



LUNDS  
UNIVERSITET

# Effektivare klimatskal

BESMÅDAGEN 19, NÄSSJÖ 5/11



# Vem är jag?

---

- Doktorand på avdelningen för konstruktionsteknik, LTH
  - Konstruktör, men rör mig i gränslandet konstruktion, byggnadsmaterial och byggnadsfysik
  - Alltid industrinära
  - Fokus på energi och fukt



# Agenda

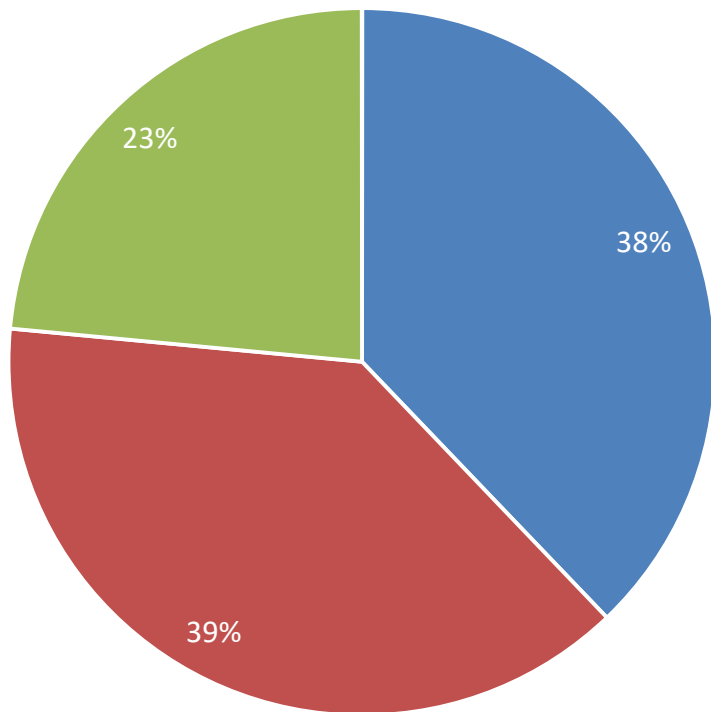
---

- Energieeffektivitet
- Klimateffektivitet
- Framtid och forskning



# Energieffektiva hus

## Energianvändning i Sverige



■ Industri ■ Bostäder och service ■ Transport

- Byggnader står för 30% av Sveriges energianvändning
  - Målet är att ha netto-noll utsläpp 2045
  - 1 kWh  $\approx$  100g CO<sub>2</sub>

