

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma / Rakennustuotanto

Jyri Toikka

Pientalon toteuttamisvaihtoehtojen vertailu

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

TOIKKA, JYRI

Pientalon toteuttamisvaihtoehtojen vertailu

Opinnäytetyö

24 sivua +1 liitesivu

Työn ohjaaja

yliopettaja Tarmo Kontro, lehtori Jani Pitkänen

Toimeksiantaja

Rakennuspalvelu MK-Toikka Oy

Maaliskuu 2012

Avainsanat

kustannustehokkuus, e-luku, u-arvo

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan omakotitalorakentamisen kustannusten eroja talopakettiratkaisuissa. Käsiteltäviä runkomateriaaleja ovat betoni-, hirsi- ja puurunko. Talotyyppinä tarkastellaan matalaenergia, elementti- ja hirsitaloja. Työssä vertaillaan 100 m² kokoluokan taloja sähkölämmitteisinä. Oleellisia seikkoja ovat vertailtavien rakennusten u-arvot sekä ilmanvuotoluvut, jotka määrittävät energiakulutuksen tarpeen.

Rakentamisvaihtoehdot tarkastellaan ilman työkustannuksia.

Talopakettien kustannukset on tarkasteltu eri palveluntarjoajien tarjouksista.

Työssä tarkastelua painotetaan tarkastelua rakennusten U-arvoihin, vaipan ilmanvuotolukuihin, lämmitys- ja rakentamiskustannuksiin, jotka muodostavat pääosan rakennusten rakennus- ja ylläpitokustannuksista.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

TOIKKA, JYRI

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

March 2012

Keywords

The comparing of solutions in small building solutions

24 pages and 1 page of appendices

Tarmo Kontro, Principal Lecturer
Jani Pitkänen, Senior Lecturer

Rakennuspalvelu MK-Toikka Oy

cost-effectiveness, prefabricated residential house

This thesis is an examination of the differences between constructing expenses and lifespan expenses of detached house construction. The frame materials that are dealt with are concrete, timber and wood frame. The house types that are examined are low-energy, timber and prefabricated residential houses. The focus in this thesis is in the best construction means from the point of view of the construction and maintenance expenses, heating necessities and exterior wall's air leakage figures.

Construction alternatives are examined without labour expenses. The material expenses that are used are average prices of a few different retailers.

The study emphasizes the examination of the overall heat transfer coefficients, exterior wall's air leakage figures as well as heating and construction expenses of the buildings. These things create the costs of buildings constructing and maintenance expenses.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1	JOHDANTO	5
2	RUNKOMATERIAALIEN VAIHTOEHTOJA	6
	2.1 Puu	6
	2.2 Tiili	7
	2.3 Betoni	9
3	LÄMPÖENERGIAN KULUTUKSEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	10
	3.1 U-arvon määrittäminen	10
	3.2 Ilmanvuotoluku	10
	3.3 Määräykset	12
	3.4 Ilmanvuoto talotyypeittäin	12
4	RAKENNUS- JA LÄMMITYSKUSTANNUKSET	16
	4.1 Pohja- ja perustusrakenteiden kustannukset	16
	4.2 Elementti puutalo	17
	4.3 Hirsitalopaketti	18
	4.4 Matalaenergiatalo	19
5	UUDET ENERGIAMÄÄRÄYKSET JA E-LUKU	20
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	21
	6.1 Energian hintoja lämmöntuotannossa	22
	6.2 Johtopäätökset	22
	LÄHTEET	23
	LIITTEET	25

1 JOHDANTO

Rakennuksessa käytettävä materiaali vaikuttaa oleellisesti rakennuksen rakentamis-, huolto- ja korjauskustannuksiin. Lämmityskustannukset eroavat toisistaan oleellisesti eri rakennustyyppien välillä. Opinnäytetyö on tehty Rakennuspalvelu MK-Toikka Oy:lle.

Vertailu koskee rakennus ja ylläpitokustannuseroja eri talotyyppien välillä. Opinnäytetyön tarkoituksena kehittää työkalua pääsääntöisesti yksityisrakentajalle, joka rakentaa talonsa pääpiirteittäin omatoimisesti. Talopakettien hinnat on saatu eri palveluntarjoajien tarjouksista. Myös eri tavarantoimittajien hintaluokat eroavat toisistaan. Teräsrunkoisia rakenteita ei työssä käsitellä niiden vähäisen käyttöasteen takia pientalokoh-teissa.

Opinnäytetyössä vertailtavat kustannukset kerätään laskemalla kustannukset valmiista, jo olemassa olevista tarjouksista ja arvioista. Näistä tiedoista kootaan tiedot eri talotyyppien rakennus- ja käyttökustannuksille.

2 RUNKOMATERIAALIEN VAIHTOEHTOJA

2.1 Puu

Puu omaa rakennusaineena kestävät, uusiutuvat ja monipuoliset rakennustekniset ominaisuudet. Puu varaa lämpöä ja eristää. Työstettävyys on helppoa ja se on luja materiaali. Puuta käyttäessä korostuu esteettisyys, ekologisuus ja taloudellisuus.

