Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen

Loppuraportti

Markku Hagström, Aki Pesola | 3.4.2017

Sisältö

1. Johdanto
2. Laskentamenetelmän kuvaus
3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa
4. Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen
5. Lämpöpumppujen investointikustannukset
6. Pohdintaa sähkötehon tarpeesta
7. Yhteenveto ja johtopäätökset

Liitteet

gaia

Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen

1. Johdanto
2. Laskentamenetelmän kuvaus
3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa
4. Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen
5. Lämpöpumppujen investointikustannukset
6. Pohdintaa sähkötehon tarpeesta
7. Yhteenveto ja johtopäätökset

gaia

1. Johdanto

- Lämpöpumppujen käyttö on lisääntynyt viime vuosina voimakkaasti ja trendin arvioidaan jatkuvan myös tulevaisuudessa.
- Lämpöpumput vaikuttavat vuotuiseen sähkön kulutusprofiiliin, joka on Suomessa hyvin riippuvainen ulkolämpötilasta.
- Lämpöpumppuja kohtaan on esitetty kritiikkiä, joka perustuu yllä mainittuun kulutusprofiilimuutokseen. Silloin kun lämpöpumpuilla korvataan muuta kuin sähkölämmitystä (esim. öljylämmitystä), sähkön kysyntä kasvaa pakkasjaksojen aikana. Toisaalta kun lämpöpumpuilla korvataan suoraa sähkölämmitystä, voidaan kysyntää pienentää.
- Lämpöpumppujen systeemitason vaikutukset riippuvat asennusmäärien ja korvattavien lämmitysmuotojen lisäksi niiden mitoituksesta sekä siitä, miten pumppuja tulevaisuudessa ohjataan.
- Tässä selvityksessä tarkastellaan yleisimpien lämpöpumpputyyppien laajamittaisen lisääntymisen vaikutuksia sähkön huipputehon tarpeeseen Suomen pientalokannassa. Tarkastelu on tehty hyödyntäen tilastoaineistoa Suomen tavanomaisista ilmasto-olosuhteista sekä kylmimmiltä pakkasjaksoilta.
- Lämpöpumppujen ensisijainen käyttötarkoitus pientaloissa on energiatehokkuuden parantaminen. Vaikutukset energiankulutukseen on kuitenkin rajattu tämän tarkastelun ulkopuolelle.

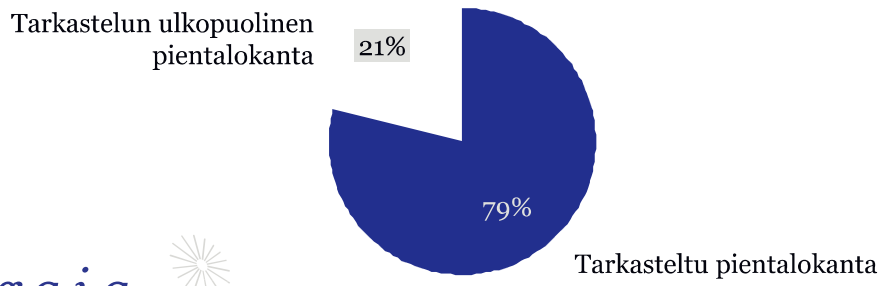
Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen

1. Johdanto
2. Laskentamenetelmän kuvaus
3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa
4. Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen
5. Lämpöpumppujen investointikustannukset
6. Pohdintaa sähkötehon tarpeesta
7. Yhteenveto ja johtopäätökset

gaia

2. Laskentamenetelmän kuvaus (1/3)

- Laskelmien kohteena ovat sellaiset pientalot, joihin maalämpöpumput (MLP) ja ilma-ilmalämpöpumput (ILP) vaikuttavat vuoteen 2030 mennessä, ts. talot joissa on jo jompikumpi lämpöpumppu ja lisäksi olemassa olevat ja uudet talot, joihin arvioidaan asennettavan MLP tai ILP vuoteen 2030 mennessä.
- MLP vaikuttaa sekä tilalämmitykseen että lämpimään käyttöveteen, ILP ainoastaan tilalämmitykseen.
- Laskenta tehtiin tunnin tarkkuudella Gaian kehittämällä sähköjärjestelmän mallinnustyökalulla.
- Laskennan avulla tarkasteltiin ainoastaan lämpöpumppujen aiheuttamia muutoksia sähkötehon tarpeessa. Kuormat jotka eivät muutu lämpöpumppujen vaikutuksesta* vastasivat 13 – 19 % (510 – 650 MW) pientalokannan yhteenlasketusta sähkötehon tarpeesta tilojen ja käyttöveden lämmityksessä. Nämä kuormat eivät ole mukana tuloskuvissa.
- Ilma-vesi- ja poistoilmalämpöpumppuja ei otettu laskelmissa huomioon niiden vähäisen kokonaisvaikutuksen vuoksi. Tarkastelun ulkopuolelle rajattiin myös rivi- ja kerrostalot sekä muut isommat lämpöpumppukohteet sekä öljy-, kaasu-, pelletti- ym. polttimien sähkötehon tarpeet.



*) Suoraa tai varaavaa sähkölämmitystä edelleen vuonna 2030 käyttävät sekä ILP-talojen lämmin käyttövesi

2. Laskentamenetelmän kuvaus (2/3)

- Kussakin talossa oletettiin olevan korkeintaan yksi lämpöpumppu.
- Sähkötehon tarpeen laskentaan käytettiin Ilmatieteen laitoksen TRY2012-testisäävuotta (tavanomaiset ilmasto-olosuhteet), 2000-luvun kylmintä viikkoa (lämpötilojen päiväkeskiarvojen tilastot) sekä ilmastovyöhykkeiden mukaisia mitoituslämpötiloja.
- Tehot laskettiin käyttäen
  - kolmea ilmastovyöhykettä (TRY2012), joita edustavat Vantaa, Jyväskylä ja Sodankylä,
  - pientalojen alueellista jakaumaa Suomessa (TRY2012:n ilmastovyöhykkeiden mukainen jaottelu),
  - lämmitystarpeiltaan likimain keskimääräistä pientaloa nykytilanteessa (lämpöhäviökerroin 185 W/°C, mikä vastaa energiassa noin 20 MWh/v Vantaalla*) ja arvioitua vastaavaa vuonna 2030 (lämpöhäviökerroin 170 W/°C, mikä vastaa noin 18 MWh/v Vantaalla*),**
  - vakioitua lämpimän käyttöveden (LKV) kuormaa (5 MWh/v/pientalo eli noin 0,57 kW/pientalo)
- Lämpöpumppujen oletettiin jakautuvan alueellisesti samassa suhteessa kuin pientalot.
- Tehtiin kaksi skenaariota: *BaU**** ja *Uusin teknologia*, jotka pyrkivät kuvaamaan todennäköistä kehityspolkua ilman erityistä ohjausta tai kannustimia (BaU) ja uusimman teknologian potentiaalia täysimääräisesti hyödynnettynä (Uusin teknologia).

*) TRY2012 ulkolämpötiladataa käyttäen; sisälämpötilan asetusarvo 21 °C, talon sisäiset lämmönlähteet 0,6 kW (vakio)
**) Uudispientaloja ei eroteltu olemassa olevasta pientalokannasta lämpöhäviökertoimen osalta, mutta MLP-menovedelle käytettiin vuoden 2017 lämpökäyrää, joka kuvaa lattialämmitystä paremmin kuin arvioitu keskimääräinen lämpökäyrä vuodelle 2030, jolloin maalämmön lämmönjaossa tulee olemaan merkittävä määrä patterilämmitysjärjestelmiä
***) BaU (*Business as Usual*) kuvaa kehityspolkua, jonka voidaan arvioida tapahtuvan ilman merkittäviä muutoksia toimintaympäristössä ja ilman panostuksia esim. uuteen teknologiaan

2. Laskentamenetelmän kuvaus (3/3)

- **BaU-skenaariossa** oletettiin, että maalämpöpumppuja asennetaan tulevina vuosina mitoituksellisesti nykyiseen tapaan eli osa pumpuista on osatehomitoitettuja, osa täystehomitoitettuja.
- Osatehomitoitettu lämpöpumppu ei kykene kattamaan kaikkea lämmitystehon tarvetta kovimmilla pakkasilla ja puuttuva teho tuotetaan sähkövastuksilla. Täystehomitoitettu lämpöpumppu sen sijaan kykenee tuottamaan kaiken tarvittavan lämmitystehon ilman lisävastuksia.
- MLP-asennusten nykyinen trendi vie kohti täystehomitoitettuja lämpöpumppuja, mutta osatehoisiakin asennetaan edelleen – BaU-skenaariossa täystehoisia ja osatehoisia maalämpöpumppuja on pientaloissa yhtä paljon vuonna 2030.
- **Uusin teknologia -skenaariossa** oletettiin, että kaikki pientalojen MLP:t vuonna 2030 ovat täystehomitoitettuja – tämä tuskin toteutuu ilman taloudellisia kannustimia, mutta kuvaa uusimman teknologian potentiaalia.
- Ilmalämpöpumppukanta oletettiin Uusin teknologia -skenaariossa hieman tehokkaammaksi kuin BaU-skenaariossa:
  - BaU-skenaario: ILP-COP(-30 °C) = 1
  - Uusin teknologia -skenaario: ILP-COP(-30 °C) = 1,3
  - Katso suoritusarvot tarkemmin liitteestä 6
- Lämpöpumppujen tai muiden sähkökuormien älykkään ohjauksen potentiaalisia vaikutuksia ei otettu huomioon laskelmissa. Myöskään lämpöpumppujen vaikutuksia pientalojen sähköenergian (tai muun ostoenergian) tarpeeseen ei tarkasteltu.

