



# Rakenteellinen energiatehokkuus - kevennetty menettely asuinrakennuksille

Rakenteellinen energiatehokkuus on  
ekologista –seminaari 19.4.2018

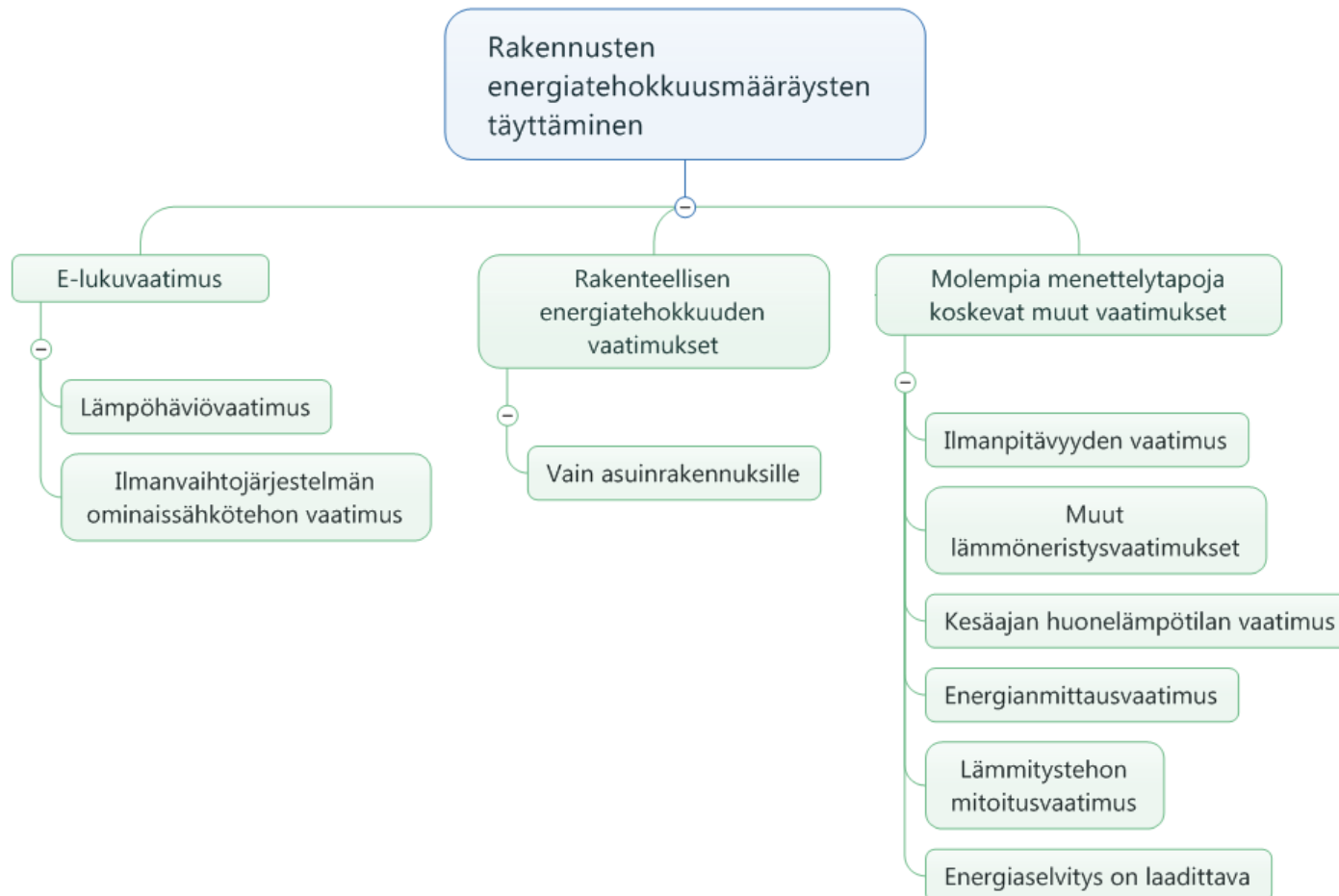
Tampere-talo

Mikko Saari

# Uuden rakennuksen energiatehokkuus

- 1. Ympäristöministeriön asetus (1009/2017) uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta**
  - Koskee asuinrakennuksia riippumatta siitä, millainen rakennuksen energiatehokkuus on ja miten se on osoitettu
- 2. Ympäristöministeriön asetus (1010/2017) uuden rakennuksen energiatehokkuudesta**
  - Uutena menetelmänä rakenteellisen energiatehokkuuden osoittaminen

