



Aalto University
School of Engineering

Ylilämpeneminen: Ilmastonmuutoksen vaikutukset

Rakennusten energiaseminaari 31.10.2023

Juha Jokisalo, Aalto-yliopisto

Ilta-lehti 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 "jatkuva hälytystilassa"
– erittäin tukala helle kaataa jo kuumissa
asunnoissa viruvia ikääntyneitä**

YLE 17.6.2023

**Helleaallot aiheuttavat Suomessakin vuosittain
satoja ylimääräisiä ikäihmisten kuolemia**

Kaleva 17.5.2022:

**THL: Helle nostaa sisälämpötiloja jopa
30 asteeseen Suomen sairaaloissa – tiloja
pitäisi pystyä viilentämään nykyistä pa-
remmin**

Yle: 28.6.2022:

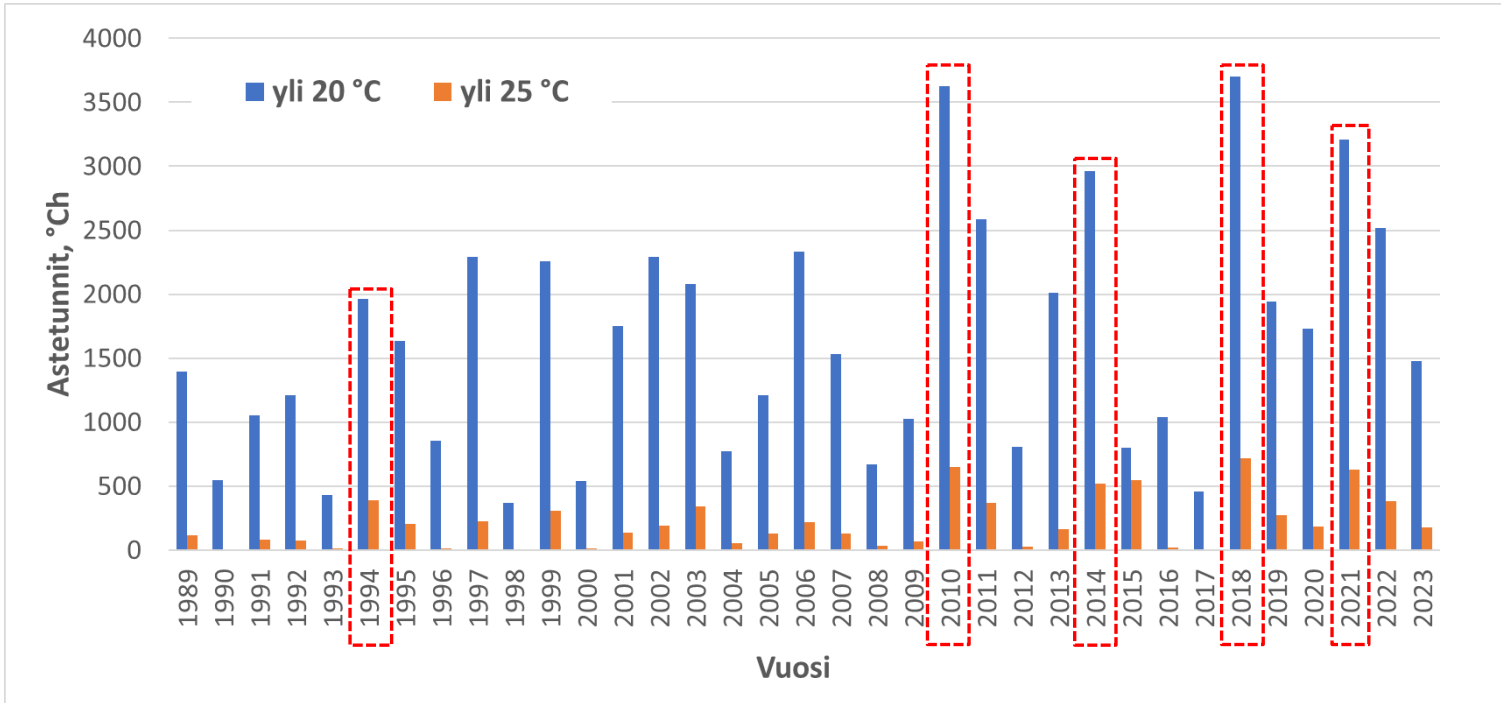
**Pitkään jatkuva helle aiheuttaa
haasteita vanhustenhuoltoon –
lämpötilat kohoavat niin
hoitolaitoksissa kuin kotihoidossa**