gaia

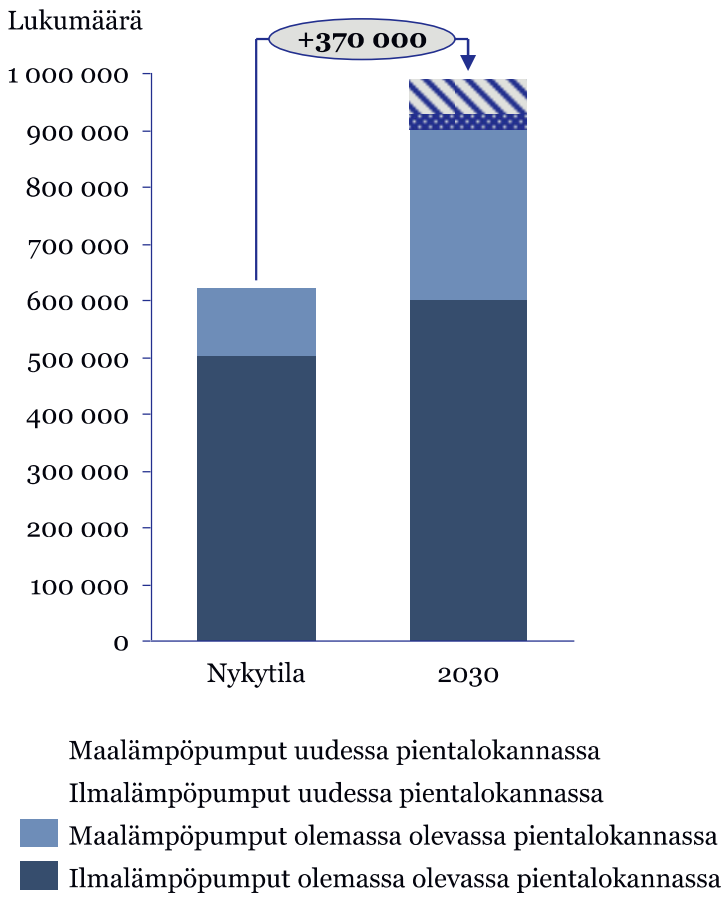
Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen

1. Johdanto
2. Laskentamenetelmän kuvaus
3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa
4. Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen
5. Lämpöpumppujen investointikustannukset
6. Pohdintaa sähkötehon tarpeesta
7. Yhteenveto ja johtopäätökset

gaia

3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa

- BaU- ja Uusin teknologia -skenaarioissa asennettujen lämpöpumppujen kokonaislukumäärät kehittyvät samalla tavalla ja ne korvaavat samoja lämmitysmuotoja.
  - Uusin teknologia -skenaariossa korvausinvestointien määrä on BaU-skenaariota suurempi, sillä siinä osatehoisia maalämpöpumppuja muutetaan aktiivisemmin täystehoisiksi (ei vaikuta pumppujen asennettuun kokonaismäärään).
  - Maalämpöpumpuilla korvataan pääosin öljylämmitystä ja vesikiertoista sähkölämmitystä. Ilmalämpöpumpuilla taas täydennetään enimmäkseen suoraa sähkölämmitystä. Korvattavien ja täydennettävien lämmitysmuotojen jakauma on esitetty tarkemmin liitteessä 9.
- Nykytilanteessa maalämpöpumppuja on noin 10 %:ssa Suomen pientaloista ja ilmalämpöpumppuja noin 44 %:ssa. Vuonna 2030 maalämpöpumppuja on skenaarion mukaan noin 24 %:ssa ja ilmalämpöpumppuja noin 48 %:ssa pientalokannasta.



gaia

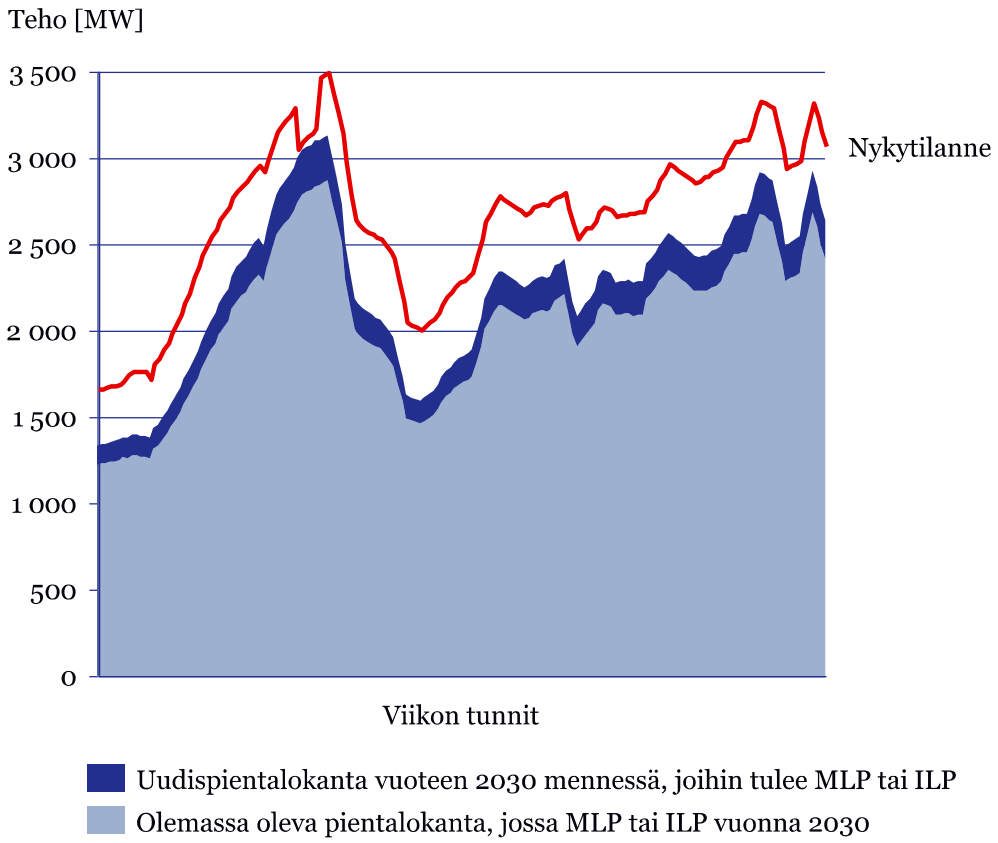
Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen

1. Johdanto
2. Laskentamenetelmän kuvaus
3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa
4. Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen
5. Lämpöpumppujen investointikustannukset
6. Pohdintaa sähkötehon tarpeesta
7. Yhteenveto ja johtopäätökset

gaia

4. Lämpöpumppujen lisääntyminen vähentää tehontarvetta tavanomaisissa ilmasto-olosuhteissa BaU-skenaariossa

- Kuvassa on esitetty BaU-skenaarion mukainen tilojen ja käyttöveden lämmityksen sähkötehon tarve vuonna 2030 tarkastellussa pientalokannassa
  - Tarkastelu on tehty tavanomaisten ilmasto-olosuhteiden* kylmimmälle viikolle (31.1.-6.2.)
  - Punainen käyrä kuvaa nykytilanteen mukaista sähkötehon tarvetta tarkastellussa pientalokannassa
  - Tarkempi jakauma nykytilanteesta ja BaU-skenaariosta on esitetty liitteissä 1 ja 2
- Kuvasta nähdään, että lämpöpumppujen lisääntyminen pienentää sähkötehon tarvetta nykytilanteeseen verrattuna
  - Tämä johtuu ennen kaikkea sähkölämmityksen korvautumisesta maalämmöllä ja täydentymisestä ilmalämmöllä

