



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

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

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

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

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

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

Tuloksia erään ekotalon energiankulutuksesta

*Pekka Leppänen, diplomi-insinööri
eläkkeellä oleva VTT Rakennustekniikan johtava tutkija
pekka.leppanen@suomusjarvi.salonseutu.fi*

Jo yli 13 vuoden ajan kestäneet mittaukset eräässä ekotalossa ovat osoittaneet, että ekotalossa yhdistyvät ekonomisuus eli taloudellisuus ja ekologisuus eli pieni ympäristön kuormitus. Asumismukavuus, hyvä sisäilma ja talon arvon säilyminen edessä olevassa energiaverojen maailmassa tulevat kaupan päälle.

Perustietoja kyseisestä talosta

Tavoitteena oli 1990-luvun puolivälissä rakentaa yksinkertainen puurakenteinen omakotitalo, joka tarvitsee vähän energiaa ja vettä, on mahdollisimman pitkäikäinen, tiloiltaan muunneltava ja tehty mahdollisimman vähistä osista. Materiaalien tuli olla mahdollisimman pitkälle paikallisia ja uusiutuvia eli puuta ja puupohjaisia tuotteita. Mallina oli Marjalan ekotalo Liperissä. Suunnittelu vei kaksi vuotta 1994–96, rakentaminen vuoden, ja talossa on asutusta nyt jo yli 13 vuotta.

Talo (155 as-m², 600 as-m³) sijaitsee eteläisessä Suomessa Turun ja Helsingin puolivälissä, kallion etelärinteellä harkkopilarien päällä. Materiaalit ovat pääosin uusiutuvia: runkorakenteet sahatavaraa, eristyksen selluvillaa ja vesikatto huopaa havupuuvanerin päällä. Puujulkisivu on maalattu keittomaa-lilla, levytetyt sisäseinäpinnat lateksilla, sisäkatto on käsittelemätöntä raakalautaa. Puulattiat ja lähes kaikki muutkin höylätyt puupinnat on vahattu. WC:t ovat kompostoivia ja jätteet erottelevia.

Talo lämpiää ja tuottaa lämpimän käyttöveden noin kaksi kolmasosaa vuodesta olohuoneen tulisijassa poltettavalla puulla, jota tarvitaan keskimäärin 25 kg/vrk. Puolet puulämmöstä varastoituu 2 300 l:n varaajaan, joka on talon lämpövarasto. Toinen puoli puulämmöstä jää tulisijaan ja säteilee huone-

tilaan. Kesällä aurinkokeräimet lämmittävät samaa varaajaa. Talvisten poissaolojen ja mahdollisten sairastumisten aikana varaajaa lämmittää siinä oleva 6 kW:n sähkövastus.

Mitään muita lämmityslaitteita talossa ei ole. Lämmitystarve säilyy pienenä talon koko eliniän. Uusiutuvat energiat riittävät. Sähkö tulee tuulivoimalasta, joten talo toimii pelkästään uusiutuville energioilla ympäri vuoden. Talo on hyvä vielä silloinkin, kun verotus perustuu kotitalouksien CO₂-päästöihin.

Rakentamisen lisäkustannukset vuosina 1996–97 olivat noin 5 000 euroa eli 3 % talon kaikista rakennuskustannuksista. Säästöt lämmityskustannuksissa ovat 13 vuoden ajalta yhteensä noin 13 000 euroa ja CO₂-päästöt yli 100 tonnia vähemmän kuin samankokoisessa tavanomaisessa pientalossa. Lisäksi talo on hyvä asua: lämmin, vedoton ja hiljainen. Sisäilma on aina hyvä.

Ekotalon tärkeät asiat

Ekotalon keskeiset ominaisuudet ovat paksut eristeet, parhaat saatavilla olevat ikkunat, hyvä ilmanpitävyys ja tehokas lämmöntalteenotto poistoilmasta. Kylmäsiltojen välttäminen on myös tärkeää. Oheinen U-arvojen taulukko kuvaa kyseisen ekotalon sijoitumista Suomen rakennusmääräysten minimivaatimuksiin verrattuna.