Yle 24.7.2019

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

Kesät lämpenevät ja pitkät helleaallot yleistyvät

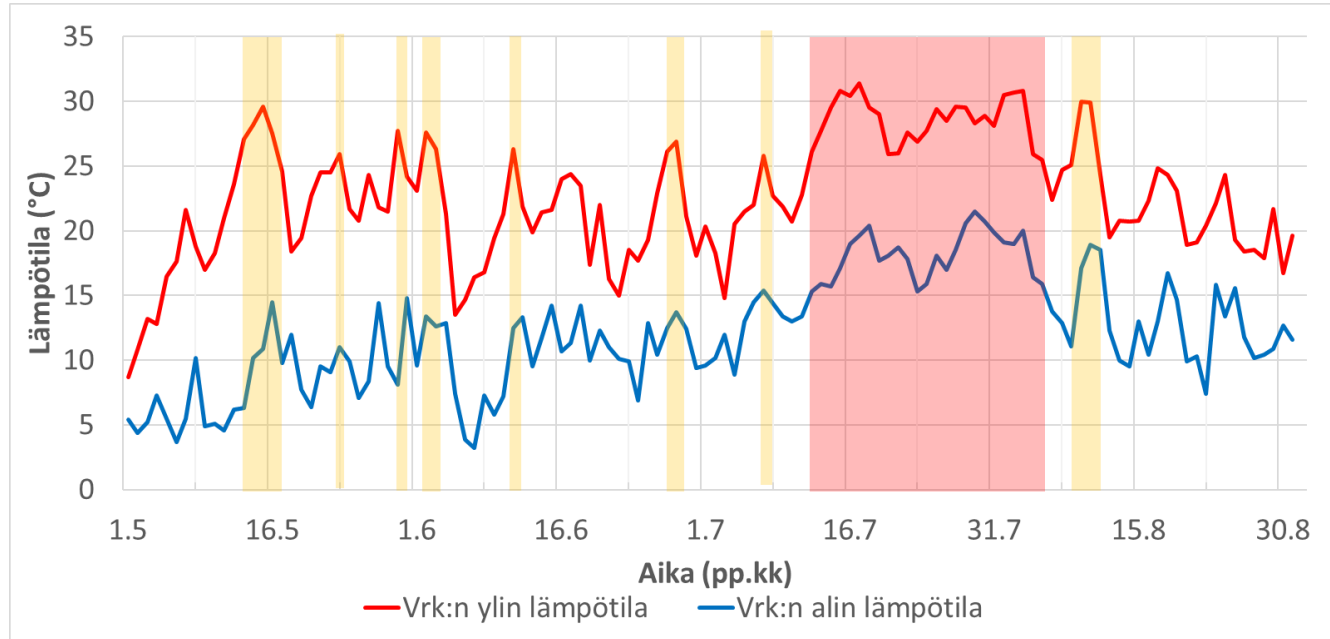
- Kesäajan (1.5-31.8) ulkolämpötilan 20 ja 25 °C ylittävät astetunnit Vantaalla viimeisen 35v. aikana:



- Kesät ovat lämmenneet.
- **TOP 5: pisimmät hellejaksot:**
 1. 25 vrk (2018)
 2. 20 vrk (2010)
 3. 16 vrk (2021)
 4. 14 vrk (2014)
 5. 10 vrk (1994)

Kesällä 2018 pisin hellejakso 35 vuoteen

- Vrk:n ylin ja alin ulkolämpötila Vantaalla 1.5-31.8:



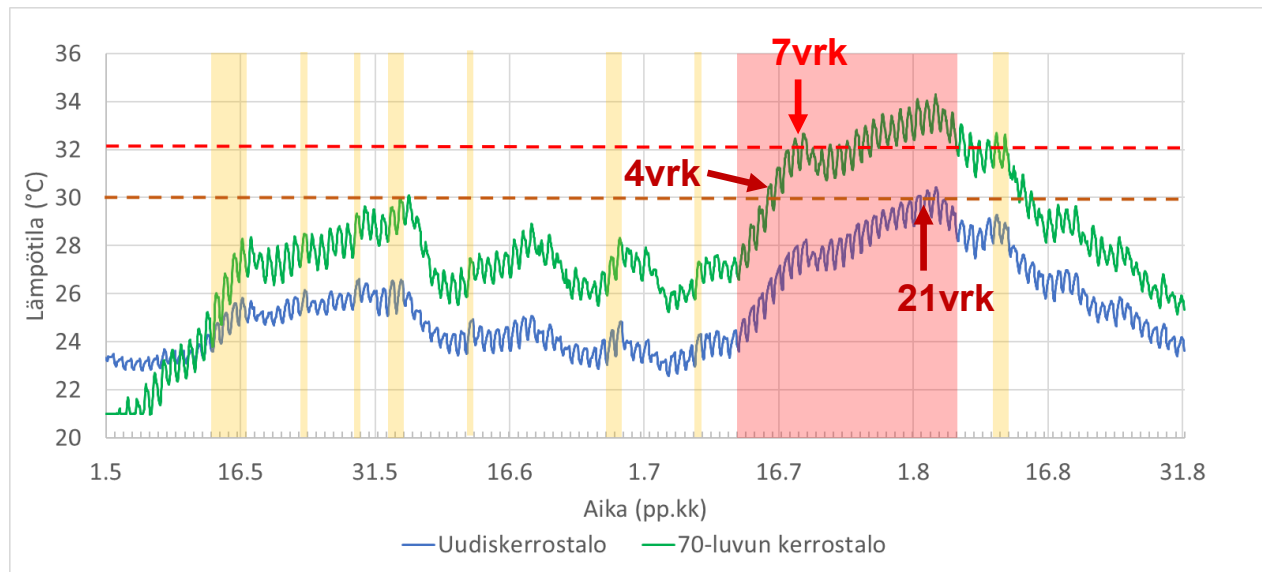
- Pitkä hellejakso 25 vrk
- Hellepäiviä yht. 39 kpl
- Pitkä hellejakso vaikea ylilämpenemisen kannalta, koska:
 - Ulkolämpötilat korkeita sekä päivällä että yöllä
 - Rakenteet kuumenevat

Nykyisiä sisälämpötiloihin liittyviä asetuksia:

- Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetus (545/2015) (6§):
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella tulee pysyä toimenpiderajoissa +18 – +32 °C (eritysryhmät 30 °C).
- YM:n asetus (1009/2017) uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (4§): *“Huonelämpötilan hallinnan suunnittelussa huonelämpötila voi vaihdella välillä 20 – 27 °C lämmityskauden ulkopuolella.”*
- YM:n asetus (1010/2017) uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (29§):
”Laskennallinen kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää jäähdytysrajan arvoa 27 °C enemmän kuin 150 Kh 1.6-31.8 välisenä aikana suunnitteluratkaisun mukaista ilmavirtaa käyttäen asuinkerrostaloissa”.*

70-luvun ja uudiskerrostalon kuumimman makuuhuoneen simuloitu lämpötila kesän 2018 aikana

- Molemmissa kohteissa auringonsuojaus kaihtimilla.
- Julkisivu, jossa eniten ikkunoita, suuntautuu etelään.



Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat 30 ja 32°C merkitty kuvaan katkoviivoilla.

