

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

Rakennusten kosteusvauriot ja ylilämpeneminen muuttuvassa ilmastossa - RAIL

11.1.2023 | Azin Farahani, Juha Jokisalo ja Risto Kosonen

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

Rakennusten lämpöolot, energiankulutus ja jäähdytyksen käyttö

11.1.2023 | Azin Farahani, Juha Jokisalo ja Risto Kosonen

Iltalehti 2.8.2021:

Hoitajat avautuvat kauhujen kesästä poikkeuksellisessa kuumuudessa: "Toimistoteipillä jätesäkkejä ikkunoihin"

Rakennuslehti 4.5.2022:

Hellekesinä sisälämpötilat nousevat uusissa rakennuksissa vaarallisen korkeiksi

Seura 26.7.2018:

Vanhusten kotihoito "jatkuvasa hälytystilassa" – erittäin tukala helle kaataa jo kuumissa asunnoissa viruvia ikääntyneitä

26.1.2023

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

Kaleva 17.5.2022:

THL: Helle nostaa sisälämpötiloja jopa 30 asteeseen Suomen sairaaloissa – tiloja pitäisi pystyä viilentämään nykyistä paremmin

Yle 28.6.2022:

Pitkään jatkuva helle aiheuttaa haasteita vanhustenhuoltoon – lämpötilat kohoavat niin hoitolaitoksissa kuin kotihoidossa

Yle 24.7.2019

Tutkija: Suomessa ei varauduta riittävästi äärihelteisiin – Viime kesä sai terveydenhuollon havahtumaan

Aallon tutkimusosiossa keskityttiin seuraaviin kysymyksiin:

- Kuinka rakennusten yllämpenemistä saadaan torjuttua?
- Kuinka paljon ilmastonmuutos vaikuttaa yllämpenemiseen ja lämpöviihtyvyyteen?
- Kuinka paljon aktiivisen jäähdytyksen käyttö lisää rakennusten energiankulutusta?
- Kuinka kattavasti Suomen rakennuskantaan on asennettu jäähdytysjärjestelmiä?

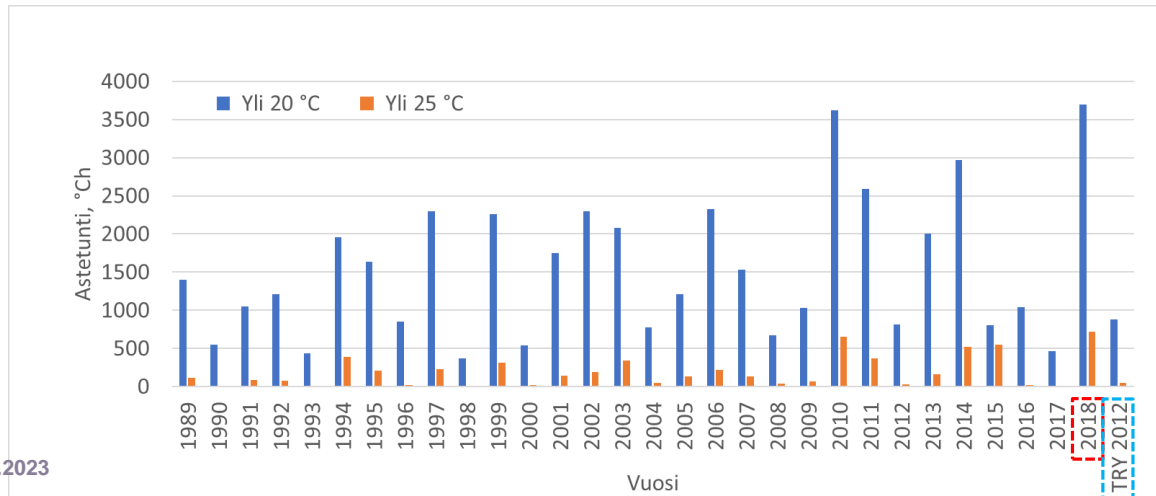
Menetelmät

Säävuoden valinta, esimerkkikohteet ja
simulointityökalu

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

Simulointivuoden valinta

- Vuosi valitaan Ilmatieteen laitoksen (IL) RASMI-hankkeessa määrittämistä 1989-2018 Vantaan sääaineistosta
- Kesäajan (1.5-31.8) ulkolämpötilan 20 ja 25 °C ylittävät astetunnit:

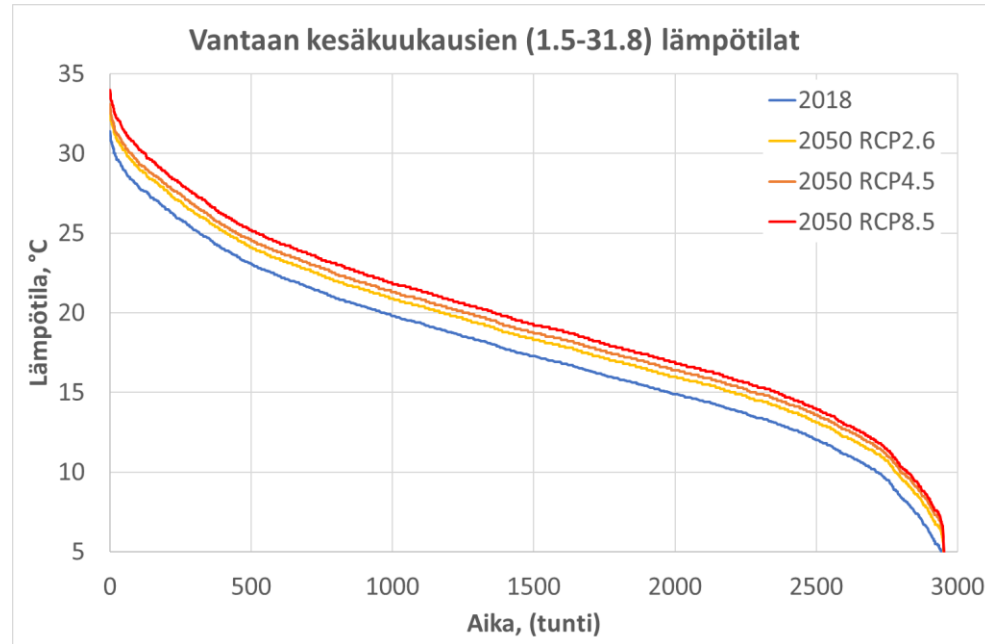


- **Kesän 2018 aikana:**
 - Astetunnit sekä auringon säteilysumma 30v. jakson korkeimmat
 - Pisin yhtenäinen hellejakso (25 vrk)

→ Käytetään vuotta 2018

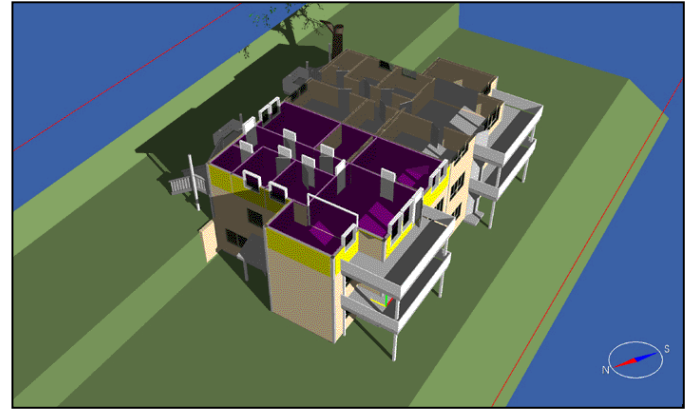
Käytetyt säätiedot nykyisessä ja tulevaisuuden ilmastossa

- Hellevuosi 2018 ja sitä kuvaava hellevuosi 2050 eri päästöskenaarioilla (IL/RASMI)
- Hellepäivien* lukumäärä:
 - 2018: 39 kpl
 - 2050 RCP2.6: 49 kpl
 - 2050 RCP4.5: 51 kpl
 - 2050 RCP8.5: 56 kp



Simulointityökalu IDA ICE 4.8

- Rakennusten ja taloteknisten järjestelmien dynaaminen simulointiohjelma
- Soveltuu esim. huonelämpötilojen, lämpöviihtyvyyden ja energiankulutuksen simulointiin.