Koko rakennuksen elinkaaren energiankulutuksessa merkittävin osa Suomen ilmastossa on lämmitys. Puu onkin lämmitysenergiaa käyttävien rakennusten kehittämisessä erinomainen materiaali. Puu rakennusaineena kuluttaa selvästi vähemmän energia- ja luonnonvaroja sekä tuottaa vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin betoni ja teräs. Rakennusta purettaessa puupohjaisten rakennusjätteiden etu on, että ne voidaan hyödyntää energiantuotannossa. (Tekniikka & Talous, Kari Kortelainen)



Kuva 1. Suomen vanhin puukirkko. Voërin kirkko. Rakennettu 1626. (kulttuuriympäristo.nba.fi).

2.2 Tiili

Tiilen pieni yksittäiskoko antaa suunnittelijalle mahdollisuuksia toteuttaa rakentajan vaatimat teknilliset, ulkonäölliset ja tekniset tavoitteet siten, että ympäristöön sopeutuminen onnistuu rakennukselta. Tiileissä on laaja valikoima koko-, väri- ja pintavaihtoehtoja, joilla saadaan rakennukselle myös näkyvyyttä.

Tiili materiaalina on paloturvallisuudessa ylivoimainen. Kun yläpohjatkin tehdään kivirakenteisina, säästöä kertyy vakuutusmaksuissa. Tiili on turvallinen monessa muussakin suhteessa. Tiili on erinomainen materiaali kohteissa, joihin kohdistuu rakenteisiin mahdollisesti suuri määrä ilmasto- ja palohaittoja. Esimerkkeinä ovat vanhat kirkot ja linnakkeet. (Kuva 2.)

Tiilen valintaan johtavia asioita ovat kestävyys, helppohoitoisuus ja turvallisuus. Tiiliseinän vaurioitumat ovat pääsääntöisesti helposti korjattavissa.



Kuva 2. Haminan Ruutikellari. Rakennettu vuonna 1785. (vastavalo.fi).

Tiili on materiaalina paloturvallinen. Tiili soveltuu palamattomuutensa ansiosta tulisijojen perusmateriaaliksi. Tämä mahdollistaa tulisijan turvallisen liittymisen muihin tiilirakenteisiin, kuten ulko- ja/tai väliseiniin. Tiiliseinä toimii rakenteessa palokatkona.

Käytettäessä kauttaaltaan talon rakenteena mukaan lukien väli-, ala- ja yläpohjarakenteissa tiiltä on myös palovakuutus edullisempi.

Rakennuksen rakenteiden palonkestävyyttä mitataan palonkestoajoilla. Tiili on paloteknisesti erinomainen ja sen vuoksi esimerkiksi jo 85mm paksuisella tiilellä voidaan toteuttaa EI 60 minuutin vaatimukset täyttävä osastoiva seinä. NRT -tyyppisellä 130mm paksulla tiilellä on mahdollista tehdä jo REI 120 minuuttiluokan kantava ja EI 180 luokan osastoiva kantamaton seinärakenne. Alle selite REI merkityksestä.

R = kantavuus

E = tiiveys

I = eristävyys

(Wienerberger 2011)

2.3 Betoni

Betoni on kantava ja kestävä rakennusmateriaali, joka soveltuu kaikkeen lujuutta vaativaan rakentamiseen. Betoni on osaltaan monikäyttöisyytensä ja muokattavuutensa ansiosta maailman käytetyin rakennusmateriaali.

Betoni on veden, kiviaineksen ja sementin kovettunut seos. Kestävyytensä, muotoiltavuutensa ja pinnan vaihtelumahdollisuuksiensa ansiosta betonia käytetään rakennuksen rungon ja julkisivujen materiaalina sekä ympäristöön liittyvässä rakentamisessa.

Betonia valmistetaan erilaiset laatuvaatimukset täyttävinä eri käyttötarkoituksiin. Laatuvaatimukset voivat kohdistua betonimassan tai valmiin rakenteen ominaisuuksiin, kuten massan käsiteltävyyteen, rakenteen lujuuteen ja säilyvyyteen.

Betonin suosion perustana ovat sen ominaisuudet:

- hallittu, korkea lujuus
- paloturvallisuus, betoni on palamaton materiaali
- massiivisuus, hyvä ääneneristys ja lämpökapasiteetti
- terveellisyys, betoni ei homehdu eikä lahoa
- kestävyys, oikein tehtynä ja huollettuna pitkäikäinen
- plastisuus, tuoreen betonin muotoiltavuus on rajaton

Betonirakenteisiin kuuluvat raudoittamattomat ja raudoitettut betonirakenteet. Raudoitettuja betonirakenteita ovat esim. teräsbetonirakenteet sekä jännitetyt rakenteet. Raudoittamattomat rakenteet on suunniteltu siten, että betoni yksinään kestää rakenteelle tulevat rasitukset. Raudoitettut betonirakenteet on suunniteltu siten, että betoni ja rauditus toimimalla yhdessä kestävät betoniin kohdistuvat rasitukset. (betoni.com)

3 LÄMPÖENERGIAN KULUTUKSEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

3.1 U-arvon määrittäminen

U-arvo eli lämmönläpäisykerroin ilmoittaa lämpövirran tiheyden, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen. Lämmönläpäisykerroin kuvaa, miten paljon tehoa tarvitaan pinta-alaa kohti, jotta saavutettaisiin tietty lämpötilaero eristerakenteen yli. Lämpötilaero on tässä seinämän erottamien väliaineiden välisten lämpötilojen ero.

