

## ONKO HIRSITALO MENNEIDEN AIKOJEN RAKENNUS?

Bruno Erat, TkL, arkkitehti SAFA

### Rakentamismääräykset

Uusitut rakentamismääräykset C3 ja D2 tähtävät pienentämään rakennusten energiankulutusta aiempaan verrattuna 25-30%, ja sitä kautta vähentämään hiilidioksidipäästöjä. Tavoite on hyvä ja tarpeellinen, onhan Suomi vuonna 1997 allekirjoittanut Kioto-sopimuksen. Siinä teollisuusmaat sitoutuvat vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään keskimäärin 5,2% vuosiin 2008-2012 mennessä, ja Suomi vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään 1990-tasolle. Tähän tavoitteeseen on meillä tarkoitus päästä energiasäästöjen, uusiutuvien energialähteiden sekä vuoden 2010 tienoilla valmistuvan viidennen ydinvoimalan avulla.

Rakennusmääräyksissä vaaditaan rakennusvaipan osalta mm. vähintään seuraavia U-arvoja:

yläpohja	$U_{max} = 0,16 \text{ W / m}^2 \text{ K}$
alapohja, ulkoilmaan rajoittuva	$U_{max} = 0,16 \text{ W / m}^2 \text{ K}$
alapohja, maanvastainen	$U_{max} = 0,25 \text{ W / m}^2 \text{ K}$
ulkoseinä	$U_{max} = 0,25 \text{ W / m}^2 \text{ K}$
ikkunat ja ovet	$U_{max} = 1,40 \text{ W / m}^2 \text{ K}$

Ilmanvaihdon osalta edellytetään, että poistoilmasta otetaan sen verran lämpöä talteen, että se vastaa vähintään 30% ilmanvaihdon lämmitykseen tarvitsemasta lämpömäärästä.

Rakentamismääräykset ovat kuitenkin joustavat, sillä ne sisältävät ns. kompensatioperiaatteen. Esimerkiksi voidaan päästä haluttuun lopputulokseen parantamalla yläpohjan eristyskykyä, mikäli ikkunoiden ja ulkoseinien U-arvo ei täytä vaatimuksia. Sama periaate pätee myös ilmanvaihdon osalta. Jos rakennusta ei varusteta lämmön talteenottolaitteella voidaan asia kompensoida parantamalla ulkovaipan eristyskykyä.

### Voidaanko hirsitaloja enää rakentaa?

Yllä mainitut energiatehokkuusvaatimukset panevat hirsitalon ulkoseinärakenteet koville. Eristystasoa  $U = 0,25$  on mahdoton saavuttaa luontevilla ja järkevillä ratkaisuilla. Massiivisessa hirsiseinässä tulisi olla noin 500 mm paksuiset hirret, ja ulko- ja sisäpuolisella puukuitulevyllä varustetuissa hirsiseinissä yhä noin 300 mm paksuiset. Mahdolliseksi hirsirakentamistavaksi jäisi kaksoishirsiseinä, jonka välissä on orgaaninen eristysaine kuten sahapuru, pellava, selluvilla tms.

Myös ilmanvaihtovaatimukset (LTO 30%) lisäävät hirsitaloon kohdistuvia ongelmia. Hirsitalon varustaminen koneellisella tulo-poistojärjestelmällä ei yleensä ole hyvä arkkitehtonisessa mielessä, eikä luontevaa ilmanvaihdon kannalta. Yksi hirsitalon arvoista on nimenomaan sen miellyttävä sisäilman laatu - "hirsitalossa on hyvä hengittää". Tämä johtuu todennäköisesti sisään tulevan ilman laajasta ja tasaisesta jakaumasta, massiivipuuseinäin kyvystä vastaanottaa ja luovuttaa kosteutta sekä puu-uunien kautta tapahtuvasta ilmanpoistosta.

Tarkoittaako tämä sitä, että Suomessa hallitseva säännöstö estää oikean hirsitalon rakentamista? Tuskinpa! Näin ei ainakaan saisi olla. Ilman tuhansien vuosien vanhaa hirsirakentamisen perinnettä emme olisi selvinneet täällä pohjoisella leveysasteella.

