

Selvitys

# Lämmityssähkön kulutuksen vähentäminen pellettitakkojen avulla

Asko Ojaniemi  
Lauri Penttinen

Benet Oy

15.12.2008

**SISÄLLYS**

<b>Johdanto .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Taustaa .....</b>	<b>2</b>
<b>2 Sähkölämmityksen kustannukset ja ympäristövaikutukset .....</b>	<b>3</b>
2.1 Sähkön hinta .....	3
2.2 Huipputehon tarve .....	4
2.3 Sähkölämmityksen hiilidioksidipäästöt .....	6
<b>3 Pelletin hinta ja ympäristövaikutukset .....</b>	<b>8</b>
3.1 Pelletin hinta .....	8
3.2 Pellettitakkojen ympäristövaikutukset .....	9
<b>4 Pellettitakkojen potentiaali sähkölämmityksen korvaamisessa .....</b>	<b>10</b>
4.1 Huipputehontarpeen lasku .....	10
4.2 Päästövähennykset ja uusiutuvan energian lisäys .....	11
4.3 Pellettitakan hankinnan kannattavuus .....	13
4.4 Matalaenergiarakentaminen ja pellettitakka .....	16
<b>5 Lämmitysratkaisujen ohjausmuodot ja niiden tulevaisuus .....</b>	<b>18</b>
5.1 Normiohjaus .....	18
5.2 Taloudellinen ohjaus .....	18
5.3 Ohjausmuodot muissa maissa .....	19
<b>6 Yhteenveto ja johtopäätökset .....</b>	<b>21</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>25</b>

## **JOHDANTO**

Selvityksessä kartoitetaan mahdollisuutta vähentää sähkölämmitteisten pientalojen sähkönkulutusta pellettitakkojen avulla, ja selvitetään kuinka suuri kokonaispotentiaali pellettitakoilla on sähkölämmitteisten pientalojen päästöjen ja pakkaskausien huipputehontarpeen vähentämisessä. Lisäksi selvitetään pellettitakan kannattavuutta yksittäiselle käyttäjälle sekä kuinka erilaisia normi- ja tukimuotoja voidaan käyttää jotta pellettitakat saataisiin yleistymään.

Selvitys on tehty kirjallisuuden ja tyyppitalolaskelmien avulla. Laskelmien osalta keskeisin lähde oli J. Virolaisen vuonna 2008 valmistunut diplomityö ”Pellettitakkalämmityksen vaikutus sähkönkulutukseen pakkasten aiheuttamien huippujen aikana” (lähde 4), josta työhön saatiin sähkölämmitteisten tyyppipientalojen energiankulutukset, huipputehontarpeet, päästökertoimet sekä osa käytetyistä pellettitakkojen kannattavuuslaskelmista. Kirjallisuuslähteet on merkitty selvitykseen viittauksin ja lueteltu lähdeluettelossa.

Työn rahoittivat Osaamiskeskusohjelman energiateknologian klusteri, Vapo Oy, L&T Biowatti Oy ja Ariterm Oy. Työ tehtiin kesän ja syksyn 2008 aikana. Hankkeen vastuullinen johtaja oli Dan Asplund ja työn tekemisestä vastasivat Asko Ojaniemi ja Lauri Penttinen Benet Oy:stä.

## 1 TAUSTAA

Rakennuksissa kulutetaan yli kolmannes Suomen energiankulutuksesta. Rakennusten lämmitykseen kuluu energiankulutuksesta noin 22 % eli runsas viidennes, ja lisäksi energiaa kuluu huoneisto- ja kiinteistö­sähköön. Sähkölämmityksen osuus rakennusten lämmitystavoista on noin viidennes. [1]

Sähkölämmityksen osuus sähkön kokonaiskulutuksesta Suomessa on 10 % luokkaa eli noin 9,1 TWh. Asuinrakennusten lämmitykseen käytettävän sähkön määrä on 1990-luvun alusta kasvanut noin 40 % ja sen arvioidaan kasvavan edelleen. Sähkölämmityksellä on vankka asema erityisesti pientalojen lämmitystapavalinnoissa, vaikka sen suosio on hieman vähentynyt viime vuosina. Sähkölämmityksen osuus uusissa pientaloissa on viime vuosina vaihdellut 40 - 60 % välillä, ja sen suosio on perustunut pitkälti alhaisiin investointikustannuksiin ja sähkön tähän mennessä edulliseen hintatasoon. Suomessa on tällä hetkellä noin 470 000 sähkölämmitettyä pientaloa, ja kokonaisuudessaan sähkölämmitettyjä asuntoja arvioidaan olevan noin 610 000. Noin puolessa näistä sähkö on ainoa lämmönlähde. Sähkölämmitystä käytetään myös jonkin verran palvelu-, teollisuus-, varasto ja maatalousrakennuksissa. Sähkölämmitteiset pien- ja rivitalot käyttävät valtaosan (noin 80 %) asuin- ja palvelurakennusten lämmityssähköstä. Lämmityssähkön kulutukseen vaikuttavat muun muassa rakennusten energiatehokkuus, uusien rakennusten lämmitystapavalinnat, väestönkasvu ja asuntojen tilavuus. [1, 2, 3, 4, 5]

Sähkölämmityksen ongelmat kärjistyvät talvipakkasten kulutushuippuihin, jotka ovat ongelmallisia sähkön tuotannolle ja riittävyydelle, ja aiheuttavat suhteellisesti suurimmat kasvihuonekaasupäästöt. Vuositasolla lämmitykseen kuluu noin kymmenes Suomen sähköstä, mutta talven kulutushuippujen aikana jopa kolmannes sähköstä menee lämmitykseen. Sähkölämmityksen talvikuukausina aiheuttama sähkön lisätarve joudutaan tuottamaan pääosin turve- ja hiililauhdevoimaloilla, jolloin se on kalleinta sähköä ja aiheuttaa suuret hiilidioksidipäästöt. [1]

Myös sähkön nouseva hinta on alkanut vaikuttaa sähkölämmityksen suosioon. Valtaosa (90 %) sähkölämmitteisistä taloista on kuitenkin suorassa sähkölämmityksessä jossa ei ole vesikiertoista lämmitysjärjestelmää, ja siten keskuslämmitysmuodon vaihtaminen on vaikeaa ja kallista. Suoran sähkölämmityksen käyttöä onkin korvattu paljon polttopuutakoilla ja ilmalämpöpumpuilla. Kuitenkaan polttopuun käyttöä ei välttämättä koeta kovin helpoksi ja olemassa olevia takkoja ei aina käytetä. Lisäksi polttopuun pienhiukkaspäästöt ovat etenkin tiheään asutuilla alueilla ongelmallisia. Ilmalämpöpumput ovat käyttäjälleen yleensä kannattavia ja helppotoimisia, mutta kovilla yli -20 °C pakkasilla ne eivät enää toimi. Siten ilmalämpöpumput eivät vähennä sähkölämmityksen huipputehontarvetta vaan itse asiassa jyrkentävät kulutushuippuja.

## **2 SÄHKÖLÄMMITYKSEN KUSTANNUKSET JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET**

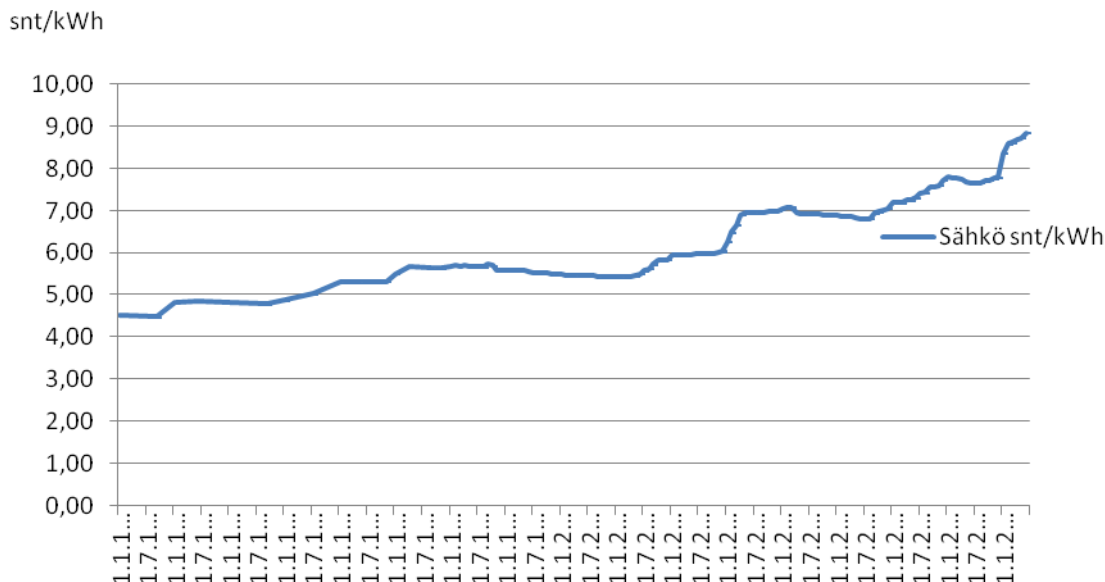
Pientalojen tilojen sähkölämmityksestä koituvia kustannuksia tarkastellaan tässä lämmityssähkön kuluttajahinnan ja sähkölämmityksen kovilla pakkasilla tarvitseman huipputehon perusteella. Ympäristövaikutusten tarkastelussa keskitytään hiilidioksidipäästöjen arviointiin. Koko rakennuskannan tasolla huipputehontarpeen ja päästöjen arviointia hankaloittaa tilastotietojen puuttuminen siitä, kuinka monessa sähkölämmitteisessä pientalossa on sähkön käyttöä vähentäviä lisälämmittäjiä kuten takkoja ja kuinka niitä käytetään.