Miksi ja mitä on mitattu?

Mittaukset antavat tietoa. Oheisista tuloksista ilmenee, etteivät vuodet ole samanlaisia. Tulokset myös panevat miettimään: miksi näin kävi, mitä pitäisi nyt tehdä toisin, muuttaa tai parantaa?

	määräykset C3/2007	määräykset C3/2010	Ekotalo 1997	Passiivitalo (RIL 249-2009)
ulkoseinät	0,24	0,17	0,12	0,07
alapohja rossipohjana	0,15	0,09	0,096	0,08
alapohja maata vasten	0,24	0,16	–	0,08
yläpohja	0,15	0,09	0,084	0,06
ikkunat	1,4	1,0	≈ 0,9	0,7
ulko-ovet	1,5	1,0	0,4	0,4

Energioiden käyttö ja hankinta 1997–2010

	vko 22, 1997– 1998	vko 22, 1998– 1999	vko 22, 1999– 2000	vko 22, 2000– 2001	vko 22, 2001– 2002	vko 22, 2002– 2003	vko 22, 2003– 2004	vko 22, 2004– 2005	vko 22, 2005– 2006	vko 22, 2006– 2007	vko 22, 2007– 2008	vko 22, 2008– 2009	vko 22, 2009– 2010
Tilojen lämmitykseen tarvittu energia kWh	11197	13551	11281	12660	12093	14214	12138	12307	12538	12129	11780	12177	14316
• puun poltosta saatu energia	8844	11035	8745	9813	10149	11088	8703	9768	10311	9967	10002	10368	11954
• varaajan lämmitykseen käytetty sähkö	0	125	334	322	0	925	1175	446	505	246	0	52	370
• talotekniikan käyttämä sähkö	1570	1491	1417	1439	1247	1260	1259	1213	1153	1182	1144	1181	1199
• lämmitykseen käytetty aurinkoenergia	783	900	785	1086	697	941	1001	880	569	734	634	576	793
Käyttöveden lämmitykseen tarvittu kWh	1950	2340	2040	2040	2010	1230	2040	2100	2070	2010	1920	1980	2010
• puuenergia ja sähkö (arvioitu)	1200	1200	1200	1200	1200	600	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
• aurinkoenergiaa	750	1140	840	840	810	630	840	900	870	810	720	780	810
Valaistus ja kotitalouskoneiden sähkö kWh	2057	2133	2193	2380	2509	2562	2250	2670	3248	2817	2582	2668	3106
Energian kokonaiskulutus	15204	18024	15514	17080	16612	18006	16428	17077	17856	16956	16282	16824	19432
• kWh/asunto-m ²	98	116	100	110	107	116	106	110	115	109	105	109	125
• kWh/brutto-m ²	84	99	85	94	91	99	90	94	98	93	89	92	106
Tilojen lämmitykseen tarvittu energia kWh	11197	13551	11281	12660	12093	14214	12138	12307	12538	12129	11780	12177	14316
• kWh/asunto-m ²	72	87	73	82	78	92	78	79	81	78	76	79	92
• kWh/brutto-m ²	62	74	62	70	66	78	67	68	69	67	65	67	78
• kWh/asunto-m ³	18,6	21,1	18,8	21,1	20,2	23,7	20,2	20,5	20,9	20,2	19,6	20,3	23,9
Tarvittu ostoenergia													
• polttopuuta kg	3720	4130	3315	3671	3783	3896	3301	3656	3837	3322	3734	3856	4385
• polttopuut koivupilkkeinä pino-m ³	9,1	10,1	8,1	9,0	9,2	9,5	8,1	8,9	9,4	8,1	9,1	9,4	10,7
• sähköä kWh	3627	3749	3944	4141	3756	4747	4684	4329	4906	4245	3726	3901	4675
Aurinkoenergia kWh													
• vesivaraajaan saatu aurinkoenergia	2883	2779	3056	2876	3047	2902	2798	2832	2740	3097	2586	2585	2823
• vesivaraajasta käytetty aurinkoenergia	1533	2040	1625	1926	1507	1571	1841	1780	1439	1544	1354	1356	1603
• käytetyn aurinkoenergian osuus saadusta	53 %	73 %	53 %	67 %	50 %	54 %	66 %	63 %	53 %	50 %	52 %	53 %	57 %
Käytetty uusiutuvia energioita kWh	11577	14841	15514	17080	16612	18006	16428	17077	17856	16956	16282	16824	19432
Käytetty uusiutumatonta energiaa kWh	3627	3183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Asuinpinta-ala on 155 m², bruttopinta-ala (seinien ulkopintojen mukaan) 183 m² ja lämmitetty tilavuus 600 m³. Asukkaita on kaksi. Talo on heidän ympärivuotinen asunto, kesäpaikka ja etätyöpaikka.

