

Asuntomessutalojen energiatehokkuus

Tampereen asuntomessujen pientalojen
energiatehokkuuden lähempi tarkastelu
osoittaa yllättävän suurta vaihtelua.

*JAREK KURNITSKI,
Sitran johtava asiantuntija*



Messutalojen energiatehokkuus on kehittynyt kovaa vauhtia, Tampereelta löytyy plusenergiatalo ja nollaenergiatalo. Talojen vertailu heinäkuussa voimaan tulevien määräysten E-luvulla ja uusilla energiatodistuksen luokilla osoittaa suuret erot. Parhaat talot ovat todella hyviä, mutta pari loppupään taloa ei täytä uusia vaatimuksia. Seuraavassa on analysoitu, mistä energiatehokkaat talot on tehty ja mitä se maksaa.

Mikä ihmeen E-luku?

Uudet, heinäkuun alusta voimaan tulleet rakentamisen energiamääräykset (RakMK D3 2012) mittaavat rakennusten energiatehokkuutta kokonaisenergiakulutuksella, E-luvulla. E-luku lasketaan energiamuodolla painotettuna ostoenergian kulutuksena, joka esitetään lämmitettyä nettoalaa kohden kWh/m² vuodessa yksikössä. E-luvun laskenta muistuttaa vuotuisen energiakustannuksen laskentaa, ainoastaan energian hintojen sijasta käytetään suhteellisia määräysten energiamuotojen kertoimia.

E-luvut ovat näkyvästi esillä kesän asuntomessuilla Tampereen Vuoreksessa. Asuntomessujen, Sitran, Ve-

sitaidon ja Lamitin työn tuloksena jokaisen messutalon edustalla olevat energiataulut kertovat kävijöille talon kokonaisenergiakulutuksen E-luvun, ostoenergian kulutukset ja vuosittaiset energiakustannukset. Kuvan 1 malliset taulut esittävät myös kussakin talossa käytetyt keskeiset energiatehokkuusratkaisut, joten niiden avulla pitäisi olla helppoa verrata messutalojen energiatehokkuutta ja kustannuksia.

Kuvan 1 taulusta nähdään, että ko. talon E-luku on 97 kWh/m² vuodessa (2012 E-lukuvaatimus 161) ja vuosittainen energiakustannus on 1529 € 175,5 neliön kokoisessa talossa. Neliöt tarkoittavat lämmitettyä nettoalaa, mikä on lämmitetyn bruttoalan (ulkoseinien ulkopinnan rajaama ala) ja ulkoseinien alan erotus. Lämmitetty nettoala on hieman suurempi kuin huoneistoala, mihin ei lasketa mm. kantavia väliseiniä ja portaiden alle jäävä tilaa.

E-luku lasketaan ostoenergian kulutuksesta:

Ostoenergian kulutus osoittaa kuinka paljon sähköä, kaukolämpöä tai polttoainetta tarvitaan vuodessa lämmitettyä nettoalaa kohden. Kuvan 1 talossa kaikki ostoenergia on sähköä, koska talo lämmitetään

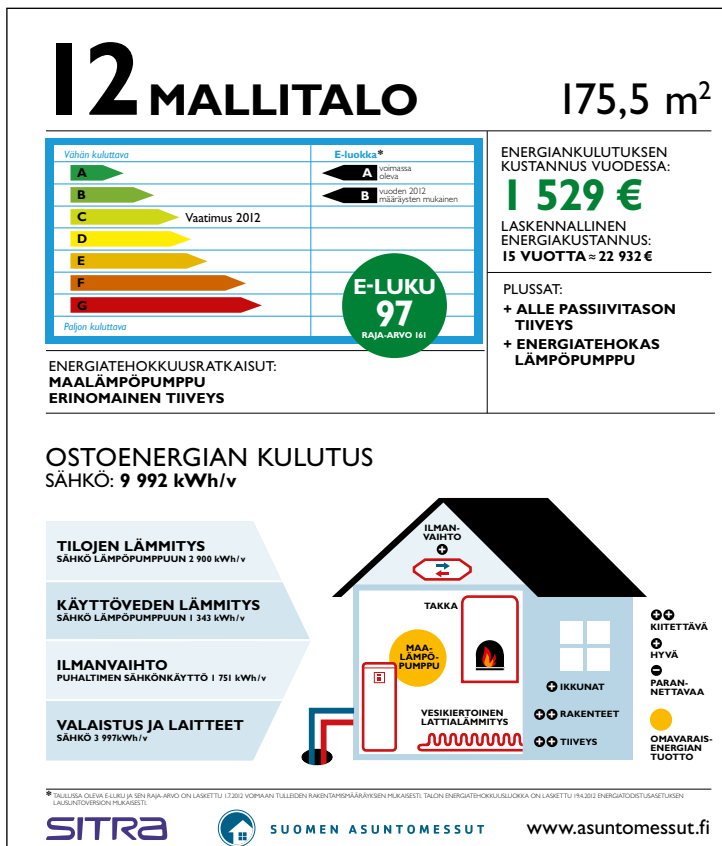
maalämmöllä. Talossa on myös vaaraava takka, mutta sitä ei ole lasitettu käytettävän talon lämmitykseen. Maalämpöpumppu käyttää 2900 kWh/v sähköä tilojen ja ilmanvaihdon lämmitykseen sekä 1343 kWh/v lämpimän käyttöveden lämmitykseen. Lisäksi ilmanvaihtolaitteen puhaltimet käyttävät sähköä 1751 kWh/v sekä valaistus ja kuluttajalaitteet 3997 kWh/v.

Kuluttajalaitteiden sähkö ja myös lämpimän käyttöveden määrä litroissa neliötä kohden tulee rakentamismääräysten standardikäytöstä, eikä siihen voida suunnitella vaikutusta. E-lukua voidaankin verrata autoista tuttuun ns. normikulutukseen. Siihen kyllä voidaan vaikuttaa, millä ratkaisulla standardikäytön määräämä käyttövesimäärä lämmitetään. Käytettävistä ratkaisuista riippuen saman vesimäärän lämmittämiseksi tarvittava ostoenergia voi olla viisinkertainen.

