Rakennusten energiatehokkuus 2.0

Rakennusten energiaseminaari 4.10.2017

Tutkimusprofessori Miimu Airaksinen, VTT

Johtava tutkija, Pekka Tuomaala, VTT

Rakennukset ovat keskeisessä roolissa

- Ihmiset viettävät 90% ajastaan sisätiloissa
- 45% kansallisvarallisuudestamme on sitoutunut rakennuksiin (365 mrd. €)
- Kiinteistöjen ylläpidon arvo on 15,5 mrd. €
- Uudisrakentamisen arvo on 12,4 mrd. €
- Työllistää noin 500 000 henkilöä
- Rakennukset ovat merkittävä energiankuluttaja

Rakennusten energiatehokkuus

$$\text{Energiatehokkuus} = \frac{\text{Mitä saadaan (= hyvin toimiva rakennus)}}{\text{Paljonko kulutetaan energiaa (= kWh)}}$$

Energiatehokkuus on hyviä sisäolosuhteita

Rakenteiden ja järjestelmien toimivuus, käyttöikä,..

Hyvä sisäympäristö:
Turvallinen, terveellinen, viihtyisä, tuottava

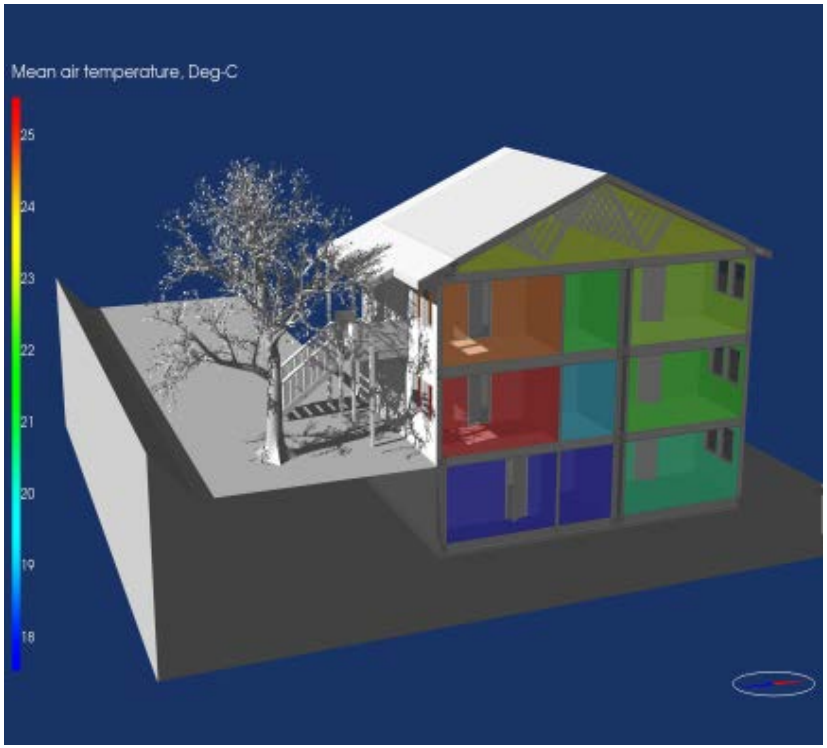
$$\text{Energiatehokkuus} = \frac{\text{Mitä saadaan (= hyvin toimiva rakennus)}}{\text{Paljonko kulutetaan energiaa (= kWh)}}$$

Energiankulutus:
Käytönaikainen, rakennustuotteiden valmistus, rakentamisvaihe, purku

Luonnonvarojen käyttö, päästöt, kierrätys, jne.