"Vanhimmat Suomessa tehdyt hirsilöydöt ovat vuosilta 400-900 jkr. Niistä tärkein on Vanhan Laatokan alueelta tehty hirsikehikkölöytö, josta on voitu määrittellä myös huonetilan käyttöön liittyviä yksityiskohtia.

Samoin Turun alueella on saatu esiin vanhoja hirsirakenteiden jäänteitä. Hirsien savitiivisteitä ajanlaskumme alkuvuosilta on löydetty Ruotsin puolelta" /1/.

### Hylätyn hirsitalon elinkaari pitenee

Degerbyn kylässä, lähellä Inkoota, seisoo komea, 50 vuotta sitten hylätty, mutta vesivuodoilta säästynyt hirsitalo. Katto on ehjä, samoin ulkoverhous. Suurin osa hirsistä, useimmat ikkunat ikkunalausoinen ja koristeinen sekä sisäpuoliset palkit, kattotuolit ja lattialankut ovat yllättävän hyvässä kunnossa. Komean graniittisokkelin päällä makaavat puuosat ovat osin kärsineet vesisateista ja mahdollisesti maasta nousevasta kosteudesta. Rakennuksen taustaa ei tässä vaiheessa tunneta tarkemmin, mutta vanhimmat puussa löydetty merkinnät viittaavat 1700-lukuun asti.

Rakennuksen hirret ovat paksuudeltaan 150 mm ja puulankut 50 mm. Sen pinta-ala on noin 15 x 10 m ja huonekorkeus 3,30 m. Jokaisessa huoneessa oli aikoinaan kaakeliuuni ja keittiössä puuhella. Varsinaisia peseytymistiloja ei ollut.

Tämän hirsitalon elinkaaren on nyt tarkoitus lisätä monta vuosikymmentä. Eräs asiakkaani on ostanut sen, tavoitteenaan siirtää ja pystyttää se tontilleen Tammisaaren Padvaan.

### Rakennusvalvonnan päätös pelasti vanhan hirsitalon

Rakennuslupahakemuksen valmistelun yhteydessä eteen tuli ongelma, miten osoittaa uudelle paikalle pystytettävän hirsitalon energiatehokkuus. Tarkoituksena kun on uusiokäyttää myös vanhat hyväkuntoiset ikkunat koristelautoineen. Uudelleen pystytettyyn taloon rakennetaan vanhan esimerkin mukaan kaksi hormiryhmää, joissa on kanavat kaikkien huoneiden kaakeliuuneja, keittiön puuhellaa ja luonnonmukaista (painovoimaista) ilmanvaihtoa varten. Märkätilojen ilmanvaihtoa tehostetaan tarpeen mukaan avosiippuhaltimilla (PAX 100-sarja).

Ulkoseinien rakennetta pohdittiin yhdessä paljon hirsitalojen siirtäneen kirvesmiehen kanssa. Hänen hyväksi todettu ratkaisunsa on parantaa pellavatiilikityn hirsiseinän tuulensuojaa 25 mm puukuitulevyllä ja asentaa samanlainen levy myös sisäpuolelle, molemmat suoraan hirsiseinään kiinnitettyinä. Joustavat puukuitulevyt pystyvät mukautumaan hirsitalon painumiseen ja kosteusvaihteluihin, vanhat hirret saavat jatkossakin elää lähes samoissa olosuhteissa kuin ennen vanhaan, ja ulkoseinän hyvät perusominaisuudet säilyvät.

Ulkoseinien kautta pakenevaa lämpömäärää ei näillä lähtökohdilla ja ratkaisuilla voida lisäeristeillä ja ilmanvaihdolla kompensoida. Sen sijaan ala- ja yläpohjarakenteet pystytään eristämään paremmin kuin mitä määräykset edellyttävät. Tämä ei kuitenkaan riitä, vaan tarvitaan vielä muita keinoja jotta rakennus saadaan hyväksytylle energiatehokkuustasolle.