E-luvun laskennassa käytettävät energiamuotojen kertoimet (taulukko 1) tarvitaan, jotta sähkö ja lämmöt sekä polttoaineet voitaisiin

laskea yhteismitallistetulla tavalla yhteen. Kertoimet tarkoittavat, että sähkö on 2,4 kertaa arvokkaampaa kuin kaukolämpö ja 3,4 kertaa arvokkaampaa kuin puu tai pelletti. Kertoimet ovat samansuuntaisia energian hintojen kanssa, mutta niiden määrittämisen peruste on ollut primäärienergia, erityisesti uusiutumattomien luonnonvarojen käyttäminen. E-lukuvaatimus riippuu rakennustyyppistä ja talojen tapauksessa myös talon koosta, kuvan 2 esittämällä tavalla.

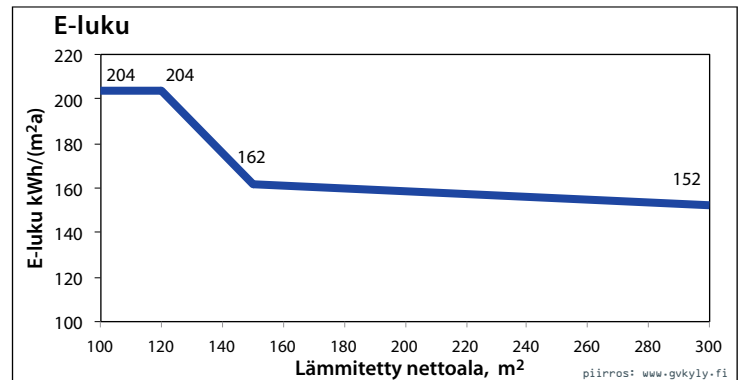
E-luvun perusteella määräytyy rakennuksen energiatodistuksen energiatehokkuusluokka. Koska talojen rakentamisaikavaiheessa käytössä oli vanha järjestelmä, on tauluissa esitetty sekä vanhan järjestelmän mukainen (voimassa oleva, rakennusluvan mukainen) ja uusi energiatodistuksen asetuksen luonnosversion mukainen luokka (vuoden 2012 määräysten mukainen), joka otetaan käyttöön 2013. Vanha energiatodistusluokka ei ottanut huomioon rakennuksen lämmitystapaa, minkä takia uusi kokonaisenergi-



Kuva 1. Esimerkki Tampereen asuntomessujen energiataulusta. Messukävijät voivat helposti verrata talojen energiatehokkuusratkaisuja ja niillä saavutettuja E-lukuja sekä euroja. Lisäksi Talopin rakennuskustannusten arviot ovat esillä toisessa taulussa.

	Energiamuodon kerroin
Sähkö	1,7
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Fossiiliset polttoaineet	1
Uusiutuvat polttoaineet	0,5

Taulukko 1. RakMK D3 2012 E-luvun laskennassa käytettävät energiamuotojen kertoimet.



Kuva 2. E-luvun vaatimus pientaloissa talon koosta riippuen. RakMK D3 2012 esittää ko. vaatimuksen kaavoilla, joilla tarkka E-lukuvaatimus voidaan tapauskohtaisesti laskea.

PLUSSAT	+	++
Ilmanvaihto (ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosiyhötysuhde)	70 – 80 %	81 % ▶
Ikkunat (ikkunoiden U-arvo, W/(m ² K))	0,86 – 0,99	0,85 ja alle
Rakenteet	alle määräysten vertailutason rakenteet	passiivirakenteet
Tiiveys (ilmanvuotoluku q ₅₀)	0,7 – 1,5	0,6 ja alle

Taulukko 2. Energiatehokkuusratkaisujen luokitteluperusteet.

ankulutukseen perustuva luokka voi olla hyvin erilainen. Lisäksi energiatodistuksen asteikkoa on muutettu niin, että uusi A-luokkaa ennakoit 2021 tulevia lähes nollaenergiavaatimuksia ja on siten erittäin vaativa. Kun kaikki 27 messutaloa saivat vanhan todistuksen A-luokan, uuden todistuksen A-luokkaan pääsee ainoastaan kaksi taloa.

Talon kuvion päälle merkityt plusat kertovat, mitkä ratkaisut ovat tavanomaisesta parempia (+) tai erinomaisia (++) . Kuvan 1 talossa passiivitasoa olevat rakenteet ja tiiviys ovat ++ arvoisia, sekä tavanomaista paremmat ikkunat ja ilmanvaihdon lämmöntalteenoton hyötysuhde + arvoisia. Plusat on annettu kaikille taloille samalla asteikolla. Taukukko 2.

Messutalojen energiatehokkuuden vertailu

Messutalojen, joita on 27 kpl, E-luku vaihtelee laajalla alueella, kuva 3. Yksi talo on saanut niukasti miinusmerkkisen E-luvun (E = -1), mikä tarkoittaa, että kyseessä on plusenergiatalo. Yksi talo on tasan nollaenergiatalo (E = 0). Nämä kaksi taloa ovat uuden energiatodistuksen asetuksen luonnoksen mukaan A-luokan taloja (raja-arvo 60). Lisäksi kaksi taloa on mennyt B-luokkaan (raja-arvo 100). Valtaosa taloista (21 kpl) on C-luokassa, mikä tarkoittaa, että ne täyttävät vuoden 2012 E-lukuvaatimuksen. Kaksi taloa ei ole täyttänyt tätä vaatimusta ja ne ovat menneet D-luokkaan.