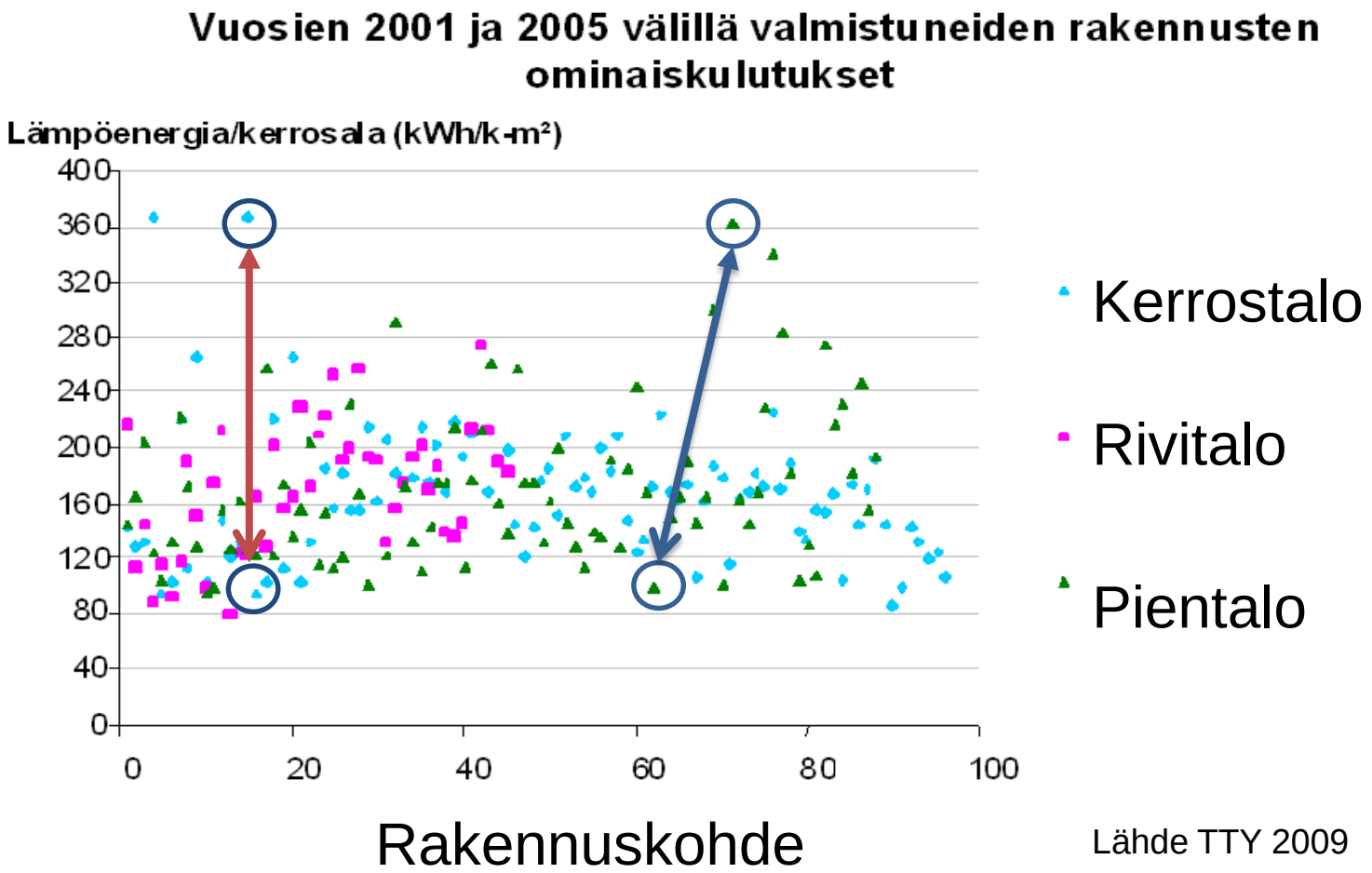
Energiatehokkuutta voidaan mitata monin eri tavoin

- kWh/m^2 (energia tai primäärienergia)
- CO_2/m^2 (käyttö + sitoutunut)
- kWh/käyttötunnit
- kWh/henkilö
- Energian kulutus suhteessa pinta-alaan ja käyttötunteihin



Rakennusten teknisten ominaisuuksien vertailu – toteutunut kulutus vaihtelee paljon

Toteutuneeseen kulutukseen vaikuttavat erittäin paljon käyttötottumukset ja rakennuksen käyttöaika. Toteutunut kulutus kertoo rakennuksen käytöstä ja käyttäjistä, ei rakennuksesta.

