



Energiatehokkuus ja hyvä sisäilma

Olli Teriö, Oulun kaupungin rakennusvalvonta

Agenda

Kuinka rakennushankkeessa varmistetaan energiatehokkuus ja hyvä sisäilma?

Suunnittelu – Toteutus - Todentaminen

Combi hankkeessa heränneitä ajatuksia

Rakennusvalvonnan korjaustiimi

- Anneli Paakkari, lupa-arkkitehti
- Olli Teriö, korjausrakentamisen asiantuntija
- Ilkka Räinen, johtava LVI-insinööri
- Juha Järvenpää, tarkastusinsinööri
- Jouni Rautio, tarkastusinsinööri
- Esko Knuuttila, rakenneinsinööri

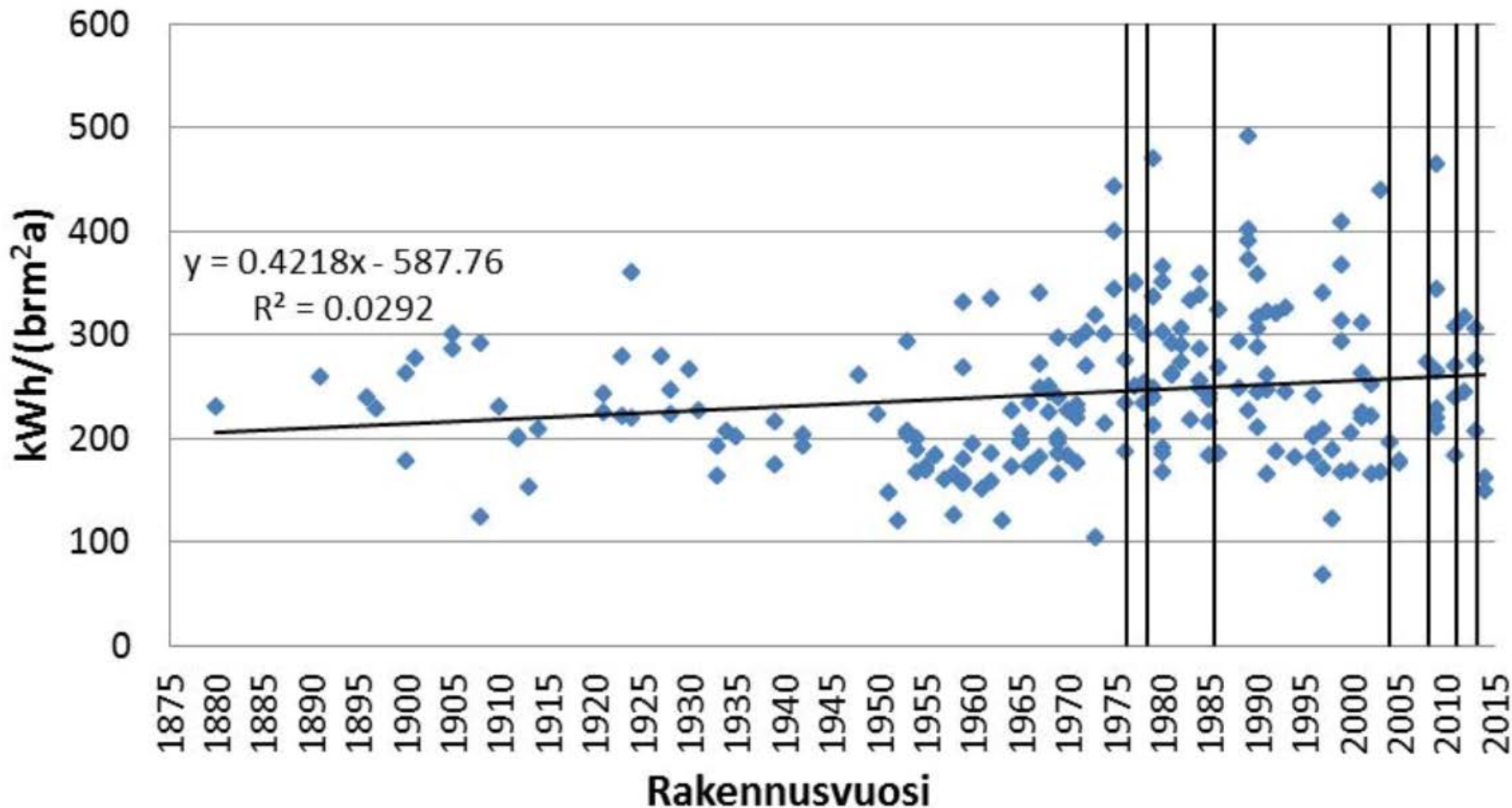


COMBI

COMPREHENSIVE DEVELOPMENT OF
NEARLY ZERO-ENERGY
MUNICIPAL SERVICE BUILDINGS



Koulujen ja päiväkotien normeerattu energian kulutus n=224



- Suuri hajonta!
- Trendi nouseva, koska ilman laatua on parannettu



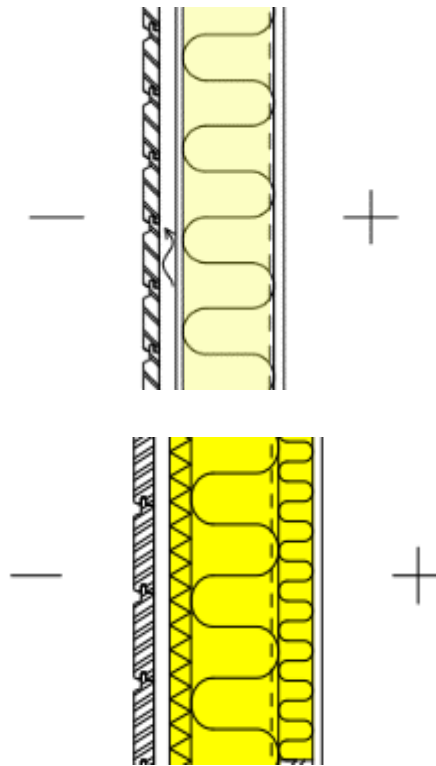
Tampereelle nousee Suomen ensimmäinen passiivienergiapäiväkoti