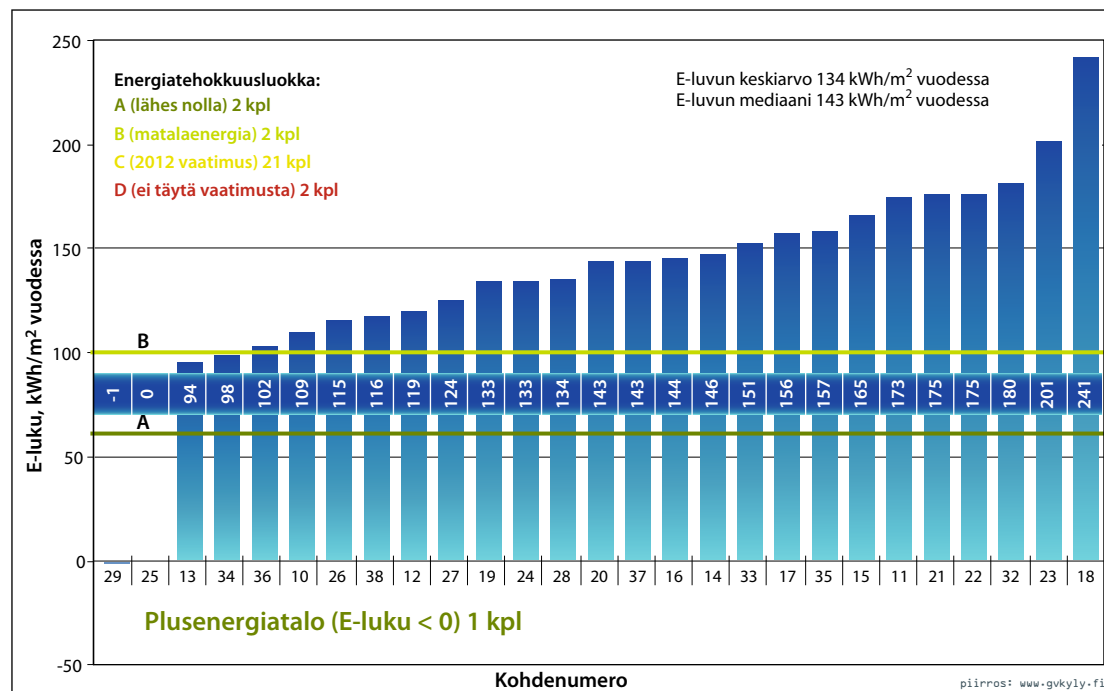
E-lukuvaatimus riippuu talon koosta (lämmitetystä nettoalasta) RakMK D3 2012 kaavojen mukaisesti. Tämän vuoksi jokaisella talolla on oma E-lukuvaatimus, joka samalla toimii energiatodistuksen C-luokan ylärajana, kuva 4.

E-luku voi tuntua rakennusten energiatehokkuuden kuvaamisesta teoreettiselta käsitteeltä. Testataan seuraavaksi E-luvun toimivuus energiakustannusten osoittamisessa. Kaikkien talojen vuosittaiset energiakustannukset on esitetty kuvassa 5. Kohteet on edelleen esitetty E-luvun nousevassa järjestyksessä, jolloin pitäisikö myös energiakustannusten olla samassa järjestyksessä nousevia? Pitäisi, jos talot olisivat samankokoisia. Kuvassa 5 energiakustannukset pysyvät kuitenkin suunnilleen samalla tasolla, mikä johtuu siitä, että loppupään suuren E-luvun talot ovat olleet pinta-alaltaan pienempiä.

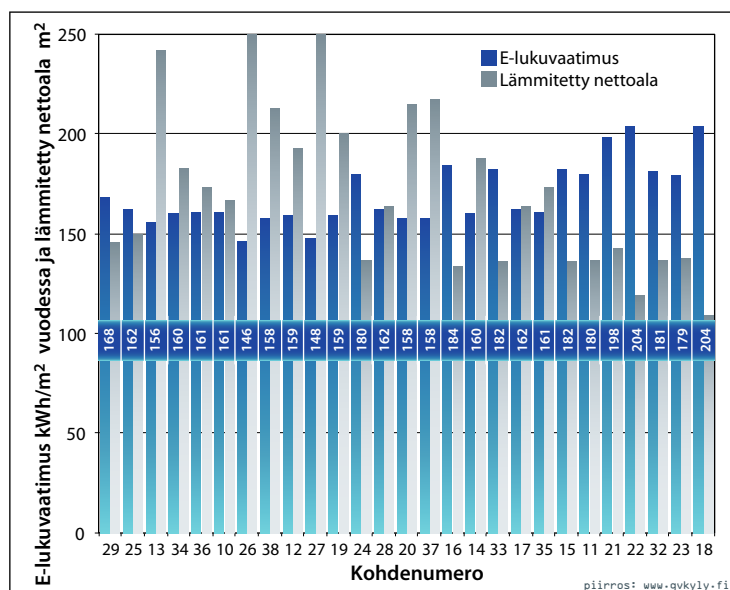
Kahdelle nollaenergiatalolle on laskettu energiakustannukseksi 0 €. Tämä ei ole totta, koska nämä sähköenergiaa verkkoon syöttävät talot eivät saa siitä tällä hetkellä mitään korvausta. Säädökset eivät ole ihan pysyneet teknologian kehityksen

perässä ja Suomi onkin yksi Euroopan viimeisiä maita, missä paikallisesti tuotetun uusiutuvan energian verkkoon syöttämisen pelisäännöt ovat keskeneräisiä. Tilanne on kesämätön nollaenergiatalojen rakentajille, mutta siihen odotetaan pikaisesti muutosta, jotta koko Euroopan tasolla lähes nollaenergiarakentamisen siirtyminen olisi mahdollista vuonna 2021 myös Suomessa.

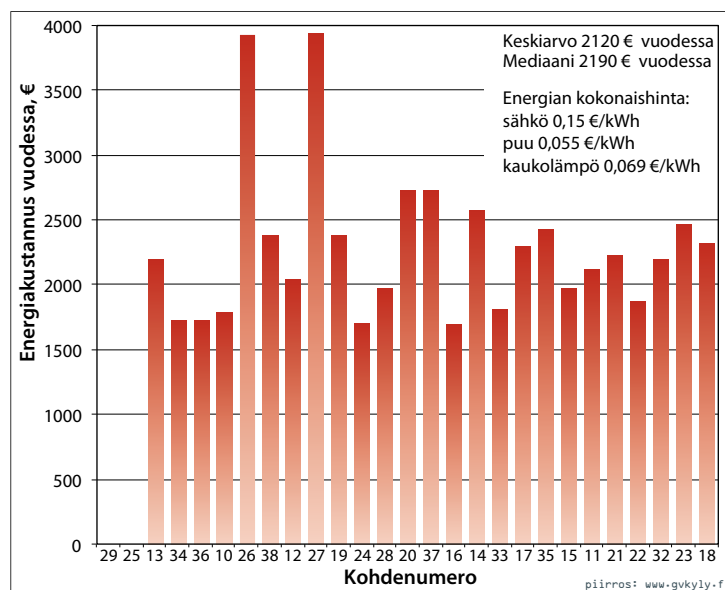
Jotta E-luvun toimivuudessa energiatehokkuuden mittatikkuna voidaan varmistua, pitää laskea energiakustannukset lämmitettyjä neliöitä kohden. Tämä on tehty kuvassa