### **2.1 Sähkön hinta**

Pohjoismaisten sähkömarkkinoiden systeemihinta määräytyy sähköpörssi Nord Poolissa päivittäisten osto- ja myyntitarjousten mukaan. Kuitenkin korkean tehontarpeen aikoina alueiden väliset siirtokapasiteetin rajoitukset saavat aikaan systeemihinnan eriytymistä aluehinnoiksi. Tällainen aluehinnan muodostuminen kärjistyi tammikuun 2006 pakkasjakson aikana, jolloin sähkön kulutuksen voimakkaasti kasvaessa Suomi eriytyi omaksi hinta-alueekseen ja sähkön aluehinta ylitti peräti 300 €/MWh rajan, kun taas systeemihinta nousi korkeimmillaan hieman yli 100 €/MWh [6]. Tästä voidaan päätellä, että Suomella on yhteispohjoismaisten sähkömarkkinoiden tuomasta vakaudesta huolimatta riski kokea korkeita sähkön hintapiikkejä, jos kysyntää huipputehon aikoina ei pystytä alentamaan. Korkean huipputehontarpeensa takia sähkölämmitys osaltaan kärjistää sähkön hintapiikkejä, joten sähkölämmityksen kulutushuippujen leikkaaminen palvelee myös sähkömarkkinoiden vakautta.

Kuluttajan maksaman lämmityssähkön hintakehitys on viimeisen viidentoista vuoden aikana ollut nousujohteinen. Vuoden 1992 alussa osittain varaavan lämmityssähkön verollinen kokonaishinta (pientalo sähkölämmityksellä 20 000 kWh/a) oli 4,5 snt/kWh, josta se vuoden 2008 loppuun mennessä on yli kaksinkertaistunut hintaan 9,5 snt/kWh (Taulukko 1, [www.sahkonhinta.fi](http://www.sahkonhinta.fi)). Vastaavasti suoran sähkölämmityksen verollinen kokonaishinta on tätä kirjoitettaessa (2008 marraskuussa) 10,16 snt/kWh [7].

TAULUKKO 1: Lämmityssähkön verollinen kokonaishinta (pientalo osittain varaavalla sähkölämmityksellä 20 000 kWh/a, Energiamarkkinavirasto 2008)



Tulevaisuudessa sähkön hinta tulee jatkamaan nousuaan polttoaineiden hinnannousun, energiaverotuksen ja päästökaupan vaikutuksesta. Oman lisänsä sähkön hinnan nousuun tulee tuomaan Pohjoismaisten sähkömarkkinoiden vähittäinen yhdentyminen Keski-Euroopan sähkömarkkinoihin, jolloin Pohjoismaisten markkinoiden halvempi hintataso konvergoituu kohti Keski-Euroopan kalliimpaa hintatasoa. Energiateollisuuden vertailun [8] mukaan kotitalouksien sähkön hinta Suomessa on vielä Euroopan halvimpia. Saksassa sähkö on n. 70 % kalliimpaa ja Tanskassa yli kaksi kertaa kalliimpaa. Hintojen suuret erot johtuvat osaltaan myös kireämmästä verotuksesta, mutta myös verottomia hintoja vertailtaessa Suomi on selvästi edullisimpia maita: Tanskan veroton hinta on noin 18 % korkeampi ja Saksan n. 47 % korkeampi.

## 2.2 Huipputehon tarve

Asuntojen lämmitys sähköllä on keskeinen syy siihen, että sähkön kulutushuiput kovilla pakkasilla voivat olla hyvinkin jyrkät [1]. Asuinrakennusten osuus sähkön kokonaiskulutuksesta Suomessa on keskimäärin n. 10 % (n. 9 TWh vuodessa), mutta kovilla pakkasilla sähkölämmitys kuluttaa jopa kolmanneksen tuotetusta sähköstä. Sähkön huipputehon tarve ajoittuuikin tyypillisesti kylmään pakkaspäivään, jolloin lämmityssähkön tarve on suurin [2]. Sähkölämmityksen talvikuukausina aiheuttama sähkön lisätarve joudutaan tuottamaan pääosin turve- ja hiililauhdevoimaloilla, jolloin se on kalleinta sähköä ja aiheuttaa suuret hiilidioksidipäästöt. Sähkön suuret huipputehontarpeet aiheuttavat myös vaikeuksia sähkön tuotanto- ja siirtokapasiteetille, lisäten sähkön hintapiikkejä ja tuontia sekä vähentäen omavaraisuutta ja huoltovarmuutta.

Lämmön ja sähkön yhteistuotannolla on merkittävä rooli Suomen sähköntuotannossa. Sähkön yhteistuotanto seuraa melko tarkasti lämmityksen tarvetta, koska sähköä ja lämpöä tuotetaan lähes vakiosuhteella. Poikkeuksen tekevät kovemmat pakkaskaudet, jolloin yhteistuotanto on jo täysin käytössä ja sähköntuotannossa otetaan huippulaitokset käyttöön. Arvion mukaan noin -5 C asteen pakkasilla sähkön yhteistuotanto on huipussaan ja tarvittavan lisäsähkön tuotantoon joudutaan käyttämään lauhdevoimaa. Lauhdevoimalla tasataan myös muutoksia tuonnissa ja ne toimivat varavoimalaitoksina. Uusien sähkölämmitystalojen aiheuttama sähkönkulutuksen lisäys kohdistuu kuitenkin lyhyellä tähtäimellä pitkälti lauhdetuotantoon, ellei kaukolämmityksen suosio samalla kasva. [9]

Vuoden 2007 helmikuussa oli koko maassa erittäin kylmää, jolloin helmikuun 8. päivä klo 7 - 8 mitattiin Suomessa uusi sähkön kokonaiskulutuksen huipputeho, 14 914 MW. Edellinen ennätys oli 14 849 MW vuoden 2006 tammikuussa. Uuden ennätystunnin aikana Suomen oma sähköntuotanto oli 12 078 MW, siitä oli sähkön ja lämmön yhteistuotantoa 4647, ydinvoimaa 2730, vesivoimaa 1974, lauhdevoimaa 2724 ja tuulivoimaa 3 MW. Huipputunnin aikana sähkön tuontiteho oli 2836 MW, puolet huipputunnin tuonnista tuli Venäjältä. [10]

Sähkölämmityksen huipputehon tarvetta on arvioitu sekä laskennallisesti että kirjallisuuden perusteella. Sähkölämmitteisten pientalojen rakennuskannan laskennallisesti arvioitu keskimääräinen lämmitystehontarve -25 C asteen pakkasella on n. 7,7 kW/talo. Tällöin Suomen 470 000 sähkölämmitteistä pientaloa tarvitsevat ilman lisälämmittäjiä kuten takkoja -25 C asteen pakkasella sähköntuotannon tehoa yli 3 600 MW, mikä on sähköntuotannon kotimaiseen kapasiteettiin verrattuna merkittävä määrä. Kuitenkin tähän lukuun liittyy epävarmuus siitä, kuinka paljon takkoja sähkölämmitteisissä taloissa on ja miten niitä käytetään. (Jos otetaan esimerkiksi arvioksi, että 2/3 pientaloista on takat, joilla leikataan keskimäärin 80 % huippukulutuksesta, saadaan huipputehontarpeeksi 1700 MW.) Ilmalämpöpumput eivät tähän arvioon vaikuta, sillä nykyisin käytössä olevat ilmalämpöpumput eivät kykene tuottamaan lämpöä -25 C asteen pakkasilla, joten ne itse asiassa jyrkentävät lämmityssähkön kulutushuippuja.