Aurinkopaneelit ja tiiviit rakenteet kuuluvat Suomen ensimmäisen passiivienergiatasaisen päiväkodin varusteisiin. Tampereelle tuleva päiväkotikuluttaa energiaa vain noin neljänneksen tavalliseen rakennukseen verrattuna. Pappilan alueelle tulevaan Luhtaan päiväkotiin sijoittuu noin 100 lasta.

Energiankulutus 5.7.2011 klo 10:52 | päivitetty 3.6.2012 klo 13:36

Tosiasiaa ehkä neljänneksen vähemmän

Seinäesimerkkejä eri vuosilta - mineraalivillaeriste



Vuosi	RakMk U-arvo [W/(K·m ²)]	Eristettä yhteensä [mm]	Eristekerrokset [mm]	Rakenteen U-arvo [W/(K·m ²)]
1976	0,4	100		0,37
1978	0,35	125		0,32
1985	0,28	150		0,27
2003	0,25	175	125 + 50	0,22
2007	0,24	175	125 + 50	0,22
2010	0,17	205	30 + 125 + 50	0,17
2012	0,17	205	30 + 125 + 50	0,17

Julkisivukorjaus ennen 1976 rakennetuissa taloissa -> lisäeristys vaaditaan
 1978-1985 taloudellisuus / kustannusoptimaalisuus laskettava
 1985 ja uudemmissa lomakkeen täyttäminen riittää. Toistaiseksi