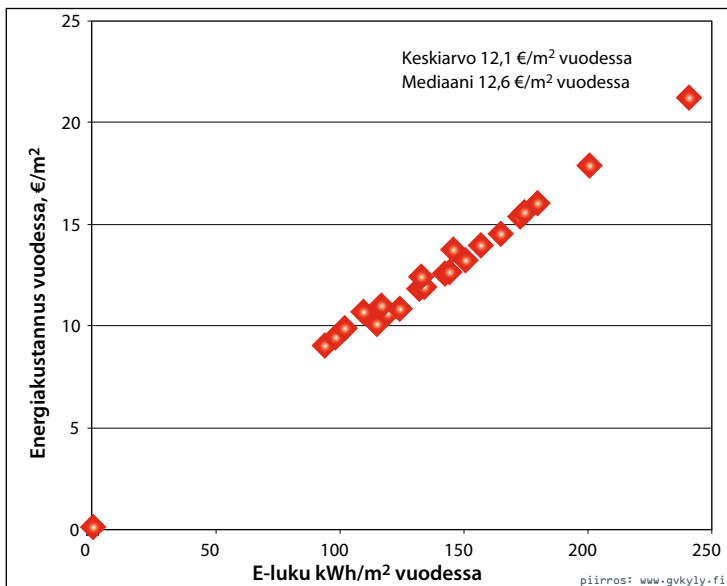
Kuva 3. Messutalojen E-luvut. Ensimmäisen talon E-luku = -1 osoittaa, että kyseessä on niukasti plusenergiatalo.



Kuva 4. Talojen E-lukuvaatimukset ja lämmitetyt nettoalat. Suurimmilla taloilla (kohde 26, 390 m² ja kohde 27, 361 m²) on tiukimmat E-lukuvaatimukset. Kohde 21 on hirsitalo, jolla on hieman lievempi vaatimus kuin muilla taloilla. Kohteet on esitetty E-luvun nousevassa järjestyksessä kuten kuvassa 3.



Kuva 5. Laskennalliset vuosittaiset energiakustannukset ja laskennassa käytetty energian verollinen kokonaishinta.



Kuva 6. E-luvun ja energiakustannusten välinen yhteys. Jokainen talo on yksi piste kuvassa.

sa 6, josta nähdään, että energiakustannus €/vuodessa per neliometri on lähes täydellisesti suorassa yhteydessä E-luvun kanssa. Pienet poikkeamat suorasta yhteydestä johtuvat siitä, että energiamuotojen kertoimet ovat hieman poikenneet energian hintasuhteista ja tällaiset pienet poikkeamat lienevät hyväksyt-

täviä koska energian hinnatkin jatkuvasti vaihtelevat. Näin uusi energiatehokkuuden mittatikka E-luku on reilu kuluttajan kannalta, koska pieni E-luku tarkoittaa yksikäsitteisesti pieniä energiakustannuksia.

Mistä energiatehokkaat talot on tehty?

E-lukujen laaja haitari antaa mahdollisuuden tarkastella, millä ratkaisulla hyvä energiatehokkuus on saatu aikaan. On hyvin tiedossa, että mitä pienempää E-lukua tavoitellaan, sitä enemmän pitää kaikkien osa-alueiden olla kunnossa. Yksittäinen energiatehokkuuteen eniten vaikuttava tekijä on lämmitystapa, jonka edullisuuden ratkaisevat hyötysuhde ja energiamuoto. 100 kWh:n lämmitystarpeen kattamiseksi tarvitaan eri lämmitystavoilla erilainen määrä ostoenergiaa, joka kerrotaan E-lukua laskettaessa vielä energiamuodon kertoimella: Muutamalla lämmitystavalla tulos on seuraava:

- sähkölämmitys
100 kWh/1,0 x 1,7 = 170 kWh
- kaukolämpö
100 kWh/0,94 x 0,7 = 74 kWh
- puulämmitys
100 kWh/0,80 x 0,5 = 63 kWh
- maalämpö
100 kWh/3,0 x 1,7 = 57 kWh

Maalämmön tapauksessa hyötysuhteen sijasta kaavassa on lämpökerroin, joka osoittaa kuinka monta kWh lämpöä tuotetaan yhdellä kWh:lla sähköllä. Lämmityksen osal-

ta E-luku on maalämmön lämpökerrotoimella 3,0 siis vastaavasti 3 kertaa pienempi kuin sähkölämmityksessä, kuten myös sähkölasku. Myös puulämmityksen ja kaukolämmön tapauksessa E-luku saadaan pieneksi, vaikka se onkin hieman suurempi kuin maalämmöllä. Maalämpötalossa E-lukua ei siis enää pysty pienentämään puuta polttamalla.

Messutaloissa käytetyt lämmitystavat on esitetty kuvassa 7. Maalämmön jälkeen toiseksi suosituin on puulämmitys, jonka osuudeksi olisi voinut laskea 19 %, mikäli savukaasulämmönsiirtimellä varustettu takka olisi laskettu päälämmitysmuodoksi yhdessä poistoilmalämpöpumpputalossa. 37 % taloista on varustettu aurinkokeräimellä ja kahdessa nollaenergiatalossa on myös aurinkopaneelit sähköä tuottamassa.