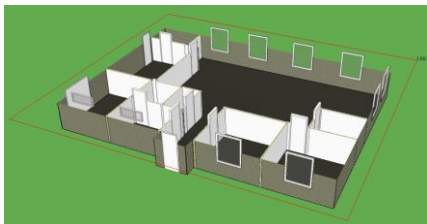


Lähde: <http://www.equa.se/>

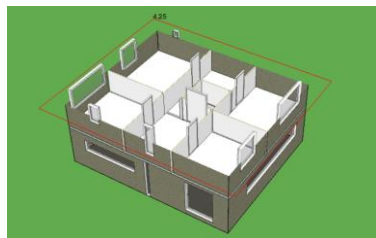
Esimerkkirakennusten IDA ICE malleja

Pientalot

- Vanha (60-luku)

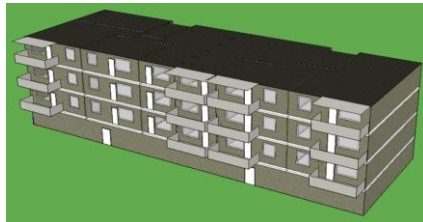


- Uusi

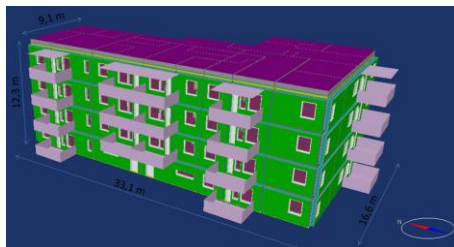


Kerrostalot

- Vanha (70-luku)



- Uusi



Vanhainkodit

- Vanha (80-luku)



- Uusi:



Simuloitavat vanhainkodit

• 80-luvun vanhainkoti:

- Lämmöneristystaso (C3, 1978):
 - US (0,29 W/m²,K)
 - YP (0,23 W/m²,K)
 - AP (0,40 W/m²,K)
 - IKK (2,1 W/m²,K)
- Ilmanpitävyys q_{50} : 6 m³/h,m²
- Kirkkaat 3-lasiset ikkunat ($g= 0,68$)
- Ikkunoiden osuus US:stä 27%
- IV: Kon. tulo ja poisto
- Ilmavirrat: 18 dm³/s, 1 hlö asunto (0,76 dm³/s,m²)
- Ei aktiivista jäähdytystä

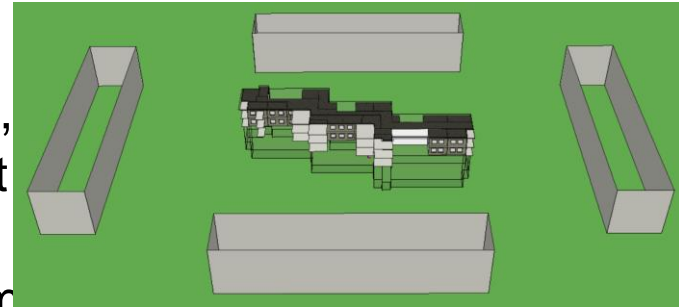
• Uudisvanhainkoti:

- Lämmöneristystaso:
 - US (0.17 W/m²,K)
 - YP (0.09 W/m²,K)
 - AP (0.16 W/m²,K)
 - IKK (2,1 W/m²,K)
- Ilmanpitävyys q_{50} : 2 m³/h,m²
- Auringonsuojaikkunat etelä- ja länsifasadeilla ($g= 0,19$)
- Ikkunoiden osuus US:stä 17%
- IV: Kon. tulo ja poisto
- Ilmavirrat: 18 dm³/s, 1 hlö asunto (0,76 dm³/s,m²)
- IV:n tuloilman aktiivinen jäähdytys
→ Täyttää YM:n asetuksen (1010/2017) kesäaikaisen huonelämpötilavaatimuksen.

Rakennusten ympäristön simulointiperiaatteet

- **Auringon varjostus ja tuuliolot:**

- Simuloitava rakennus sijaitsee lähiöalueella, jossa sitä ympäröi samanlaiset rakennukset
- Alueen rakennukset ovat yhtä korkeita.
- Vierekkäisten rakennusten etäisyys on 35 m.
- Tuulen ja lämpötilan vaikutus vuotoilmanvaihtoon otetaan huomioon.



- **Rakennusten suuntaus:**

- Julkisivu, jossa on eniten ikkunoita, suuntautuu etelään.