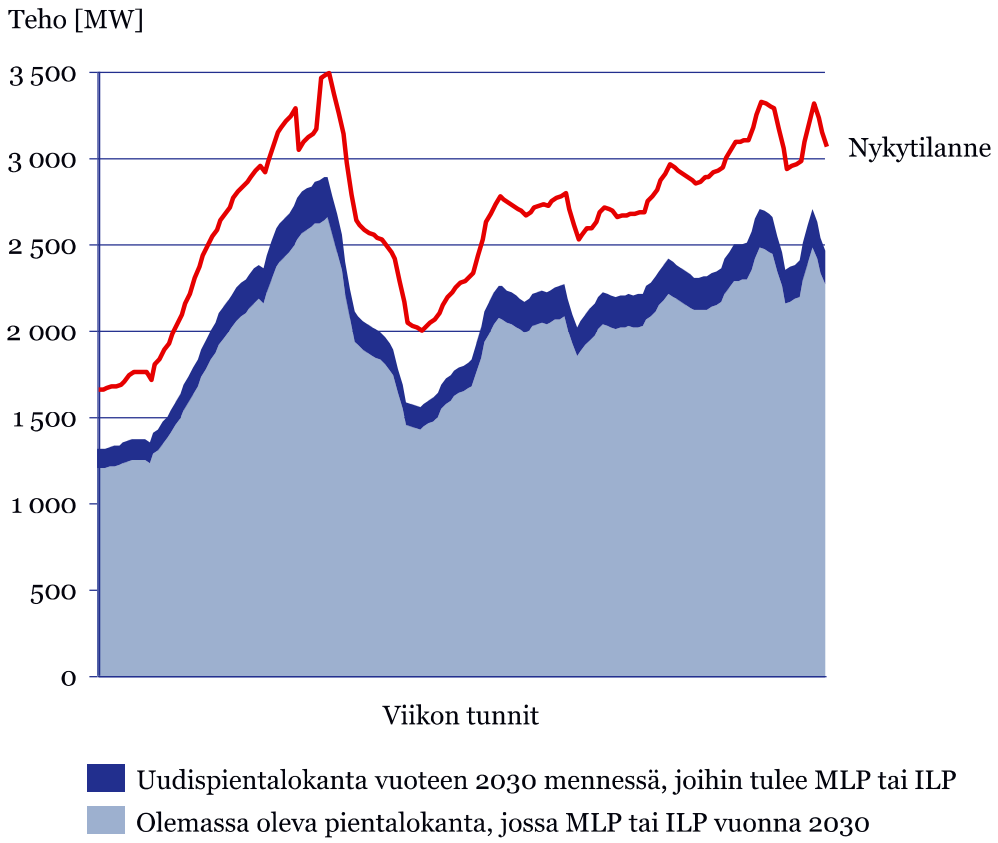


gaia

*) Ilmatieteenlaitoksen TRY2012-testisäävuosi (Vantaa, Jyväskylä, Sodankylä)

4. Uusin teknologia -skenaariossa tehontarve vähenee enemmän kuin BaU-skenaariossa

- Kuvassa on esitetty Uusin teknologia -skenaarion mukainen tilojen ja käyttöveden lämmityksen sähkötehon tarve vuonna 2030 tarkastellussa pientalokannassa
  - Tarkastelu on tehty tavanomaisten ilmasto-olosuhteiden* kylmimmälle viikolle (31.1.-6.2.)
  - Punainen käyrä kuvaa nykytilanteen mukaista sähkötehon tarvetta tarkastellussa pientalokannassa
  - Tarkempi jakauma nykytilanteesta ja Uusin teknologia -skenaariosta on esitetty liitteissä 1 ja 3
- Sähkötehon tarve on selvästi pienempi kuin nykytilanteessa tai BaU-skenaariossa
  - Tämä johtuu ennen kaikkea täystehoisten maalämpöpumppujen lisääntymisestä, kehittyneintä teknologiaa hyödyntävistä pumpuista sekä sähkölämmityksen korvautumisesta

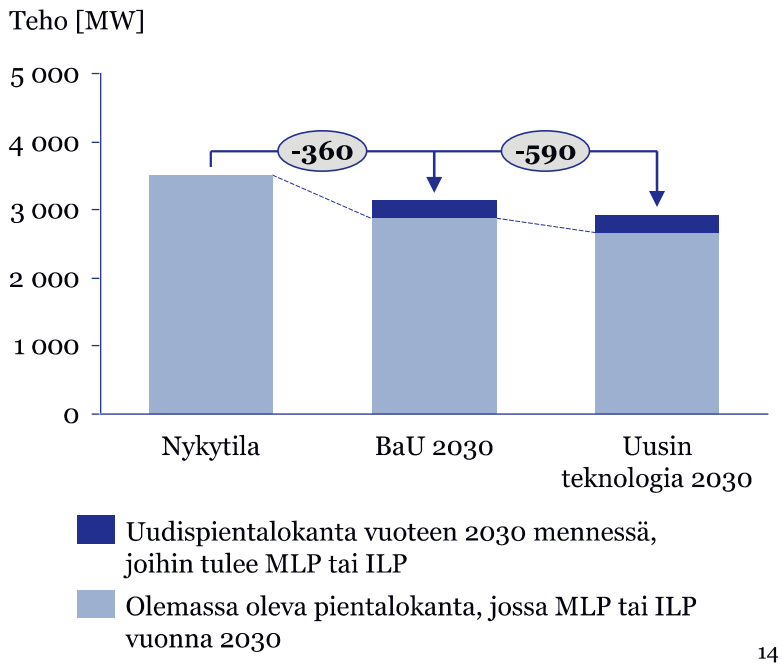


gaia

*) Ilmatieteenlaitoksen TRY2012-testisäävuosi (Vantaa, Jyväskylä, Sodankylä)

4. Tavanomaisen vuoden huipputehotuntinakaan lämpöpumppujen lisääntyminen olemassa olevassa pientalokannassa ja uudispientaloissa ei kasvata sähkötehon tarvetta vuoteen 2030 mennessä

- Kuvassa on esitetty nykytilan, BaU-skenaarion sekä Uusin teknologia -skenaarion mukaiset tilojen ja käyttöveden lämmityksen sähkötehon tarpeet tarkastellussa pientalokannassa testisäävuoden kylmimpänä tuntina* (sivuilla 12 ja 13 esitetyt kulutushuiput)
- Kuvasta nähdään, että vaikka otetaan huomioon olemassa olevan pientalokannan lisäksi uusiin pientaloihin asennettavat pumput, pienenee huipputehon tarve molemmissa tarkastelluissa skenaarioissa nykytilasta



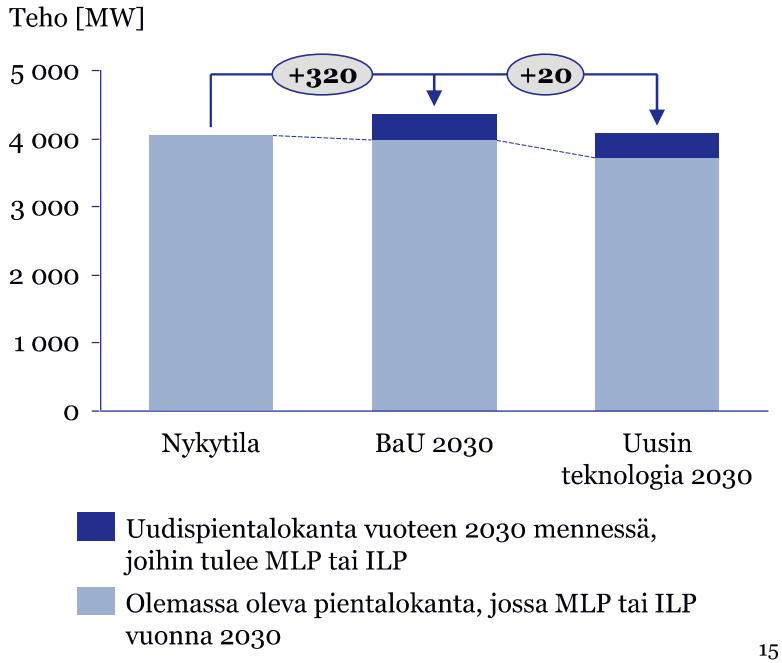
*) Kylmin tunti on testisäävuoden TRY2012 tunti (2.2. klo 5-6), jolloin kolmen paikkakunnan ulkolämpötilojen keskiarvo on vuoden alin: Vantaa -19,1 C, Jyväskylä -12,2 C, Sodankylä -25,3 C. Kyseinen tunti on myös testisäävuoden huipputehotunti, eli pientalojen yhteenlaskettu lämmitystarve on suurimmillaan ottaen huomioon pientalojen alueellisen jakauman - ilmastovyöhykkeillä I ja II (joita Vantaa edustaa) on noin 70 % pientaloista, vyöhykkeellä III (Jyväskylä) on noin 24 % pientaloista ja vyöhykkeellä IV (Sodankylä) noin 6 % pientaloista.

gaia

4. Lämpöpumppujen lisääntyminen vähentää kylmimpinäkin hetkinä sähkötehon tarvetta olemassa olevassa pientalo-kannassa, mutta uudispientalot lisäävät tehontarvetta

