

# Rakennusvalvonnan laadunohjaus:

*Rakennuksen E-luvun laskenta  
ja energiatehokkuus*

**OULU**

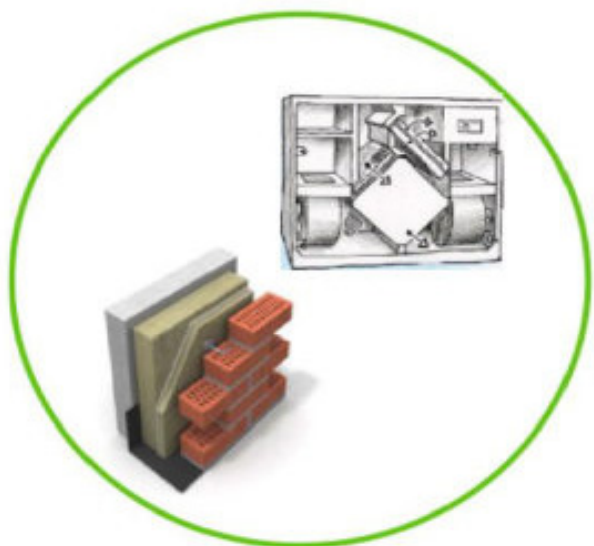


Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.

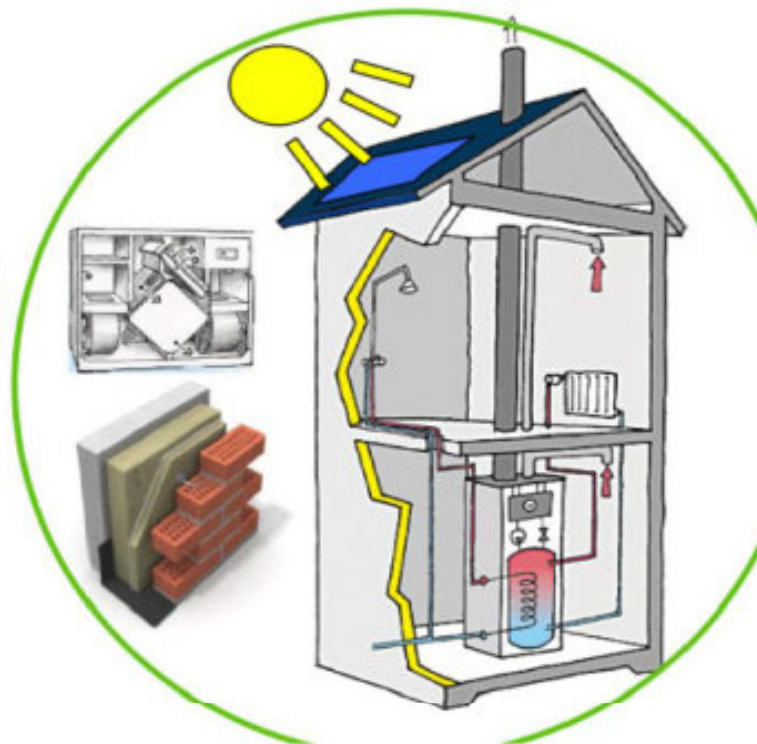


# Mikä E-luku?

Lämpöhäviöt



Kokonaisenergia