# Uuden rakennuksen energiatehokkuuden osoittamisen vaihtoehtoiset menetelmät



# Rakenteellinen energiatehokkuus koskee vain asuinrakennuksia

- Rakennusten käyttötarkoitukseluokat 1) ja 2)
- Luokka 1) Pienet asuinrakennukset
  - Erillinen pientalo
  - Ketjutalon osana oleva rakennus
  - Rivitalo
  - Asuinkerrostalo, jossa on asuinkerroksia enintään kahdessa kerroksessa
- Luokka 2)
  - Asuinkerrostalo, jossa on asuinkerroksia vähintään kolmessa kerroksessa

# Rakenteellisen energiatehokkuuden vaatimukset

1. Rakennuksen lämpöhäviö on enintään yhtä suuri kuin rakenteellisen energiatehokkuuden vertailuarvoilla rakennukselle määritetty vertailulämpöhäviö
2. Rakennus on varustettu koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä
  - Ominais sähköteho on enintään 1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s)
3. Rakennuksen lämmitysjärjestelmänä on käytettävä
  - Kaukolämpöä
  - Maalämpöpumppua
  - Ilma-vesilämpöpumppua

# Rakenteellisen energiatehokkuuden lämpöhäviön vertailuarvot

<b>RAKENNUSOSAT</b>	<b>Vertailuarvo</b>
U-arvo, W/(m <sup>2</sup> K)	
Ulkoseinä (käyttötarkoitusluokka 1)	0,12
Ulkoseinä (käyttötarkoitusluokka 2)	0,14
Yläpohja	0,07
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)	0,07
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva tuuletettu)	0,10
Alapohja (maanvastainen)	0,10
Muu maanvastainen rakennusosa	0,10
Ikkunat	0,70
Ulko-ovet ja tuuletusluukut	0,70
Kattoikkunat	0,70
Kattovalokuvut	0,70
<b>RAKENNUKSEN ILMANVUOTOLUKU</b>	
$q_{50}$ , m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )	0,60
<b>POISTOILMAN LÄMMÖNTALTEENOTON VUOSIHYÖTYSUHDE</b>	
$\eta_a$ , %	65

# Rakenteellisen energiatehokkuuden lämpöhäviön laskenta 1/3

- Lämpöhäviö lasketaan pääosin asetuksen 3 luvun mukaisesti
- Rakennuksen vaippa rakenteellisessa energiatehokkuudessa
  - Lämpimien ja puolilämpimien tilojen ja ulkoilman, maan tai lämmittämättömien tilojen väliset rakenteet
- Lämmönläpäisykertoimien määrittäminen (U-arvot)
  - Soveltuvien ohjeiden, oppaiden ja standardien mukaan
  - Maanvastaiset ja ryömintätilaan rajoittuvat rakenteet:  $0,9 \times U_{\text{rakenne}}$
  - Toistuvat kylmäsillat otetaan huomioon (koolaus, siteet, ym.)
    - Lämpöhäviön laskennassa ei oteta liitosten kylmäsilloja huomioon
    - Hyvin eristetyt ja ilmatiiviit rakenteet suositellaan rakennettavaksi myös liitosten osalta mahdollisimman kylmäsillattomiksi ja tiiviiksi
- Massiivipuorakenteille samat vaatimukset kuin muillekin