Rakennustekniikassa lämmönläpäisykerroimen tarkoituksena on kuvata rakennuksen eri rakennusosien lämmöneristyskykyä. Mitä pienempi U-arvo, sitä parempi lämmöneristys on. SI-järjestelmän mukaisesti lämmönläpäisykerroimen yksikkö on wattia kelviniä ja neliometriä kohti eli $W/(K \cdot m^2)$.

Esimerkkejä rakennuksen U-arvoista on tarkasteltu taulukossa 1.

Taulukko 1. Rakenteiden U-arvoja. (Rakentamismääräyskokoelma C3)

U-arvot	RakMk:n enimmäisarvo 2007-2009	Normitalo	Matalaenergiatalo	RakMk:n enimmäisarvo 2010 alkaen
Ulkoseinä	0,24	0,21	0,18	0,17
Yläpohja	0,15	0,15	0,12	0,09
Alapohja	0,24	0,20	0,15	0,16
Ikkunat	1,4	1,5	1,0	1,0
Ovet	1,4	1,5	0,8	1,0

3.2 Ilmanvuotoluku

Ilmanvuotoluvulla tarkoitetaan ilman määrää, joka tulee rakennukseen yhden tunnin aikana, kun sisäilma on alipaineistettu 50 Pascalin paine-eroon. Ilmanvuotoluku on suhteessa rakennuksen tilavuuteen. Esim. luku 2,0 tarkoittaa sitä, että rakennuksen vuoto on kaksi kertaa rakennuksen tilavuus yhden tunnin aikana. Mitä pienempi luku, sen parempi ilmatiiveys on.

Ilmanvuotolukua käytetään rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennassa sekä energiatodistusta laadittaessa. Ilmanvuotoluku on nykyisissä asuinrakennuksissa keskimäärin neljä. Uusissa rakennuksissa päästään kuitenkin usein alle

kahden. Mikäli halutaan käyttää pienempää lukua kuin 4, on se osoitettava mittaamalla tai ilmoitusmenettelyllä. Taulukossa 2 on tarkasteltu ilmanvuotolukujen merkitystä.

Taulukko 2. Ilmanvuotolukujen merkitys energiankulutuksessa. (Vertia.fi)

Ilmanvuotoluku	Tiiviyys	Energiansäästö
< 0,6	Passiivi	> 25 %
< 1	Kiitettävä (Rakennusmääräysten suositusarvo)	> 21 %
1 – 2	Erittäin hyvä	14 – 21 %
2 – 3	Hyvä	7 – 14 %
3 – 4	Tyydyttävä	0 – 7 %
4	Rakennusmääräysten vaatimustaso	0 %
> 4	Huono	Energian tarve kasvaa

Tiiveysmittauksella selvitetään talon ulkovaipan ilmanpitävyys. Tuloksena saadaan rakennuksen ilmanvuotoluku, jota käytetään muun muassa rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennassa. Taulukossa 3 on esitetty talomäärittäiden ilmanvuotoluvut.

Taulukko 3. Ilmanvuotolukujen kuvaukset

n_{50} -luku	Kuvaus
0,6 1/h	Passivitalomääritelmän täyttävä ilmanpitävyys
1 1/h	Hyvä ilmanpitävyys ja Suomen rakentamismääräyskokoelman asettama ohjearvo
2 1/h	Lämpöhäviöiden tasauslaskennassa käytettävä vertailuarvo
4 1/h	Rakentamismääräysten raja josta pienempää lukua ei saa käyttää ilman että tehdään tiiveysmittaus
>4 1/h	Heikko ilmanpitävyys

3.3 Määräykset

Suomessa käytetään yleisesti läpäiseviä rakenteita, eikä käytössä ole määräyksiä rakennuksen ilmanpitävyydestä. Uusien pientalojen ilmanvuotoluku on varsin usein 5. Rakentamismääräyskokoelman osassa C3 kuitenkin ohjeistetaan pyrkimään 1,0 ilmanvuotolukuun. Mahdollisimman tiivis rakenne vähentää energiankulutusta jopa 25 – 30 %.