Energiatehokkain talo (29) on toteutettu kaukolämmöllä (+aurinkokeräimet ja -paneelit), toinen nollaenergiatalo (25) poistoilmalämpöpumppu ja puulämmitysyhdistelmällä (+aurinkokeräimet ja -paneelit) sekä kaksi B-luokan taloa (13 ja 34) puulämmöllä (+aurinkokeräimet). Seuraavissa, C-luokan alkupäässä olevissa taloissa dominoi maalämpö, mutta on myös puu-

Vallox Blue Sky
ilmanjakojärjestelmä

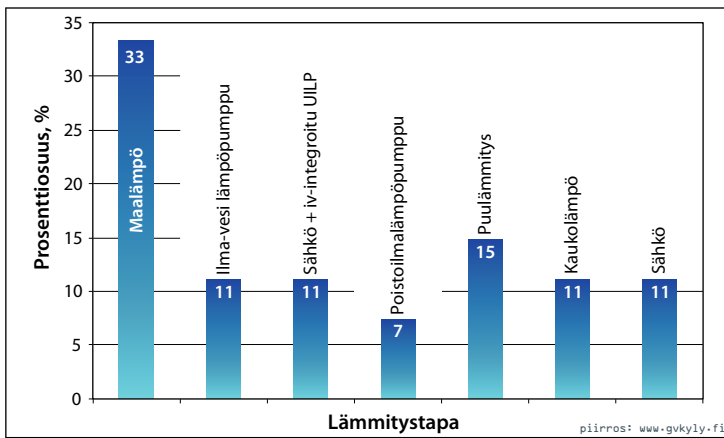
- taipuisa ja asennusystävällinen ilmanvaihdon kanavajärjestelmä
- kanavan ulko ø vain 75 mm

= Vallox-matalaenergiakone

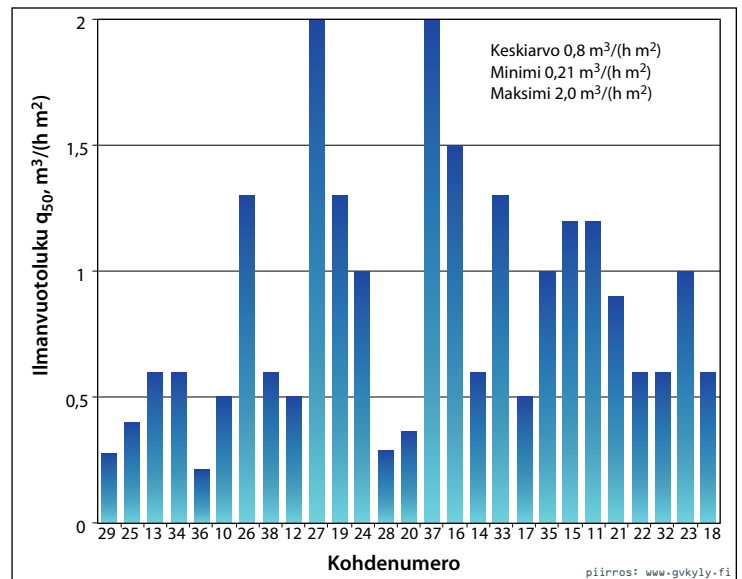
Expert in low-energy VENTILATION

Vallox osaa matalaenergia-ilmanvaihdon

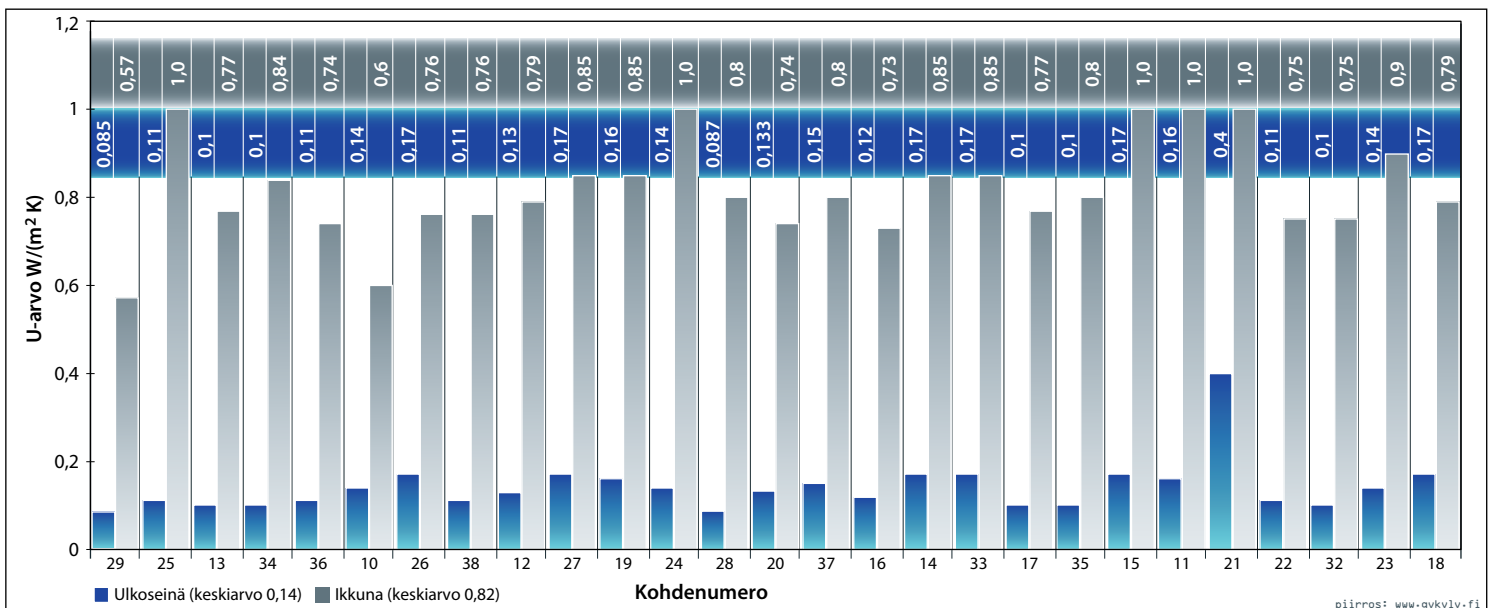
vallox.com



Kuva 7. Päälämmitystapojen jakauma messutaloissa. Sähkö + iv-integroitu UILP tarkoittaa ilmanvaihtokoneeseen integroitua ulkoilmalämpöpumppua, joka tarvittaessa lämmittää tai jäähdyttää tuloilmaa.