- Kuvassa on esitetty nykytilan, BaU-skenaarion sekä Uusin teknologia -skenaarion mukaiset tilojen ja käyttöveden lämmityksen sähkötehon tarpeet tarkastellussa pientalokannassa 2000-luvun huipputehopäivänä (6.1.2003)*
  - Laskenta perustuu Vantaan, Jyväskylän ja Sodankylän ulkolämpötilojen päiväkeskiarvoihin
- Kuvasta nähdään, että olemassa olevassa pientalokannassa pumppujen lisääntyminen vähentää huipputehon tarvetta, varsinkin Uusin teknologia –skenaariossa, mutta mikäli otetaan huomioon uuden pientalokannan lämpöpumput, kasvaa tehontarve erityisesti BaU-skenaariossa
- Huipputehon tarve riippuu siis vahvasti ulkolämpötilasta (havainnollistettu tarkemmin liitteessä 4)
  - Kovimmilla pakkasilla, jolloin ollaan lämmitysjärjestelmän mitoituslämpötilassa (-26…-38 °C) tai lähellä sitä, tehontarve nousee nykyisestä, mikäli sähkökuormia ei ohjata – tällaisia hetkiä on kuitenkin hyvin harvoin (ks. liite 5)

Mikäli uudispientaloissa valitaan lämpöpumppujen sijaan sähkölämmitys, muodostuu uudiskannan tehontarve (tummansiniset palkit kuvassa) noin kaksinkertaiseksi esitettyyn verrattuna. Toisaalta valittaessa lämpöpumpun sijaan muu kuin sähköpohjainen lämmitysmuoto, lämmityksestä ja lämpimästä käyttövedestä johtuva sähkötehon tarve ei lisäänny lainkaan.



*) Ulkolämpötilat: Vantaa -23,9 C, Jyväskylä -29,6 C, Sodankylä -36,9 C

Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen

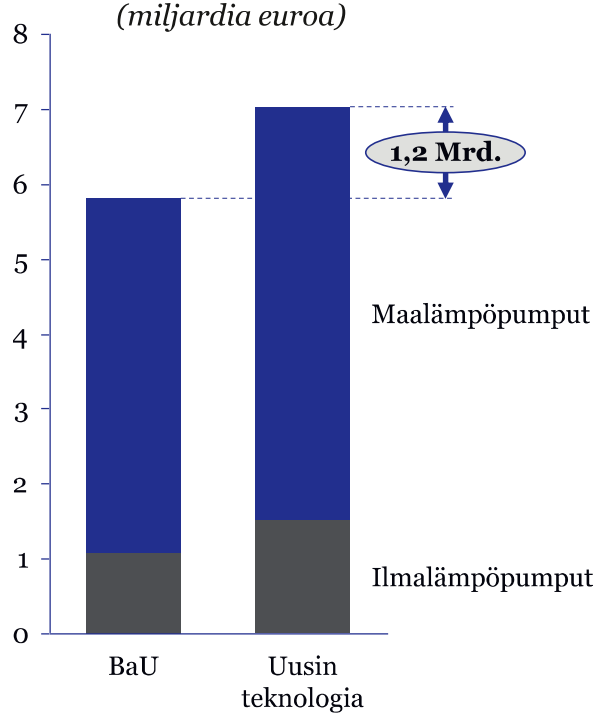
1. Johdanto
2. Laskentamenetelmän kuvaus
3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa
4. Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen
5. Lämpöpumppujen investointikustannukset
6. Pohdintaa sähkötehon tarpeesta
7. Yhteenveto ja johtopäätökset

gaia

5. Lämpöpumppujen investointikustannukset

- Investointilaskelmissa otettiin huomioon
  - Olemassa olevassa pientalokannassa tehtävät korvausinvestoinnit (olemassa olevien pumppujen vaihto uusiin*)
  - Olemassa olevassa pientalokannassa tehtävät uusinvestoinnit (toisen lämmitysmuodon korvaaminen lämpöpumpulla)
  - Uusien pientalojen lämpöpumppuinvestoinnit
- Lämpöpumppujen lukumäärien kehittyminen on esitetty raportin luvussa *3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa*
- Laskelmissa käytetyt investointikustannukset on esitetty liitteessä 10
- Uusin teknologia -skenaariossa investoinnit ovat suuremmat, sillä skenaariossa otetaan käyttöön enemmän täystehomitoitettuja maalämpöpumppuja sekä tehokkaampia ilmalämpöpumppuja
- Täysteho- ja osatehomitoitettujen** maalämpöpumppujen vuotuisessa energiankulutuksessa ja täten käyttökustannuksissa on eroa, joskaan ei merkittävästi, sillä pumppujen huipputehokapasiteettia tarvitaan tyypillisesti vain harvoin – tässä selvityksessä ei analysoitu tarkemmin sähköenergian kulutusta, vaan ainoastaan tehon tarvetta

Kumulatiiviset investoinnit vuoteen 2030 mennessä (miljardia euroa)



gaia

*) Oletuksena on, että valtaosa nykyisistä lämpöpumpuista uusitaan vuoteen 2030 mennessä
**) Mitoitus 70 % mitoituslämpötilan mukaisesta tehontarpeesta

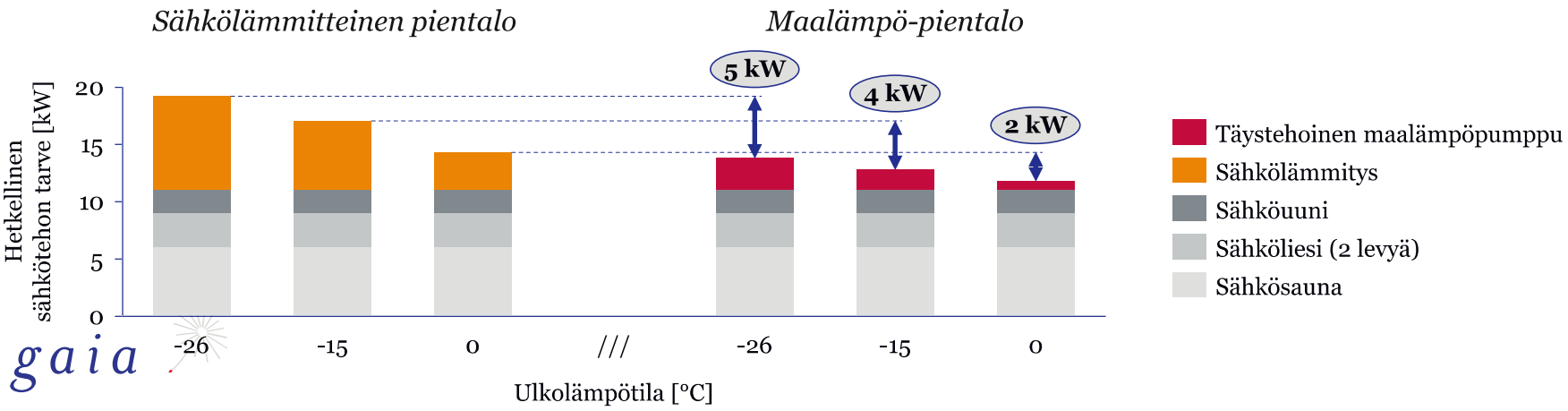
Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen

1. Johdanto
2. Laskentamenetelmän kuvaus
3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa
4. Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen
5. Lämpöpumppujen investointikustannukset
6. Pohdintaa sähkötehon tarpeesta
7. Yhteenveto ja johtopäätökset

gaia

6. Pohdintaa sähkötehon tarpeesta

- Tehon merkitys korostuu sähkömarkkinalla, joka nykyisin perustuu ainoastaan energian hinnoitteluun. Lämpöpumppuja voidaan muiden merkittävien sähkökuormien tavoin hyödyntää kysynnän joustossa, jonka merkitys ja arvo lisääntynee yhteiskunnan sähköistyessä ja vaihtelevan sähköntuotannon lisääntyessä.
- Tehon kysyntäjoustoon voidaan kannustaa esimerkiksi sellaisella sähkön siirtohinnoittelulla, jossa tehontarve määrittelee merkittävän osan sähkön kokonaishinnasta – tämä kannustaisi myös investoimaan täystehoiseen maalämpöjärjestelmään osatehoisen sijasta.
- Alla olevassa kuvassa on esitetty suuruusluokkavertailu pientalojen hetkellisten sähkökuormien muodostumisesta eri ulkolämpötiloissa sähkölämmitetyn sekä maalämmitetyn talon tapauksessa
  - Kuvasta nähdään, että lämmityksen lisäksi pientaloissa on muitakin merkittäviä kuormanaiheuttajia, joiden keskinäisellä optimoinnilla voidaan rakennuksen huipputehontarvetta pienentää – optimointi vaatii kuitenkin tuekseen älykästä ohjausta
  - Pientalojen tehoprofiileihin tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan kasvavassa määrin myös uudet teknologiat, kuten akut ja sähköautot



Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen

1. Johdanto
2. Laskentamenetelmän kuvaus
3. Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä pientalokannassa
4. Lämpöpumppujen vaikutukset sähkötehon tarpeeseen
5. Lämpöpumppujen investointikustannukset
6. Pohdintaa sähkötehon tarpeesta
7. Yhteenveto ja johtopäätökset

gaia

7. Yhteenveto ja johtopäätökset

- Tavanomaisissa ilmasto-olosuhteissa maa- ja ilmalämpöpumppuja käyttävien pientalojen yhteenlaskettu sähkötehon huipputarve pienentyy tulevaisuudessa jopa BaU-skenaariossa (keskimäärin luokkaa -10 %) – Uusin teknologia -skenaariossa vielä enemmän (keskimäärin luokkaa -17 %). Syitä tähän ovat mm.
  - Siirtyminen sähkölämmityksestä maa- ja ilmalämpöpumppujen käyttöön
  - Täystehomitoituksen yleistyminen uusissa maalämpöpumppuasennuksissa
  - Kehittyvä tekniikka (paremmat lämpökertoimet kylmissä olosuhteissa)
- Olemassa olevassa pientalokannassa lämpöpumput vähentävät kylmimpinäkin hetkinä sähkötehon tarvetta, mutta uudispientalot lisäävät tehontarvetta siten, että kokonaisuutena sähkötehon tarve tarkastellussa pientalokannassa kasvaa ilman hallittua kuormien ohjausta. BaU-skenaariossa muutos voi olla luokkaa +8 % ja Uusin teknologia -skenaariossa luokkaa +1 %.
- Tehopiikkejä pientalokannassa aiheuttavat tilalämmityksen lisäksi samaan aikaan päällä olevat kuormat. Mitä kylmempää ulkona on, sitä tärkeämpää olisi ohjata kuormia niinä hetkinä, jolloin muita samanaikaisia sähkökuormia on runsaasti.
- Tarkastelussa on mukana ainoastaan maalämpöpumput sekä ilma-ilmalämpöpumput olemassa olevassa ja vuoteen 2030 mennessä rakentuvassa pientalokannassa. Johtopäätösten vahvistamiseksi tarkastelu tulisi laajentaa kattamaan kaikki rakennus- ja pumpputyypit*.
  - Selvitykseen sisällytetty pientalojoukko kattaa kuitenkin noin 79 % Suomen pientalokannasta (lukumäärällisesti) sekä yli 80 % arvioidusta pientalokannan huipputehontarpeesta. Tarkasteltavat lämpöpumpputyypit (MLP ja ILP) kattavat myös kaikista Suomessa asennetuista lämpöpumpuista reilusti yli 90 %.

gaia

*) Poistoilmalämpöpumput ja ilma-vesilämpöpumput sekä teollisuuskokoluokan lämpöpumput

Raporttimme perustuu toimeksiannon suorittamisen yhteydessä saamiimme tietoihin ja ohjeisiin huomioiden toimeksiannon suorittamisen aikana vallitsevat olosuhteet. Emme ole vastuussa raportin tietojen täsmällisyydestä tai täydellisyydestä, emmekä anna niitä koskevia vakuutuksia, ellei toisin ole mainittu. Raporttia ei tule miltään osin pitää päätöksentekoa koskevana suosituksena tai kehotuksena.

Emme ole vastuussa raportin päivittämisestä myöhempien tapahtumien osalta (päivämäärä raportin etusivulla).

Ellei asiasta ole nimenomaisesti muuta sovittu, tätä raporttia ei saa luovuttaa kolmansille osapuolille tai käyttää muussa kuin tässä kuvatussa tarkoituksessa ilman Gaia Consulting Oy:n kirjallista etukäteistä suostumusta. Mikäli kolmas osapuoli saa käyttöönsä raportin jäljennöksen tai raportissa ollutta tietoa, kyseisellä kolmannella osapuolella ei ole mitään oikeuksia Gaia Consulting Oy:ä kohtaan.

Our Clients Make the World Cleaner and Safer.

www.gaia.fi

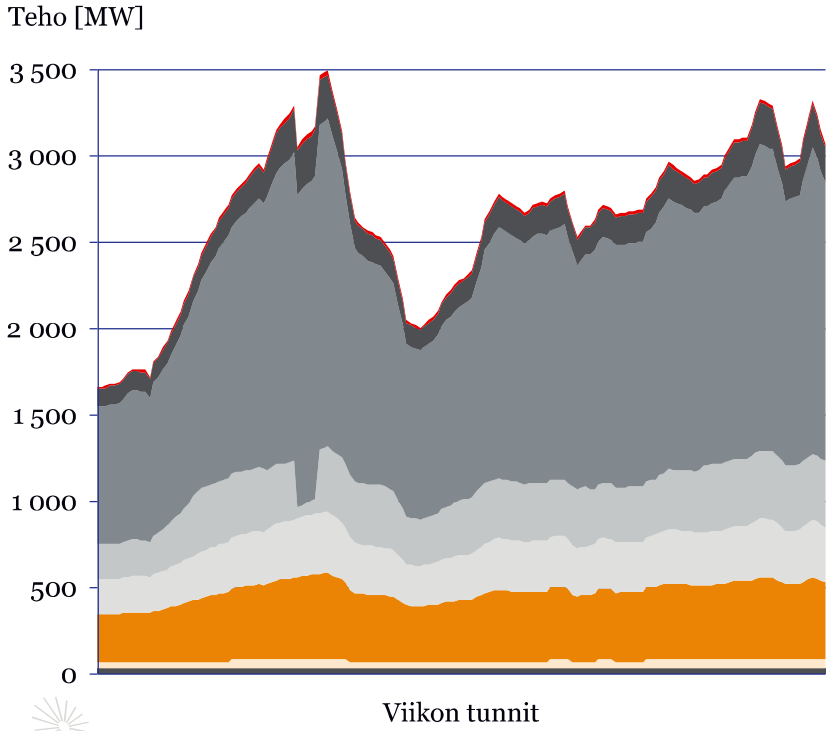
gaia

Gaia Group Oy, Bulevardi 6 A, FI-00120 HELSINKI, Finland – Tel +358 9686 6620 – Fax +358 9686 66210
ADDIS ABABA | BEIJING | BUENOS AIRES | GOTHENBURG | HELSINKI | SAN FRANCISCO | TURKU | ZÜRICH

Liitteet

gaia

Liite 1: Tilojen ja käyttöveden lämmityksen sähkötehon tarve nykytilanteessa *tarkastellussa pientalokannassa (Ilmatieteenlaitoksen testisäävuoden kylmin viikko (31.1.-6.2.), TRY2012, Vantaa, Jyväskylä, Sodankylä)*



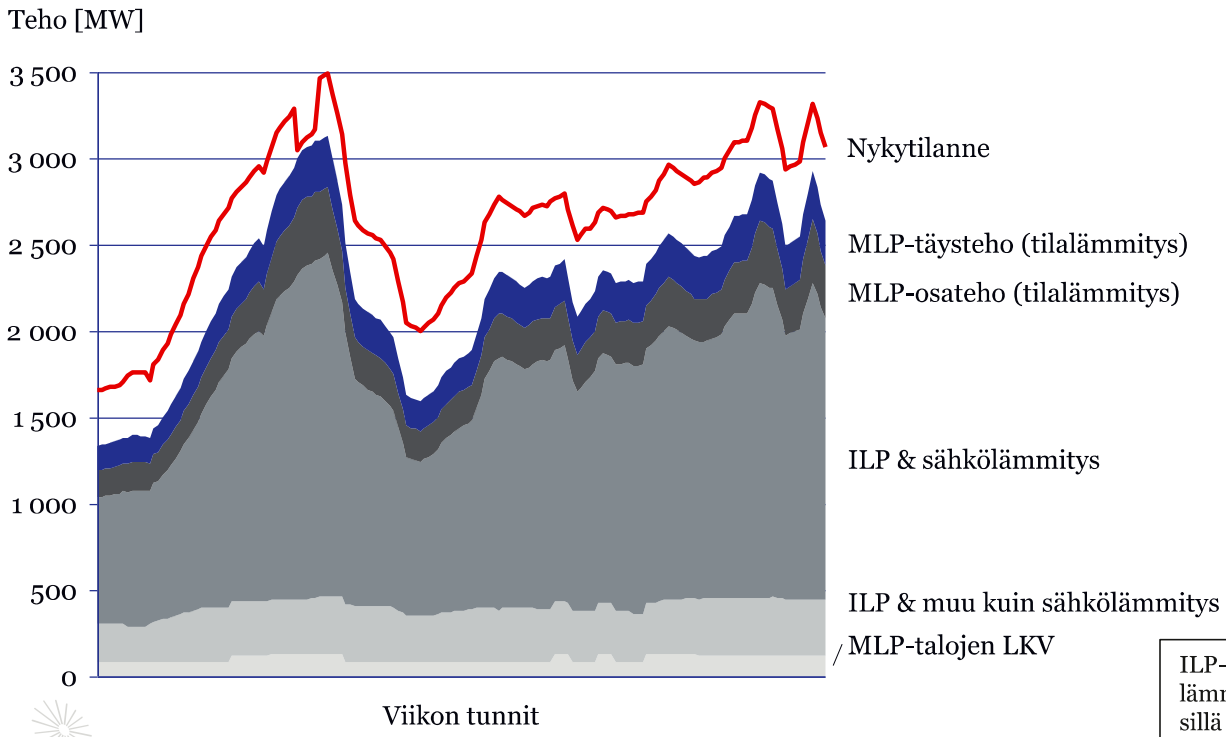
- MLP-täysteho (tilalämmitys)
- MLP-osateho (tilalämmitys)
- ILP & sähkölämmitys
- ILP & muu kuin sähkölämmitys
- Sähkölämmityskohteet, jotka siirtyvät maalämpöön 2030 mennessä
- Sähkölämmityskohteet, joihin asennetaan ILP vuoteen 2030 mennessä
- MLP-talojen LKV
- LKV (nykyisin sähköllä, vuoteen 2030 mennessä maalämmöllä)