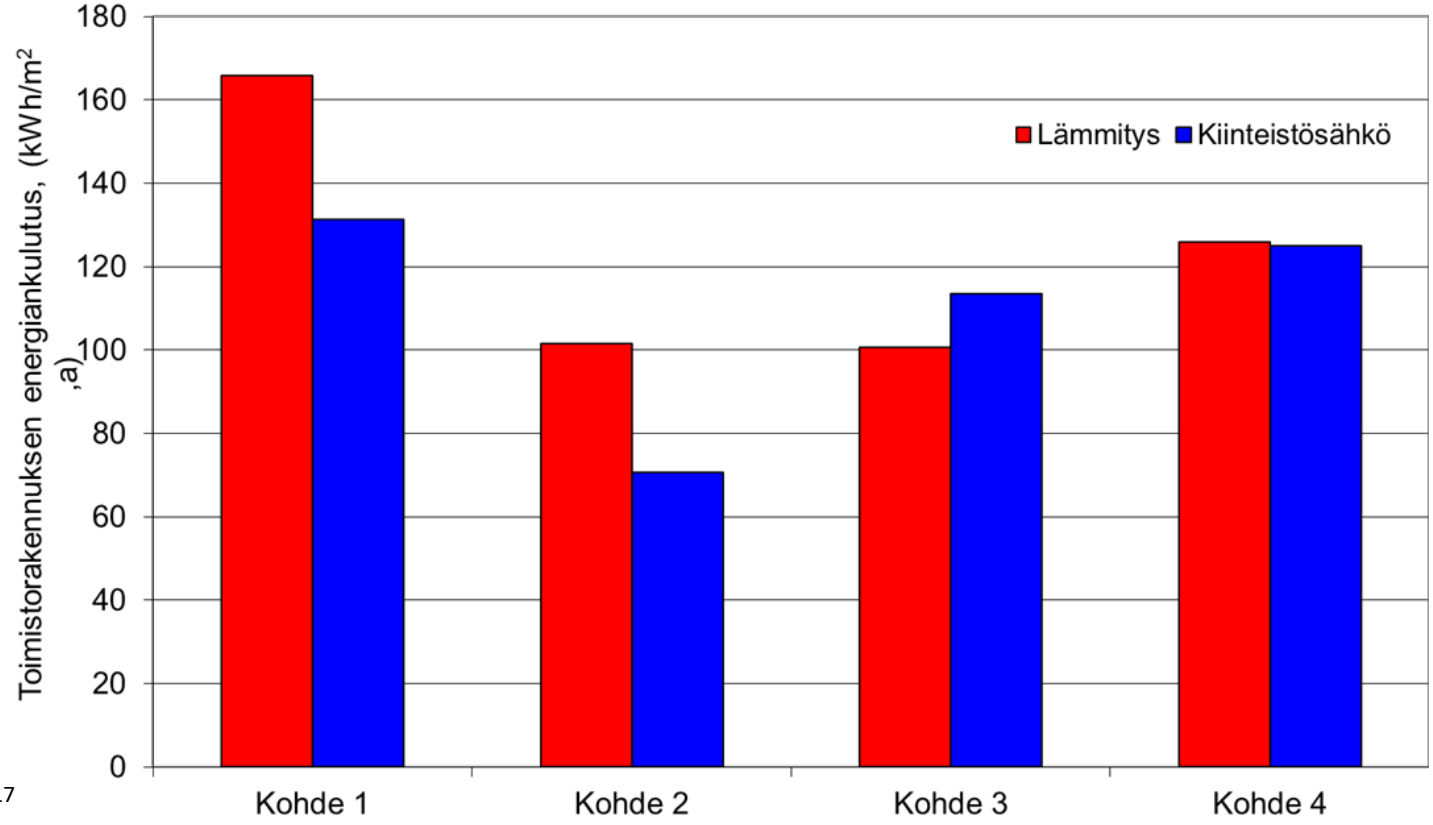


Lähde TTY 2009

Laskennallinen energiankulutus (esim. Energiatodistus) kertoo rakennuksen ominaisuuksista

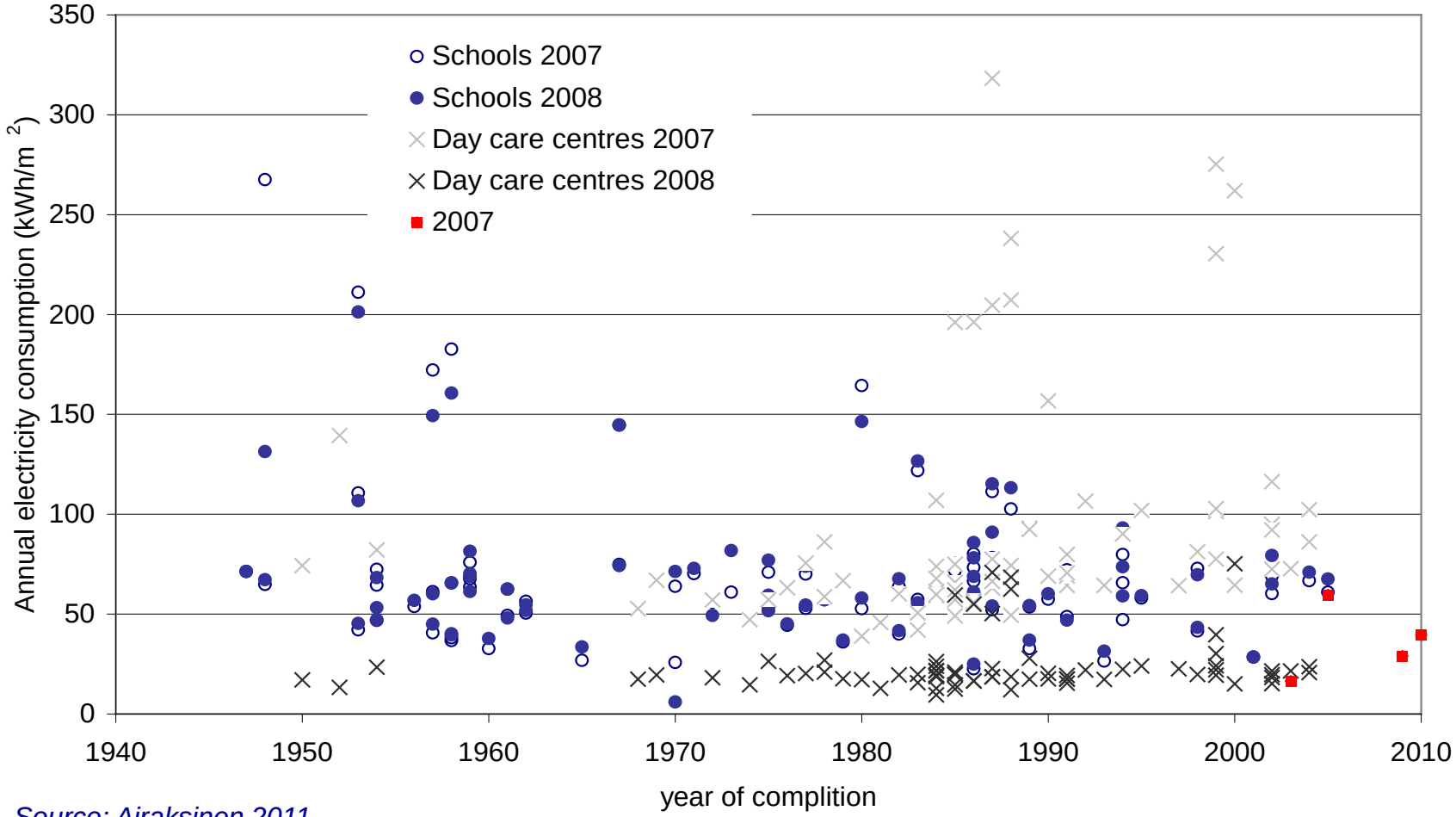
Se on hyvä kiinteistökaupan apu, mutta lisäksi tarvitaan käyttäjiä ohjaavia toimenpiteitä.