Kuva 1. Energiataulukko sisältää tiedot, mistä energiaa on hankittu ja mihin se on käytetty vuosina 1997–2010. Mittausvuosi on toukokuusta toukokuuhun, koska mitaus alkoi toukokuussa 1997. Energian kokonaiskulutus ja tilojen lämmitysenergia on esitetty sekä asuntoneliötä että bruttoneliötä (ulkoseinäpintojen mukaan mitattu ala) kohden laskettuna. Aurinkoenergiasta on esitetty sekä varaajaan saatu että siitä käytetty eli tarvittu energia. Noin puolet varaajaan saadusta aurinkoenergiasta vuotaa varaajan eristeiden läpi ulos, kun tarvetta kesällä on vähän eikä aurinkolämpöä saada varaajassa säilymään, kuin korkeintaan viikoksi. Vuodesta 2000 olemme toimineet pelkästään uusiutuvilla energioilla, koska puuenergia katsotaan CO₂-neutraaliksi, aurinkoenergia tulee päästöttä ja sähkömme tulee tuulivoimalla. Polttopuiden teon moottoripolttoaineiden tarve, arviolta 40 l vuodessa, tuottaa CO₂-päästöjä noin 100 kg.

Pääasiassa on mitattu energioiden hankintaa ja käyttöä. Käytetyt energiat ovat polttopuu pilkkeinä olohuoneen takkauunissa, aurinkolämpö tavanomaisilla tasokeräimillä tuotettuna ja sähkö. Kaikkien energioiden käytöstä on viikoittaiset tiedot yli 13 vuodelta, talvisen puunpolton osalta päivittäiset.

Energialaskelmissa käytetty puusta saatavan energian määrä kWh/puu-kg perustuu Seppo Tuomen/TTS ja Heikki Hyytiäisen/Tulisydän Oy yhdessä tekemään arvioon. Sen mukaan tulisijamme kaltaisessa takkauunissa poltetusta tavanomaisen kuivasta puusta saadaan taloon lämpöä 3,0 kWh/puu-kg. Loput puusta olevasta energiasta kuluu polttopuissa olevan veden höyrystämiseen ja savukaasujen lämpönä ulos talosta.

Pienten tulisijojen puunpolton hiukaspäästöistä ollaan huolissaan. EU:ssa vain Suomessa, Bulgariassa ja Romaniassa ei ole norveja puun pienpolton päästöille. Tämän ekotalon puunpolton päästöt mitattiin maaliskuussa 1998. Kuuden koepolton keskiarvo oli puolet silloisesta Saksan sallitusta.

Aurinkoenergiaa mitataan omalla energiamittarillaan, joka näyttää paitsi saadun energian myös mm. aurinkolämpöpöjärjestelmän hetkellisen tehon. Sähkölle on koko kiinteistön päämittari sekä toinen mittari, jonka kautta kulkee vain lämmityksen

ja ilmanvaihdon tarpeisiin (iv-koneen puhaltimet, varaajan lämmitysvastus, märkätilojen ja eteisten lattialämmitysten sekä aurinkokeräimien pumput) kuluva sähkö.