Ratkaisu löytyi lämmön tuoton puolelta. Kohennettujen energiatehokkuusvaatimusten perimmäisenä tarkoituksena on säästää noin 30% energiaa, jotta pienennettäisiin ympäristön rasitusta - pääasiallisesti vähentämällä CO<sub>2</sub>-päästöjä. Tähän päämäärään päästään myös käyttämällä sellaisia polttoaineita, kuten puu ja olki, jotka eivät aiheuta ym. ylimääräisiä päästöjä, hyödyntämällä aurinko- tai tuulienergiaa tai asentamalla energiaa säästäviä lämmityslaitteita, kuten lämpöpumppu, joka käyttää esim. 1 osa sähköä ja 2 osaa maahan tai vesistöön varastoitunutta aurinkolämpöä.

Tässä esimerkkitapauksessa lämmitetään tehokkailla kaakeliuuneilla ja lämpöpumpulla, joka ottaa lämpöä meren pohjasta. Näistä lähtökohdista laadittiin laskelma, jossa verrataan keskenään hirsitaloa ja samankokoista, kaikki määräykset täyttävä suoralla sähkölämmöllä toimiva talo. Lopputulos osoitti hirsitalon olevan hyvin edullinen kasvihuonepäästöjen suhteen. TAMMISAAREN KAUPUNGIN

RAKENNUSLUPAVIRANOMAISET YHTYIVÄT TÄHÄN PERUSTELUUN JA EHDOTTIVAT LUVAN MYÖNTÄMISTÄ.

## Hirsitalon energia- ja päästöselvitys

### 1. Rakennuksen tiedot

Rakennustilavuus	1113 m <sup>2</sup>	Ulkoseinä ilman ikkunoita	Mitoitettava ulkolämpötila -26°C	
Kerrosala (lämmin)	250 m <sup>2</sup>	- rakennetyyppi U1 (U=0,41)	157 m <sup>2</sup>	Mitoitettava sisälämpötila
Lämmin huoneala (puolilämmin)	240 m <sup>2</sup>	- rakennetyyppi U1 (U=0,20)	100 m <sup>2</sup>	Mitoitettava sisälämpötila
Huonekorkeus	3,3 ja 3,00 m	Kierrätysikkunat (U=2,5)	24,5 m <sup>2</sup>	Luonnonmukainen ilmanvaihto LTO = 0
Lämmin ilmatilavuus	1040 m <sup>3</sup>	Uudet ikkunat (U=1,1)	6,5 m <sup>2</sup>	Astepäiväluku Bromarv 5500
		Uudet ovet (U=1,4)	3,0 m <sup>2</sup>	

### 2. Rakennuksen U-arvot

Laskelmat:

$$\text{Lämmönvastus (m}^2\text{K/W)} \quad R = m_s + d1 / \lambda_1 + d2 / \lambda_2 + dx / \lambda_x + m_u \quad (m_s + m_u = 0,17)$$

$$\text{Lämpökerroin (m}^2\text{K/W)} \quad U = 1 / M$$

$$\text{US1} \quad R = 0,17 + 0,025 / 0,045 + 0,150 / 0,150 + 0,025 / 0,045 = 2,27 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1 / 2,27 = 0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{US2} \quad M = 0,17 + 0,025 / 0,045 + 0,150 / 0,040 + 0,012 / 0,045 = 4,73 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R = 1 / 4,73 = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{YP1} \quad R = 0,17 + 0,250 / 0,040 + 0,012 / 0,045 = 6,68 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1 / 6,68 = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{AP1} \quad R = 0,17 + 0,050 / 0,150 + 0,16 + 0,200 / 0,040 + 0,025 / 0,045 = 6,21 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1 / 6,21 = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{AP2} \quad M = 0,17 + 0,050 / 0,150 + 0,16 + 0,100 / 0,040 = 3,16 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R = 1 / 3,16 = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### 3. Rakennusosien lämpöhäviöt (ominaislämmöntarpeet)