Vastaavasti Adato Energian tilastollisen analyysin mukaan lämpötilan lasku yhdellä Celsius-asteella lisää varsinaisen lämmityssähkön kulutusta Suomessa noin 80 MW:lla. Tämän arvion perusteella kaikkien sähkölämmitystalojen tehontarve viikkotasolla esim. -25 C° pakkasella ilman lisälämmittäjiä on n. 3 300 MW. [1]

Toisaalta myös sähköiset lisälämmittimet, kuten tilojen toissijaiset lämmittimet ja autojen lohkolämmittimet, aiheuttavat sähkön huipputehontarpeen kasvua. Tämän suuruusluokan on arvioitu olevan jopa 1000 MW. Sähkölämmitys ja lisälämmittimet yhdessä voivat aiheuttaa siis yli 4 000 MW tehontarpeen -25 C asteen pakkasella, mikä on jopa kolmanneksen kokonaiskulutuksen huipputehosta. [1]

### 2.3 Sähkölämmityksen hiilidioksidipäästöt

Rakennukset tuottavat Suomen hiilidioksidipäästöistä 30 prosenttia ja suurin osa näistä päästöistä tulee rakennusten lämmittämisestä. Sähkölämmitys aiheuttaa tuntuvia hiilidioksidipäästöjä varsinkin talvikauden kovilla pakkasilla, jolloin sen päästökerroin on selvästi muita lämmitysmuotoja korkeampi.[1]

Motiva Oy:n teettämässä vuoden 2004 päästöjen laskentaohjeessa sähkön keskimääräinen hiilidioksidipäästökerroin on 200 kg CO<sub>2</sub>/MWh. Keskimääräisen päästökertoimen käyttö näyttäisi kuitenkin aliarvioivan lämmityssähkön päästövaikutusten määrää, sillä lämmityssähkön käyttö poikkeaa voimakkaasti muusta sähkökäytöstä. [9] Tilojen lämmitystarve on pienemmillään kesäaikaan ja kasvaa ulkolämpötilan laskiessa, aiheuttaen lämmityssähkön tehontarpeen suuren ajallisen vaihtelun ja huipputehon tarpeen. Näin ollen sähkölämmityksen voidaan perustellusti nähdä vaikuttavan sähkön tuotannon rakenteeseen ja päästökertoimiin. Toisaalta sähkölämmitys kuluttaa eniten silloin kun tuotannon päästöt ovat suurimmat.

Sähkön kulutus- ja tuotantorakenteeseen perustuva Tampereen teknillinen yliopiston (TTY) kehittämä EKOREM-malli näyttäisikin antavan realistisemman arvion sähkölämmityksen hiilidioksidipäästöjen arviointiin. Siinä lämmityssähkön päästökerrointa on arvioitu lämpötilatietojen perusteella rakennuksille laskettujen lämmitystehontarpeen pysyvyykäyrien ja siitä johdetun sähkön tuotannon eri tehoalueiden käytön mukaan. Tehontarpeen nousu aiheuttaa noin 12 °C lämpötilasta alkaen ensin yhteistuotantosähkön täysimittaisen käytön ja alle -5 °C lämpötiloissa lauhdesähkön käyttöä. Eri tehoalueittain tarkasteltuna perustehon (vesi- ja ydinvoima) päästökertoimen suuruusluokka on n. 100 kgCO<sub>2</sub>/MWh, välitehon (yhteistuotantosähkö) osalta 400 - 450 (riippuen yhteistuotannon polttoaineiden jakomenettelystä) ja huipputehon (lauhdevoima) osalta 800 - 900. Sähkölämmitystalon sähkön kokonaiskäytön keskimääräiseksi päästökertoimeksi TTY on arvioinut 300 - 350 kgCO<sub>2</sub>-ekv/MWh. Pelkän lämmityssähkön (tilojen ja käyttöveden lämmitys) osalta päästökerroin on TTY:n arvion mukaan noin 400 kgCO<sub>2</sub>-ekv/MWh. [9]

Kun tarkastellaan pelkkää tilojen sähkölämmitystä, on päästökerroin sen osalta vielä edellä mainittujakin suurempi, sillä se käyttää suhteellisesti enemmän väli- ja huipputehoaluetta. Virolainen [4] on saanut tilojen lämmityssähkön päästökertoimen arvioksi eri tyyppitaloissa 419 - 478 kgCO<sub>2</sub>-ekv/MWh.

Sähkölämmitteinen pientalo kuluttaa tilojen lämmitysenergiaa keskimäärin 18,89 MWh vuodessa [4], ja pelkästään sähköllä lämmitettäessä tilojen lämmityksen hiilidioksidipäästöt ovat tällöin keskimäärin 8,47 tonnia CO<sub>2</sub>-ekv per talous. Jos kaikki Suomen 470 000 sähkölämmitteistä pientaloa lämmitettäisiin pelkällä sähköllä, aiheuttaisi se hiilidioksidipäästöjä noin 3,98 miljoonaa CO<sub>2</sub>-ekv tonnia vuodessa. Kun tätä verrataan esimerkiksi Suomen Kioton kauden päästövähennysveloitteeseen, joka on noin 11 Mt CO<sub>2</sub>-ekv vuodessa, nähdään että kyseessä on hyvin merkittävä päästö määrä. Vastaavasti öljylämmitteisten pientalojen (n.



250 000 taloa) tilojen lämmityksen päästöt pelkällä öljyllä lämmitettäessä ovat vuodessa n. 5 CO<sub>2</sub>-ekv tonnia per talous ja yhteensä 1,26 miljoonaa CO<sub>2</sub>-ekv tonnia.

Kuitenkin osassa sähkölämmitteisiä pientaloja on lisälämmittimiä kuten takkoja ja ilmalämpöpumppuja, jotka muuttavat käytetyn lämmityssähkön ja siten myös hiilidioksidipäästöjen määrää. Tilastoja takkojen tai muiden lisälämmittimien määrästä pientalokannassa ei ole, sillä rakennuksia tilastoidaan pelkästään päälämmitysjärjestelmien mukaan. Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) arvion mukaan sähkölämmitteisissä pientaloissa käytettiin vuonna 2001 lämmitykseen 1,4 miljoonaa kuutiota puuta [11], mikä vastaa noin neljännestä 470 000 sähkölämmitteisen pientalon arvioidusta energiankulutuksesta.

### **3 PELLETTIN HINTA JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET**

Pellettilaitteiden ja pellettien kehitystyö alkoi Pohjois-Amerikassa ensimmäisten öljykriisien seurauksena ja siitä lähtien pellettilämmityksen suosio on ollut sidoksissa öljyn hintakehitykseen. Pellettitakat ovat Pohjois-Amerikassa suosituin pellettilämmityksen muoto, kuten myös monissa Etelä-Euroopan maissa joissa taloissa ei yleensä ole vesikiertoista lämmitysjärjestelmää. Italiassa pellettitakkoja oli vuonna 2006 käytössä jo noin 100 000. [19]

Suomessa käytettävästä pelletistä lähes kaikki tuotetaan kotimaassa. Vuodesta 2001 Suomen pellettituotantokapasiteetti yli kuusinkertaistui ja oli vuonna 2007 noin 450 000 tonnia. Kuitenkin pellettien kotimainen käyttö oli vain 150 000 tonnia, joten 70 % tuotetuista pelleteistä meni vientiin. Vapon arvion mukaan tuotanto vuonna 2009 on vähintään 700 000 tonnia. [12]

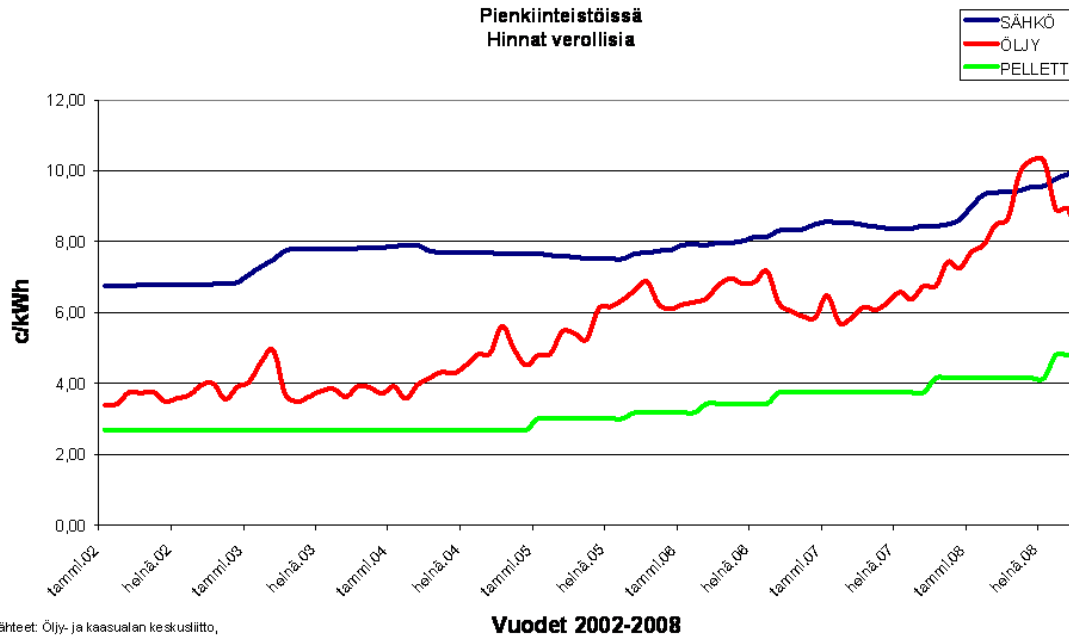
#### **3.1 Pelletin hinta**

Pelletin hinta on noussut 2000-luvun alusta noin puolitoistakertaiseksi. Nopean hinnan nousun voidaan nähdä johtuvan markkinoiden nuoresta iästä sekä ulkomaisen ja kotimaisen kysynnän voimakkaasta kasvusta. Vuodesta 2001 pellettien käyttö Suomessa on noin kymmenkertaistunut vuoteen 2007 [13]. Tällä hetkellä pelletti maksaa noin 4,5 snt/kWh. Pelletin tuotantoon on tulossa jatkossa lisää kapasiteettia ja toimijoita, mikä parantaa kilpailua mikä voi lieventää hinnan nousua. Kuitenkin kiristynyt kilpailu ja niukkuus hyvälaatuisesta raaka-aineesta voi jatkossa omalta osaltaan kiihdyttää pelletin hinnan nousua.