Simuloitavat tapaukset

• 80-luvun vanhainkoti:

1. Ei auringonsuojausta ikkunoissa
2. Kaihtimet uloimmassa lasivälissä
3. Kaihtimet + uudet ikkunat
→ *Auringonsuojalasit etelä- ja länsifasadeilla ja normaalit MSE ikkunat muilla fasadeilla*
4. Kaihtimet + tuuletusikkunat
→ 1 tuuletusikkuna/asunto,
5. Kaihtimet + uudet ikkunat + tuuletusikkunat
6. Kaihtimet + aktiivinen tilojen jäähdytys
→ Asetusarvo 25°C, SPF= 3.0

• Uudisvanhainkoti:

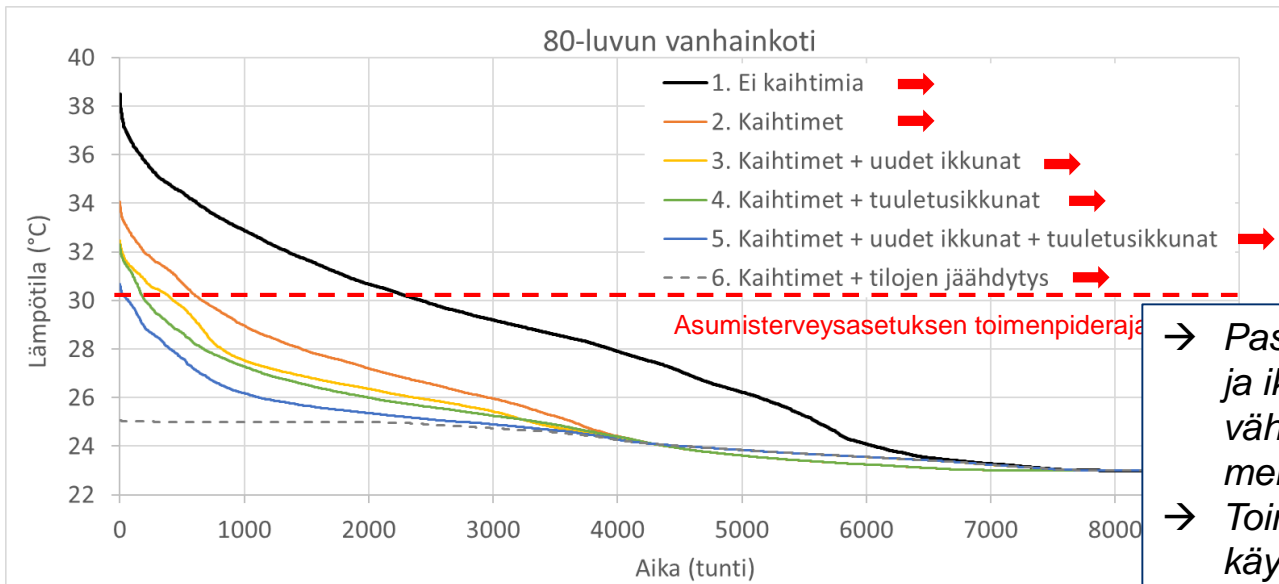
- Kaikissa tapauksissa aktiivinen IV-jäähdytys.
 1. Kaihtimet uloimmassa lasivälissä
 2. Ei auringonsuojausta ikkunoissa
 3. Kaihtimet + tuuletusikkunat
 4. Ulkoinen auringonsuoja
→ Kiinteä 2m syvä vaakalippa etelä- ja länsifasadien ikkunoiden yläpuolella
 5. Kaihtimet + tilojen jäähdytys
→ Asetusarvo 25°C, SPF= 3.0

Tulokset

Rakennusten lämpöolot ja energiankulutus

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

80-luvun vanhainkoti: kuumimman 1 hengen asunnon lämpötila hellevuoden 2018 aikana