3.4 Ilmanvuoto talotyypeittäin

Valmistajien ilmoitukset ja rakennuskokoelman taulukot antavat seuraavia ilmanvuotolukuja:

Siporex- ja harkkotalot:	1,0
Hirsitalot:	10,0
Elementeistä tehty puutalo:	3,0
Paikalla rakennettu puutalo:	5,0
Matalaenergiatalo:	0,5-1,0
<u>Pientalojen keskiarvo:</u>	<u>4,0</u>

Matalaenergiataloissa passiivitaloissa on painotettu ilmantiiveyttä energiankulutuksen säästämiseksi. Hirsitalojen massiivisissa puurakenteissa on käytännössä mahdotonta saavuttaa pieniä ilmanvuotolukuja ilman erillistä sisäkuorta.

Taulukko 4.1 Taloratkaisujen u-arvoja ja energiankulutus. (Suomen rakentamismääräyskokoelma);(vertia.fi);(tiivistalo.fi)

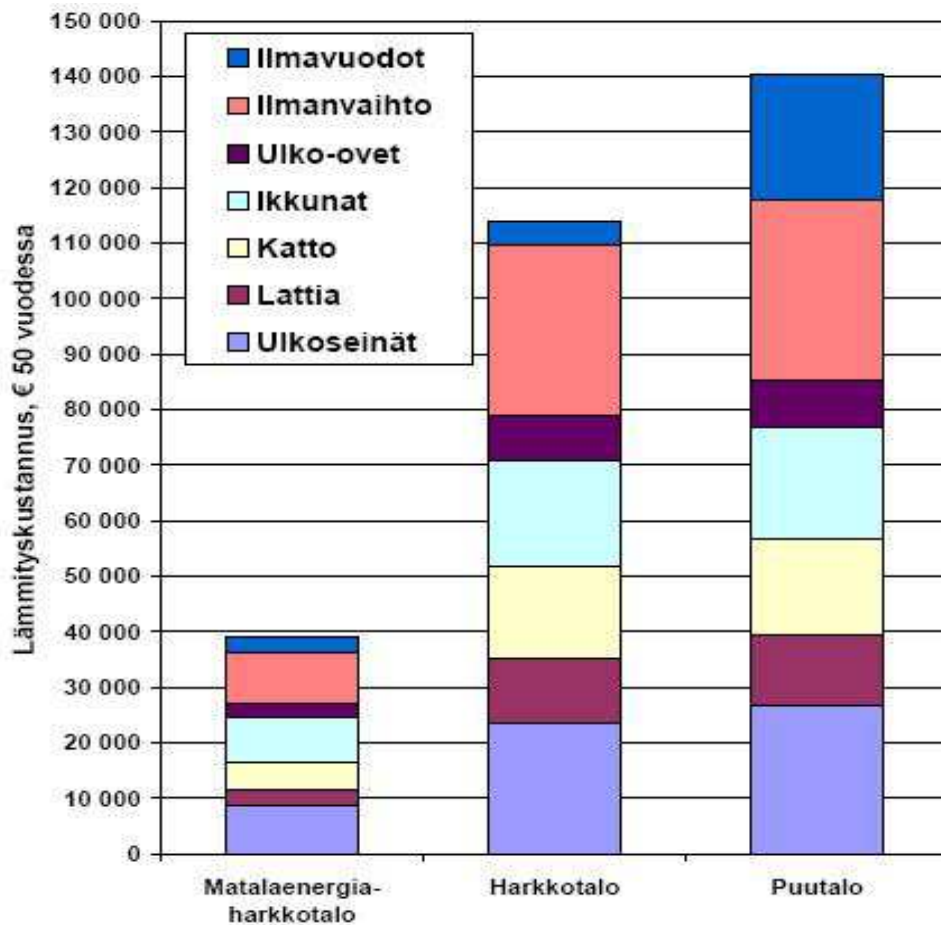
Rakennusosien U-arvot, W/(m ² K)	Pinta-ala, m ²	"Paras" matala-energiatalo	Matala-energiatalo 1	Matala-energiatalo 2	Normitason harkkotalo
- ulkoseinät	153	0,15	0,15	0,19	0,25
- maanvastaiset ulkoseinät 1)		-	-	-	-
- tuuletetut alapohjat 2)		-	-	-	-
- maanvastaiset alapohjat 1)	100	0,15	0,15	0,15	0,38
(kun maan vastus on mukana)		(0,12)	(0,12)	(0,12)	(0,25)
- yläpohjat	100	0,08	0,08	0,08	0,16
- ikkunat (P:36% I:5,4% E:45,4% L:13,2%)	18,7	0,70	1,00	1,00	1,40
- ulko-ovet	7,9	0,40	0,70	0,70	1,40
Ikkunoiden aur.sät.läpäisy (g-arvo)		0,50	0,60	0,60	0,68
Ilmavuodot					
- n50-luku, 1/h		0,50	1,00	1,00	1,00
- vuotoilmanvaihtokerroin, 1/h		0,025	0,05	0,05	0,05
Terminen massa (REL/RET/D5)					
- massaluokka, kg/m ²		> 600	> 600	> 600	> 600
- tehollinen lämpökapasiteetti, Wh/(m ² K)		40	40	40	40
- tehollinen lämpökapasiteetti, kJ/(krs-m ² K)		412	412	412	412
- aikavakio, h		251	211	199	119
Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto					
- poistoilmavirta, m ³ /s		0,050	0,050	0,050	0,050
- LTO:n vuosihyötysuhde, %		70 %	65 %	65 %	30 %
- puhaltimien ominaissähkö, kW/(m ³ /s)		1,6	1,9	1,9	2,5
Lämmitysenergiankulutus					
- tilojen lämmitys, kWh/a		4 170	5 489	6 110	14 558
- mitoituslämmitysteho, W		3 497	4 152	4 396	7 353
- mitoituslämmitysteho huoneessa, W		2 651	3 165	3 409	5 379
- mitoituslämmitysteho huoneessa, W/m ²		18,7	22,3	24,0	37,9
- käyttöveden lämmitys, kWh/a		3 661	3 661	3 661	3 661
Sähköenergiankulutus					
- koko sähkö, kWh/a		6 180	6 310	6 310	6 570
- taloussähkö, kWh/a		4 530	4 530	4 530	4 530
- kiinteistösähkö, kWh/a		1 650	1 780	1 780	2 040