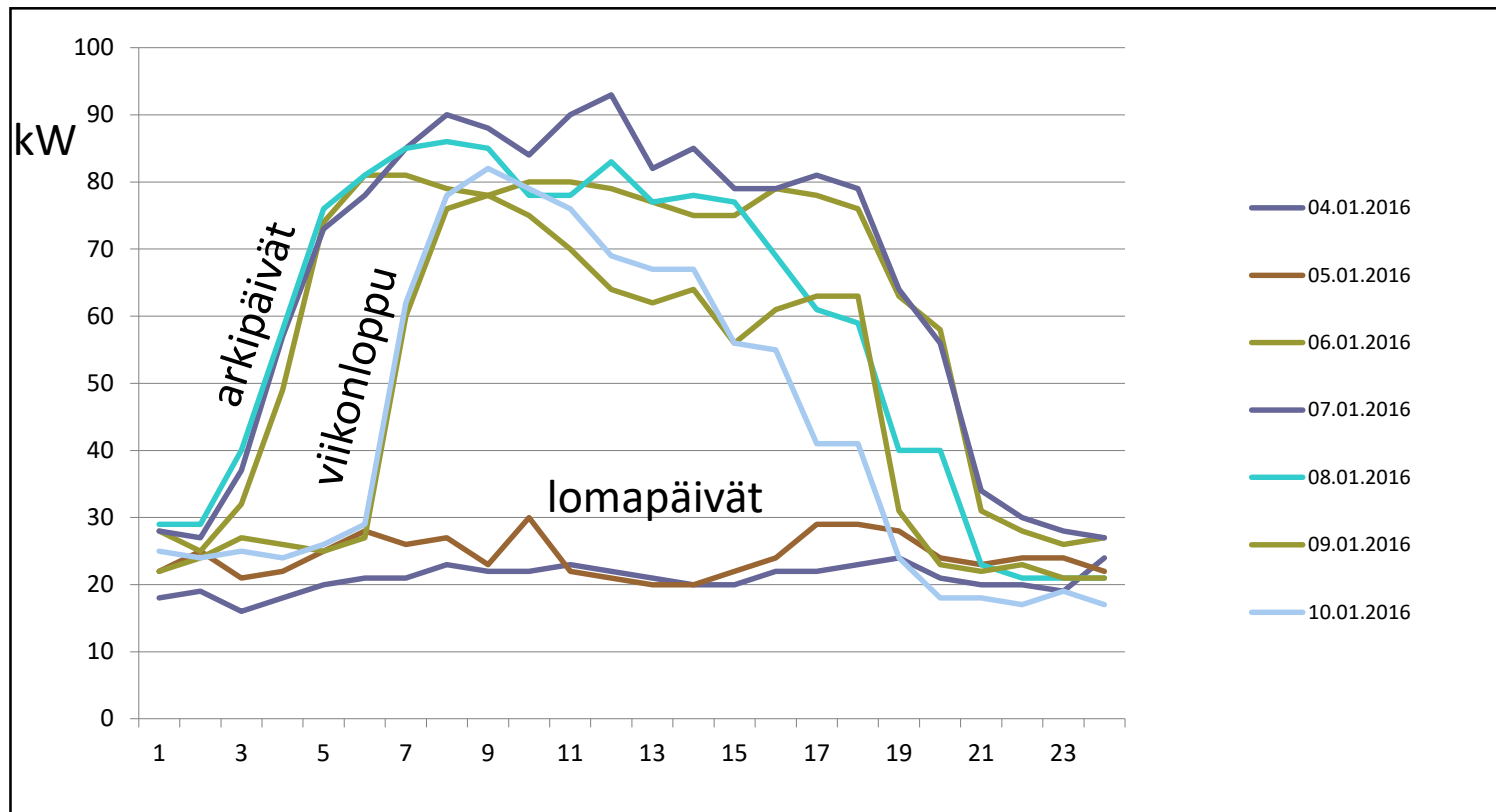
Vuosikulutus esimerkki - Passiivienergiapäiväkoti