# Rakenteellisen energiatehokkuuden lämpöhäviön laskenta 2/3

- Vertailuikkunapinta-ala
  - 15 % yhteenlasketusta maanpäällisestä kerrostasoalasta
  - Enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta
- Ikkunapinta-ala voi olla suurempi tai pienempi kuin vertailupinta-ala (huom. asuinhuoneissa vähintään 10 % huonealasta)
  - Tasaus muiden lämpöhäviöiden avulla
- Rakennusosien pinta-alat kokonaissisämittojen mukaan
- Rakennusosien lämmönläpäisykertoimilla ei ole minimi- tai maksimiarvoja
- Ilmanvuotoluvulla on enimmäisarvo  $4 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$  (27 §)
  - Parempi arvo osoitettava mittaamalla tai muulla menettelyllä
- Käyttötarkoituksaluokassa lämpöhäviön laskennassa voidaan käyttää 20 % pienempää ilmavirtaa, jos on ohjausmahdollisuus



# Rakenteellisen energiatehokkuuden lämpöhäviön laskenta 3/3

## 1. Vaipan lämpöhäviö

$$\sum H_{joht} = \sum (U_{ulkoseinä} A_{ulkoseinä}) + \sum (U_{yläpohja} A_{yläpohja}) + \sum (U_{alapohja} A_{alapohja}) + \sum (U_{ikkuna} A_{ikkuna}) + \sum (U_{ovi} A_{ovi})$$

## 2. Vuotoilman lämpöhäviö

$$H_{vuotoilma} = \rho_i c_{pi} q_{v,vuotoilma} \quad q_{v,vuotoilma} = \frac{q_{50}}{3600 \cdot x} A_{vaippa}$$

## 3. Ilmanvaihdon lämpöhäviö

$$H_{iv} = \rho_i c_{pi} q_{v,poisto} t_d t_V (1 - \eta_a)$$

## 4. Lämpöhäviö yhteensä

$$H = H_{joht} + H_{vuotoilma} + H_{iv}$$

# Rakenteellisen energiatehokkuuden vaatimukset ilmanvaihtojärjestelmälle

- Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä
  - Huoneistot
  - Porrashuone, hissit, varastot ja yleiset tilat
  - Suosii toiminnallisesti ja paloaluekohtaisesti hajautettua ilmanvaihtojärjestelmiä, erillispoistojen käytöstä ei ole käytössä tulkintaa
- Ominais sähköteho on enintään 1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s)
  - Koskee koko järjestelmää, ei pelkästään ilmanvaihtokonetta
    - puhaltimien ja niihin liittyvien taajuusmuuttajien ja muiden tehonsäätölaitteiden yhteenlaskettua sähköverkosta ottamaa sähköteho jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän suunnitellun käyttöajan ulospuhallusilmavirralla
  - Suosii väljää kanavisto- ja ilmanvaihtokonemitoitusta
    - Maankäyttö- ja rakennuslain muutos rakennusoikeusneliöissä (115 §)

# Rakenteellisen energiatehokkuuden sallitut lämmitysjärjestelmät

- Määräyksissä tai perustelumuistiossa ei ole esitetty yksityiskohtaisia vaatimuksia tai tulkintoja
  - Lämmitysjärjestelmän mitoituksesta (lämmitysenergian tai –tehon osuudesta)
  - Käyttöveden lämmityksen kuulumisesta vaatimuksen piiriin
- Kaukolämpö
  - Yleensä täyden tehon mitoitus ja käyttöveden lämmitys sisältyy
- Maalämpöpumppu ja ilma-vesilämpöpumppu (ei PILP)
  - Ei vaatimusta lämpökertoimelle, mahdolliset yleiset tuotevaatimukset
  - Osatehomitoitus lienee mahdollista, ilma-vesilämpöpumpulla mitoituspakkaset riesana
  - Käyttöveden lämmitys heikentää lämpöpumppujen suorituskykyä
- Tulisija tai ulkoilmalämpöpumppu eivät tuo helpotusta

# Muut vaatimukset rakenteellisen energiatehokkuuden menettelyssä

- Rakennuksen ilmanpitävyys (27 §)
- Routaeristys, perusmuurin lämmöneristys ja eräiden tilojen välinen eristys (28 §)
  - Jäähdytetyt kylmät tilat
  - Lämpimän ja puolilämpimän tilan väliset rakenteet
- Laskennallinen kesäajan huonelämpötila (30 §)
  - Vain käyttötarkoitukseluokassa 2
  - Ei koko rakennukselle, eri tilatyypeille, dynaaminen laskentatyökalu
- Energiankäytön mittaus rakennuksessa (31 §)
- Rakennuksen lämmön ja sähkön tehon tarve (32 §)
- Energiaselvitys (34 §)
  - Sisältää rakennuksen energiatodistuksen energiatodistusasetuksen mukaan