Kuva 9. Rakennusvaipan ilmatiiviyttä kuvaava ilmanvuotoluku. Pienin mitattu ilmanvuotoluku $q_{50} = 0,21$ oli kohteessa 36.



Kuva 8. Ulkoseinien ja ikkunoiden lämmönläpäisykertoimet (U-arvot). Massiivihirsitalo 21 erottuu muista, kun sen ulkoseinän U-arvo ei jää kauas parhaan ikkunan U-arvosta. Ikkunat ovat hyvästä kehityksestä huolimatta edelleen rakennusvaipan heikoin lenkki – parhaiden mahdollisten ikkunoiden käyttäminen ja niiden koon kurissa pitäminen kannattaa.

kaimmissa taloissa on erinomaisesti eristetty ja ilmatiivis rakennusvaippa. U-arvot, jotka ulkoseinien ja ikkunoiden osalta on esitetty kuvassa 8, eivät kuitenkaan noudata sellaista nousevaa järjestystä, mitä voitaisiin odottaa E-luvun nousevan järjestyksen (kuva 3) perustella. Loppupäänkin taloista löytyy erinomaisesti eristettyjä rakennusvaippoja. Tämä selittyy lämmitystavoilla (loppupäässä sähkölämmitystä), muina mahdollisina selittävinä tekijöinä ikkunoiden koot ja rakennuksen kompaktisuus.

Ilmatiivyyden trendi on ehkä hieman nouseva, kuva 9, mutta tässäkin asiassa löytyy loppupään taloista erinomaisia ilmatiivyyksiä. Ilmatiivyyden tulokset ovat kautta linjan erittäin hyviä, koska alle yksöisen ilmanvuotolukua voidaan pitää erinomaisena (passiivitalon kriteeri 0,6).

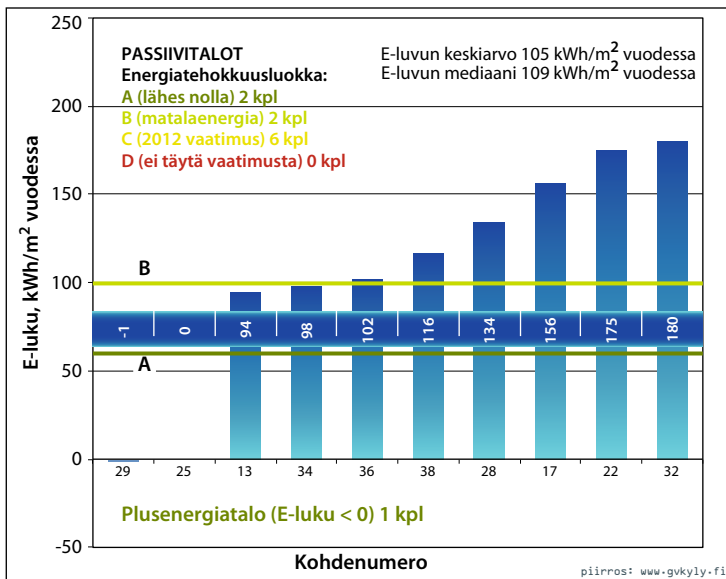
Passiivitalot ansaitsevat erityistarastelun, koska ne ovat olleet hyvän lämmöneristämisen ja ilmatiiviin rakentamisen edelläkävijöitä. 10 taloa (37 %) täyttää suomalaiset passiivitalon vaatimukset, jotka esitetään lämmitysenergian tarpeelle ja rakennusvaipan ilmatiiviydelle. Passiivitalojen E-lukuhaitari on kuitenkin melkein yhtä laaja kuin kaikissa taloissa ja E-luvun keskiarvo vain matilliset 30 yksikköä pienempi kuin kaikkien talojen keskiarvo, kuva 10.

Parhaissa taloissa on luontevasti passiivitason rakenteet, mutta kaksi huonoimman E-luvun passiivitaloa ovat kolmanneksi ja neljänneksi huonoimpia kaikkien talojen joukossa. Selittävinä tekijänä on sähkölämmitys, joka löytyy kolmesta huonoimman E-luvun passiivitalosta. Talossa 28 on ilma-vesi lämpöpumppu

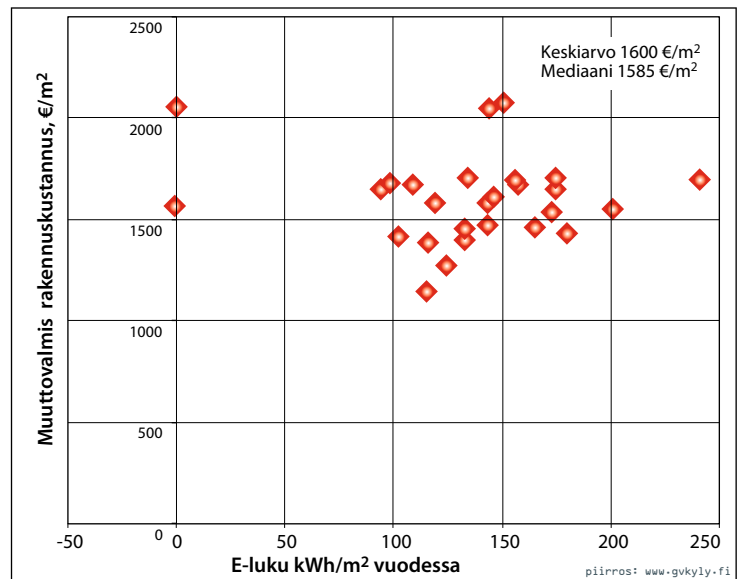
(ilman aurinkokeräimiä), jonka lämpökerroin on huonompi kuin maalämpöpumpulla. Myös talo 38 on sähkölämmityksellä, mutta sitä on tukemassa aurinkokeräin ja ilmanvaihtokoneeseen integroitu ulkoilmalämpöpumppu. Näillä ratkaisuilla ei ole päästy passiivitalon erinomaisesta rakennusvaipasta huolimatta energiatehokkuustasolle, jonka mahdollistavat tehokkaammat lämmitystavat, kuten maalämpö, puulämmitys tai kaukolämpö aurinkokeräimien tukemana.