TAULUKKO 2: Energian hintakehitys 2002 – 2008, (Lähteet Pellettienergiayhdistys, Öljy- ja kaasualan keskusliitto, Energiamarkkinavirasto ja Vapo Oy)

### Energian hintakehitys 2002-2008

Pienkiinteistöissä  
Hinnat verollisia



Lähteet: Öljy- ja kaasualan keskusliitto,  
Energiamarkkinavirasto, Vapo Oy

### 3.2 Pellettitakkojen ympäristövaikutukset

Puupelletit tehdään pääasiassa mekaanisen puunjalostusteollisuuden sivutuotteista kuten sahanpurusta ja kutterinlastusta. Ne ovat uusiutuvaa bioenergiaa, jolloin niiden polttamisesta syntyvä hiilidioksidi sitoutuu takaisin kasvavaan puustoon. Toisaalta puupolttoaineiden tuotanto, raaka-aineiden hankinta ja kuljetus aiheuttavat hiilidioksidipäästöjä, jotka ovat arvion mukaan 18 kg CO<sub>2</sub>-ekv/MWh. [4, 14]

Puupelletit sisältävät tilavuuteen nähden paljon energiaa ja niiden lämpöarvo on 4,5 - 5,0 kWh/kg. Puupelletti on tasalaatuista ja kuivaa. Siinä on vettä vain 8 - 12 % kokonaispainosta ja tuhkapitoisuus noin 0,5 %. Alhaisen kosteuspitoisuuden takia pientenkin laitteiden palamislämpötila saadaan korkeaksi, jolloin savukaasut sisältävät vähemmän ympäristöä haittaavia päästöjä. Puun pienpoltossa pienhiukkaspäästöt nähdään yleisesti merkittävimpinä ympäristöhaittoina. Pelleteillä pienhiukkasten päästöt ovat jopa 90 % pienemmät polttopuuhun verrattuna. Pellettien merkittävänä etuna voidaankin pitää pienhiukkasten vähyyttä sekä korkeampaa hyötysuhdetta (jopa 90 %), jolloin puun sisältämä energia käytetään tehokkaammin hyväksi. Pelletin haittana voidaan nähdä valmistukseen kuluva energia ja siitä johtuvat päästöt. [14]

#### **4 PELLETTITAKKOJEN POTENTIAALI SÄHKÖLÄMMITYKSEN KORVAAMISESSA**

Pellettitakka jakaa lämmön puhaltimella rakennuksen sisäilmaan ja voi oikein mitoitettuna ja sijoiteltuna korvata pientalon tilojen sähkölämmityksen kokonaan. Nykyaikainen automatisoitu ja termostaatilla varustettu noin 10 kW pellettitakka kykenee kattamaan normaalikokoisen (100 - 170 m<sup>2</sup>) pientalon tilojen lämmitysenergian tarpeen, kun lämpö saadaan tarpeeksi tehokkaasti jaettua huoneisiin.

Yleensä ilmakiertoinen pellettitakka löytää kierron asunnossa ja lämpö jakautuu eri huoneisiin. Monissa takoissa huonepuhalluksen tehoa voidaan säätää riippumatta tehoalueesta, ja näin saadaan säädelyä lämmön leviämistä. Mikäli asunto on hyvin sokkeloinen tai eri kerroksissa, voi lämmön jakautumista tehostaa huonejaollisella mallilla josta voi johtaa lämmönjakoputkia talon eri osiin. Myös käyttövettä lämmittäviä pellettitakkoja on olemassa, mutta ne jätetään tässä tarkastelun ulkopuolelle ja keskitytään takkoihin jotka jakavat lämmitysenergian rakennukseen puhallusilman avulla.

Seuraavaksi tarkastellaan pellettitakan potentiaalia skenaarioissa, joissa pellettitakka asennetaan 100 000 ja 200 000 sähkölämmitteiseen pientaloon. Lisäksi skenaarioista esitetään herkkyystarkastelu, jossa tilojen sähkölämmitys näissä pientaloissa korvataan täysin sekä keskimäärin 90 %, 80 % ja 70 % osalta (korvautumisaste).

##### **4.1 Huipputehontarpeen lasku**

Tyypitalojen mukaan laskettuna sähkölämmitteisen pientalon tilojen lämmitystehontarve on keskimäärin 7,7 kW kun ulkolämpötila on -25 C astetta ja 8,6 kW kun ulkolämpötila on -30 C astetta. Kun taloa lämmitetään ilman lisälämmittäjiä kuten takkaa, tarvitsee rakennus vastaavan verran sähkötehoa tilojensa lämmitykseen. Tarvittava lämmitysteho vaihtelee rakennuksittain ja riippuu pitkälti rakennuksen lämpöhäviöistä, joihin vaikuttavat mm. eristys, tiiveys, ilmanvaihtomäärät ja lämmön talteenotto. Nämä taas vaihtelevat talon valmistumisvuoden ja rakentamismääräysten vähimmäisvaatimusten mukaan. Suomessa rakennukset on perinteisesti energiatehokkuudeltaan rakennettu minimivaatimusten tasoisesti, eikä merkittäviä parannuksia normien vaatimaan tasoon nähden ole yleensä tehty.

Vastaavasti pellettitakan käytön aikainen sähkötehon tarve on noin 0,1 kW. Talokohtainen tehon säästö korvattaessa tilojen sähkölämmitys kokonaan pellettitakalla -25 C asteen pakkasella on siten 7,6 kW. Asentamalla pellettitakat 200 000 sähkölämmitteiseen pientaloon voidaan sähkölämmityksen tehontarvetta korvata 25 C asteen pakkasella maksimissaan n. 1520 MW. Vastaavasti asentamalla pellettitakat 100 000 sähkölämmitteiseen pientaloon, voidaan sähkölämmityksen tehontarvetta korvata -25 C asteen pakkasella enimmillään n. 760 MW. Lämmitystehontarpeen vähenemisen skenaariot ja niiden herkkyystarkastelu korvattavan sähkön suhteen on esitetty Taulukossa 3.

TAULUKKO 3: Lämmitystehontarpeen lasku ja herkkyytarkastelu - 25 °C lämpötilassa

Tilojen sähkölämmityksen korvautuminen	Pientalojen määrä	
	100 000	200 000
100 %	760	1520 MW
90 %	684	1368 MW
80 %	608	1216 MW
70 %	532	1064 MW

Sähkön tähän mennessä suurimman huippukulutuksen (noin 14 900 MW) aikana tuontiteho oli 2840 MW, josta noin puolet tuli Venäjältä, ja lauhdeteho oli tuolloin 2724 MW.

Pellettitakoilla voidaan siis merkittävästi vähentää pakkaskausien sähkön huipputehon tarvetta, joka pitkälti johtuu lämpötilariippuvaisesta sähkölämmityksestä. Tämä on huoltovarmuuden kannalta merkittävä kysymys, sillä Suomen oma sähköntuotannon teho ei tällä hetkellä riitä kovimpien pakkaskausien huippukulutuksen tyydyttämiseen, mitä lisääntyvät sähkölämmitteiset rakennukset yhä kärjistävät [8]. Samalla sähköntuotantokapasiteetti vanhenee ja tarvitaan korvaavaa tehoa sekä perus- että huippuvoimaan. Osan tästä kapasiteettivajeesta voitaisiin kattaa sillä, että sähkölämmitteisiä taloja ryhdytään mahdollisimman laajasti lämmittämään pellettitakoilla. Investointikustannusten perusteella pellettitakka on valtakunnan energiantuotantojärjestelmän näkökulmasta vähän pääomaa vaativa lämmitysvaihtoehto. Kilowatin tuotantoteho vaatii investointikustannuksia lauhdevoimalla noin 1300 - 1500 €, ydinvoimalla 2750 € ja tuulivoimalla 1300 € [15]. Vastaava lämmitysteho pellettitakalla vaatii investointia vain noin 490 euroa.

#### 4.2 Päästövähennykset ja uusiutuvan energian lisäys

Päästökauppa kattaa lähes kokonaan Suomen päästöllisen sähköntuotannon, joten rakennusten sähkölämmityksen päästöt kuuluvat käytännössä päästökaupan piiriin. Tällöin päästökauppa säätelee päästöoikeuden hinnan kautta sähkölämmityksen kustannuksia. Toisaalta sähkölämmitys luo rasiitteita sähkön hinnalle, kun se suurella päästöllisen tuotannon käytöllään (väli- ja huipputehoalueen tuotanto eli yhteistuotanto ja lauhde) aiheuttaa päästöoikeuksien tarvetta sähköntuotannossa.

Päästökauppasektorin vähennysvelvoitteiden lisäksi päästökaupan ulkopuoliselle sektorille, johon myös rakennusten lämmitys kuuluu, on asetettu 16 % vähennystavoite vuoteen 2020.

Sähkölämmitteinen pientalo kuluttaa tilojen lämmitysenergiaa keskimäärin 18,9 MWh vuodessa, ja pelkästään sähköllä lämmitettäessä tilojen lämmityksen hiilidioksidipäästöt ovat keskimäärin 8,47 tonnia CO<sub>2</sub>-ekv per talous. Vastaavasti pelletillä lämmitettäessä takan sähkön käytöstä ja pelletin poltosta syntyvät CO<sub>2</sub>-ekvivalentit päästöt ovat noin 0,60 tonnia per talous.