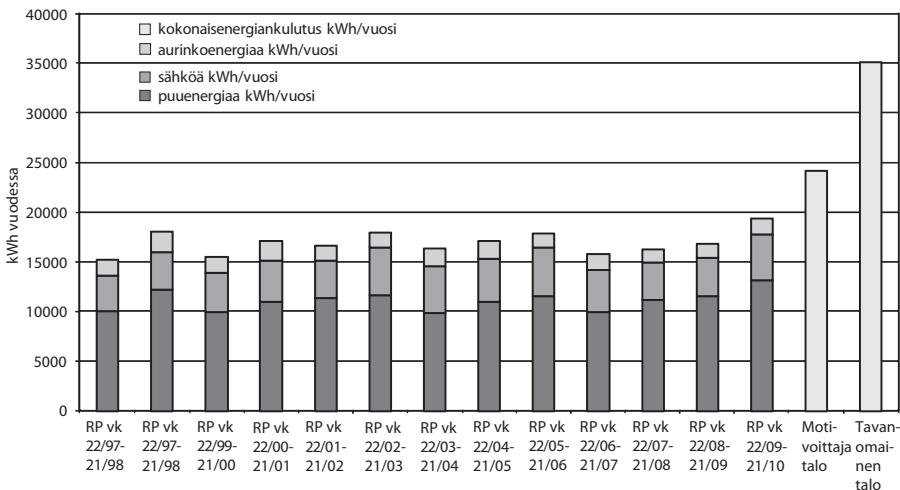
Mittalaitteet

Erilaisia mittareita ja mittalaitteita on yli 20, eniten lämpötilojen mittaamista varten. Niitä on mitattu erityyppisillä mittareilla samanaikaisestikin varmuuden vuoksi. Alkeellisin lienee tarkka elohopeamittari, uusimpia tietoja keräävät loggerit.

Polttopuut punnitaan avoimissa kantotelineissä sisään tuotaessa ja uudelleen tulisijaan pantaessa. Punnituslaitteita on kaksi. Noin 20–25 kg:n pilkemäärä kuivuu takan vieressä 2–3 vuorokauden aikana 0,5–1 kg.

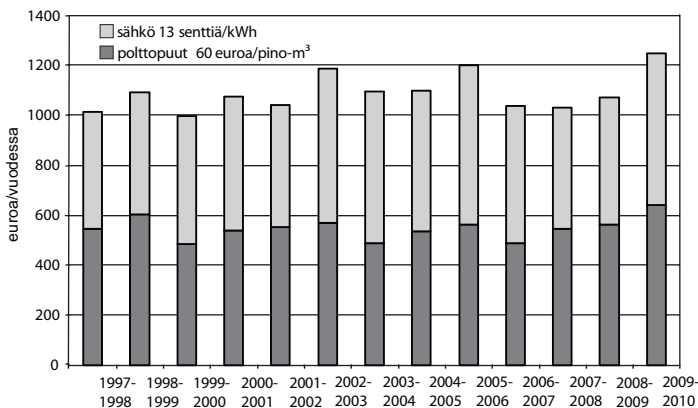
Auringosta varaajaan saatua lämpöä mitataan Grundfoss EM10 -energiamittarilla. Toisella samantalaisella mitataan varaajasta lämmitykseen otettavaa lämpöä. Kahden asukkaan lämpimän käyttöveden energiatarpeeksi on arvioitu 30 kWh/viikko. Veden kokonaiskulutus on ollut vain 70–80 l/vrk/henkilö, koska kompostoitvien ekovesojen vedentarve on alle 1 l/käyttökerta.

Energian kulutus nykyisenlaisena 1997–2010, MotiVoittaja -talona ja tavalliseen tapaan rakennettuna talona



Kuva 2. Pylväsiagrammi energioista vuosina 1997–2010 esittää kulutukset verrattuna Motiva Oy:n MotiVoittaja-taloon ja keskimääräisen suomalaisen pientalon kokonaiskulutukseen 1990-luvun lopulla. Jälkimmäisen ovat VTT ja Tampereen TKK laskeneet MotiVoittaja-kiipailua varten. Likimain 2/3 energiastamme tulee polttopuusta. Aurinkoenergiaa on noin kymmenesosa. Sähkön käyttö vaihtelee vuosittain mm. sen mukaan, ollaanko talvella poissa kotoa. Silloin sähkö hoitaa lämmityksen poissaolon ajan. Polttopuun laatu vaihtelee jossain määrin vuodesta toiseen, mutta sitä on vaikea mitata.