**OULU**



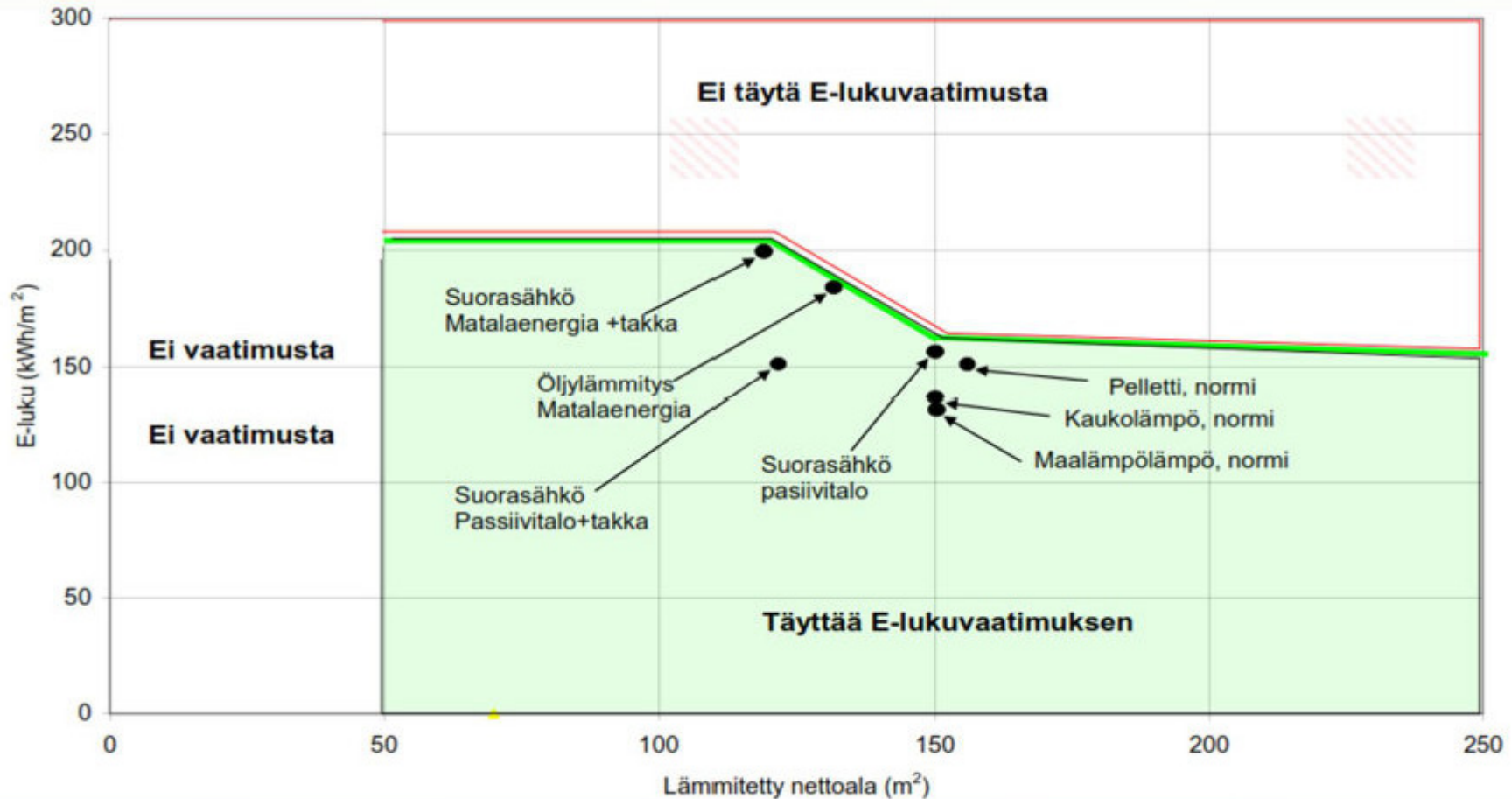
Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Mikä E-luku?

- *E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus rakennustyyppin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden*
- *E-luku ei saa ylittää rakennustyypille määrättyä enimmäisarvoa*