Mitä energiatehokkuus maksaa?

Energiatehokkuuden tuomia rakennuskustannuksia on arvioitu Talopelillä laskettujen kustannustietojen pohjalta. Vertailukelpoisena rakennuskustannuksena käytetään



Kuva 10. Passiivitalojen E-luvut.



Kuva 11. E-luvun ja muuttovalmiin rakennuskustannuksen välinen yhteys (oikeastaan yhteyden puuttuminen).

ns. muuttovalmis-toimituslaajuutta, jonka sisältö on Kuluttajaviraston ja Pientaloteollisuus PTT ry:n ohjeen mukainen. Muuttovalmis ei sisällä maanrakennusta, pihatöitä, ulkotiloja ja varastotiloja eikä rakentamispalveluja ja muita kustannuksia. Vaikuttaako energiatohokkuus rakennuskustannuksiin? Kuvan 11 tu-

lostien mukaan ei, koska E-luvulla ei ole havaittavaa yhteyttä muuttovalmiin rakennuskustannuksen kanssa. Mikäli talot olisivat tehokkaasti suunniteltuja, ko. yhteyden pitäisi kyllä näkyä, mutta käytännössä se on hukkunut moniin muihin kustannuksiin. Kustannustiedoista pystyttiin

erottelemaan energiatohokkuuden lisäkustannus. Se on määritelty rakentamisen lisäkustannuksena verrattuna määräysten mukaisilla vertailuarvoilla ja sähkölämmityksellä toteutettuun, eli halvimpaan mahdolliseen samanmuotoiseen taloon. Tämä kuvassa 12 esitetty lisäkustannus on eritelty toteutetun

lämmitysjärjestelmän ja paremmin eristettyjen rakenteiden sekä muiden lisäkustannusten osalta. "Muut" tarkoittavat yleensä tehokkaampaa ilmanvaihtojärjestelmää ja aurinkolämpökeraamia, mutta kahdessa nollaenergiatalossa mukana on myös aurinkosähköjärjestelmiä. Tulosten mukaan nollaenergiata-

Hanki edistyksellinen Lakka Kivitalo sinulle sopivana pakettina

Lakka[®]
KIVITALOT

Lakka Kivitalo on energiatehokas, moderni ja viihtyisä koti. Kestävä ja helppohoitoinen kivitalo on pitkällä tähtäyksellä myös kustannuksiltaan viisaan rakentajan valinta.

Rakennuta tai rakenna vaivattomasti

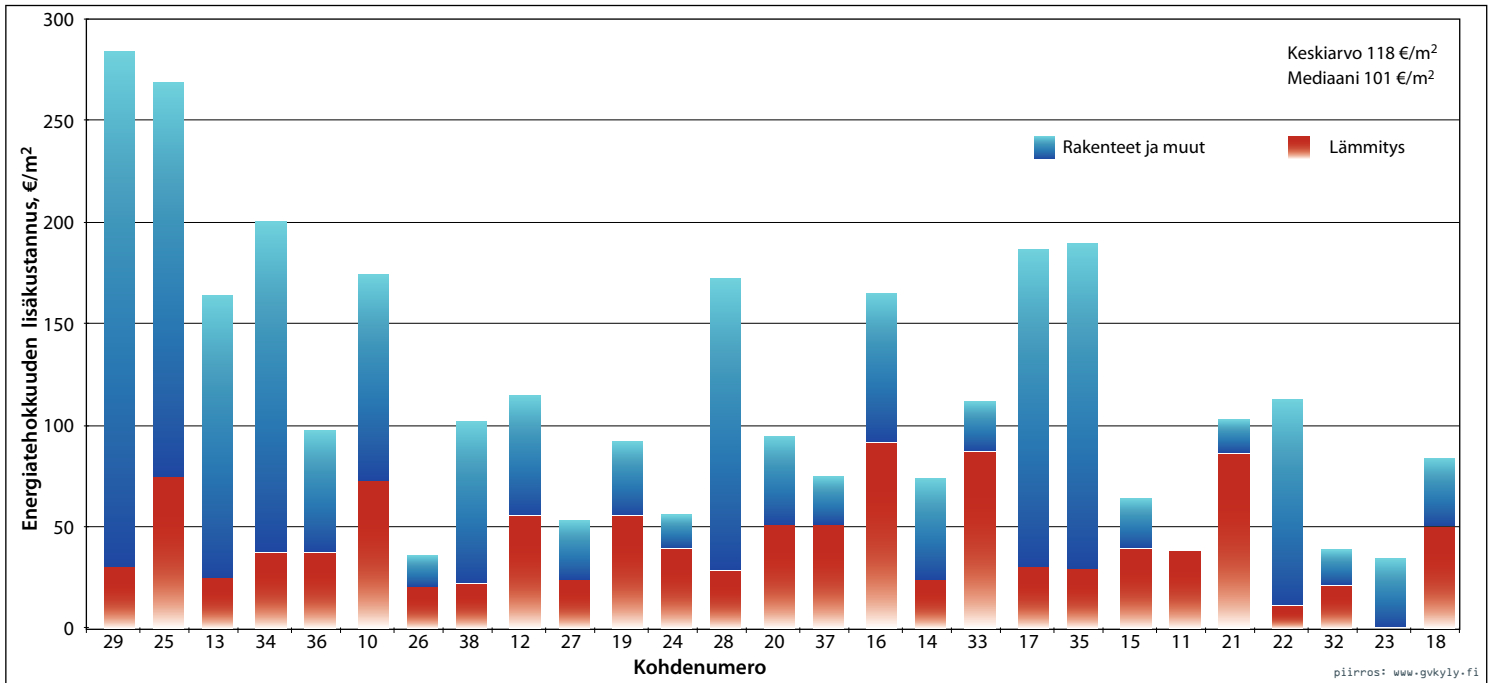
Asiantuntijamme kautta saat parhaat ammattilaiset kotiasi rakentamaan. Olemme palveluksessasi silloinkin, kun päätät rakentaa itse. **Hyödynnä nyt tuntuvat suunniteluettomme, joista saat lisätietoja nettisivuiltamme www.lakkakivitalot.fi.**

TULE TUTUSTUMAAN RATKAISUIHIMME TAMPEREEN ASUNTOMESSUILLA 13.7.-12.8.2012 KOHTEESSA 10: LAKKA KIVITALO HAUSKAKS. TERTULOA!