Samanlaiset toimistorakennukset, mutta eri käyttäjät



Mitattu energiatehokkuus kouluissa: esim. sähkö kWh/m^2

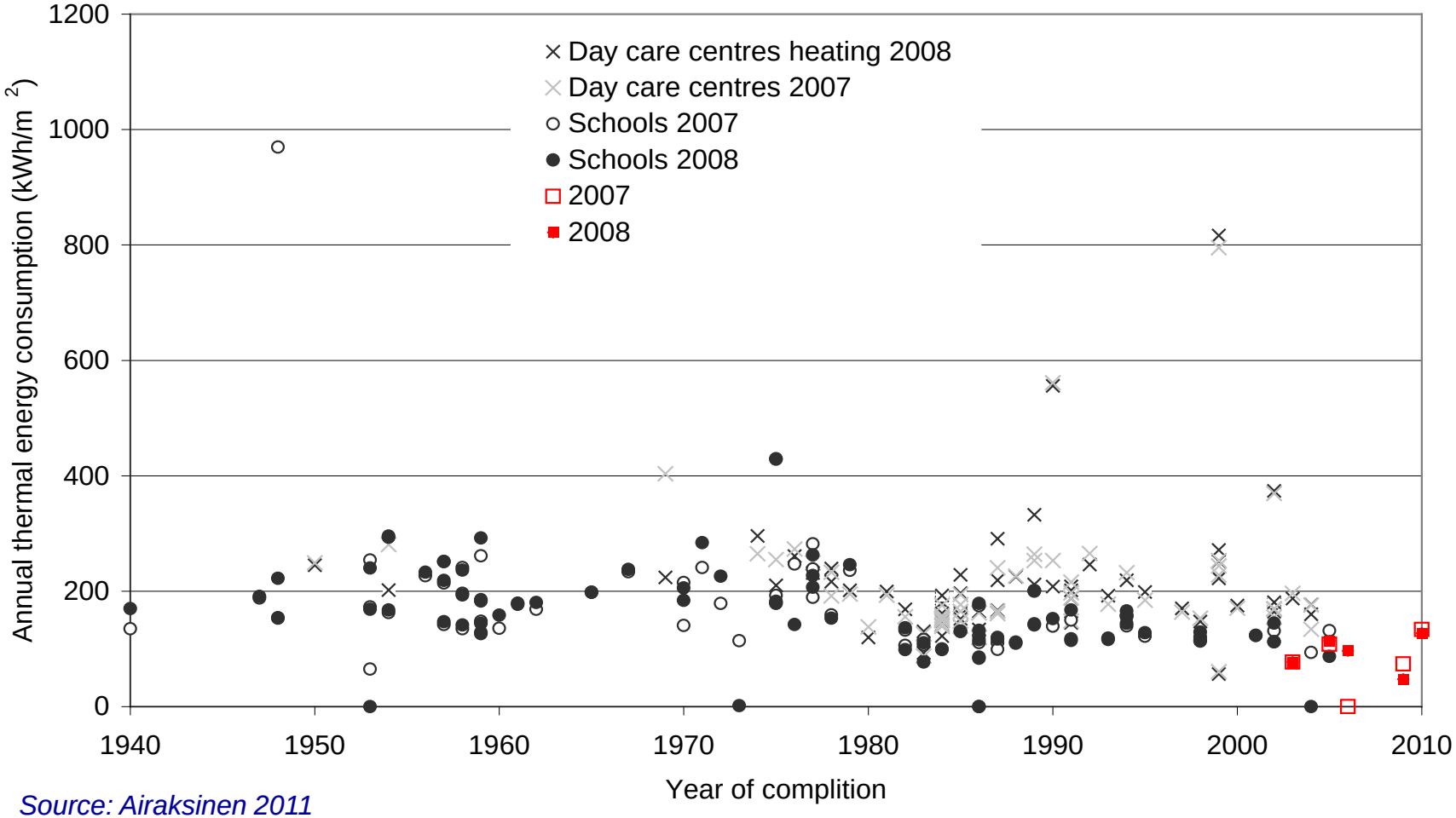
Suuri kulutus voi johtua huonosta energiatehokkuudesta tai esimerkiksi koulun iltakäytöstä