	Talo Hentula		Perustalo (normi)	
ulkoseinä U1 W/K	157 m <sup>2</sup> x 0,44 W/m <sup>2</sup> K	= 69 W/K	157 x 0,25	= 39
ulkoseinä U2 W/K	100 m <sup>2</sup> x 0,21 W/m <sup>2</sup> K	= 21 W/K	100 x 0,25	= 25
yläpohja YP1 W/K	181 m <sup>2</sup> x 0,15 W/m <sup>2</sup> K	= 27 W/K	184 x 0,16	= 29
alapohja AP1 W/K	81 m <sup>2</sup> x 0,16 W/m <sup>2</sup> K	= 13 W/K	81 x 0,25	= 20
alapohja AP2 W/K	79 m <sup>2</sup> x 0,31 W/m <sup>2</sup> K	= 24 W/K	79 x 0,25	= 20
kierrätysikkunat 34 W/K	24,5 m <sup>2</sup> x 2,5 W/m <sup>2</sup> K	= 61 W/K	24,5 x 1,4	=

uudet ikkunat W/K	6,5 m <sup>2</sup> x 1,1 W/m <sup>2</sup> K	= 7 W/K	6,5 x 1,4	= 9
ovet	3 m <sup>2</sup> x 1,4 W/m <sup>2</sup> K	= 4 W/K	3 x 1,4	= 4 W/K
ilmanvaihto 5 henkeä W/K	0,007 m <sup>3</sup> /s x 1,2 x 1000 W/m <sup>2</sup> K	= 42 W/K	30% LTO	= 29
yhteensä (100%)	268 W/K (128%)		209 W/K	

## **Ympäristövaikutus ja johtopäätös**

Koska halutaan säilyttää Padvan kylään siirretyn ja uudelleen pystytetyn vanhan hirsitalon rakennusfysikaalisia ja arkkitehtonisia ominaispiirteitä, kuten runko-osat ja ikkunat, tulee talon ominaislämmönteho olemaan 268 W/K, ts. 28% suurempi kuin referenssitalon. Mutta koska lämpö tuotetaan lämpöpumpulla (oletettu lämpökerroin 3,5) ja tehokkailla puu-uuneilla, on talon ympäristövaikutus tuntuvasti pienempi kuin referenssitalon (normi).

Kun tarkistetaan CO<sub>2</sub>-päästöjä, voidaan todeta tämän hirsitalon olevan huomattavan edullinen. Puun polttamisen osalta CO<sub>2</sub>-päästöt ovat neutraalit, ts. olemattomat, koska kasvava metsä sitoo puun polttamisen kautta vapautuneet hiilidioksidikaasut. Lämpöpumppu puolestaan hyödyntää veteen varastoitunutta aurinkoenergiaa. Ainoastaan lämpöpumpun käyttöenergia täytyy tuottaa sähköllä. Tällöin saadaan 3,5 kertaa enemmän energiaa talon käyttöön kuin mitä lämpöpumppu tarvitsee.

Jos oletetaan että talon peruslämpö, noin 2/3 lämmöntarpeesta, tuotetaan lämpöpumpulla, ja että lisälämpö, noin 1/3 lämmöntarpeesta tuotetaan puulämmityksellä, tarvitaan sähkötehoa noin 50 W/K. Vastaava luku sähkölämmitteisessä vertailutalossa on 209 W/K.

**YHDISTETYLLÄ LÄMPÖPUMPPU/PUU-LÄMMITYSJÄRJESTELMÄLLÄ VARUSTETTUNA HENTULAN TALO RASITTAA (CO<sub>2</sub>-päästöt) YMPÄRISTÖÄ NOIN 4 KERTAA VÄHEMMÄN KUIN VASTAAVAN KOKOINEN, SÄHKÖLÄMMITYKSELLÄ VARUSTETTU RAKENNUSMÄÄRÄYSTEN MUKAINEN TALO.**

Artikkeli on julkaistu aikaisemmin Rakennettu Ympäristö -lehdessä.

hirsitalo-06