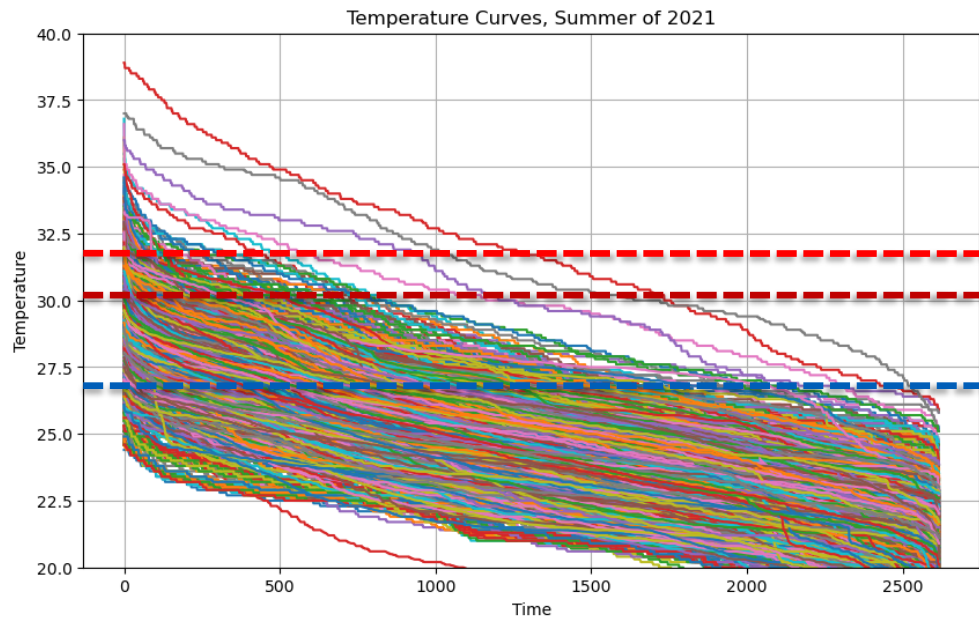
→ 70-luvun kerrostalo yllämpenee huomattavasti enemmän kuin YM:n asetuksen (1010/2017) kesäaikaisen huonelämpötilavaatimuksen täyttävä uudiskerrostalo

→ Lämpötilan nousunopeudessa merkittäviä eroja rakennusten välillä

→ Molemmat betonirakenteiset kerrostalot jäähtyvät hitaasti pitkän hellejakson jälkeen

Kuinka merkittävästi kerrostaloasunnot ylikuumenevat nykyään?

- Toteutuneet huonelämpötilat pääkaupunkiseudulla vuosien 1902-2016 aikana valmistuneissa 6000 kerrostaloasunnossa kesällä 2021[1]:



→ Asumisterveysasetuksen toimenpideraja:

32°C ylittyy 4% asunnoista

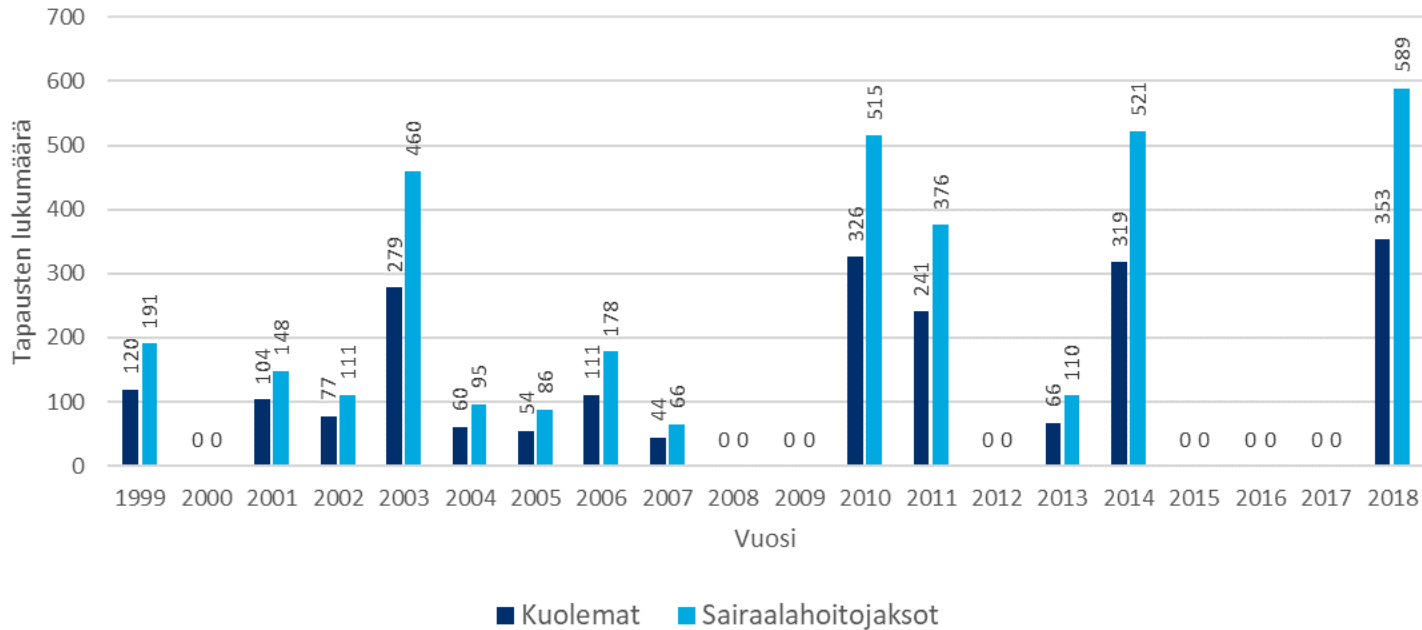
30°C ylittyy 32% asunnoista

Uudisrakennusten huonelämpötilan hallinnan suunnittelun max. lämpötila kesällä (27°C) ylittyy 96% asunnoista (YM:n asetus 1009/2017)

[1] Azin Velashjerdi Farahani, Iliia Kravchenko, Juha Jokisalo, Natalia Korhonen, Kirsti Jylhä, Risto Kosonen. Overheating assessment for apartments during average and hot summers in the Nordic climate. Building Research & Information. (2023). <https://doi.org/10.1080/09613218.2023.2253338>

Helleaaltojen terveyshaitat Suomessa

- THL:n arvio helleaalloista aiheutuneiden kuolemien ja sairaalahoitajaksojen määrästä Manner-Suomessa 1999-2018[1]:



→ Helleaaltojen aikana kuolleisuus ja sairaalahoidon tarve lisääntyvät yli 65-vuotiaiden keskuudessa

Ylilämpeneminen tulevaisuudessa?



Ilmastonmuutosskenaariot

- **RCP-päästökenaariot [1]:**

- RCP2.6: Vähäinen ilmastonmuutos:

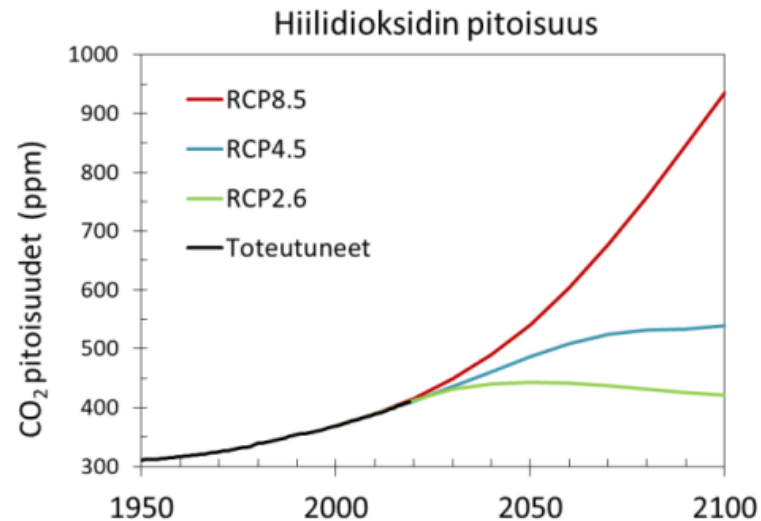
- *Päästöt kääntyisivät laskuun pian vuoden 2020 jälkeen*
- *Vaatii erittäin kunnianhimoista ilmastopolitiikkaa*

- RCP4.5: Kohtalainen ilmastonmuutos

- *Päästöt kääntyisivät laskuun noin vuonna 2040*
→ *Maapallon keskilämpötila nousisi hieman yli 2C teollistumista edeltävään aikaan verrattuna*