Source: Airaksinen 2011

Mitattu energiatehokkuus kouluissa: esim. lämpö kWh/m²

Suuri kulutus voi johtua huonosta energiatehokkuudesta tai esimerkiksi koulun iltakäytöstä



Source: Airaksinen 2011

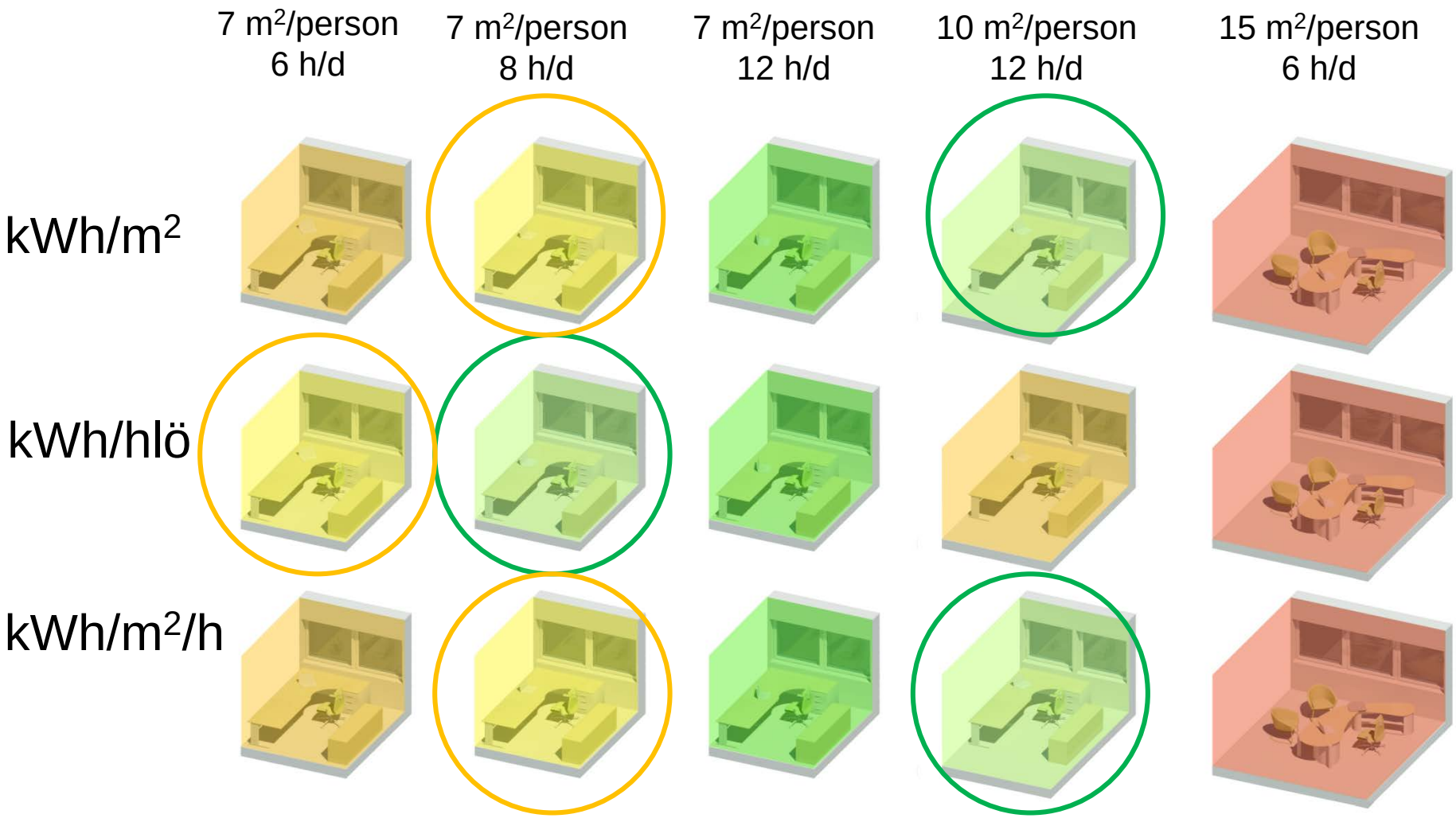
Energiatehokkuuden arviointi

- Tyypillisin tapa arvioida energiatehokkuutta on kWh/m^2, mikä onkin erittäin tehokas silloin kun vertaillaan laskennallisesti esimerkiksi vaihtoehtoisia energiatehokkuuteen vaikuttavia ratkaisuja

- Mitattu kWh/m^2 on sen sijaan ongelmallisempi, jos vertaillaan rakennuksia eikä tiedetä käyttötarkoistusta, ihmisten ja laitteiden määrää tai käyttötunteja

- **Kun mitattu kWh/m^2 suhteutetaan sekä käyttäjien määrään että käyttötunteihin, saadaan indikaattorilla kuvattua energiatehokkuus (tila- ja käyttötehokkuus huomioiden)**