Astetunnit (°Ch) yli 30°C

6465

1013

374

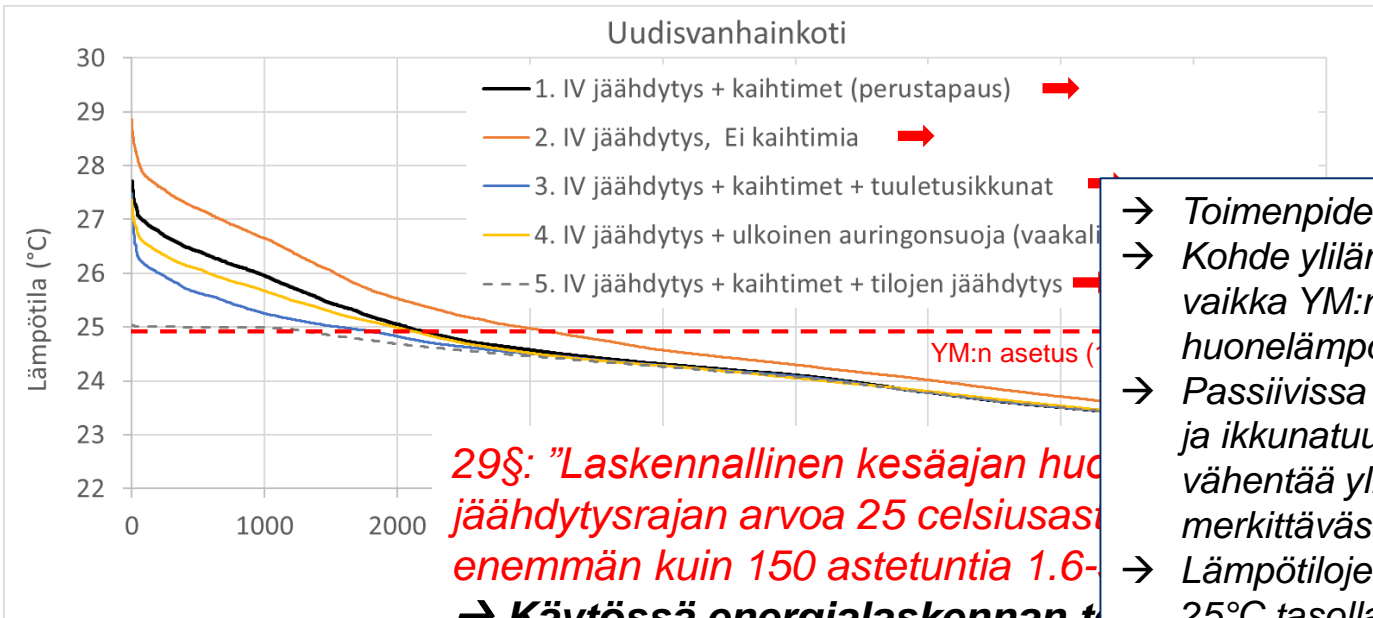
203

15

0

- Passiivisella auringonsuojauksella ja ikkunatuuletuksella voidaan vähentää yllämpenemistä merkittävästi.
- Toimenpideraja ylittyy niiden käytöstä huolimatta.
- Lämpöolojen hallintaan tarvitaan lisäksi aktiivista jäähdytystä.