- RCP8.5 : Voimakas ilmastonmuutos

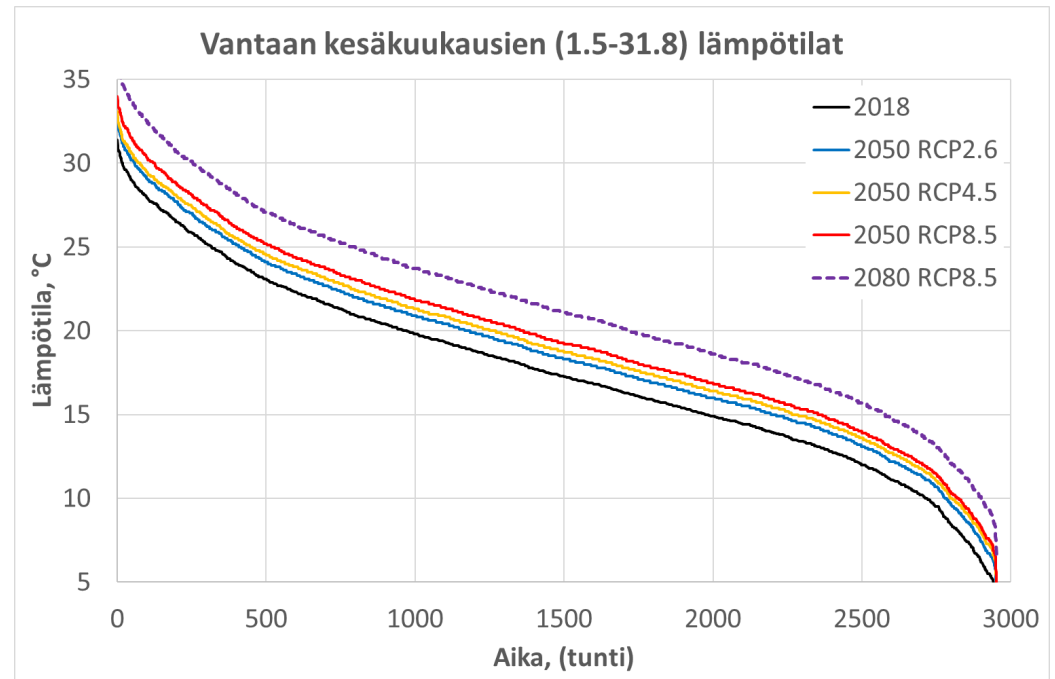
- *Päästöt eivät käänny laskuun vuoteen 2100 mennessä*
- *Ilmastonmuutoksen hillitseminen lyödään täysin laimin.*



Kuva: Jylhä ym. 2020 [1]

Kuinka ilmastonmuutos voi nostaa hellekesän lämpötiloja?

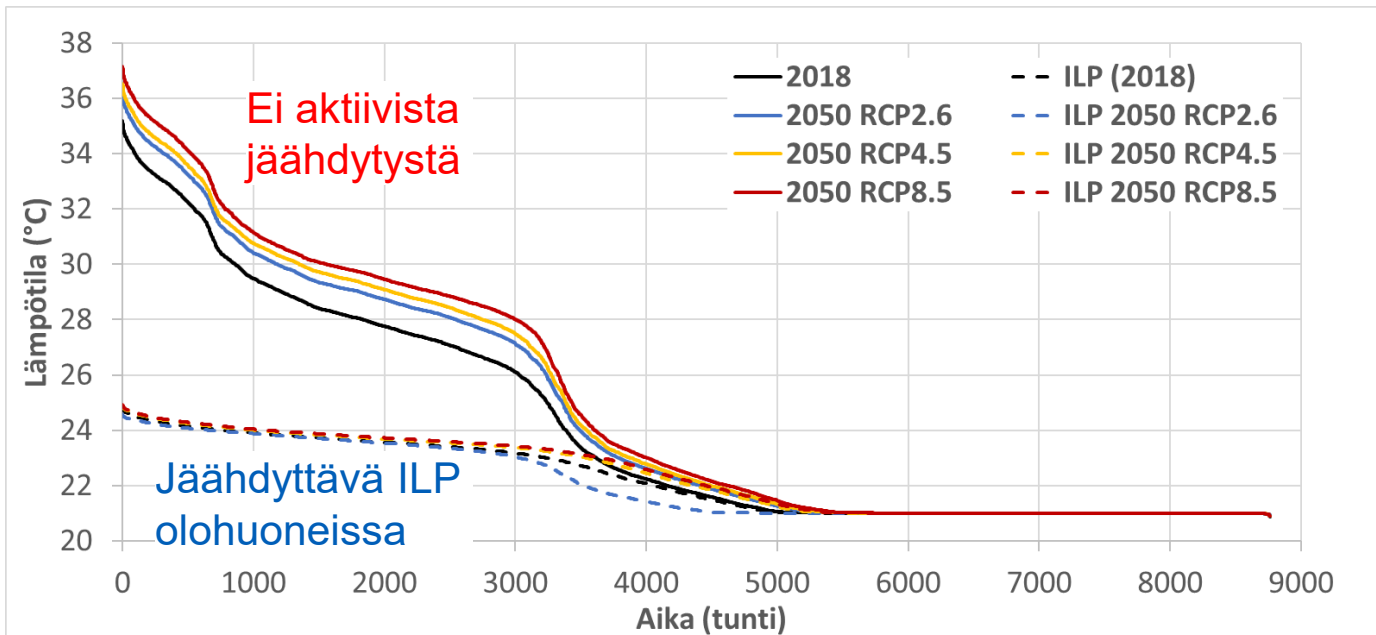
- Hellevuosi 2018 ja sitä kuvaavat hellevuodet 2050 ja 2080 eri päästöskenaariolla [1]
- **Kesän ulkolämpötila nousee keskim.**
 - 2050 RCP2.6: 1°C
 - 2050 RCP8.5: 2°C
 - 2080 RCP8.5: 4°C:
- **Hellepäivien lukumäärä:**
 - 2018: 39 kpl
 - 2050 RCP2.6: 49 kpl
 - 2050 RCP8.5: 58 kpl
 - 2080 RCP8.5: 80 kpl