Taulukko 4.2 Taloratkaisujen u-arvoja ja energiankulutus. (Suomen rakentamismääräyskokoelma);(vertia.fi);(tiivistalo.fi)

Rakennusosien U-arvot, W/(m ² K)	Pinta-ala, m ²	Siporex-talo	Hirsitalo	Puutalo elementeistä	Puutalo pitkästä tavarasta
- ulkoseinät	153	0,31	0,40	0,27	0,27
		3)	0,53 4)	0,25 5)	0,25 5)
- maanvastaiset ulkoseinät 1)		-	-	-	-
- tuulettut alapohjat 2)		-	-	-	-
- maanvastaiset alapohjat 1)	100	0,38	0,28	0,38	0,38
(kun maan vastus on mukana)		(0,25)	(0,20)	(0,25)	(0,25)
- yläpohjat	100	0,12	0,10	0,16	0,16
- ikkunat (P:36% I:5,4% E:45,4% L:13,2%)	18,7	1,31	1,25	1,40	1,40
- ulko-ovet	7,9	1,40	1,40	1,40	1,40
Ikkunoiden aur.sät.läpäisy (g-arvo)		0,68	0,68	0,68	0,68
Ilmavuodot					
- n50-luku, 1/h		1,00	10,00	3,00	5,00
- vuotoilmanvaihtokerroin, 1/h		0,05	0,50	0,15	0,25
Terminen massa (REL/RET/D5)					
- massaluokka, kg/m ²		> 600	300 - 600	100 - 300	100 - 300
- tehollinen lämpökapasiteetti, Wh/(m ² K)		40	30	20	20
- tehollinen lämpökapasiteetti, kJ/(krs-m ² K)		412	309	206	206
- aikavakio, h		119	65	55	51
Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto					
- poistoilmavirta, m ³ /s		0,050	0,050	0,050	0,050
- LTO:n vuosihyötysuhde, %		30 %	30 %	30 %	30 %
- puhaltimien ominaissähkö, kW/(m ³ /s)		2,5	2,5	2,5	2,5
Lämmitysenergiankulutus					
- tilojen lämmitys, kWh/a		14 558	20 356	16 340	17 555
- mitoituslämmitysteho, W		7 372	10 038	8 031	8 587
- mitoituslämmitysteho huoneessa, W		5 398	8 064	6 057	6 613
- mitoituslämmitysteho huoneessa, W/m ²		38,0	56,8	42,7	46,6
- käyttöveden lämmitys, kWh/a		3 661	3 661	3 661	3 661
Sähköenergiankulutus					
- koko sähkö, kWh/a		6 570	6 570	6 570	6 570
- taloussähkö, kWh/a		4 530	4 530	4 530	4 530
- kiinteistösähkö, kWh/a		2 040	2 040	2 040	2 040

Taulukoista voidaan todeta suuret eroavaisuudet lämmitysenergiankulutuksessa talo-tyypeittäin. Ilmanvuotoluvusta 0,5 1/h paras mahdollinen matalaenergiatalo vähentää energiankulutusta n. 20 % verrattuna hirsitalon tutkittuun 10,0 1/h arvoon. 10 vuodes-
sa säästöä kertyy siis matalaenergiatalolla hirsitaloon verrattuna lämmityksessä 160
000 kWh/a.

Sähkön hinta (energiamarkkinavirasto 2012) on 5,74 – 9,39 snt/ kWh. Keskiarvo 7,34snt/ kWh. Säästöä kertyisi siis 160 000 kWh:lla n. 11 700 €



Kuva 4. Lämmityskustannusten eroavaisuuksia. (passiivi.fi)

Ilmanvuotoon rakentaja voi työnlaadullaan vaikuttaa, mutta suurin osa ilmanvuodosta muodostuu kuitenkin materiaali ja rakenneratkaisuvalinnoilla.