Uudisvanhainkoti: kuumimman 1 hengen asunnon lämpötila hellevuoden 2018 aikana



Astetunnit (°Ch) yli
25°C

1931

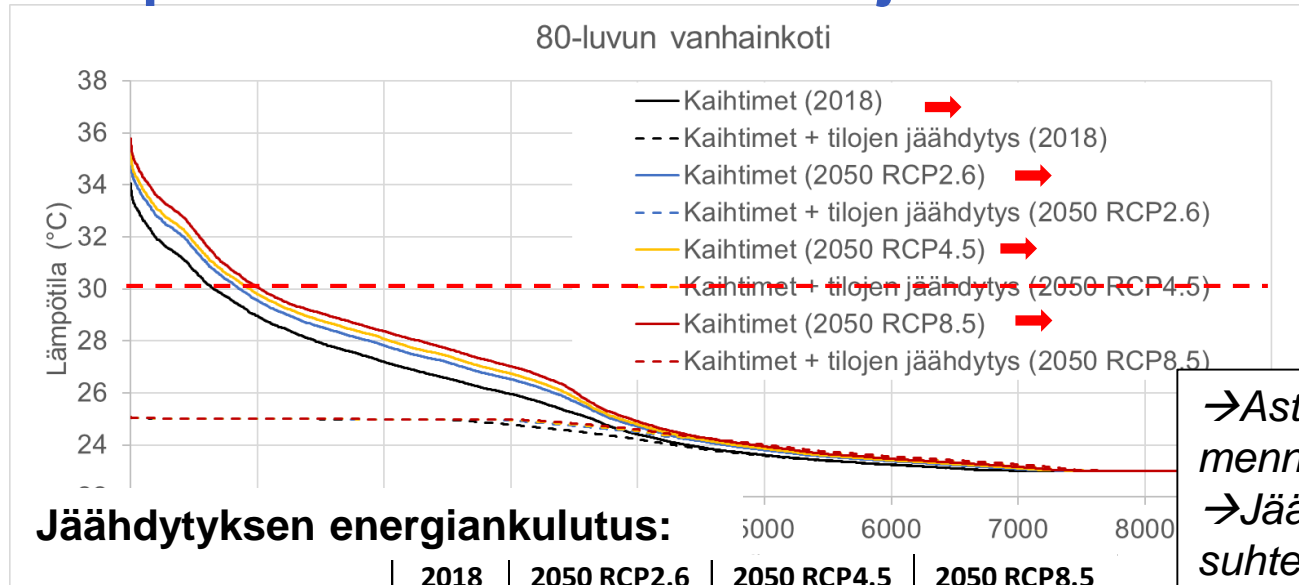
3529

779

29§: ”Laskennallinen kesäajan huone- ja ulkoilman jäähdytysrajan arvoa 25 celsiusastetta ei saa ylittää
enemmän kuin 150 astetuntia 1.6-
→ Käytössä energialaskennan t

- Toimenpideraja 30°C ei ylity.
- Kohde yllämpenee merkittävästi vaikka YM:n asetuksen huonelämpötilavaatimus täyttyy.
- Passiivissa auringonsuojaratkaisulla ja ikkunatuuletuksella voidaan vähentää yllämpenemistä merkittävästi.
- Lämpötilojen ylläpito enimmillään 25°C tasolla edellyttää lisäksi tilojen aktiivista jäähdytystä.

80-luvun vanhainkoti: kuumimman 1 hengen asunnon lämpötila hellevuosien 2018 ja 2050 aikana



Astetunnit (°Ch) yli 30°C

1013

1635

1874

2277

Jäähdytyksen energiankulutus:

	2018	2050 RCP2.6	2050 RCP4.5	2050 RCP8.5
Jäähdytyssähkö, kWh/m ² ,a	4,1	5,4	5,8	6,5
Jäähdytyssähkön osuus, %	6,7	8,9	9,5	10,7

→Astetunnit kasvavat 2050 mennessä 1,6 – 2,2 kertaisiksi.
→Jäähdytyssähkön kulutus suhteellisen pieni ja se kasvaa 2050 mennessä enimmillään 2,4 kWh/m²,a, eli varsin vähän.

Johtopäätökset

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

Johtopäätökset

- Passiivisilla auringonsuojaratkaisuilla ja tuuletusikkunoiden käytöllä voidaan vähentää yllämpenemistä merkittävästi.
- Mutta, ne eivät yksistään riitä torjumaan yllämpenemistä ja takaamaan viihtyisiä lämpöoloja tyypillisissä suomalaisissa rakennuksissa äärimmäisen kuuman hellekesän aikana.
- Passiivisten auringonsuojaratkaisujen käytön yhteydessä on syytä varmistaa riittävä päivänvalon saanti oleskelutiloissa.
- Tuuletusikkunoiden käytöllä ei pidä heikentää sisäilman laatua tai lisätä huonetilojen melutasoa.

Johtopäätökset

- Aktiivisen jäähdytyksen käyttö kannattaa aloittaa vasta siinä vaiheessa, kun muut yllämpenemisen torjuntatoimenpiteet eivät yksistään riitä ylläpitämään viihtyisiä huonelämpötiloja.
- Aktiivisen jäähdytyksen ostoenergiankulutus on hyvin vähäinen rakennuksen muuhun kulutukseen ja saavutettavaan hyötyyn verrattuna.
- Vaikka ilmastonmuutos kasvattaa hieman jäähdytyksen ostoenergiankulutusta, tulee rakennusten kokonaisostoenergiankulutus selvästi väheneään, koska lämmitystarpeen vähenemisellä on paljon merkittävämpi vaikutus kuin jäähdytystarpeen kasvulla.

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

Kiitos!

Lisätietoja: juha.jokisalo@aalto.fi