EKO+ 400 grafit energiakivi on kivirakenteiden edelläkävijä, jolla voidaan turvallisesti tehdä lämmin ja energiaa säästävä koti.





Kuva 12. Energiatohokkuuden lisäkustannus suhteessa määräysten vertailuarvojen mukaisiin ratkaisuihin. Kohteiden järjestys noudattaa E-luvun nousevaa järjestystä.

loissa on noin 200 €/m² lisäkustannus. Jotkut passiivitalot ovat yli ja jotkut alle keskiarvon, mikä pätee myös maalämpötaloille. Yleisesti lisäkustannusten vaihtelu on todella suurta. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että vertailutaso (halvin mahdollinen samanmuotoinen talo) ei täytä E-lukuvaatimusta. Edullisin tapa E-lukuvaatimusten täyttämiseksi näyttäisi näiden tulosten perusteella olevan maalämpöinvestointi, joka on pystytty maalämpökohteissa toteuttamaan keskimäärin n. 60 €/m² lisäkustannuksella käytettyyn vertailutasoon verrattuna.

Energiatohokkuuden kustannuksia voidaan tarkastella myös talotekniikan kokonaiskustannusten kautta. Nollaenergiatalojen talotekniikka on ollut noin 100 €/m² arvokkaampaa keskitasoon verrattuna. Muiden talojen osalta mitään säännönmukaisuutta ei voida havaita. Passiivitaloissa ei näyttäisi olevan muita edullisempaa talotekniikka ja myös arvokkaana pidetty maalämpö ei erotu muista rakennuksista. Kaksi edullisimman talotekniikan kustannuksen taloa ovat maalämpötaloja, mutta suurimpina yli 300 m² taloina ne eivät ole vertailukelpoisia muiden kanssa.

Johtopäätökset

Messitalojen E-luvut ja energiatohokkuusratkaisut osoittavat, että hyvä energiatohokkuutta ei saavuteta

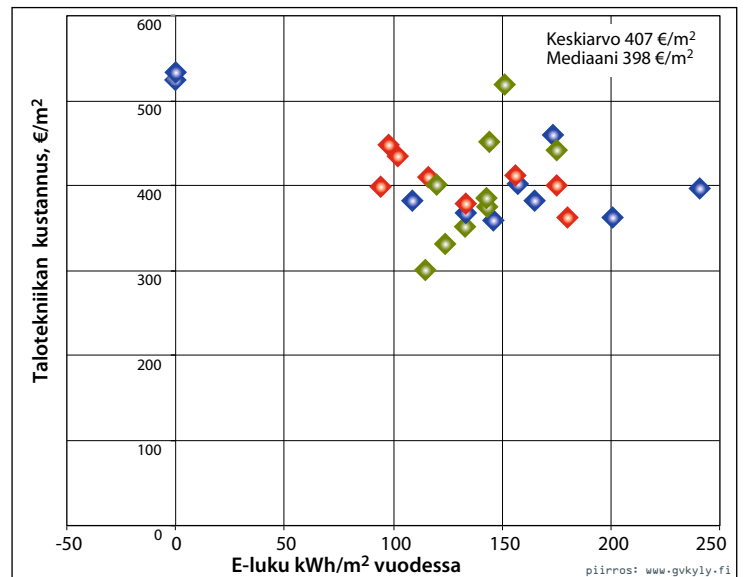
osaoptimoinnilla. Mikäli halutaan rakentaa uuden energiatodistuksen B-luokan matalaenergiatalo tarvitaan:

- tehokas lämmitystapa yleensä vesikiertoisella lämmityksellä (maalämpö, puulämmitys tai kaukolämpö)
- sähköpihi ilmanvaihtolaite tehokkaalla lämmöntalteenotolla
- passiivitaso rakennusvaihtoparhailta mahdollisilla ikkunoilla
- rakennuksen muodon osalta turhien nurkkien ja erkereiden sekä ylisuurien ikkunoiden välttäminen (vähentää myös tilojen yllälämpenemistä kesällä)

- ikkunoiden ulkopuolinen aurinkosuojaus tilojen yllälämpenemisen estämiseksi
- hyvällä suunnittelulla em. ratkaisuilla voidaan saavuttaa juuri ja juuri B-luokka ilman aurinkokeräimiä, jotka tarvitaan B-luokassakin epäedullisemmän rakennuksen muodon tai suurempien ikkunoiden tapauksessa

A-luokan lähes nollaenergiatalon rakentamisessa pätevät kaikki samat opit kuin B-luokassa, mutta niiden lisäksi tarvitaan:

- aurinkolämpökeräimet käyttöveden lämmitykseen (+ märkätilojen lattialämmityksiin kesällä)
- aurinkopaneelit sähköä tuottamaan
- nollaenergiatalon järjestelmien ja käytettävyyden ei tarvitse olla yhtään monimutkaisempia kuin tavallisissa taloissa



Kuva 13. Talotekniikan kustannukset. Passiivitalot on merkitty punaisella ja maalämpötalot vihreällä värillä.

Talojen energiatohokkuuden ja kustannusten tulosten tarkastelu herättää ajatuksen kustannustehokkuudesta. Kustannustietoja katsottaessa tuntuu mystiseltä, miten 100:n ja 200:n E-luvun talot on voitu rakentaa samaan hintaan. E-lukujen ja vuosittaisten energiakustannusten vaihtelu on nollaenergiataloja tarkastelematta yli kaksinkertainen. Energiatohokkuuden rakentamiskustannusten vaihtelu talojen välillä on erittäin suurta ja se peittää paremman energiatohokkuuden mahdolliset lisäkustannukset. Energiatohokkuuden ohjaukselle E-luvulla näyttäisi siten olevan kova tarve, kun rakennuskustannuk-

siin se ei juuri vaikuta, mutta suurimmat kokonaisenergiankulutukset karsi kyllä pois. RM