Lämmityskustannukset ovat joka talotyypeittäin samankaltaisessa suhteessa jokaisen lämmitystarpeen vaikuttajien osalta.

4 RAKENNUS- JA LÄMMITYSKUSTANNUKSET

4.1 Pohja- ja perustusrakenteiden kustannukset

Tarkastellaan esimerkkinä pohja- ja perustusrakenteiden kustannusarviota käytettäväksi jokaiselle talovaihtoehdolle. Arvio on suuntaa antava maaperän ominaisuuksien ja eri urakoitsijoiden urakkatarjousten eroavaisuuksien takia.

Kustannukset käsittävät:

- Maanvaraisen laatan
- Muuratun sokkelin (kevytbetoniharkko)

Hinta-arvio:

Maa-ainekset siirtoineen	10 000€
Maansiirtotyöt	3 000€
LVI- työt	2 000€
Välinevuokrat, aputyöt	2 500€
Alapohjatyöt	7 000€
<u>Yhteensä:</u>	<u>24 500€</u>

4.2 Elementti puutalo

Elementti-talopakettia hankittaessa pitää huomioida pohjatöiden puuttuminen kaupasta. Suurin osa toimittajista ei tarjoa pohjatöitä. Otetaan tarkasteluun 5 talopakettitarjoajan hinnat n. 100m² suuruisesta puuelementti talopaketista:

Valmistaja:	Malli:	Hinta:
Teri-Talot:	Ida 102,0m ²	70 200€
Omatalo:	Optimi 99 Classic 98,5 m ²	58 390€
Planiatalot:	Saija 100,0m ²	64 760€
Lappli-talot:	Arotasku 100 100,0m ²	44 300€
Kymppitalot Oy:	Perinne City Urho 100,0m ²	34 965€
<u>Keskiarvo:</u>		<u>54 523€</u>
<u>Pohjatöiden kustannusarvio lisättynä:</u>		<u>79 023€</u>

Puuelementtitalojen energiankulutus:

Sähköenergiankulutus (taloussähkö, kiinteistö sähkö):	6 570kWh/a
Lämmitysenergiankulutus (tilojen lämmitys, mitoituslämmitysteho, käyttöveden lämmitys)	16 340kWh/a
<u>Yhteensä: 22 910 kWh/a * 7,34snt * 20v =</u>	<u>33 640€</u>
<u>Rakennus + käyttöenergia 20v:</u>	<u>112 663€</u>

Pakettien hinnoissa täytyy huomioida varustelutaso kokonaishintaa tarkasteltaessa. Esim. Älvsbytalons ”Kuutar” korkealla varustelutasolla muuttovalmiina kustantaa n.130 000€ rakennuksen osalta. (20v = n 163 640€)

4.3 Hirsitalopaketti

Otetaan 5 eri talopakettitarjoajaa tarkasteluun n. 100m² suuruisesta rakennuksesta.

Valmistaja:	Malli:	Hinta:
Kimara:	Kimara K 104 104m ²	39 912€
Mammutihirsi:	Victory City 96 95,5m ²	56 000€
Finnlamelli:	KotiOnni 136 95,0 m ²	46 390€
ValmisJukka:	Nuorikoti 87-10L 96,0m ²	57 140€
Honkarakenne:	Harju 3 97,0m ²	60 690€
<u>Keskiarvo</u>		<u>52 026€</u>
<u>Pohjatöiden kustannusarvio lisättynä:</u>		<u>76 526€</u>

Hirsitalojen energiankulutus:

Sähköenergiankulutus (taloussähkö, kiinteistö sähkö):	6 570kWh/a
Lämmitysenergiankulutus (tilojen lämmitys, mitoituslämmitysteho, käyttöveden lämmitys)	20 356kWh/a
<u>Yhteensä: 26 926kWh/a * 7,34snt * 20v =</u>	<u>39 527€</u>
<u>Rakennus+ käyttöenergia:</u>	<u>116 053€</u>

4.4 Matalaenergiatalo

Matala-energiatalo on käsite, ja voi tarkoittaa rakennusmateriaaleiltaan mitä tahansa, kunhan riittävät u-arvot ja ilmanvuotoluvut saavutetaan saavuttaakseen edulliset lämmityskustannukset. Matala-energiatalon rakentamisen kustannukset vaihtelevat rajusti käytettävän materiaalin perusteella. Rakennuskustannukset nousevat 3-5 % normaaliin rakentamistapaan verrattuna. Yleisimpinä käyttömateriaaleina käytetään erilaisia betoni- ja kiviä tarpeellisen tiiveyden aikaansaamiseksi.

Matalaenergiatalo on rakennus, jonka tilojen lämmitykseen energian kulutus on korkeintaan 60 kWh/m² vuodessa. Se on noin puolet rakennusmääräykset täyttävän omakotitalon keskimääräisestä kulutuksesta. Minimiennergiatalo saavuttaa jopa 16kWh/m² vuodessa.