Vuotuiset energiakustannukset 1997–2010



Kuva 3. Energiakustannuksemme ovat 85–105 euroa kuukaudessa laskettuna sähkön ja polttopuiden nykyisen hinnan mukaan. Kulut jakautuvat puoliksi polttopuun ja sähkön kesken.

Sähkömittarit ovat tavanomaisia kiinteistön sähkömittareita. Pintalämpötiloja esim. ikkunoista ja lattioista on mitattu infrapunamittarilla. Ilmanvaihdon määrää on mitattu poistoilmakanavan päästä jäteilmasta.

Suhteellista kosteutta on mitattu erilaisilla kosteusmittareilla (hiushygrometri, termohygrografi ym.) sekä loggereilla. Alkuvuosien uteliaisuuden jälkeen lämpötila- ja kosteusmittaukset ovat työläytenä vuoksi vähentyneet vain poikkeuksellisten tilanteiden seurantaan.

Energiatietojen keruu jatkuu edelleen kaiken energian käytön kattavana. Tavoitteena on viikoittaisten energiatietojen saanti edelleen ympäri vuoden.

Kokemuksia

Tämä ekotalo on ylivoimaisesti paras ja kustannuksiltaan edullisin asuntoni tähän mennessä. Talo on tasainen lämmin, vedoton ja hiljainen. Lämmittä-mättömien puulattioiden pintalämpötila pysyy talvipakkasellakin vähintään +20°C:ssa. Ulkoseinien vierellä on muutama aste viileämpää. Sisäilman lämpötila talvella on 22–23°C.

Suurin lämpötilaero keskellä taloa lattian ja katon (4,5 m:n korkeudella) välillä on 4–5°C. Kovillakaan pakkasilla ei koskaan ole ollut vähäisintäkään huurtumista (kondenssia) ikkunoihin, vaikka ikkunapenkit ovat leveimmillään 250 mm syviä eikä lämpöpatereita ikkunoiden alla ole.

Tämä ekotalo on puurunkoinen ja selluvillaeristeen. Kaikista muistakin materiaaleista voidaan tehdä hyviä taloja. Oleellisinta on lämpöä hyvin eristävä ja ilmanpitävä vaippa ikkunoineen ja ulkovoineen sekä tehokas lämmön talteenotto poistoilmasta.

On käynyt selväksi, että halvinta ja samalla täysin päästötöntä energiaa on kuluttamatta jätetty. Ja parhaaksi talon osaksi on osoittautunut poisjätetty osa. Sitä ei tarvitse suunnitella, tehdä, kuljettaa, asentaa, huoltaa, korjata eikä hävittää. Eikä poisjätetty osa missään vaiheessa aiheuta yhtään kustannuksia tai päästöjä. Vähän energiaa kuluttavaan taloon tarvitaan lämmön tarpeen vähentyessä ja jakelun yksinkertaistuessa tavallista vähemmän osia.

Energiatehokkuus on taloudellisen rakentamisen ja asumisen kulmakivi. Talon osat vähenevät, tekniikka yksinkertaistuu, tehojen tarve vähenee, rakentaminen helpottuu ja nopeutuu, korjaamistarve ja ylläpito vähenevät. Pieni energiantarve mahdollistaa selviämisen pelkästään uusiutuville energioilla Suomenkin olosuhteissa.

Lähteet

- (1) Ahtiainen, Asko ja Leppänen, Pekka, Ekologinen puutalo, Rakennustieto Oy, Tampere, 1999
- (2) Leppänen, Pekka, Säästävä pientalo, Rakennustieto Oy, Tampere, 2004