hiilidioksiditaseella ja primäärienergiatarkastelulla (huomioi luonnonvarojen käytön). Tässä yhteydessä rajoitan tarkastelun CO₂-taseeseen.

Lämmityksen ympäristönäkökohdat huomioidaan tässä yhteydessä vertailemalla kaukolämmön ja sähkön hiilijalanjälkiä (= toiminnasta aiheutuva CO₂-päästö kg/a) keskenään. Laskenta suoritetaan kahdella eri tavalla.

- Oletetaan, että 500 m³ omakotitalon vuotuinen lämmitysenergian tarve on 20 MWh (Motivan mukainen tyyppikäyttäjä). Käytetään laskennassa ensin nk. hyödynjakomenetelmää, joka huomioi kaukolämmön ja sähkön ”eriarvoisuuden” energian tuotannossa. Laskelmassa käyttämäni arvot olen poiminut dosentti Jarek Kurnitskin 3.3.2009 Rakennustiedon järjestämässä Rakennusfoorumi-tapahtumassa esittämästä materiaalista.

Vertailupäästönä hyödynjakomenetelmässä käytetään kevyen polttoöljyn CO₂-päästöä, joka on 267 kgCO₂/MWh. Kaukolämmölle määritelty keskimääräinen päästö on vastaavasti 221 kgCO₂/MWh (suhdeluku 0,79). Nykytilanteessa (ennen kuin Olkiluoto 3 otetaan käyttöön) sähkölle on määritelty keskimääräinen päästö 850 kgCO₂/MWh (suhdeluku 3,2). Vastaavasti Olkiluoto 3:n

käyttöön oton jälkeen sähkön keskimääräiseksi päästökseksi saadaan 563 kgCO₂/MWh (suhdeluku 2,1). Sähkön osalta on huomioitavaa, että luvut kuvaavat marginaalisähkön tuotantorakennetta, ts. sisältävät suuren osan fossiilista sähköä.

- Kun oletetaan vielä ILP:n vuotuiseksi keskimääräiseksi lämpökertoimeksi (COP) 2 (1 kWh sähköä -> 2 kWh lämpöä), saadaan esimerkkitalon lämmityksen vuosittaiseksi hiilijalanjälkeksi eri lämmitysmenetelmillä seuraavat:

- kaukolämpö: 4221 kgCO₂/a
- ILP (nykytilanne): 8500 kgCO₂/a
- ILP (Olkiluoto 3): 5630 kgCO₂/a

- Edellä esitetyn perusteella näyttää siltä, että kaukolämmöstä ei kannata ainakaan kokonaan siirtä ILP-lämmitykseen. ILP:n ”järkevä” käyttöaika voidaan periaatteessa löytää määrittelemällä sellainen lämpökerroin, jolla ILP-lämmityksen hiilijalanjälki on pienempi kuin kaukolämmön. Esimerkkitaloksille lämpökertoimien pitäisi olla

- ILP (nykytilanne): COP > 4,1
- ILP (Olkiluoto 3): COP > 2,7

Nykytilanteen osalta ILP:lla ei paljoakaan ympäristöetuja saavuteta, jonkun vuoden päästä sitä vastoin tilanne saattaa olla valoisampi. Tässä yhteydessä on hyvä muistaa, että tämän esimerkin kaukolämmölle ja sähkölle valitut CO₂-päästöt ovat sieltä rankimmasta päästä. Lappeenrannan polttoainekaumat energian tuotannossa ja hankinnassa poikkeavat valtakunnan keskimääräisistä lukemista.

- Tehdäänä samankaltainen laskelma käyttäen Lappeenrannan Energian tuotanto- ja hankintarakenteen päästöarvoja. LRE:n kotisivuilla on ilmoitettu hiilidioksidipäästö tuotetulle kaukolämmölle ja myydylle sähkölle. Näiden lisäksi tein oman arvaukseni perusteella laskelman uuden Kaukaan Voiman pääosin biopoltoainetta hyödyntävän laitoksen hiilidioksidipäästöstä, oletuksena se, että kaukolämmöstä 80 % tuotetaan bio-

polttoaineilla ja 20 % turpeella. Lappeenrannan osalta päädytään seuraaviin päästöker-toimiin:

- kaukolämpö (vuosi 2009): 187 kgCO₂/MWh
- kaukolämpö (KauVo): 82 kgCO₂/MWh
- sähkö (vuosi 2008): 164 kgCO₂/MWh

- Sähkön osalta tässä yhteydessä on huomi-oitava, että kyseinen päästökerroin on las-kettu nimenomaan LRE:n myymälle sähköl-le. Laskelma ei siis päde muille sähköä myy-ville yhtiöille. Kuten havaitaan, arvot eroavat huomattavasti edellä esitetyistä ”valtakun-nallisista keskiarvoista”. Nyt lämmityksen hiilijalanjäljeksi saadaan (COP = 2) seura-avat:

- kaukolämpö (2009): 3740 kgCO₂/a
- kaukolämpö (KauVo): 1525 kgCO₂/a
- ILP (2008): 1640 kgCO₂/a

Vastaavasti ”kannattaviksi” lämpökertoimiksi saadaan seuraavat:

- ILP (2009): COP > 0,9
- ILP (KauVo): COP > 2,2

Eli laskelman mukaan vuonna 2009 olisi kannattanut lämmittää pelkästään ILP:lla. Tämä ei kuulosta kovin järkevältä, eikä käy-tännössä edes onnistu talvipakkasten aikana. Käytännössä ILP:n lämpökerroin vaihtelee ulkolämpötilan ja laitteen kuormitusasteen mukaan. ILP ei sovellu talon ainoaksi lämmi-

tysjärjestelmäksi juuri tuon lämpökertoimen ”hihtely” takia: talvipakkasilla kerroin heikkenee voimakkaasti. Lisäksi vesikiertoisen lämmityksen korvaaminen ILP:lla aihe-uttaisi ongelmia talon lämpöjakaamaan. KauVo-tapauksen osaltakin lämpökerroin on sitä luokkaa, että voisi kuvitella ILP:lla olevan järkevää käyttöaikaa ihan mukavasti vuoden mittaan. Käytännössä tämä tarkoittaa kevättä ja syksyä.

Ja sitten johtopäätöksiin:

- Tarkka hiilijalanjäljen perusteella tapahtu-va käytön optimointi kaukolämmön ja ILP:n välillä vaatisi seuraavat tiedot:

- ILP:n lämpökerroinkäyrä eri ulkolämpötiloilla ja kuormitusasteilla
- lämmön- ja sähkön tuotannon todellinen (”reaaliaikainen”) hiilijalanjälki paikkakunnalla

Noiden tietojen avulla voitaisiin periaattees-sa rakentaa automaattinen talojärjestelmä, joka toimisi ympäristön kannalta parhaalla tavalla. Eli ILP-lämmitystä hyödynnettäisiin silloin, kun sen hiilijalanjälki olisi pienempi kuin kaukolämmön. Tämän lisäksi tulee tietysti huomioida myös muu asumisen ener-giankäyttö. Hiilijalanjälki tulisi määrittää koko asumiselle, ei yksin lämmitykselle. Ku-vattu kokonaisjärjestelmän automatisointi

on vielä kuitenkin joidenkin vuosien päässä tulevaisuudessa, vaikka periaatteessa kaikki tekniset palikat niin sanotusti löytyvät jo nyt hyllystä.

- Mutta, kuten aikaisemmin jo tuli todet-tua, liittyy ILP:n käyttöön muitakin tekijöitä kuin pelkästään lämmityksen ympäristöra-sitteen tarkkailu. Näistä vähäisin ei ole kesäi-nen elämisen laatua parantava jäähdytysmah-dollisuus, jota ei voida helposti asumisen hiili-jalanjäljen pienentämisyrittämisillä perus-tella. Jäähdytyksen (kuten tietysti myös läm-mityksen) suhteen tulisi valita oikein mitoitet-tu laite, jonka lämpökerroin on mahdollisim-man korkea. Kertoimen 5 tuottavia laitteita löytyy markkinoilta.

Ilmalämpöpumpuilla on varmasti paik-kansa myös tulevaisuudessa energiatehok-kuuden ja asumismukavuuden lisäämisessä. Oikein mitoitettuna, asennettuna ja käytetty-nä ILP on varmasti myös ympäristöystävälli-nen ratkaisu monessa talossa. Laitehankin-noissa tulisi panostaa erityisesti koko asu-miskokonaisuuden huomioivaan suunnitte-luun ja pumppujen laatuun.