[1] Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Böök, H., Lindfors, A., Pirinen, P., Laapas, M., Mäkelä, A., 2020. Nykyisen ja tulevan ilmaston säätiöitä rakennusfysikaalisia laskelmia ja energialaskennan testivuotta 2020 varten. Ilmatieteen laitos, Raportteja 2020:6. DOI: <https://doi.org/10.35614/isbn.9789523361287>

Huonelämpötilan pysyvyys 70-luvun kerrostalossa hellevuosien 2018 ja 2050 aikana

- Julkisivu, jossa eniten ikkunoita, suuntautuu etelään
- Auringonsuojaus toteutettu kaihtimilla
- Kuumimman makuuhuoneen lämpötila:

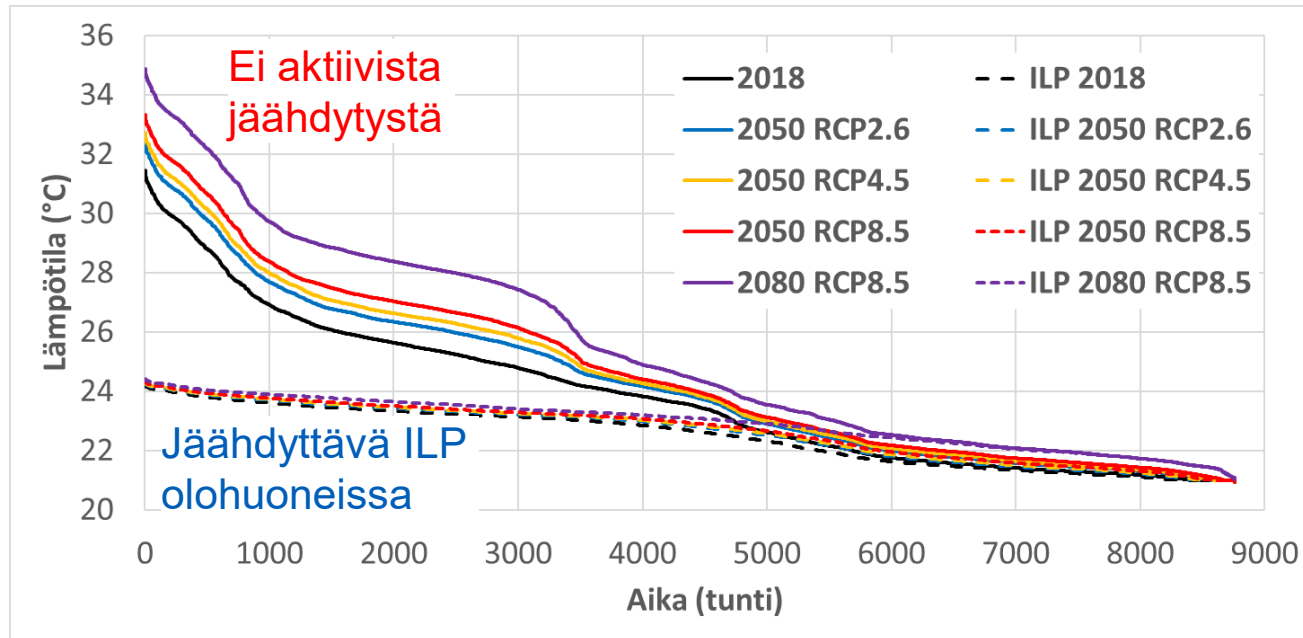


→ Ilman aktiivista jäähdytystä, ilmastonmuutos nostaisi kesäaikaisia huonelämpötiloja keskimäärin noin 1-2°C skenaarista riippuen 2050 mennessä.