ILP-talojen käyttöveden lämmitys ei sisälly tarkasteluun, sillä sen tehontarve ei muutu nykytilasta skenaarioihin mentäessä

gaia

Testisäävuosi koostuu erillisistä kuukausista, jotka ovat eri paikkakunnille eri vuosilta

Liite 2: Tarkennetusti jaoteltu tilojen ja käyttöveden lämmityksen sähkötehon tarve vuonna 2030 *tarkastellussa pientalokannassa* BaU-skenaariossa *(Ilmatieteenlaitoksen testisäävuoden kylmin viikko (31.1.-6.2.), TRY2012, Vantaa, Jyväskylä, Sodankylä)*

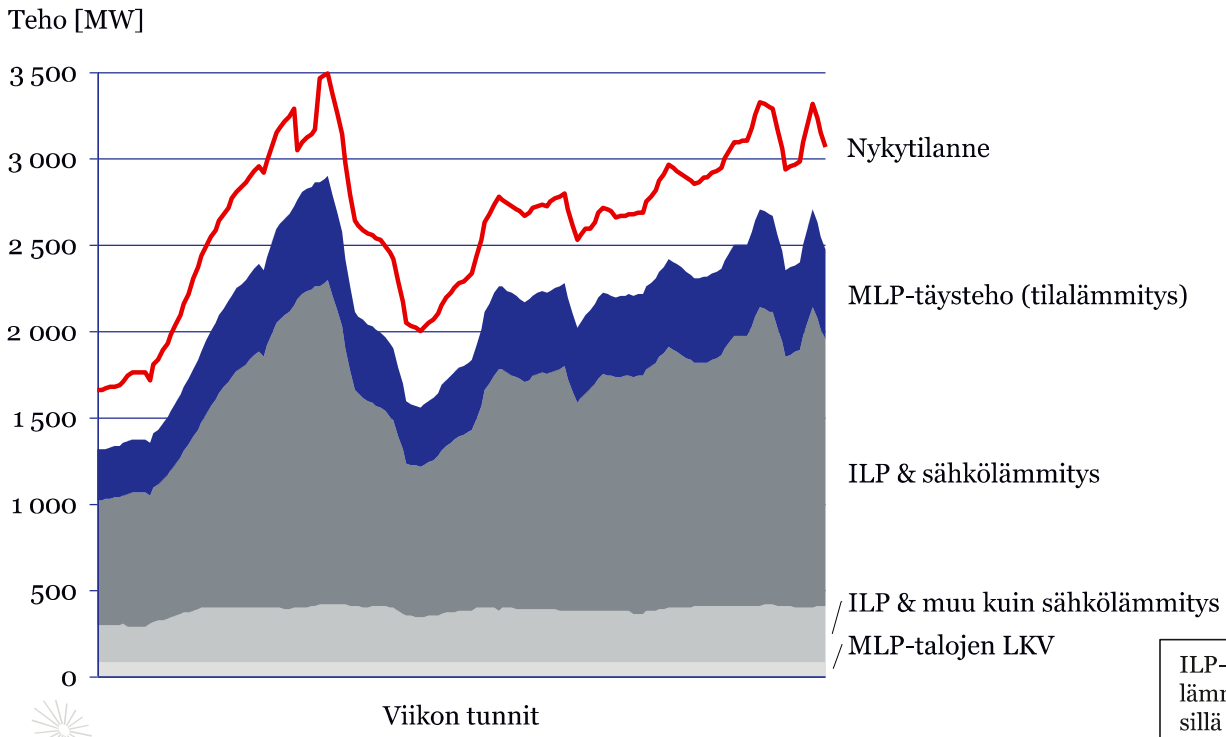


ILP-talojen käyttöveden lämmitys ei sisälly tarkasteluun, sillä sen tehontarve ei muutu nykytilasta skenaarioihin mentäessä

gaia

Testisäävuosi koostuu erillisistä kuukausista, jotka ovat eri paikkakunnille eri vuosilta

Liite 3: Tarkennetusti jaoteltu tilojen ja käyttöveden lämmityksen sähkötehon tarve vuonna 2030 *tarkastellussa pientalokannassa* Uusin teknologia -skenaariossa *(Ilmatieteenlaitoksen testisäävuoden kylmin viikko (31.1.-6.2.), TRY2012, Vantaa, Jyväskylä, Sodankylä)*

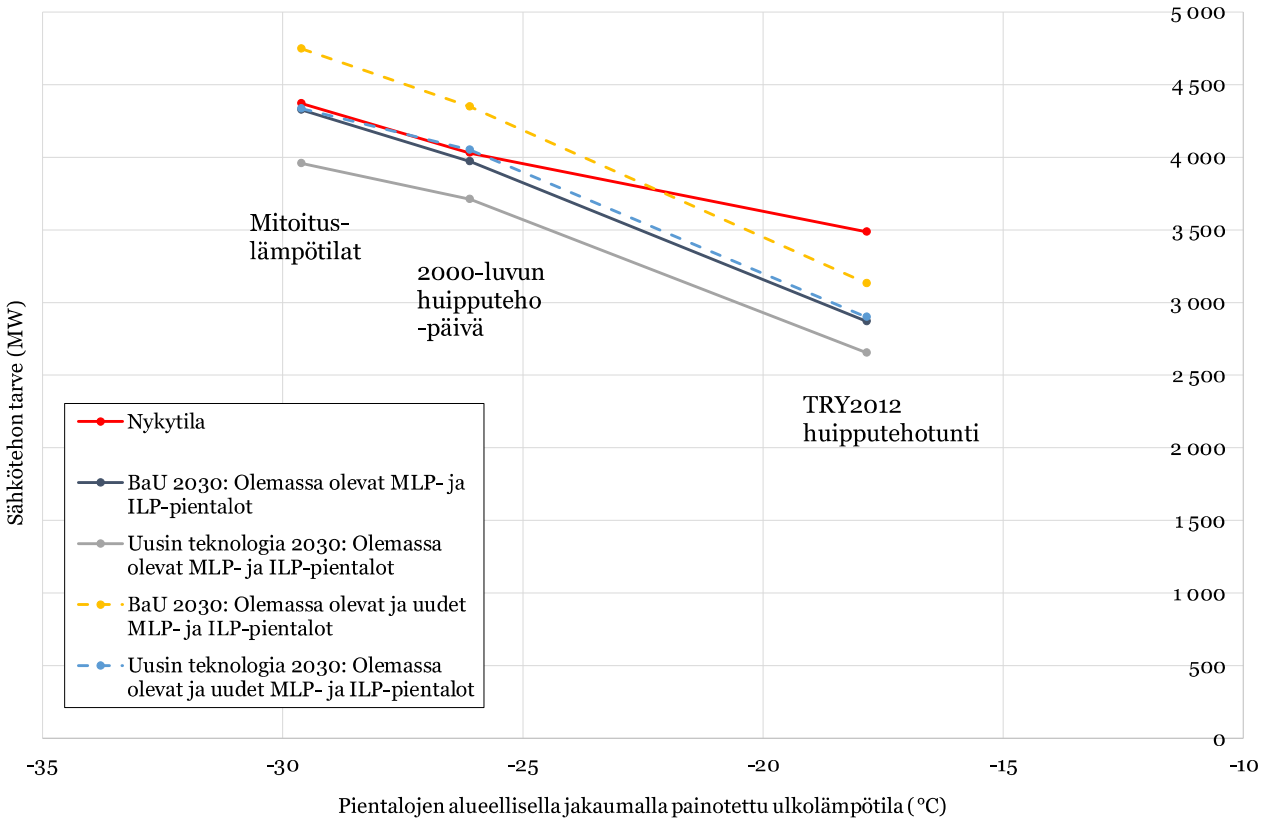


ILP-talojen käyttöveden lämmitys ei sisälly tarkasteluun, sillä sen tehontarve ei muutu nykytilasta skenaarioihin mentäessä