Asentamalla pellettitakat 200 000 sähkölämmitteiseen pientaloon voitaisiin CO<sub>2</sub>-ekvivalentteja hiilidioksidipäästöjä vähentää maksimissaan noin 1,57 miljoonaa tonnia (Mt) vuodessa. Tämä vastaa noin 15 % Suomen päästökaupasektorin kauden 2008 - 2012 vähennysvelvoitteesta, joka on noin 10,7 miljoonaa tonnia. Tämän päästövähennyksen rahallinen arvo päästöoikeuden hinnalla 30 €/tCO<sub>2</sub> on yli 47 miljoonaa euroa vuodessa. Vastaavasti asentamalla pellettitakka 100 000 pientaloon voitaisiin hiilidioksidipäästöjä vähentää maksimissaan 787 000 CO<sub>2</sub>-ekv tonnia vuodessa, joka taas vastaa päästökaupasektorin vähennysvelvoitteesta noin 7,4 % ja jonka rahallinen arvo päästöoikeuden hinnalla 30 €/tCO<sub>2</sub> on noin 23,6 miljoonaa euroa. Päästövähennysten skenaariot ja herkkyystarkastelu on esitetty Taulukossa 4.

TAULUKKO 4: Päästövähennykset ja herkkyystarkastelu

Tilojen sähkölämmityksen korvautuminen	Pientalojen määrä		
	100 000	200 000	
100 %	787 000	1 574 000	t CO <sub>2</sub> -ekv
90 %	708 300	1 416 600	t CO <sub>2</sub> -ekv
80 %	629 600	1 259 200	t CO <sub>2</sub> -ekv
70 %	550 900	1 101 800	t CO <sub>2</sub> -ekv

Suomi on sitoutunut lisäämään uusiutuvien energialähteiden käyttöä huomattavasti vuoteen 2020 mennessä, ja uusiutuvan energian lisääminen rakennusten lämmityksessä on tämän tavoitteen saavuttamisessa merkittävä tekijä. Yhden pientalon tilojen lämmitykseen kuluu keskimäärin 22,5 MWh pellettiä vuodessa, kun pellettitakan vuosihyötysuhteeksi oletetaan 84 %. Tämä vastaa keskimäärin 18,9 MWh pientalokohtaista loppukäyttöä vuodessa. Kun pellettitakoilla lämmitetään tilat 200 000 pientalossa, vastaa se maksimissaan 3,78 TWh uusiutuvan energian loppukäyttöä vuodessa, mikä on n. 13 % Suomen uusiutuvan energian 30 TWh lisäystavoitteesta vuoteen 2020. Vastaava käyttö 100 000 talossa olisi maksimissaan 1,89 TWh vuodessa, joka on noin 6 % uusiutuvan energian lisäystavoitteesta. Uusiutuvan energian lisäys eri skenaarioissa ja niiden herkkyystarkastelu sähkölämmityksen korvaamisen suhteen esitetään taulukossa 5.

TAULUKKO 5: Uusiutuvan energian loppukäytön lisäys ja herkkyytarkastelu

Tilojen sähkölämmityksen korvautuminen	Pientalojen määrä	
	100 000	200 000
100 %	1,89	3,78 TWh
90 %	1,70	3,40 TWh
80 %	1,51	3,02 TWh
70 %	1,32	2,65 TWh

### 4.3 Pellettitakan hankinnan kannattavuus

Pientalon koko lämmitystehontarpeen kattavan (n. 10 kW) pellettitakan hankintahinta on hormin kanssa noin 4000 €. Takan asennus on kohtuullisen vaivatonta, ja sen voi asentaa suoraan normaalin kantavuuden omaavalle lattialle. Hormina voi toimia ns. kevythormi, mikä ei myöskään vaadi perustuksia. Asennuksen hinta on yleensä noin 10 % takan hinnasta. Uusimpana ratkaisuna hormi voidaan unohtaa kokonaan, jolloin savukaasut johdetaan ainoastaan seinän läpi ulos. Tämä ratkaisu on jo käytössä Ruotsissa, ja Suomessa se odottaa paloturvallisuusviranomaisten hyväksyntää. Uusimmissa pellettitakoissa on myös mahdollisuus johtaa takasta lämmönjakoputkia talon eri osiin, joka hieman lisää hankinta- ja asennuskustannuksia.

Seuraavat kannattavuuslaskelmat perustuvat pelletin pienkäytön hintaan 4,6 senttiä/kWh (500 kg säkki) ja sähkölämmityksen hintaan 9,5 senttiä/kWh (katso luku 2.1) niin, että pellettitakka korvaa kokonaan tilojen lämmityssähkön. Laskennassa käytetty pellettitakan ja hormin hankintahinta on 4000 €. Asennuskustannuksiksi on arvioitu 500 €, josta saadaan 60 % kotitalousvähennys. Kotitalousvähennyksessä on 100 € omavastuu, joten lopullisia kustannuksia asennuksesta tulee 300 €, ja hankinnan kokonaiskustannukseksi 4300 €. Pellettitakan kannattavuus riippuu myös rakennuksen lämmitysenergian kulutuksesta, joka vaihtelee pitkälti rakennuksen valmistumisvuoden mukaan. Myös Virolainen [4] on diplomityössään tarkastellut tätä, kuitenkin hieman eri hintatiedoilla ja laskentamenetelmällä.

Taulukossa 6 on esitetty pellettitakan suora takaisinmaksuaika eri-ikäisissä tyyppitaloissa, kun kokonaiskustannus maksetaan välittömästi.

TAULUKKO 6: Pellettitakan suora takaisinmaksuaika eri-ikäisissä tyypitaloissa

	Takaisinmaksuaika, vuotta
2000-luvun talo	7,5
1986 - 1999 talo	6
1979 - 1985 talo	6
1969 - 1978 talo	5
1962 - 1968 talo	5,5

Vastaavasti taulukossa 7 esitetään pellettitakan takaisinmaksuaika tasaerämenetelmällä 5 %:n korkokannalla tilanteessa, jossa takan hankintaan otettava laina maksetaan neljässä vuodessa.

TAULUKKO 7: Pellettitakan takaisinmaksuaika tasaerämenetelmällä eri-ikäisissä tyypitaloissa

	Takaisinmaksuaika, vuotta
2000-luvun talo	9
1986 - 1999 talo	7
1979 - 1985 talo	7
1969 - 1978 talo	6
1962 - 1968 talo	7

Vaikka pellettitakka on yleensä aina yksittäiselle käyttäjälle kannattava investointi, saattaa pellettitakan takaisinmaksuaika varsinkin 2000-luvun energiatehokkaammissa taloissa olla liian pitkä jotta se olisi riittävä kannustin takan hankintaan. Investointia harkitessaan kuluttaja ei yleensä huomioi rahan aika-arvoa ja käyttää suoraa takaisinmaksuaikaa, sekä lisäksi painottaa hankintahinnan merkitystä. Lähin vertailukohteista vastaavia investointeja harkitessa on useimmiten ilmalämpöpumppu, jonka takaisinmaksuaika on yleensä lyhyempi (arvio 4 - 5 vuotta 2000-luvun talossa), johtuen lähinnä edullisemmasta hankintahinnasta. Suurin osa sähkölämmitteisten pientalojen rakennuskannasta on rakennettu 1980-luvun alusta vuoteen 2006 ulottuvana ajanjaksona, joten pellettitakan kannattavuus nimenomaan näissä rakennuksissa on takan yleistymistä ajatellen olennaista.

Öljylämmityskohteissa vuoden 2008 lämmitysöljyn keskihinnalla (8,9 snt/kWh, Öljyalan keskusliitto) laskettuna pellettitakka on sähkölämmityskohteita kannattavampi, johtuen öljylämmityksen sähköä huonommasta hyötysuhteesta. On kuitenkin huomattava, että kesän 2008 hintapiikkien jälkeen lämmitysöljyn hinta on osoittanut selvää laskua kohti vuoden 2007 keskihintaa (6,3 snt/kWh).



Pellettitakan kannattavuuden paraneminen sähkölämmityskohteissa vaatii joko sähkön hinnan nousua tai korkeampaa tukitasoa. Taulukoissa 8 ja 9 on esitetty pellettitakan suorat ja tasaerämenetelmän takaisinmaksuajat tilanteissa, joissa kotitalousvähennyksen ohella saadaan tukea myös takan hankintakustannuksille.