Esimerkki toimistotilan energiatehokkuudesta



Eri indikaattoreja energiatehokkuudelle

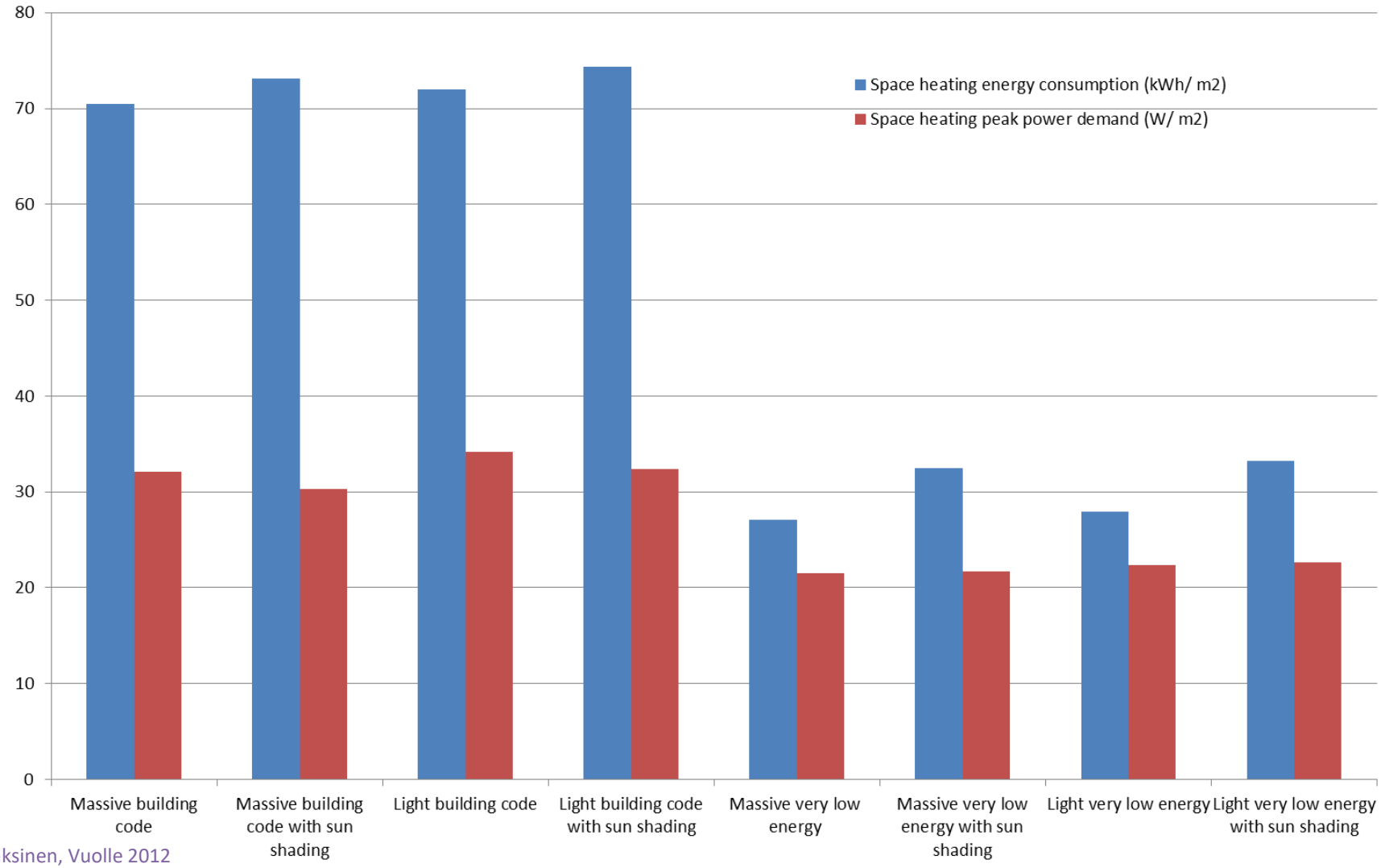
Summary of different indicators and differences between the most efficient in studied Cases [20].

	Yearly operating times	Heating consump-tion kWh/m2	difference between the most efficient%	Electricity consump-tion kWh/m2	difference between the most efficient%	kWh/ personnel+ child/stud.	difference between the most efficient%	kWh/ child/ stud.	difference between the most efficient%	kWh/ yearly operating times	difference between the most efficient%
1. Day Care Centre	2541	215	84%	75	36%	2588	23%	3024	25%	99	10%
2. Day Care Centre	8038	234	100%	93	69%	2233	6%	2821	17%	**33**	
3. Day Care Centre	2381	**117**		**55**		**2102**		**2415**		95	186%
4. School	3015	157	35%	62	9%	**2387**		**2600**		416	2%
5. School	2230	**116**		**57**		2603	9%	2812	8%	**409**	
6. School	3189	143	23%	72	26%	3119	31%	3432	32%	536	31%