Oli niin tai näin, tätä asiaa kannattaisi selvittää jatkossa syvemminkin.

*Lappeenrannassa
Mika Luoranen, LUT Energia,
tutkijaopettaja, TkT*



Kai Vainion jatkokysymys:

- Kiitokset Mika Luoraselle, hänen vastauksensa kysymykseeni oli hyvin mielenkiintoinen. Siinä oli tarkasteltu asiaa varsin ymmärrettävällä ja laajalla tavalla ja kirjoittajan perehtyneisyys asiaan tuli tässä hyvin esille.

Olisin vielä ollut kiinnostunut mahdollisesta tarkastelusta myös kustannusnäkökohdista.

- Silloin voisi miettiä, minkä verran olisimme valmiit investoimaan hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Itse olisin halukas omalta osaltani valmis kantamaan korteni kehoon tässäkin asiassa, toki mielellään kustannustehokkaasti. Siksi olenkin kiinnostunut myös käyttökustannuksista.

*Terveisin
Kai Vainio*

Mika Luorasanen jatkovastaus:

Kiitokset Mika Luoraselle, hänen vastauksensa kysymykseeni oli hyvin mielenkiintoinen. Siinä oli tarkasteltu asiaa varsin ymmärrettävällä ja laajalla tavalla ja kirjoittajan perehtyneisyys asiaan tuli tässä hyvin esille.

Yksinkertaistuksena voidaan olettaa, että asunnon lämmittämiseen vaaditaan tietyssä ulkolämpötilassa tietty määrä lämpöenergiaa, riippumatta lämmitysmuodosta. Tämähän ei tietenkään pidä täysin paikkaansa, mutta ajatusleikkinä ongelmaa voidaan lähestyä tämän oletuksen kautta. Kustannustehokkain lämmitysmuoto on siten se, millä kyseinen energiamäärä saadaan halvimmalla asuntoon tuotettua. Kaukolämmön hinta on hyvin käyttäjän tiedossa, kuten myös ostettavan sähkön hinta. Ilma-ilma -lämpöpumpun ollessa kyseessä sähköä kuluu tietysti lämpökertoimen määräämä määrä. Ainoa käytännön ongelma tässä enää onkin se,

että tuo lämpökerroin muuttuu ulkolämpötilan funktiona. ”Tarkan kustannuskäyrän” piirtäminen lämpötilan funktiona vaatii lähtötiedoksi lämpöpumpun lämpökertoimen eri ulkolämpötiloissa.

Periaatteessa kustannustehokas ympäristöystävällinen lämmityskombinaatio voitaisiin määrittää alkuperäisen vastauksen tapaisen hiilidioksiditarkastelun ja tämän jatkotarinan hintatarkastelujen kombinaationa (kompromissina).

Asian tarkempi selvittäminen vaatisi paneutumista lämpökertoimien ja energian hinnoittelun maailmaan huomattavasti tätä syvemmin, jätän sen tekemättä tässä vaiheessa resurssipulan johdosta.

Toivottavasti tästä on lisäapua asian jatkomietintään.

*Ystävällisin terveisin,
Mika Luorasanen*



Kai Vainion lopputoteamus:

-Asia varmaan on juuri niin, kuin mitä Mika Luorasanen kirjoittaa, eli kustannusten selvittäminen olisi melko työläs juttu.

*Kiitoksin
Kai Vainio*

Ps. Meillä oli täällä Tehohydrossa palaveri, jonka aiheena oli energiakäytön valvonnan ja säätöjen modernisointi tässä kiin-

teistössä. Meille asennetaan syksyn aikana uusinta tekniikkaa olevat säätö- ja mittauslaitteet, joiden avulla saamme toivon mukaan vähennettyä energiankulutusta ja sitä kautta pienennettyä hiilijalanjälkeä. Valvonta ja säätö voidaan tehdä mistä tahansa tietokoneelta, missä on Internet-yhteys. Eli voin hoitaa asiaa vaikka kotoa käsin.