TAULUKKO 8: Pellettitakan tuki ja suora takaisinmaksuaika

	Tukitaso hankintahinnasta (%) ja suora takaisinmaksuaika (vuotta)			
	10 %	15 %	20 %	30 %
2000-luvun talo	7	6,5	6,5	5,5
1986 - 1999 talo	5,5	5,5	5	4,5
1979 - 1985 talo	5,5	5	5	4,5
1969 - 1978 talo	4,5	4,5	4	3,5
1962 - 1968 talo	5	4,5	4,5	4

TAULUKKO 9: Pellettitakan tuki ja takaisinmaksuaika tasaerämenetelmällä

	Tukitaso hankintahinnasta (%) ja takaisinmaksuaika tasaerämenetelmällä (vuotta)			
	10 %	15 %	20 %	30 %
2000-luvun talo	8	8	8	7
1986 - 1999 talo	7	7	6	6
1979 - 1985 talo	7	6	6	5
1969 - 1978 talo	6	6	5	5
1962 - 1968 talo	6	6	5	5

Suorien takaisinmaksuaikojen perusteella 20 % tukitaso riittäisi vanhemmissa rakennuksissa tekemään pellettitakan hankinnan selvästi kannustavammaksi. Lisäksi hankintakustannus alkaa tällöin lähentyä ilmalämpöpumppujen kustannusta. Kuitenkin jotta myös uudemmissa vähemmän energiaa kuluttavissa rakennuksissa päästäisiin lähelle ilmalämpöpumppujen 4 - 5 vuoden takaisinmaksuaikoja, vaaditaan korkeampaa 30 % tukitasoa.

Jos pelletin ja sähkön hintojen erotus säilyy jatkossakin nykyisen suuruisena (n. 5 snt/kWh), pätevät edelliset tarkastelut myös tulevaisuuden energianhinnoilla. Energiamarkkinaviraston tilaston [7] perusteella varaavan lämmityssähkön verollinen kokonaishinta on vuodesta 1992 noussut keskimäärin noin 4,3 % vuodessa ja suoran lämmityssähkön vastaavasti n. 3,7 % vuodessa. 2000-luvulla osittain varaavan lämmityssähkön verollinen kokonaishinta on noussut noin 7 % vuodessa, kun taas pelletin hinta on noussut samana aikana

noin 6,5 % vuodessa. Vastaavaa jyrkkää kehitystä energian hinnoissa odotetaan jatkossakin. Taulukossa 10 on esitetty tarkastelu pellettitakan suorista takaisinmaksuajoista ilman tukia, kun pelletin ja sähkön hinta nousevat kummatkin nykytasosta 7 % vuosivauhtia (hintojen erotus kasvaa nykyisestä).

TAULUKKO 10: Pellettitakan suora takaisinmaksuaika, sähkön ja pelletin hinnat nousevat 7 % vuodessa

	Suora takaisinmaksuaika, vuotta
2000-luvun talo	6,5
1986 - 1999 talo	5,5
1979 - 1985 talo	5
1969 - 1978 talo	5
1962 - 1968 talo	5

Kun ottaa huomioon päästökaupan, energiaverotuksen ja Euroopan sähkömarkkinoiden integraation tuomat vaikutukset, on mahdollista että sähkön hinta jatkaa nousuaan tulevaisuudessa nopeammin kuin 1990 - 2000 luvulla, jolloin yhteispohjoismaisten sähkömarkkinoiden synty puolestaan hillitsi hinnan nousua. Jos tulevaisuudessa pelletin hinta nousee suhteellisesti hitaammin kuin sähkön hinta, paranee pellettitakan kannattavuus edellä kuvatusta.

Taulukossa 11 on esitetty tarkastelu pellettitakan suorista takaisinmaksuajoista ilman tukia, kun sähkön hinta nousee 8 % vuodessa ja pelletin hinta 6,5 % vuosivauhtia.

TAULUKKO 11: Pellettitakan suora takaisinmaksuaika, sähkön hinta nousee 8 % ja pelletin hinta 6,5 % vuodessa

	Suora takaisinmaksuaika, vuotta
2000-luvun talo	6
1986 - 1999 talo	5
1979 - 1985 talo	5
1969 - 1978 talo	4,5
1962 - 1968 talo	4,5

#### 4.4 Matalaenergiarakentaminen ja pellettitakka

Matalaenergia- ja etenkin passiivirakentamisen myötä sähkölämmitys saattaa kokea uuden nousukauden. Paljon käytetyn määritelmän mukaan matalaenergiarakennuksen tilojen lämmitysenergian tarve on puolet rakentamismääräysten vähimmäisvaatimusten mukaan rakennettuun ns. normitaloon verrattuna. Kun lämmitysenergian tarve on näin pieni, ovat matalimmat investointikustannukset omaavat järjestelmät

kannattavimpia. Tällöin myös kannustimet asentaa sähkölämmitteiseen taloon uusiutuvalla energialla toimivaa lisälämmitintä ovat pienemmät.

Matalaenergiarakentaminen johtaa talokohtaisen tehontarpeen alenemiseen, mutta pakkaskauden tehontarvepiikit eivät katoa vaan asettuvat alemmalle tasolle. Vaikka sähkötarve onkin näissä rakennuksissa pienempi, saattaa sähkölämmitystalojen suuri osuus uudisrakentamisessa kuitenkin yhä pitää yllä korkeaa lämmityssähkön kulutusta ja huipputehontarvetta.

Yhdestä pisteestä lämmittävä laite kuten pellettitakka (ilman lämmönjakoputkia) toimii parhaiten hyvin eristetyissä ja tiiviissä taloissa, jossa ulkoseinien lämpöhäviötehot ovat pienet ja siten helpompi pitää lämpimänä ja saavuttaa hyvä lämpötilamukavuus. Kuitenkin matalaenergiatalossa, jossa tilojen lämmityksen energiankulutus on noin puolet pienempi kuin 2000-luvun normien mukaan rakennetun tyyppitalon, saattaa pellettitakan takaisinmaksuaika ylittää laitteen teknisen pitoajan ja siten tehdä pellettitakkainvestoinnin kannattamattomaksi. Jos normaalikokoinen 2000-luvun tyyppitalo kuluttaa tilojen lämmitysenergiaa noin 15 400 kWh vuodessa, ja vastaava matalaenergiatalo n. 7700 kWh vuodessa, on pellettitakan takaisinmaksuaika nykyisillä tuilla sekä sähkön ja pelletin hintasuhteella noin 15 vuotta.

## 5 LÄMMITYSRATKAISUJEN OHJAUSMUODOT JA NIIDEN TULEVAISUUS

### 5.1 Normiohjaus

Normiohjauksella tarkoitetaan jonkin lämmitysmuodon tai polttoaineen kieltämistä, sen käytön/asentamisen rajoittamista, tai muita käytölle asetettavia ehtoja kuten päästörajoja. Tähän mennessä sähkölämmitteisiä taloja ja niiden rakentamista ei Suomessa ole ympäristöperusteisesti normiohjauksella säädelty.

Olemassa olevien sähkölämmitteisten talojen osalta normiohjauksen toteuttamisesta ei ole ainakaan vielä ollut viitteitä, mutta uusien sähkölämmitteisten talojen rakentamista saatetaan tällä tavoin jatkossa säädellä. Vuoden 2008 Suomen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian selontekoehdotuksessa todetaan, että sähkönkulutuksen kasvun hillitsemiseksi sähkön käyttöä on vähennettävä tietyillä osa-alueilla, ja että erityisen paljon kulutusta voidaan vähentää asumisessa ja palveluissa mm. rajoittamalla suoraa sähkölämmitystä. Ilman toimenpiteitä sähkölämmityksen arvioidaan perusurassa säilyttävän nykyisen osuutensa rakennusten lämmityksestä ja nousevan 9,1 TWh:sta lähelle 10 terawattituntia. [16]

Asuntoministeri Jan Vapaavuori on linjannut, että sähkölämmityksen aiheuttamaa huipputehontarvetta ja hiilidioksidipäästöjä tullaan uudisrakentamisen osalta rajoittamaan. Alun perin kaavailtiin, että suoran sähkölämmityksen rakentamista ei kielletä, mutta sitä tullaan ns. Ruotsin mallin mukaisesti rajoittamaan vaatimuksilla uusiutuvista lisälämmönlähteistä ja paremmasta lämmöneristyksestä. Tämä suunnitelma on kuitenkin toistaiseksi korvattu uudisrakennusten energiatehokkuusmääräyksissä vuonna 2012 käyttöön otettavalla kokonaisenergiankulutuksen säätelyllä. Tällöin kullekin lämmitysmuodolle määritellään primäärienergiakerroin, ja uudisrakennuksen primäärienergiankulutukselle annetaan maksimiarvo (kWh/m<sup>2</sup>) jota ei saa ylittää. Sähkölämmitys tulee todennäköisesti saamaan suuren primäärienergiakertoimen ja siten sähkölämmitteisen uudisrakennuksen lämmitysenergian tarpeen tulisi olla pienempi kuin esim. pellettilämmitteisen (mm. paremmat eristykset, tiiveys ja poistoilman lämmön talteenotto). Lisäksi Ympäristöministeriössä on vireillä lainmuutoshanke, joka mahdollistaisi että kunnat voisivat alueen asemakaavassa määrätä uudisrakennuksen liittämistä kaukolämpöön jos sellainen on alueella saatavilla. [17]

### 5.2 Taloudellinen ohjaus

Taloudellisen ohjauksen keinovalikoima sisältää taloudellisia kannustimia joilla pyritään ohjaamaan yksilöiden käyttäytymistä. Näitä ovat verot ja tuet energialle ja polttoaineille, investointituet, sekä erilaiset energiainvestointien rahoitukseen liittyvät tukikeinot.