gaia

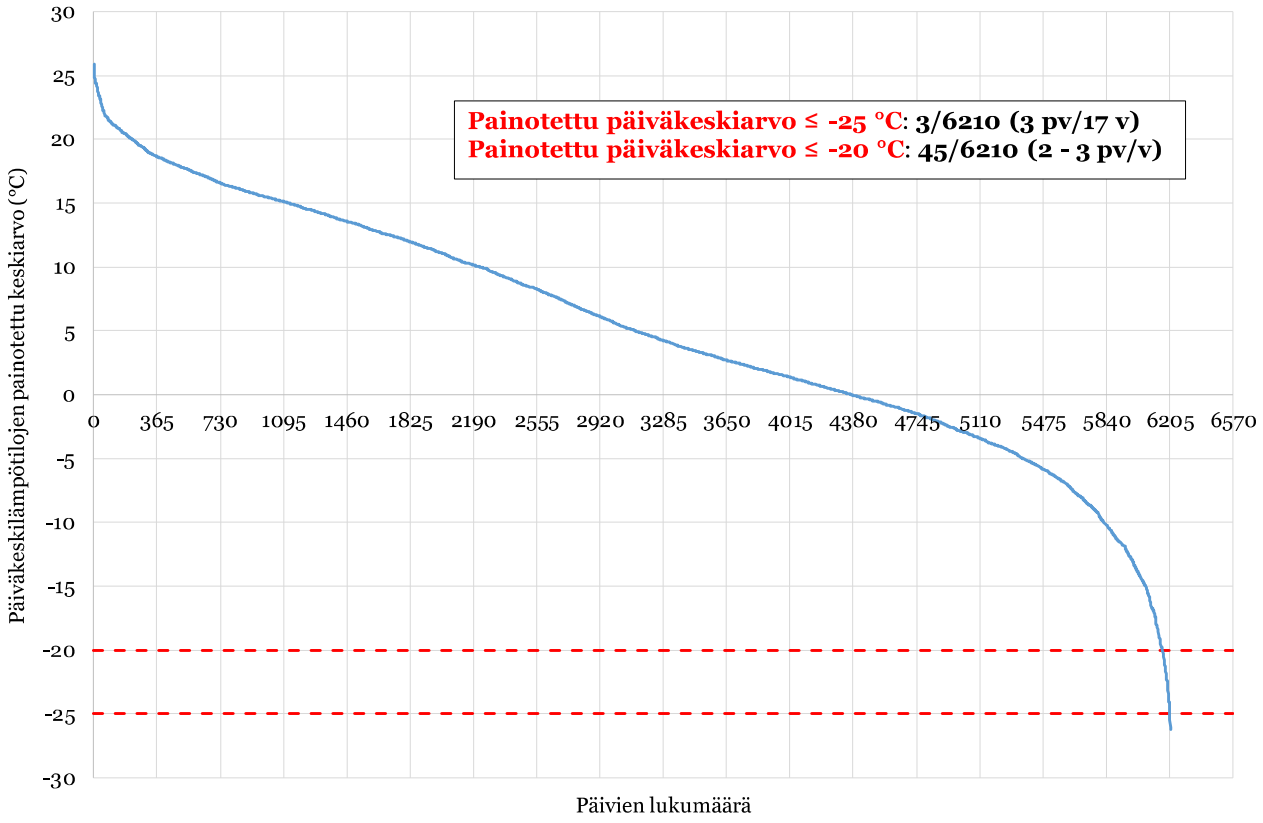
Testisäävuosi koostuu erillisistä kuukausista, jotka ovat eri paikkakunnille eri vuosilta

Liite 4: Tarkasteltavan pientalokannan tilojen ja käyttöveden lämmityksen sähkötehon tarpeen riippuvuus ulkolämpötilasta



gaia

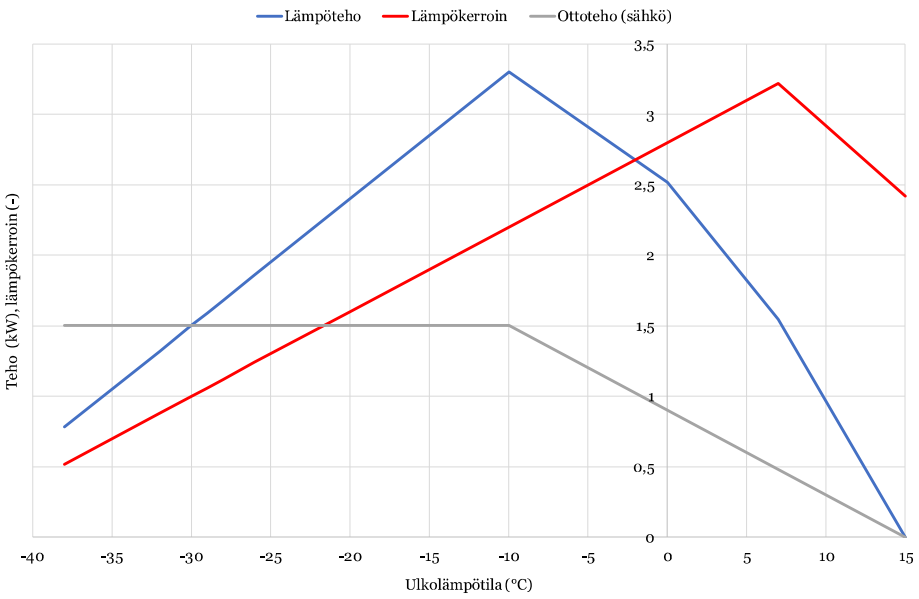
Liite 5: Päiväkeskilämpötilojen pientalojen maantieteellisellä jakaumalla painotetun keskiarvon pysyvyys 2000-2016 (Vantaa+Jyväskylä+Sodankylä)



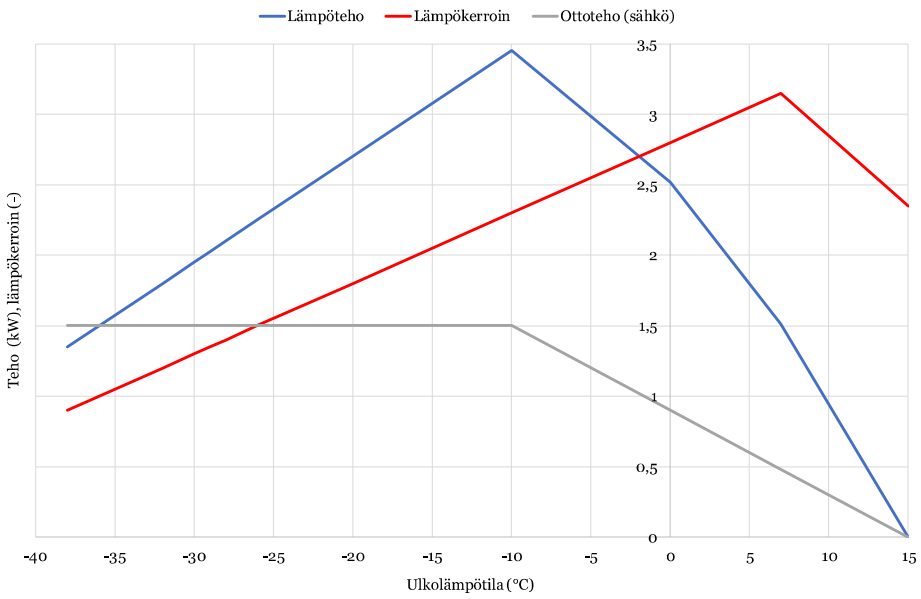
gaia

Liite 6: Keskimääräiset suoritusarvot asennetussa ilma-ilmalämpöpumppukannassa vuonna 2030