Matalaenergiatalon energiankulutus:

Sähköenergiankulutus (taloussähkö, kiinteistö sähkö): 6 310kWh/a

Lämmitysenergiankulutus

(tilojen lämmitys, mitoituslämmitysteho, käyttöveden lämmitys) 5 484kWh/a

Yhteensä: 11794kWh/a * 7,34snt * 20v = 17 313€

Minimi-energiatalon energiankulutus:

Sähköenergiankulutus (taloussähkö, kiinteistö sähkö): 6 180kWh/a

Lämmitysenergiankulutus

(tilojen lämmitys, mitoituslämmitysteho, käyttöveden lämmitys) 4 170kWh/a

Yhteensä: 10350kWh/a * 7,34snt * 20v = 15 193€

Tarkasteltaessa energiansäästöä energiataloissa, säästöä kertyy n. 40–60% energiankulutuksessa. Säästö kaventaa huomattavasti kustannuksiltaan korkeamman energiatalon ja perinteisesti rakennetun välistä eroa. Lisäksi energiatalon myyntiarvo säilyy huomattavasti korkeampana.

5 UUDET ENERGIAMÄÄRÄYKSET JA E-LUKU

Rakentamisen uudet energiamääräykset astuvat voimaan 1.7.2012.

Uudisrakennuksille lasketaan kokonaisenergian käyttöä määrittelevä E-luku, eli energialuku. Mitä pienempi E-luku on, sitä energiatehokkaampi rakennus on kyseessä.

Uusissa määräyksissä siirrytään vanhasta mallista kokonaisenergiankulutuksen tarkasteluun, mikä tarkoittaa, että E-luvun laskennassa huomioidaan rakennuksen lämpöhäviöiden lisäksi myös lämmitystapa ja sen käyttämän energian tuotantomuoto. Jos rakennuksen tarvitsemasta sähköenergiasta osa tuotetaan omalla tontilla esimerkiksi au-
ringon tai tuulen avulla, tämä tuotto hyvitetään laskennassa, mikä alentaa ostettavaa energiaa ja siten myös rakennuksen E-lukua. E-luvun määrittäminen vaatii ARK-, RAK- ja LVI-suunnittelijoiden yhteistyötä.

E-luku lasketaan rakennukseen ostettavien energioiden ja energiamuotojen kertoimien tulona. Luku ilmaistaan yksiköllä kWh/m² vuodessa. Eri energiamuodoille on asetettu erilaiset kertoimet.

Energiamuotojen kertoimet:

Sähkö	1,7
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Fossiilisten polttoaineiden	1,0
Uusiutuvat polttoaineet	0,5

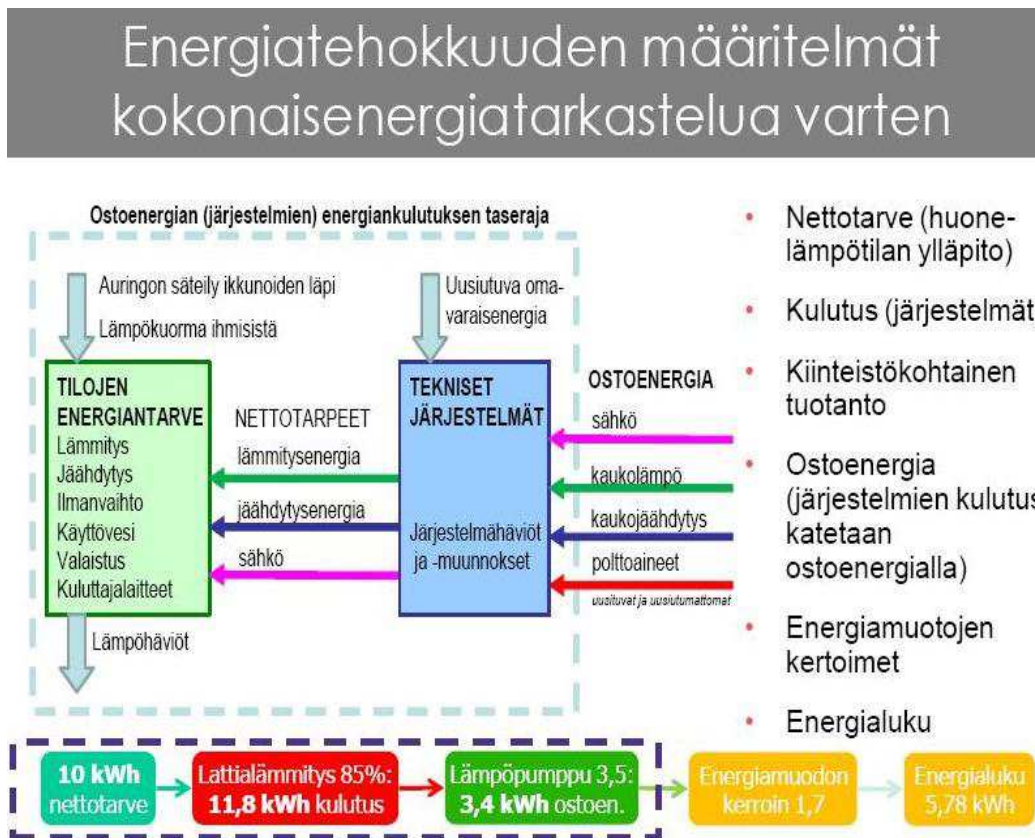
E-lukuvaatimuksen arvo pientaloissa riippuu hieman myös rakennuksen pinta-alasta.