# Mikä E-luku?



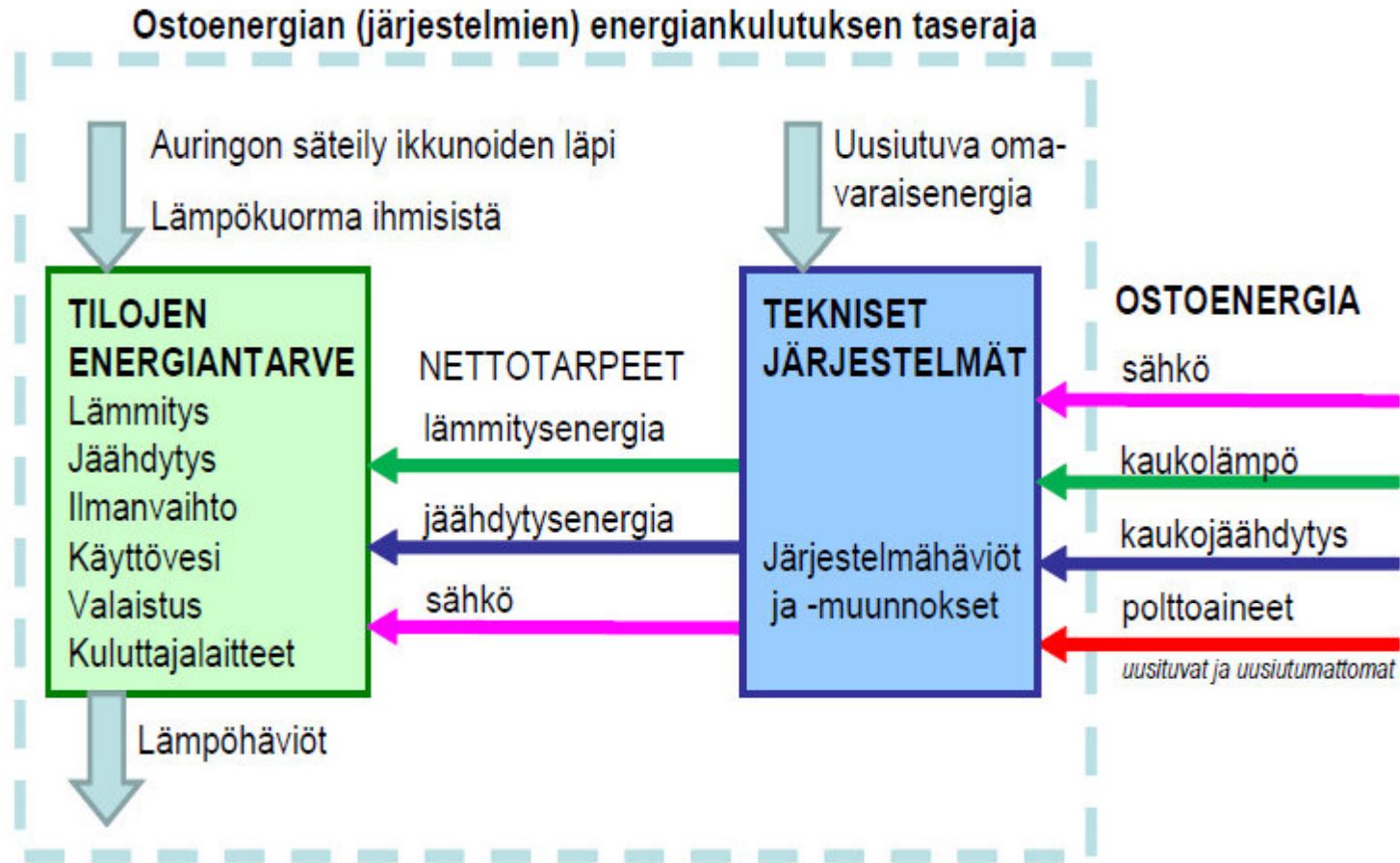
**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Mikä E-luku?



**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Mikä E-luku?

E-luvun laskentaesimerkki kaukolämpötalosta:

RAKENNUKSEEN  
OSTETTU  
ENERGIA

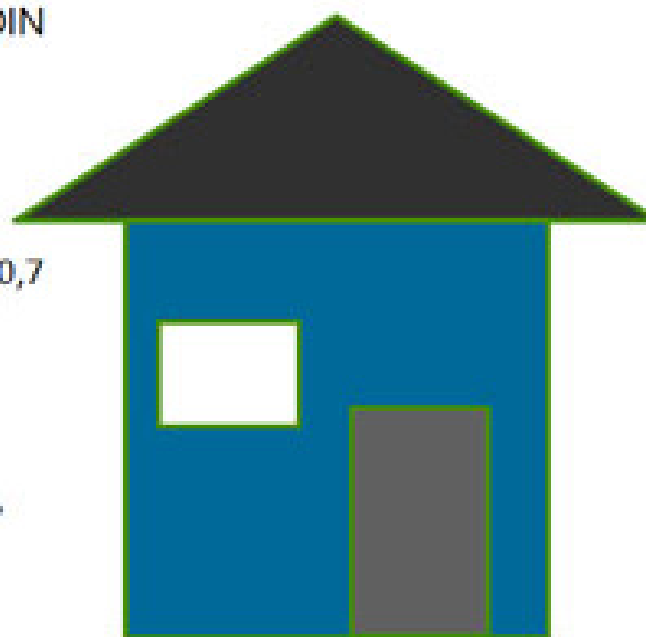
ENERGIAMUODON  
KERROIN

Lämpö  
100 kWh/m<sup>2</sup>

Sähkö  
50 kWh/m<sup>2</sup>

Kaukolämpö 0,7

Sähkö 1,7



Kokonais-  
energiankulutus  
eli E-luku

$$100 \times 0,7 \\ + \\ 50 \times 1,7$$

$$= 155 \text{ kWh/m}^2$$

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.





# Mikä E-luku?

## *Energiamuotojen kertoimet:*

Ostoenergian tarve (kWh/m <sup>2</sup> a)	Energiamuodon kerroin
Sähkö	1.7
Kaukolämpö	0.7
Kaukojäähdytys	0.4
Polttoaineet, uusiutuvat	0.5
Polttoaineet, fossiiliset	1.0

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Esimerkkitalo

- *1-kerroksinen,*
- *suorakaiteen muotoinen pohjakuva*
- *150 m<sup>2</sup> lämmitettyä nettoalaa*
- *Tasauslaskennassa käytetty Oulun tavoitetasoa*

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.





# Esimerkkitalo

Lämmitetty nettoala	$A_{netto}, m^2$	150		Huonekorkeus	m	2,5	
Kerrostasoala	$A_{kerros}, m^2$	162,75					
	vert.arvo	suun.arvo			vert.ratkaisu	suun.ratkaisu	
Rakennusosa	$U_i$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	$U_i$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	$A_i$ m <sup>2</sup>		$H_{joht}$ W/K	$H_{joht}$ W/K	
US	0,17	0,17	125,0		21,3	21,3	
YP	0,09	0,09	150,0		13,5	13,5	
AP	0,16	0,12	150,0		24,0	18,0	
IKK	1,0	0,8	24,4	vert.arvo IKK 24,4	24,4	19,5	
OVI	1,0	0,8	6,4		6,4	5,1	
		$A_{vaippa}, m^2$	455,8				
					YHTEENSÄ	89,6	77,4

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Esimerkkitalo

	vert.arvo	suun.arvo		vert.ratkaisu	suun.ratkaisu	
Kylmäsilat	$\Psi_k$	$\Psi_k$	$l_k$	$H_{\text{kylmäsilat}}$	$H_{\text{kylmäsilat}}$	
	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K	W/K	
	US-US	0,04	0,04	10,0	0,4	0,4
	YP-US	0,05	0,05	50,0	2,5	2,5
	VP-US	0,05	0,05	0,0	0,0	0,0
	AP-US	0,10	0,06	50,0	5,0	3,0
IKK&OVI-US	0,04	0,04	40,0	1,6	1,6	
				YHTEENSÄ	9,5	7,5
Vaipan vuotoilma	vert.arvo	suun.arvo		vert.ratkaisu	suun.ratkaisu	
	$q_{50}$ , m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )			$H_{\text{vuotoilma}}$	$H_{\text{vuotoilma}}$	
	kerrosten lkm			W/K	W/K	
	$q_{\text{vuotoilma}}$ , m <sup>3</sup> /s					
	2,0	0,6		YHTEENSÄ	8,7	2,6
	1	1				
	0,0072	0,0022				