Ympäristöministeriö asetti vuonna 2005 työryhmän tutkimaan sähkölämmitysveron toteuttamista. Työryhmän mukaan sähkölämmitykseen kohdistuvaa verotusta ei ollut syytä kiristää, koska sähkön hinta oli

noussut niin voimakkaasti. Työryhmä totesi, että tilannetta on kuitenkin syytä seurata ja ryhtyä tarvittaessa toimiin vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen kilpailukyvyyn parantamiseksi.

Tähän mennessä pientalojen lämmitysmuotojen tärkeimmät taloudelliset ohjausmuodot ovat olleet lämmitysöljyn verotus, lämmitysjärjestelmän vaihtamiseen uusiutuvalle energialle saatavat energia-avustukset, sekä työkustannuksista verotuksessa saatava kotitalousvähennys.

Pellettitakan hankintaan ei tällä hetkellä saa energia-avustusta, sillä avustus on rajoitettu vain päälämmitysjärjestelmiin. Takan asennustyön kustannuksista saa verotuksessa kotitalousvähennyksen, mutta asennuskustannusten ollessa varsin pienet verrattuna laitteen hankintakustannuksiin jää avustus varsin merkityksettömäksi. Vuoden 2009 alusta kotitalousvähennys uudistuu ja korvaa pientalojen energia-avustukset. Kuitenkin jatkossakin kotitalousvähennyksessä huomioidaan ainoastaan työkustannukset, joten tukitaso ei pellettitakkojen osalta muutu.

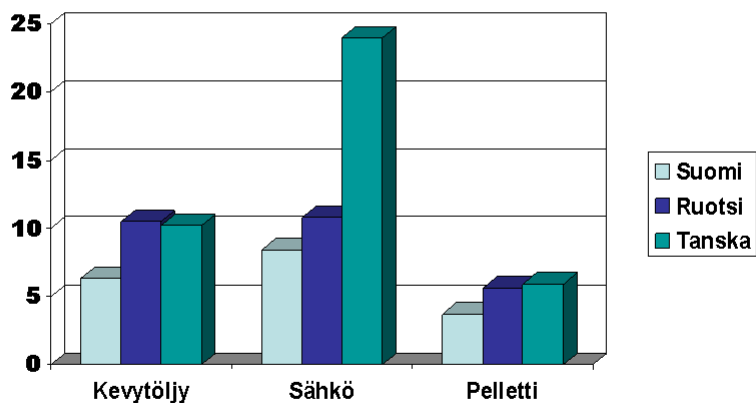
### **5.3 Ohjausmuodot muissa maissa**

Keski-Euroopassa sähkölämmitys on käytännössä kielletty tai sen käyttö on tehty hyvin hankalaksi, ja sähkölämmityksen hinta on Suomeen verrattuna jopa yli kaksinkertainen. Sähköllä lämmitetään lähinnä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa, joissa tuotetaan vesivoimalla sähköä. [18]

Tällä hetkellä sähkön hinta Suomessa on Euroopan halvimpia, esimerkiksi Ruotsissa sähkö on n. 40 % kalliimpaa, Saksassa n. 70 % kalliimpaa ja Tanskassa yli kaksi kertaa kalliimpaa. Myös lämmitysöljy on Suomessa noin 40 % halvempaa toisiin Pohjoismaihin verrattuna (Taulukko 12). Tämä johtuu pitkälti Suomen lievemmästä sähkön ja lämmitysöljyn verotuksesta. Lisäksi joissain maissa, kuten Belgiassa, Ranskassa ja Saksassa biopolttoaineiden kilpailukykyä tuetaan alemman arvonlisäveron kautta. [19]

TAULUKKO 12: Kiinteistökohtaisen lämmityksen energianhinnat Pohjoismaissa (Vapo, Öljy- ja kaasualan keskusliitto, Energiateollisuus ry, <http://pellettienergia.fi/ladattavat/hinnat.gif>)

## Kiinteistölämmitys Pohjoismaissa snt/kWh verollisena, elokuu 2007



Lähteitä: Vapo, Öljy- ja kaasualan keskusliitto,  
 Energiateollisuus ry

Ruotsissa sähkölämmitykselle on asetettu vaatimuksia paremmasta eristyksestä ja uusiutuvista lisälämmönlähteistä, sekä annetaan 30 % energiatukea työ- ja materiaalikustannuksista öljy- ja sähkölämmityksestä pois vaihdettaessa. Tukemalla pellettilaitteiden kotimarkkinoita Ruotsissa on saatu syntymään hyviä tuotteita myös vientiin. Irlanti myöntää Euroopan korkeinta, jopa 50 % investointitukea uusiutuvan energian lämmitysjärjestelmille, jonka ansiosta pelletti- ja hakelämmitys on lisääntynyt merkittävästi. Vastaavasti Itävallassa ei ole polttoaineille veroa mutta investointituet ovat korkeita, ja Tanskassa kotitalouksien tuet poistettiin vuonna 2001 mutta fossiilisten polttoaineiden ja sähkön verotus on korkea. [19]

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Asuntojen lämmitys sähköllä on keskeinen syy siihen, että sähkön kulutushuiput kovilla pakkasilla voivat olla hyvinkin jyrkät. Sähkölämmityksen talvikuukausina aiheuttama sähkön lisatarve joudutaan tuottamaan pääosin turve- ja hiililauhdevoimaloilla, jolloin se on kalleinta sähköä ja aiheuttaa suuret hiilidioksidipäästöt. Sähkön suuret huipputehontarpeet aiheuttavat myös vaikeuksia sähkön tuotanto- ja siirtokapasiteetille, lisäten sähkön hintapiikkejä ja tuontia, sekä vähentäen omavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Suomen oma sähköntuotannon kapasiteetti ei riitä kattamaan kulutushuippuja, ja tuonnin epävarmuutta lisäävät siirtoyhteyksien pullonkaulat sekä tuontimaiden sähkön riittävyys. Sähkön huipputehontarpeen rajoittaminen onkin perusteltua myös koko kotimaisen sähköjärjestelmän näkökulmasta.

Asentamalla pellettitakat 200 000 sähkölämmitteiseen pientaloon voidaan sähkön huipputehontarvetta korvata 1064 - 1520 MW, kun tilojen sähkölämmitys vähenee näissä rakennuksissa 70 - 100 %. Vastaavasti asentamalla pellettitakat 100 000 pientaloon voidaan huipputehontarvetta korvata 532 - 760 MW.

Tilojen sähkölämmityksen korvautuminen	Pientalojen määrä	
	100 000	200 000
100 %	760	1520 MW
90 %	684	1368 MW
80 %	608	1216 MW
70 %	532	1064 MW

Sähkölämmitys aiheuttaa tuntuja hiilidioksidipäästöjä varsinkin talvikauden kovilla pakkasilla, jolloin sen päästökerroin on selvästi muita lämmitysmuotoja korkeampi. Pellettitakat voivat 200 000 sähkölämmitteisessä pientalossa vähentää hiilidioksidipäästöjä 1,10 - 1,57 miljoonaa tonnia vuodessa, kun tilojen sähkölämmitys vähenee 70 - 100 %. Tämä vastaa 10 - 15 % Suomen päästökaupasektorin vuosien 2008 - 2012 vähennysveloitteesta. Vastaavasti 100 000 pientalossa voidaan pellettitakoilla vähentää hiilidioksidipäästöjä 0,56 - 0,79 miljoonaa tonnia vuodessa, mikä vastaa 5 - 7 % päästökaupasektorin vähennysveloitteesta.

Tilojen sähkölämmityksen korvautuminen	Pientalojen määrä	
	100 000	200 000
100 %	787 000	1 574 000 t CO <sub>2</sub> -ekv
90 %	708 300	1 416 600 t CO <sub>2</sub> -ekv
80 %	629 600	1 259 200 t CO <sub>2</sub> -ekv
70 %	550 900	1 101 800 t CO <sub>2</sub> -ekv

Suomi on sitoutunut lisäämään uusiutuvien energialähteiden käyttöä huomattavasti vuoteen 2020 mennessä, ja uusiutuvan energian lisääminen rakennusten lämmityksessä on tämän tavoitteen saavuttamisessa merkittävä tekijä. Pellettitakat lisäävät 200 000 pientalossa uusiutuvan energian loppukäyttöä 2,65 - 3,78 TWh vuodessa, kun tilojen sähkölämmitystä korvataan niillä 70 - 100 %. Tämä vastaa 9 - 13 % uusiutuvan energian 30 TWh lisäystavoitteesta vuoteen 2020. Vastaavasti 100 000 pientalossa pellettitakat lisäävät uusiutuvan energian loppukäyttöä 1,32 - 1,89 TWh vuodessa, mikä on 4 - 6 % uusiutuvan energian lisäystavoitteestamme vuoteen 2020.

Tilojen sähkölämmityksen korvautuminen	Pientalojen määrä	
	100 000	200 000
100 %	1,89	3,78 TWh
90 %	1,70	3,40 TWh
80 %	1,51	3,02 TWh
70 %	1,32	2,65 TWh

On kuitenkin huomattava, että nykyinen kotimainen pelletin tuotanto (n. 450 000 tonnia, 2,14 TWh) eikä todennäköisesti myöskään lähitulevaisuuden tuotanto riitä kattamaan suurimpia skenaarioissa esitettäviä määriä (3,78 TWh, n. 947 000 tonnia), vaan niiden toteutuminen vaatii huomattavasti suurempaa pelletin tuontia.