# Rakenteellisen energiatehokkuuden vaatimusten vaikutukset

- Rakennuksen energiatehokkuus täyttää heittämällä E-lukuvaatimukset, yleensä energiatehokkuusasetuksen mukainen luokka on B
- Vaikutukset lämpöhäviöön esimerkkitaloissa
  - Rakennuksen lämpöhäviö on 30 % pienempi
  - Vaipan lämpöhäviö on 30 % pienempi
  - Vuotoilman lämpöhäviö on 70 % pienempi
  - Ilmanvaihdon lämpöhäviö on 22 % pienempi
- Ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutus pienenee
- Tilojen lämmitystehontarve pienenee (jopa alle 20 W/m<sup>2</sup>)
  - Lämmönjakotapa, lämmitysjärjestelmän häviöt
- Lämpökuormien hallinta
  - Auringonsuojaus, viilennys tehostetulla ilmanvaihdolla

# Rakenteellisen energiatehokkuuden laskin

<b>Rakennuskohde</b>	Lue ohjeet ✓	<b>Pientalo 1</b>
<b>Rakennuslupatunnus</b>		<b>Esimerkki</b>
Rakennustyyppi		1-kerroksinen pientalo, ikkunapinta-ala 15 % kerrostasosalasta.
Pääsuunnittelija		
Laskelman tekijä		
Päiväys		
Tulos: Suunnitteluratkaisu		<b>TÄYTTÄÄ RAKENTEELLISEN ENERGIATEHOKKUUDEN VAATIMUKSET</b>

## Rakennuksen yleistiedot

Rakennustilavuus	522 rak-m <sup>3</sup>
Maanpäälliset kerrostasosalat yhteensä	163 m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala	147 m <sup>2</sup>
Käyttötarkoitukseluokka (1 tai 2)	1
Rakennuksen kerrosmäärä	1 kerrosta

## Laskentatuloksia

Julkisivupinta-ala on 146 m<sup>2</sup>  
 Ikkunapinta-ala on 15 % maanpäällisestä kerrostasosalasta  
 Ikkunapinta-ala on 17 % julkisivun pinta-alasta  
 Lämpöhäviö on 99 % vertailutasosta

LÄMPÖHÄVIÖVAATIMUKSET	Pinta-alat, m <sup>2</sup>		U-arvot, W/(m <sup>2</sup> K)		Lämpöhäviöiden tasaus	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>VAIPAN LÄMPÖHÄVIÖ</b>						
<b>Rakennusosat</b>						
Ulkoseinä	113	113	0,12	0,12	13,6	13,6
Massiivipuuseinä <sup>1)</sup>			0,12		-	-
Yläpohja	147	147	0,07	0,07	10,3	10,3
Alapohja (ulkoilmaan rajoittuva)			0,07		-	-
Alapohja (ryömintätilaan rajoittuva)			0,10		-	-
Alapohja (maanvastainen)		147	0,10	0,12	14,7	17,6
Muu maanvastainen rakennusosa			0,10		-	-
Ikkunat	24,5	24,5	0,70	0,70	17,2	17,2
Ulko-ovet ja tuuletusluukut <sup>2)</sup>	8,2		0,70	0,90	5,7	7,4
Kattoikkunat			0,70		-	-
Kattovalokuvut			0,70		-	-
<b>Yhteensä</b>	<b>440</b>	<b>440</b>			<b>61,4</b>	<b>66,0</b>