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Esimerkkitalo

	vert.arvo	suun.arvo		vert.ratkaisu	suun.ratkaisu	
Ilmanvaihdon lämpöhäviö				$H_{iv}$	$H_{iv}$	
Poistoilmavirta (standardi) [ $q_{v,p}$ ]		0,060		W/K	W/K	
LTO vuosihyötysuhde [ $h_a$ ], %	45	75	YHTEENSÄ	39,6	18,0	
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus (kylmäsiltoja ei huomoida)				vert.ratkaisu	suun.ratkaisu	
$H_{vaippa} = H_{joht} + H_{vuotoilma} + H_{iv}$				Ominaislämpöhäviö		
Lämpöhäviö vertailutasosta % (lämpimät tilat)				YHTEENSÄ	137,8	96,7

Toteuttaa ehdot

OULU



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Esimerkkitalo

$H_{\text{vaiippa}} = H_{\text{joht}} + H_{\text{kylmäsillat}} + H_{\text{vuotoilma}}$		W/K	86,2						
Rakennusvaiipan ominaislämpöhäviö $H_{\text{vaiippa}}/A_{\text{netto}}$		W/(K m <sup>2</sup> )	0,57						
Talotekniset järjestelmät	Lämmitystapa		Maalämpö	Ulkoilma-vesi	Pelletti	Kaukolämpö	Sähkö		
Lämmin käyttövesi	Energialaskenta	Nettotarve	Ostoenergia	Ostoenergia	Ostoenergia	Ostoenergia	Ostoenergia		
nettotarve, kWh/(m <sup>2</sup> a)	35	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)	kWh/(m <sup>2</sup> a)		
häviöt, kWh/(m <sup>2</sup> a)	5	Tilojen lämmitys	41,9	15,9	24,1	69,8	55,7	52,4	
Aurinkokeräin, m <sup>2</sup>	0	Ilmanvaihdon lämmitys	6,1	1,9	2,8	8,2	6,5	6,1	
tuotto, kWh/(m <sup>2</sup> a)	0,0	Käyttöveden lämmitys	35,0	17,4	24,0	53,3	42,6	40,0	
Lämmönjaon ja -luovutuksen	Puhaltimet ja pumput	5,3	5,3	5,3	7,8	7,8	5,3		
hyötysuhde, -	0,8	Valaistus	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0		
Ilmanvaihto	Kuluttajalaitteet	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	15,8		
LTO lämpötilasuhde, %	80	Yhteensä	111	63	79	162	135	127	
ominaissähköteho	1,5	<b>E-vaatimus</b>	<b>163</b>	<b>E-luku</b>	<b>107</b>	<b>134</b>	<b>118</b>	<b>125</b>	<b>215</b>

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Esimerkkitalo

- *Talosta löytyy valmiudet tulevaisuudessa kiristyviin energiamääräyksiin*
- *Uusiutuvien energiaratkaisujen hyödyntäminen talon energiantuotannossa*

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Lisälämmitysjärjestelmien vaikutus E-lukuun

- *Aurinkokeräimet*
- *Vesitakka*
- *Ilmalämpöpumppu*
- *Vertailussa 100-200 m<sup>2</sup> talot*

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Aurinkeräinten vaikutus E-lukuun

*Miten paljon E-luku pienenee, kun talossa on energialaskennan mukainen maksimimäärä aurinkokeräimiä lämpimän käyttöveden tuottamiseen?*

*- Lämpimän käyttöveden standardikäyttö on 35 kWh/m<sup>2</sup>/a, josta voidaan tuottaa maksimissaan puolet auringolla (17,5 kWh/m<sup>2</sup>/a)*

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.





# Aurinkeräinten vaikutus E-lukuun

*Jos päälämmitysjärjestelmän lisäksi hyödynnetään aurinkokeräimiä, niin vaikutus E-lukuun:*

**MAALÄMPÖ**       $(17,5/3)*1,7=$       **9,9 kWh/m<sup>2</sup>**

**KAUKOLÄMPÖ**       $(17,5/0,95)*0.7=$       **12,9 kWh/m<sup>2</sup>**

**SÄHKÖ**       $(17,5*1,7)=$       **29,8 kWh/m<sup>2</sup>**

*•E-luku siis pienenee aurinkokeräimillä esim.  
kaukolämpötalossa 12,9 kWh/m<sup>2</sup>*