→ Olohuoneeseen asennetulla ILP:llä saadaan myös muiden oleskelutilojen lämpötilat hallintaan, mikäli väliovia pidetään auki.

Huonelämpötilan pysyvyys uudiskerros- talossa hellevuosien 2018, 2050 ja 2080 aikana

- Auringonsuojaus kaihtimilla ja auringonsuojaikkunoilla (g=0.19) ja IV:n 30% tehostus kesällä yöaikaan
- → Täyttää YM:n kesäaikaisen huonelämpötilavaatimuksen



→ Ilman aktiivista jäähdytystä, ilmastonmuutos nostaisi kesäaikaisia huonelämpötiloja keskimäärin noin:

- 2050-luvulle mennessä 1-1.5°C
- 2080-luvulle mennessä max 3°C

→ Nykyisin käytetty tyypillinen ILP:n tehomitoitus riittäisi vielä 2080-luvulla.

Kuinka paljon hellekesän 2018 lämpöolojen hallinta ILP:llä tulisi maksamaan nykyään?

- Jäähdyttävän ILP:n kuluttajahinta asennettuna esim. 80m² kerrostaloasuntoon nykyään tyypillisesti hieman alle 2000€.

• 70-luvun kerrostalo:

- Jäähdytyssähkön kulutus 8 kWh/m², jos huonelämpötiloja pidetään jatkuvasti alle 25°C
- Jäähdytyksen energiakustannus noin 1.7 €/m² (asunnon pinta-ala)
- Asunnon pinta-alasta riippuen noin 60 – 200€ /asunto

• Uudiskerrostalo

- Jäähdytyssähkön kulutus 4 kWh/m², jos huonelämpötiloja pidetään jatkuvasti alle 25°C
- Jäähdytyksen energiakustannus noin 0.8 €/m² (asunnon pinta-ala)
- Asunnon pinta-alasta riippuen noin 30 – 80€ /asunto

Kuinka yllämpenemisen terveysriskejä saataisiin vähennettyä Suomessa?

- THL[1]: “Ikääntyneen väestön asuntojen jäädytys ilmalämpöpumpun avulla ehkäisisi mahdollisesti jopa 55 % helleaaltojen aiheuttamista kuolemista ja 95 % sairaalahoitojaksoista.”

→ **RATKAISU: Varustetaan ne yli 65 vuotiaiden käytössä olevat kerros-, pien- ja rivitaloasunnot ilmalämpöpumpulla, joissa ei sitä vielä ole.**

→ ILP asennettaisiin arviolta 363 000 kerros-, 110 000 pien- ja 83 000 rivitaloasuntoon [1].

→ 37 000 asennusta vuosittain 15 vuoden aikana.

→ Investoinnin arvo nykyhinnoilla yhteensä 1120 milj € tai 75 milj. € vuodessa 15 vuoden aikana.



Yhteenveto

- Rakennusten kesäaikainen yllämpeneminen vaarantaa jo nykyään haavoittuvimpien väestöryhminen hengen ja terveyden.
- Ilmastonmuutos tulee lisäämään rakennusten kesäaikaista yllämpenemistä, ellei yllämpenemisen torjuntaa tehosteta.
- Yllämpenemisen torjuntaan on syytä panostaa aiempaa enemmän.



Kiitoksia!

Tätä tutkimusta ovat rahoittaneet:

Valtioneuvoston kanslia: RAIL ja ILMIRA hankkeet

Suomen Akatemia: HEATCLIM (No. 329306, 329307)

SUREFIT (EU Horizon 2020, No. 894511)

FINEST Twins (EU Horizon 2020, No. 856602)



VALTIONEUVOSTO
STATSRÅDET



SUOMEN AKATEMIA
FINLANDS AKADEMI
ACADEMY OF FINLAND