<sup>1)</sup> Massiivipuuseinä: tiheä keuhkoinen puu, paksuus 200 mm

# Rakenteellisen energiatehokkuuden laskin

VUOTOILMAN LÄMPÖHÄVIÖ	Ilmanvuotoluku, m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ) [q <sub>50</sub> ]		Vuotoilmavirta, m <sup>3</sup> /s [q <sub>v,v</sub> = q <sub>50</sub> / 35 · A/3600]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H <sub>vuotoilma</sub> = 1200 · q <sub>v,v</sub> ]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Vuotoilmavirta						
Koko rakennusvaippa	0,6	1,0	0,0021	0,0035	2,5	4,2
ILMANVAIHDON LÄMPÖHÄVIÖ	Poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s [q <sub>v,p</sub> ]		Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, % [η <sub>a</sub> ]		Ominaislämpöhäviö, W/K [H <sub>iv</sub> = 1200 · q <sub>v,p</sub> · (1-η <sub>a</sub> )]	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Hallittu ilmanvaihdon ilmavirta						
Tilat, LTO-vaatimus	0,059		65	75	24,7	17,6
Tilat, ei LTO-vaatimusta			0		-	-
					Ominaislämpöhäviö, W/K [H = H <sub>joht</sub> + H <sub>vuotoilma</sub> + H <sub>iv</sub> ]	
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>Ominaislämpöhäviö yhteensä</b>					<b>89</b>	<b>88</b>

ILMANVAIHTOJARJESTELMAN VAATIMUKSET		Kyllä	Ei
Ilmanvaihtojärjestelmänä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä		X	
Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, kW/(m <sup>3</sup> /s)		Enimmäis- arvo	Suunnittelu- ratkaisu
		1,5	1,0

LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET		Kyllä	Ei
Rakennuksen lämmitysjärjestelmänä on käytetty:			
Kaukolämpöä			X
Maalämpöpumppua		X	
Ulkoilmasta veteen lämpöä siirtävä lämpöpumppua			X

# Rakenteellisen energiatehokkuuden laskin

Rakennuskohde	Pientalo 1
Rakennuslupatunnus	Esimerkki

Rakenteellisen energiatehokkuuden vaatimustenmukaisuuden tarkistuslista			
<b>Pinta-alat</b>			
Vertailuikkunapinta-ala on 15 % yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaloista, mutta kuitenkin enintään 50 % julkisivujen pinta-alasta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Rakennusvaipan ilmanpitävyys</b>			
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun $q_{50}$ suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Enimmäisarvo Suunnitteluarvo 4 1,00
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus</b>			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vertailuarvo Suunnitteluarvo 89 W/K 88 W/K
<b>Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän vaatimukset</b>			
Ilmanvaihtojärjestelmänä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Suunnitteluratkaisun ominaissähköteho on enintään enimmäisarvon suuruinen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Enimmäisarvo Suunnitteluarvo 1,50 kW/(m <sup>3</sup> /s) 1,00 kW/(m <sup>3</sup> /s)
<b>Rakennuksen lämmitysjärjestelmän vaatimukset</b>			
Lämmitysjärjestelmänä käytetään kaukolämpöä, maalämpöpumppua tai ilmavesilämpöpumppua.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Tarkistuslistan yhteenveto</b>			
Suunnitteluratkaisu täyttää rakenteellisen energiatehokkuuden vaatimukset	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

© Ympäristöministeriö. Rakenteellisen energiatehokkuuden laskin 2017 (versio lokakuu 2017)



## Lisätietoa rakenteellisesta energiatehokkuudesta

[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus)

Sivulta löytyy laskimen lisäksi myös rakenteellisen energiatehokkuuden esimerkkilaskelmia ja lämpöhäviön tasauslaskentaopas, josta saa lisätietoa lämpöhäviön laskennasta. Lisäksi sieltä löytyy LTO-laskin, jolla voi laskea poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen sekä paljon muita oppaita muun muassa kesäajan lämpötilojen laskentaopas.

*” Rakenteellisen energiatehokkuuden ratkaisuilla hyvä energiatehokkuus saavutetaan aidosti – ei kertoimilla – myös todelliset energiakulut pieniä” Jarek Kurnitski, professori, 5.4.2018*



**VTT EXPERT SERVICES OY**

**PALVELUJA HUOMISEN  
MENESTYKSEEN**

**[www.vttexpertservices.fi](http://www.vttexpertservices.fi)**