Pellettitakka on yleensä aina yksittäiselle käyttäjälle kannattava investointi, mutta hankinnan takaisinmaksuaika varsinkin 2000-luvun energiatehokkaammissa taloissa saattaa olla liian pitkä jotta se olisi riittävä kannustin takan hankintaan. Jos sähkön ja pelletin hintaerotus säilyy samana, pellettitakan suora takaisinmaksuaika on 2000-luvun talossa noin 7,5 vuotta ja se laskee vanhemmissa ja enemmän energiaa kuluttavissa rakennuksissa noin 5 vuoteen. Lähin vertailukohta vastaavia investointeja harkitessa on useimmiten ilmalämpöpumppu, jonka takaisinmaksuaika on yleensä lyhyempi (arvio 4 - 5 vuotta 2000-luvun talossa), johtuen lähinnä sen edullisemmasta hankintahinnasta. Kuitenkaan ilmalämpöpumput eivät pellettitakoihin verrattuna vähennä niin tehokkaasti päästöjä, lisää uusiutuvaa energiaa, ja ennemminkin jyrkentävät sähkön kulutushuippuja kuin leikkaavat niitä. Ilmalämpöpumput ovatkin yksittäiselle käyttäjälle yleensä hyvin kannattavia, mutta koko yhteiskunnan näkökulmasta niiden hyöty on pellettitakkoja pienempi. Matalaenergia- ja passiivitaloissa pellettitakkojen takaisinmaksuajat ovat pienestä lämmitysenergian kulutuksesta johtuen yleensä niin pitkiä, että ilman suurta sähkön hinnan nousua ja tukitason muutosta pellettitakat ovat niissä käytännössä taloudellisesti kannattamattomia. Kuitenkin pellettitakat ovat ilmalämpöpumppujen ohella edullisin tapa lämmitykseen uusiutuvalla energialla ilman vesikiertoista lämmitysjärjestelmää. Mikäli vuonna 2012 alkavassa primäärienergian kulutukseen perustuvassa uudisrakentamisen sääntelyssä huomioidaan päälämmitystavan ohella myös lisälämmittimet, tulee se



suosimaan pellettitakan hankintaa sillä pellettitakan avulla voidaan kohtuullisen pienellä kustannuksella pienentää lämmitys sähköä ja siten primäärienergian kulutusta.

Pellettitakkojen takaisinmaksuaikojen lyheneminen ja kilpailukyvyyn paraneminen vaatii sähköä hinnan suhteellista nousua ja tukitason paranemista. Pelletin ja sähköä hinnat ovat 2000-luvulla nousseet prosentuaalisesti kutakuinkin samaa vauhtia, pelletin hinta noin 6,5 % vuodessa ja sähköä hinta 7 % vuodessa. Jos tämänkaltainen hintojen kehitys jatkuu ja sähköä ja pelletin kummankin hinnat nousevat 7 % vuodessa, parantuu pellettitakan kannattavuus hieman ja 2000-luvun talossa laskee noin 6,5 vuoteen. Jos sähköä hinta nouseekin suhteellisesti nopeampaa tahtia, paranee tilanne tästä. Kun sähköä hinta nousee esimerkiksi vuodessa 8 % ja pelletin 6,5 % vuodessa, saadaan takaisinmaksuajaksi 2000-luvun talossa 6 vuotta. Jos sähköä, ja pelletin hintojen suhteelliset nousuvauhdit eivät eriydy tästä enempää, on hintojen muutosten merkitys pellettitakan kannattavuuteen melko pieni. Kuitenkin kun pellettitakalle edullinen energianhintojen kehitys yhdistetään korkeampaan tukitasoon, saadaan kannattavuuteen selvempiä parannuksia.

Pellettitakat vähentävät tehokkaasti huipputehon tarvetta ja päästöjä sekä lisäävät uusiutuvaa energiaa, ja siten niiden tukeminen onkin yhteiskunnan ja sähköntuotantojärjestelmän näkökulmasta perusteltua. Hankintaan ja asennukseen myönnettävä tuki on helpoimmin toteutettava tapa tukea taloudellisesti pellettitakkoja. Toisena vaihtoehtona olisi lämmitys sähköä verotuksen kiristäminen, mikä ainakin toistaiseksi on jäänyt toteuttamatta mm. sähköä hinnan jyrkän nousun vuoksi. Myöskään huippukulutuksen vähentämiseen kannustavat lämmitys sähköä hinnoittelumallit eivät energian tuottajia juuri kiinnosta, ja tällaisen toteuttaminen julkisen säätelyn kautta olisi vaikeaa.

Asennuksesta saatavan tuen ohella esimerkiksi 25 % tuki pellettitakan hankintaan (noin 1000 €) merkitsisi selvää hankintakustannusten alentumista ja takaisinmaksuajan lyhentymistä. Kun tämä tuki yhdistetään esim. pelletin ja sähköä 7 % hintojen nousuun, alenee pellettitakan takaisinmaksu aika 2000-luvun talossa 5 vuoteen ja vanhemmissa taloissa noin 4 vuoteen.

Tuki viestittää myös siitä, että pellettitakan hankkiminen on ympäristön ja yhteiskunnan kannalta toivottava asia. Tehokas ja helposti toteutettava tukitoimi olisi mm. pellettitakan hankinnasta saatava verovähennys. Vähennys verosta on oikeudenmukainen ja hallinnollisesti helppo toteuttaa, eikä se aiheuta samanlaisia katkoksia laitehankinnoissa ja asennuksissa kuin kerran vuodessa hakumenettelyn kautta toteutettava energia-avustus. Tämä verovähennys voidaan toteuttaa helposti esim. jo olemassa olevan kotitalousvähennysjärjestelmän avulla.



Myös erilaiset markkinointi- ja tiedotuskeinot pellettitakan käytöstä ja eduista ovat tarpeen. Pellettitakan yleistyminen vaatii käyttäjien positiivisia kokemuksia ja tiedon levittämistä takan käytöstä. Nämä tekijät ovat osaltaan olleet tärkeitä ilmalämpöpumppujen yleistymisessä. Demonstroimalla pellettitakan käyttöä sähkölämmitteisissä taloissa voitaisiin saada kokemuksia takan toiminnasta lämmityslaitteena ja selvittää käytännössä sen aikaansaamaa lämmityssähkön käytön ja huipputehontarpeen vähenemistä.

## LÄHTEET

- [1] Sähkölämmitysveron toteuttamiskelpoisuus Suomessa. Ympäristöministeriön monisteita 2006.
- [2] Arvio Suomen sähkön kysynnästä vuosille 2020 ja 2030. Energiateollisuus ry 2007.
- [3] Partanen J., Tahvanainen K., Viljanen S. 2007. Sähkömarkkinat. Lappeenrannan teknillinen yliopisto
- [4] Virolainen, J. 2008. Pellettitakkalämmityksen vaikutus sähkönkulutukseen pakkasten aiheuttamien huippujen aikana. Lappeenrannan Teknillisen Yliopiston diplomityö.
- [5] Kotitalouksien sähkönkäyttö 2006. Adato Energia 2008.
- [6] Sähkön kulutushuiput tammikuussa 2006. Energiateollisuus ry 2006.
- [7] Sähkön hinnan kehitys 1.6.2008. Energiamarkkinavirasto 2008.
- [8] Kotitaloussähkön hinta Euroopassa. Energiateollisuus ry 2007.  
<http://www.energia.fi/fi/tilastot/sahkotilasto/hinnat/kotitaloussahkonhintaeuroopassa>
- [9] Heljo J., Laine H. 2005. Sähkölämmitys ja lämpöpumput sähkönkäyttäjinä ja päästöjen aiheuttajina Suomessa. Tampereen teknillinen yliopisto.
- [10] Energiavuosi 2007 – SÄHKÖ. Energiateollisuus ry 2008.
- [11] Hulkkonen, S., Rautanen, J. 2006. Puun pienpolton päästövaatimukset. Motiva.
- [12] ”Pellettilämmitys on kannattava sijoitus tulevaisuuteen”. Motivan ja Pellettienergiayhdistyksen tiedote 5. toukokuuta 2008. <http://www.pellettienergia.fi/?lang=1&pg=teksti&pv=10&av=5>
- [13] Energiatilasto, Vuosikirja 2006. Tilastokeskus ja VTT 2006.
- [14] Pellets for small-scale domestic heating systems. European Biomass Association AEBIOM (Resmac project) 2007.
- [15] Tarjanne R., Kivistö A. 2008. Sähkön tuotantokustannusvertailu. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- [16] Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. [http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus\\_311008.pdf](http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf)
- [17] Asuntoministeri Jan Vapaavuori. AsuntoForum / Rakennusten energiategohkuus. Helsinki 17.4.2008.  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=83834>
- [18] ”Sähkölämmitys yhä voimissaan”. Rakennuslehti 28.6.2007.  
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/9649.html>
- [19] Puupolttoaineiden pienkäyttö. Toimittanut Iiris Lappalainen. TEKES 2007.  
<http://www.tekes.fi/julkaisut/Puupolttoaineet.pdf>