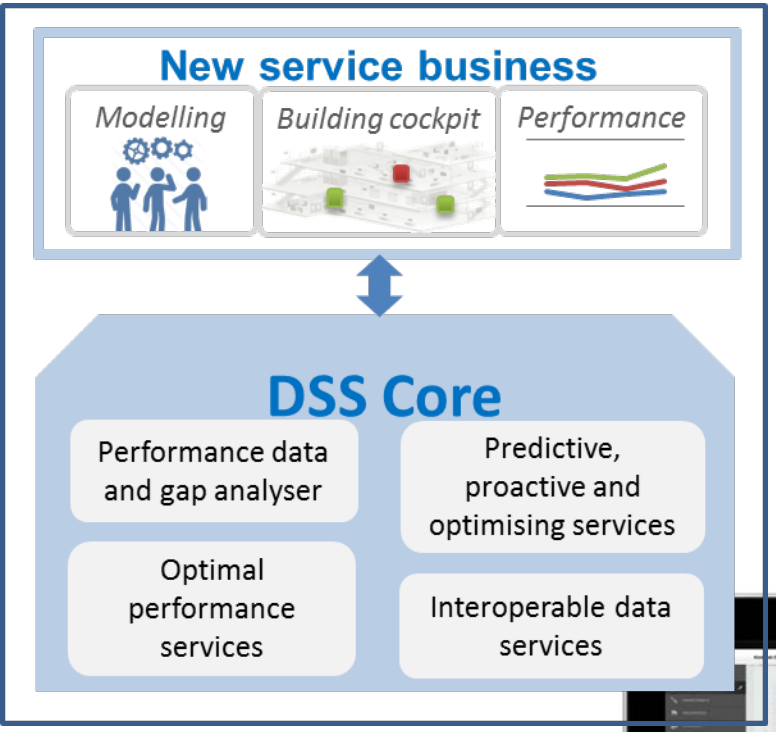
Bold means the most efficient.

Lähde: Sekki T., Airaksinen M, Saari A., 2017, Effect of energy measures on the values of energy efficiency indicators in Finnish daycare and school buildings, Energy and Buildings 139 (2017) 124–132