BaU-skenaario

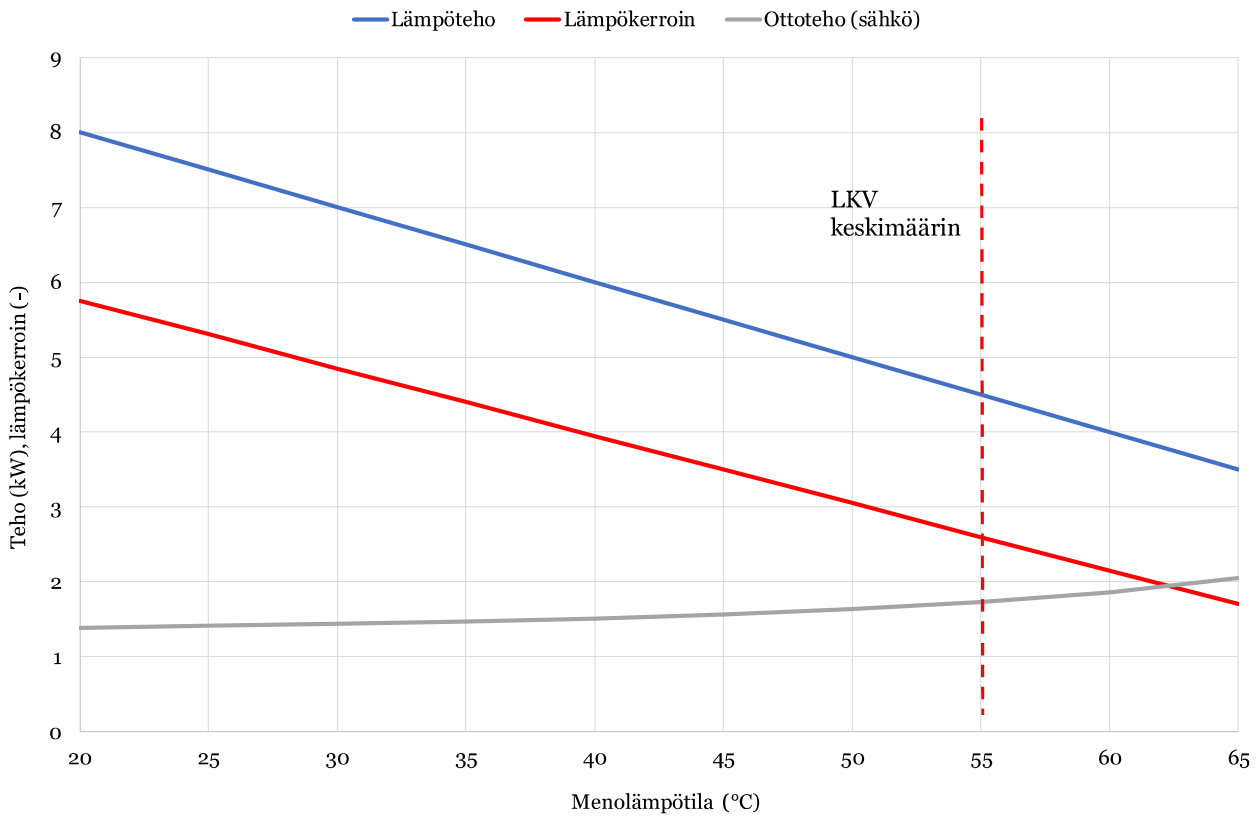


Uusin teknologia -skenaario



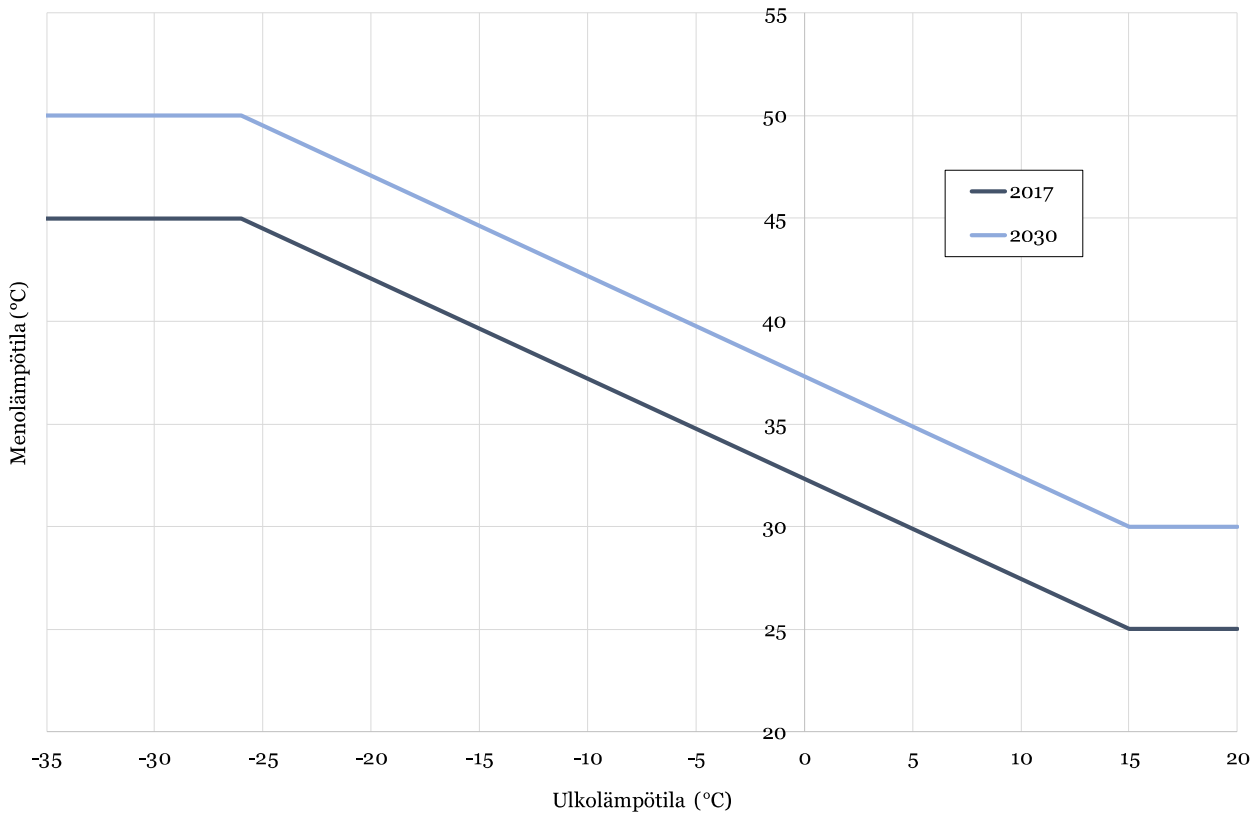
gaia

Liite 7: Keskimääräiset suoritusarvot asennetussa maalämpöpumppukannassa vuonna 2030



gaia

Liite 8: Pientalojen maalämpöpumppujen keskimääräiset lämpökäyrät vuosina 2017 ja 2030 (Vantaa)



gaia

Liite 9: Lämpöpumppujen lisääntyminen pientalokannassa

Maalämpöpumppujen lisääntyminen olemassa olevassa pientalokannassa (korvaa päälämmitysmuodon)

Lämmitystavat (lkm)	Nykytila (2016)	2030	Muutos 2016-2030
Kauko- tai aluelämpö	62 983	62 983	0
Öljy	184 985	76 985	-108 000
Kaasu	22 638	13 638	-9 000
Puu	235 079	226 079	-9 000
Suora sähkölämmitys	387 255	378 255	-9 000
Varaava sähkölämmitys	90 048	45 048	-45 000
Muu (kivihiili, turve, ym.)	40 908	40 908	0
Maalämpö	120 000	300 000	+180 000

Nykytilanteessa asennetuista maalämpöpumpuista noin 77 % oletetaan vaihdettavan BaU-skenaariossa uuteen vuoteen 2030 mennessä. Uusin teknologia -skenaariossa uusintaprosentiksi oletetaan 95 %. Uudispientaloihin maalämpöpumppuja asennetaan 60 000 kappaletta vuoteen 2030 mennessä.

Ilma-ilmalämpöpumppujen lisääntyminen olemassa olevassa pientalokannassa (päälämmitysmuodon rinnalle)

Lämmitystavat (lkm)	Nykytila (2016)	2030	Muutos 2016-2030
Kauko- tai aluelämpö	0	0	0
Öljy	35 000	40 000	+5 000
Kaasu	5 000	10 000	+5 000
Puu	160 000	175 000	+15 000
Suora sähkölämmitys	270 000	340 000	+70 000
Varaava sähkölämmitys	30 000	35 000	+5 000
Muu (kivihiili, turve...)	0	0	0
Maalämpö	0	0	0
Ilma-ilmalämpöpumput	500 000	600 000	–

Nykytilanteessa asennetuista ilmalämpöpumpuista noin 80 % oletetaan vaihdettavan BaU-skenaariossa uuteen vuoteen 2030 mennessä. Uusin teknologia -skenaariossa uusintaprosentiksi oletetaan 95 %. Uudispientaloihin ilmalämpöpumppuja asennetaan 30 000 kappaletta vuoteen 2030 mennessä.

Liite 10: Arviot lämpöpumppujen keskimääräisistä reaalisista investointikustannuksista tarkastelujaksolla 2017-2030

Olemassa oleva pientalokanta	**Pumppu asennettuna** (€, alv 24 %)	**Poraus** (€, alv 24 %)
Korvaus: osateho-MLP -> osateho-MLP	9 000	0
Korvaus: osateho-MLP -> täysteho-MLP	11 000	1 500
Korvaus: täysteho-MLP -> täysteho-MLP	11 000	0
Uusi: vanha lämmitysmuoto -> osateho-MLP	9 000	5 500
Uusi: vanha lämmitysmuoto -> täysteho-MLP	11 000	6 000
ILP (perusteknologia) (sama hinta korvauksissa ja uusissa)	2 000	-
ILP (uusin teknologia) (sama hinta korvauksissa ja uusissa)	2 500	-

Uusi pientalokanta	**Pumppu asennettuna** (€, alv 24 %)	**Poraus** (€, alv 24 %)
Osateho-MLP	9 000	5 500
Täysteho-MLP	11 000	6 000
ILP (perusteknologia)	2 000	-
ILP (uusin teknologia)	2 500	-

gaia