Tavoitteita:

- Tilojen lämmitysenergiantarve 25 kWh/(m²a) tai vähemmän
- Primäärienergiantarve 135 kWh/(m²a) tai vähemmän
- Ilmanvuotoluku 0,6 1/h tai vähemmän 50 Pa paine-erolla.
- Energiasimuloinneilla on selvitetty:
 - Lämmönkulutus 22 kWh(brm²a)
 - Sähkönkulutus tasolle 40 kWh/(brm²a).
 - Lämmin käyttövesi 22 kWh(brm²a)
- Yhteensä energiankulutus on siis 84 kWh/brm²/a.

Mitattu 200 / 160 / 150 kWh/brm²/a !

Passiivienergiapäiväkoti, kaukolämmön kulutusseuranta



Ilmanvaihto käynnistyy arkisin noin kello 1.00 ja sammuu noin kello 19.00

2 alinta viivaa ovat loma-ajalta (ilmanvaihto minimissä)

Kuvaajasta nähdään ilmanvaihdon merkitys energiankulutukseen passiivienergiarakennuksessa.

Alin lämpötila 7.1 - 24°C
Ylin lämpötila 4.1 - 14°C

Sulanapitolämmitys 7-8 kW!

Case päiväkotia



Olisiko sulatustarve jäänyt pois, jos luiskan päällä olisi lippa?

Miksi pyörätuolilla pitää kulkea sieltä missä lattian ja pihan korkeusero on suurin?

Tarvitaanko vesikouruissa ja syöksytorvissa sulanapitoa, koska yläpohja ei enää valskaa lämpöä.

Henkilökunnalle esitettyyn kysymykseen ”Mitä mieltä olette pihan sulanapitolämmityksistä?”
Vastaus: ”Juuri siltä kohtaa piha on erityisen liukas”

Energiakortti

- Tavoitteet – todentaminen
- Todentaminen tehon avulla
- Koodattava taloautomaatioon

- Case päiväkodissa ilmanvaihto 43 l/s/hlö

Combi energiakortti - toimivuustarkastus - luonnos 25.1.2017				
Ohjeita				
Kohde		5 ryhmän päiväkot, Tampere		
Perustiedot	Rakennustyyppi			
	Tilavuus (RH1-ker)		m ³	
	Rakennuksen kok		m ²	
	Lämmön nettoala		m ²	
	E-luku		kWh/m ² ·a	
	Suunniteltu käyttöikä		NO	
Säätöluokka	52			
Tavoitteet ja suositukset				
Lämmitys ja ilmanvaihto	Ilmanvaihto, kok	3,0	m ³ /s	
	Ilmanvaihto, erit	0,8	m ³ /s	
	Ilmanvaihdon on	2,01	kW/K	
	Vapaa ominaislä	0,42	kW/K	
	Lämmön käyttö	6	kW	
Sähkönkäyttö	Ilmanvaihtokoneiden sähköteho	5	kW	
	Erillispöytäsi	1	kW	
	Lämmönkäyttö	1	kW	
	Valaistusteho	10,0	kW	
	Kattokoneet ja	5	kW	
	säilytys, sähkö		kW	
E-luvun laukaisu		kW		
Lämpökuormat (teho)	Lämpökuorma I	8	kW	
	*Käyttöenergia	8	kW	
	Valaistusteho	10	kW	
	Auringon säteily	1	kW	
	Kalusteet ja muut tuotantolaitteet		kW	
Tehon tarve yhteensä	Vapaa + ilmaise			
	Sähkö yhteensä			
	Ilmaenergia yhteensä			
	Laskennallinen /			
Toimivuustarkastus PVM 25.2.2016				
Toimivuustarkastus	Ulkolämpötila	0	1,2	°C
	Sisälämpötila, lä			
	Henkilömäärä			
	Kaukolämmön n			
	Sähkön mittattu			
	Lämpökuorma I			
	Valaistuksen käyttöaste %		75,0	%
Poistolinjan LTO:n vuosihyötysuhde η _p	70,0	55		
Tunnusluvut, vertailuluvut				
Tunnusluvut, vertailuluvut	Mittattu teho / laskennallinen teho	136 %		
	Energian hankinta pinta-alaa kohti	26,9	26,5	W/m ²
	Energian hankinta käyttäjää kohti	326,2	664,4	W/hlö
	IV-kerron	**	1,9	l/s
	Ilmanvaihto / l		2,8	l/s/m ²
	Kokonaissilmän		43,4	(hlö/s)
	E-luvun koki			
	Pohjateho pinta			
	Tilatehokkuus			
	Ilmatilavuusluku			
Ilmanvaihtojärjestelmän SFP-luku				
Ilman lämmityksen osuus koko lämmitystarpeesta				
Sähköteho / hyötysy				