Huipputehon pienentäminen on paljon vaikeampaa kuin energiankulutuksen



Airaksinen, Vuolle 2012

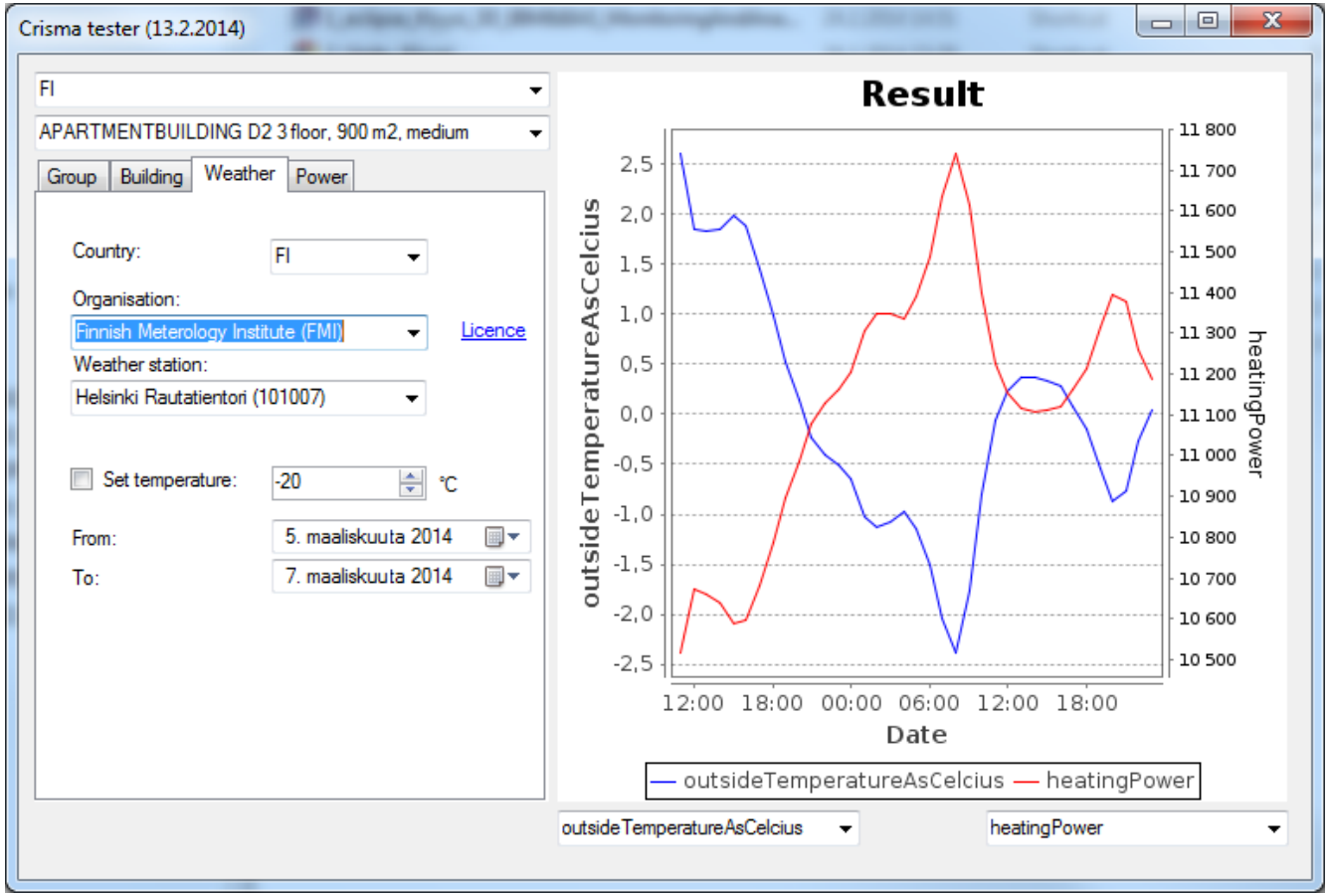


Adaptiivinen rakennus

- Ennakoiva olosuhteiden säätö yhdistettynä sää-tietoihin, läsnäolotietoihin ja käyttäjien preferensseihin (Human Thermal Model) sekä energiamarkkinoihin saavutti 10-30% energian-säästön rakennuksessa
- Lisäksi järjestelmä ennakoi tulevia huoltotoimenpiteitä

Tiedon integrointi eri lähteistä antaa paremman tilannekuvan ja mahdollisuuden optimoida kokonaisuutta

Reaaliaikainen rakennuksen lämmitystehon tarpeen laskennallinen ennustaminen



- Ennustaminen perustuu Ilmatieteen laitoksen avoimeen dataan
- Tuloksena saadaan rakennuskohtaisesti lähituntien lämmitys-tehon tarve, mitä voidaan hyödyntää esimerkiksi kulutuksen ohjauksessa ja kysyntäjoustossa

Moving from internet of things to **things of meaning**

- DATA - Monista rakennuksista saadaan huomattavan paljon monitorointitietoa

- INFORMAATIO – Monitorointitietoa voidaan hyödyntää vasta sitten, kun se osataan jalostaminen informaatioksi (esimerkiksi energiatehokkuuden ja sisäolosuhteiden laadun indikaattorit)

- PALVELU – Kokonaisuutta voidaan optimoida parhaiten silloin, kun informaatio kehitetään toimivaksi palveluksi (N.B. Pelkästään rakennusten energiamanageroinnin globaali markkina on arvioitu olevan 5,5 mrd. US $ vuonna 2020)

Yhteenveto

- Tarkasteltaessa energiatehokkuutta on tärkeää muistaa huomioida myös laatutekijät ja tiedostaa mitä kukin indikaattori ottaa huomioon (kWh/m^2 – kWh/hlö – kWh/hlö/h); rakennusprosessin eri vaiheissa tarvitaan eri indikaattoreita

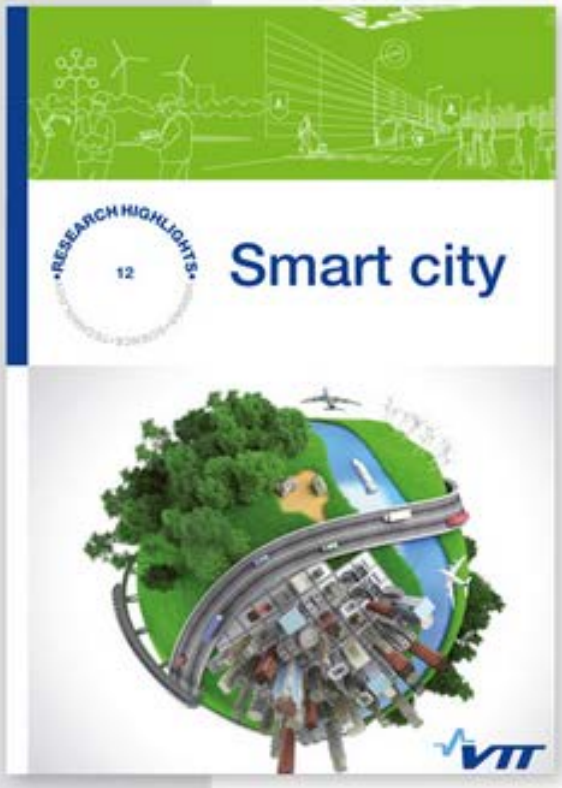
- Tulevaisuudessa on tärkeää kehittää rakennuksen lämmityksen ja jäähdytyksen säätöä optimoivia algoritmejä – jotka sekä tunnistavat käyttäjän että osaavat ennakoida tulevia tapahtumia – niin että voidaan **optimoida kokonaisuutta** säilyttämällä käyttäjien olosuhteet säilyvät hyvinä

Lisää esimerkkejä

Smart city

The publication presents a compilation of extended abstracts of VTT's recent research on smart cities.

DOWNLOAD THE FREE PUBLICATION



http://www.vtt.fi/inf/pdf/researchhighlights/2015/R12.pdf

VTT
TECHNOLOGY FOR BUSINESS