Esimerkiksi jos kiinteistöön ostetaan kaukolämpöä 100 kWh/m² vuodessa ja sähköä 50 kWh/m² vuodessa, on E-luku 155 kWh/m² kaukolämmön kertoimen ollessa 0,7 ja sähkön 1,7.

Energialuvun laskennasta on malli osoitteessa:

<http://www.isover.fi/suunnittelu/rakentamisen-suunnitteluohjelmat/isover-e-lukulaskuri>

Kuvassa 5 tarkasteltu E-luvun laskentaan vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 5. Energiatehokkuuden määritelmät (*RakentamismääräyskokoelmaD3*)

ET-luku	vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
≤150	A	A
151-170	B	-
171-190	C	-
191-230	D	-
231-270	E	-
271-320	F	-
≥321	G	-
	paljon kuluttava	

Kuva 6. Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Energian hintoja lämmöntuotannossa

Tilastokeskuksen mukaan kotimaisten lämmöntuotannon polttoaineiden hintojen nousu on ollut pienempää verrattuna tuontipolttoaineisiin. Valmisteverojen ja fossiilisten polttoaineiden hintojen nousu ovat nostaneet energian hintoja erityisesti lämmöntuotannossa.

Taulukko 5: Energianlähteiden hinta- ja vuosimuutos (Tilastokeskus, Energian hinnat)

Energialähde	1) Hinta €/MWh	Vuosimuutos -%
2) Kivihiili (alv 0 %)	31,97	73,4
Maakaasu (alv 0 %)	44,64	39,9
Metsähake (alv 0 %)	18,52	1,3
Jyrsinturve (alv 0 %)	12,83	21,5

1) Sisältää valmisteverot. Metsähakkeen ja jyrsinturpeen hinnat ovat vuosineljännekseltä.

2) Hinta ennakkollinen.

6.2 Johtopäätökset

Taloa rakentaessa kustannuksien minimoimiseksi tulee huomioida seuraavia asioita valittaessa rakentamistapaa:

- Energiankulutus (vaipan tiiveys, u-arvo ja lämmitysmuoto)
- Huoltotarpeet
- Rakennusmateriaalien kestävyys

Matalaenergiatalojen rakentaminen valtaa markkinoita aivan ymmärrettävistä syistä, sillä energian hinta on nousussa. Matalaenergiatalo on normaalia puutaloa hieman kalliimpi, mutta energiansäästöissä ero normaaliin kaventuu nopeasti elinkaaren aikana. (N. 10 000-12.000€/10v) Myyntiarvon säilyminen puoltaa myös osaltaan matalaenergiatalon suosimista.

LÄHTEET

1. Tiili rakennusaineena. Saatavissa:
http://www.wienerberger.fi/servlet/Satellite?pagename=Wienerberger/Page/CallArticle05&cid=1113240213305&sl=wb_fi_home_fi [viitattu 2.5 2012]
2. Puu rakennusaineena. Tekniikka&Talous, Kari Kortelainen
3. Energian hinnat. Saatavissa:
http://www.stat.fi/til/ehi/2011/04/ehi_2011_04_2012-03-20_tie_001_fi.html [viitattu 4.5. 2012]
4. 2010. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma ympäristöministeriö. Energialuvun laskentamalli. Kohta 2.9
5. 2003. C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma ympäristöministeriö. U-arvo. Kohta 2.2 lämmönläpäisykertoimen laskenta.
6. Betoni rakennusaineena. Saatavissa:
<http://www.betoni.com/elementtirakentaminen> [viitattu 2.5. 2012]
7. http://www.teritalot.fi/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=teritalot Teritalot. [viitattu 10.5.2012]
8. <http://www.omatalo.com/> Omatalo [viitattu 10.5.2012]
9. <http://www.planiatalo.fi/fi/Lappli-talot> Planiatalo [viitattu 10.5.2012]
10. <http://pt10.fi/Kimara> Kymppitalot [viitattu 10.5.2012]
11. <http://www.mammutihirsi.fi/fi/Finnlamelli> Mammutihirsi [viitattu 10.5.2012]
12. <http://www.jukkatalo.fi/valmisjukka/> Jukkatalo [viitattu 10.5.2012]
13. <http://www.honka.fi/?gclid=CJHh-zCorACFckvmAoddS3awA> Honkarakenne [viitattu 10.5.2012]

14. Energialaskennan laskentamalli: <http://www.isover.fi/suunnittelu/rakentamisen-suunnitteluohjelmat/isover-e-lukulaskuri>

LIITTEET

Liite 1. Pohjapiirros talopakelistista.