Energiatehokkaan rakentamisen hankeprosessi



Hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan hankkeen mitattavat tavoitteet (2)

- Energiatehokkuus (E-luokka & todellinen kulutus)
- Sisäilmaluokka ↔ ilmanvaihdon määrä ↔ huuhtelukyky

Energiatehokkaan rakentamisen hankeprosessi



Lämpöviihtyvyys



Energiatehokkaan rakentamisen hankeprosessi



IV-asennukset

- CO2 anturin paikat
- Tuloilma termostaatteihin
- Tuloilma antureihin
- Tuloilma niskaan

Tiiveyskoe

Lämpökuvaus



Energiatehokkaan rakentamisen hankeprosessi



- Toimintakokeet - OK
- Rakennuksen käyttöohjeet
- Henkilöstön käyttökoulutus
- Viritys ja virityksen valvonta
- Tavoitekulutuksen laskenta ja kulutusseuranta

Toimintaselostus!



Energiatehokkaan rakentamisen hankeprosessi



- Ensimmäinen vuosi tehostettua tuuletusta
Yksi lämmityskausi + kesät
- Toinen vuosi viritystä



Keskustelu - Onko ylipaineesta haittaa?

YmA rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta

21 § Ilmavirroista aiheutuvat paineet ja rakenteiden ilmanpitävyys

Erytysuunnittelijan on suunniteltava rakennuksen ulko- ja ulospuhallus-ilmavirrat siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan.

Pääsuunnittelijan, erityysuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti suunniteltava rakennuksen vaipan ja sisärakenteiden ilmanpitävyys ja hormivaikutuksen hallinta siten, että edellytykset ilmanvaihdon toiminnalle voidaan varmistaa ja vältetään rakenteissa olevien epäpuhtauksien, maaperässä olevien epäpuhtauksien ja radonin siirtymistä sisäilmaan ja vältetään kosteuden siirtymistä rakenteisiin.

Ylipaineen riskejä ja riskin torjuntamahdollisuuksia

Riskejä

Ilmansulun vauriot
Höyrynsulut vauriot
Ylipaineen suuruus
Ylipaineen vaikutusaika
Rakenteen U-arvo, lämpötila
Ulkoilman lämpötila ja kosteus
Rakennusmateriaalit
Homehtumisherkkyyssluokka
Rakenteen vaurioherkkyys
Sisäilman suuri kosteus
Rakenteen sisällä olevat tiiviit pinnat

Mahdollisuuksia

Rakenteen ilmatiiveys
Rakenteen höyryntiiveys
Rakenteen takana oleva tuuletus
Rakenteen U-arvo, lämpötila
Rakenteen kuivumiskyky
Rakennusmateriaalit
Homehtumisherkkyyssluokka
Sisäilman pieni kosteus
Tuulensuojan ominaisuudet

Kiitos

Lukekaa [sarjakuvia](#)
ja katselkaa [elokuvia](#)