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Vesitakan vaikutus E-lukuun

*Miten paljon E-luku pienenee, kun talossa on energialaskennan mukainen vesitakka?*

*-Määräys asettaa rajan , että takan osalta voidaan maksimissaan hyödyntää 2000 kWh/a*

*-Mikäli takan hyötysuhde 0,8 niin takan kokonaisenergiankulutus on:*

$$(2000/0,8)*0,5=1250 \text{ kWh}$$

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Vesitakan vaikutus E-lukuun

*Vesitakan vaikutus E-lukuun:*

**MAALÄMPÖ**             $(2000/3)*1,7=1133 \text{ kWh} < 1250 \text{ kWh}$

***Ei vaikutusta***

**KAUKOLÄMPÖ**         $(2000/0,95)*0,7= 1474 \text{ kWh}$

$(1474-1250) \text{ kWh}=224 \text{ kWh} \rightarrow$  vaikutus E-lukuun 2,2-1,1

***Pieni vaikutus***

**SÄHKÖ**                     $2000*1,7=3400 \text{ kWh}$

$(3400-1250) \text{ kWh}=2150 \text{ kWh} \rightarrow$  vaikutus E-lukuun 21,5-10,8

***Suuri vaikutus***

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Ilmalämpöpumpun vaikutus E-lukuun

*Miten paljon E-luku pienenee, kun talossa on energialaskennan mukainen ilmalämpöpumppu?*

*-Määräys asettaa rajan , että il-pumpun osalta voidaan maksimissaan hyödyntää 1000 kWh/a*

*-Mikäli il-pumpun SFP-luku on 3, niin kokonaisenergiankulutus on:*

$$(1000/3)*1,7=567 \text{ kWh}$$

# Ilmalämpöpumpun vaikutus E-lukuun

*Ilmalämpöpumpun vaikutus E-lukuun:*

**MAALÄMPÖ**             $(1000/3)*1,7=567 \text{ kWh}$

***Ei vaikutusta***

**KAUKOLÄMPÖ**         $(1000/0,95)*0,7= 737 \text{ kWh}$

$(737-567) \text{ kWh}=170 \text{ kWh} \rightarrow$  vaikutus E-lukuun  $1,7-0,9$

***Pieni vaikutus***

**SÄHKÖ**                     $1000*1,7=1700 \text{ kWh}$

$(1700-567) \text{ kWh}=1133 \text{ kWh} \rightarrow$  vaikutus E-lukuun  $11,3-10,8$

***Suuri vaikutus***

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.

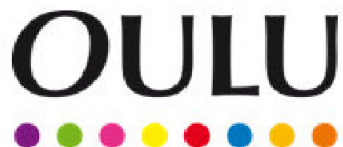


# Lämmitysmuotojen hintoja

- *Kaikissa oletuksena vesikiertoinen lämmönjako (ei ole huomioitu hinnoissa)*

LÄMMITYSMUOTO	PERUSINVESTOINTI	ENERGIAN HINTA
MAALÄMPÖ	13000-18000 €	0,05 €/kWh + 100 €/a
KAUKOLÄMPÖ	n. 7500 €	0,04 €/kWh + 400 €/a
SÄHKÖ	n. 4000 €	0,125 €/kWh + 200 €/a

Hinnat suuntaa-antavia



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.



# Lisälaitteiden hintoja

LAITE	PERUSINVESTOINTI
AURINKOKERÄIMET	3000-6000 €
VESITAKKA	2000 €
ILMALÄMPÖPUMPPU	2000 €

Hinnat suuntaa-antavia

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.





# Lähteet

## *Tekstit:*

- *Kurnitski, J. Energiamääräykset 2012, Opas uudisrakennusten energiamääräysten soveltamiseen*
- *Ympäristöministeriö, RakMK D3 2012*

## *Kuvat:*

- *Kurnitski, J. Energiamääräykset 2012, Opas uudisrakennusten energiamääräysten soveltamiseen*
- *Lamit Oy, E-luku koulutus*

**OULU**



Rakennusvalvonta, Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut,  
Solistinkatu 2, Ympäristötalo 1. krs.