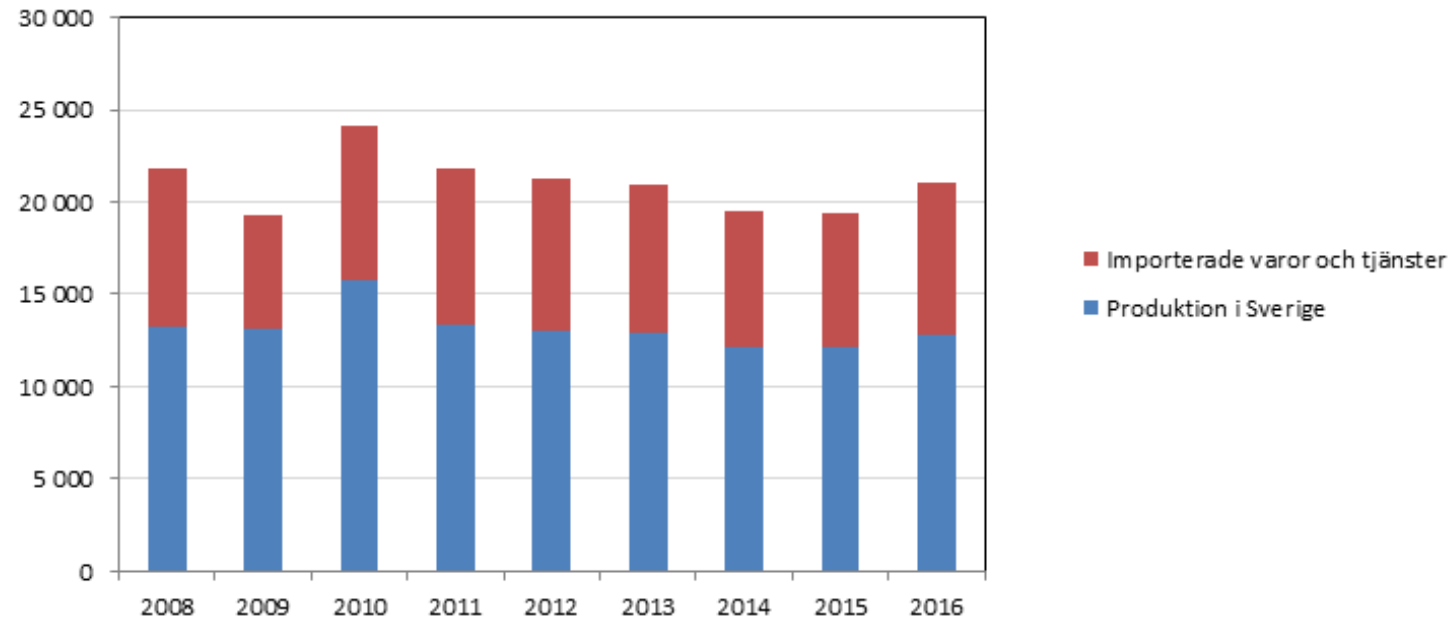
Källa: Energimyndigheten



# Klimateffektiva hus

- Byggsektorn står för 21% av Sveriges utsläpp av växthusgaser
  - Målet är netto-noll utsläpp 2045

Tusen ton CO<sub>2</sub>e

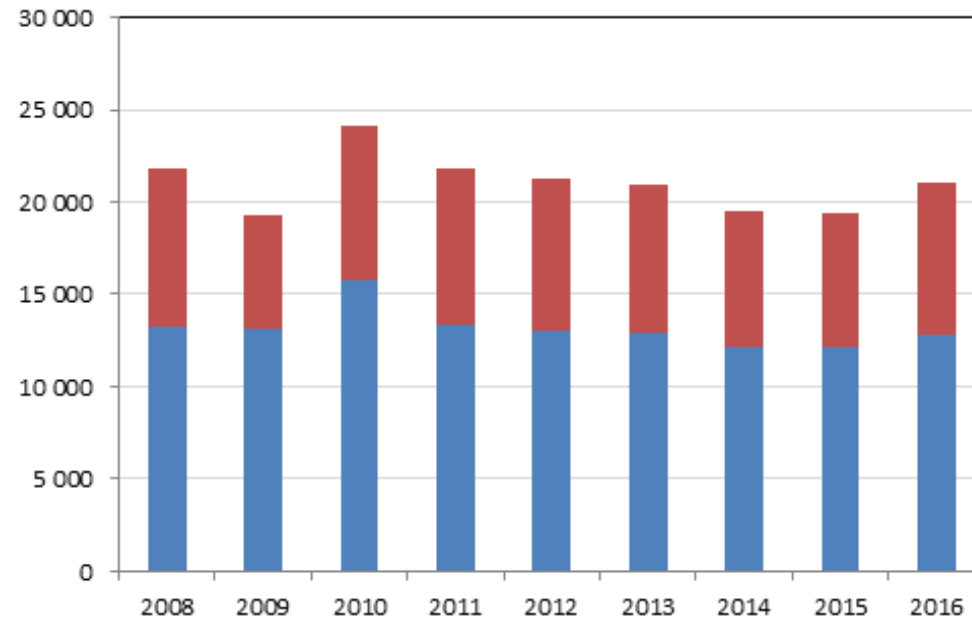


Källa: Boverket

# Klimat effektiva hus

- Byggsektorn står för 21% av Sveriges utsläpp
  - Målet är netto-noll utsläpp 2045

Tusen ton CO<sub>2</sub>e



Källa: Boverket

## Bolagen som släppt ut mest

Utsläpp 2018 (miljoner ton koldioxid)

<b>SSAB</b>	<b>2,77</b>
<b>Cementa</b>	<b>2,20</b>
<b>Preem</b>	<b>2,16</b>
<b>Lulekraft</b>	<b>2,12</b>
<b>Stockholm Exergi</b>	<b>0,86</b>
<b>LKAB</b>	<b>0,68</b>
<b>Borealis</b>	<b>0,64</b>
<b>St1</b>	<b>0,55</b>
<b>E.ON</b>	<b>0,40</b>
<b>Boliden</b>	<b>0,40</b>
<b>Vattenfall</b>	<b>0,38</b>
<b>Tekniska Verken</b>	<b>0,30</b>
<b>Mälarenergi</b>	<b>0,26</b>
<b>Göteborg Energi</b>	<b>0,21</b>
<b>Renova</b>	<b>0,21</b>
<b>SYSAV</b>	<b>0,21</b>
<b>Höganäs</b>	<b>0,20</b>
<b>Nordkalk</b>	<b>0,20</b>
<b>Kubikenborg Aluminium</b>	<b>0,20</b>
<b>Nynas</b>	<b>0,17</b>
<b>Vargön Alloys</b>	<b>0,17</b>
<b>Outokumpu Stainless</b>	<b>0,15</b>
<b>Perstorp Oxo</b>	<b>0,15</b>
<b>SCA</b>	<b>0,14</b>
<b>Fortum</b>	<b>0,13</b>
<b>Kalkproduktion Storugns</b>	<b>0,10</b>

Källa: Naturvårdsverket (ETC)

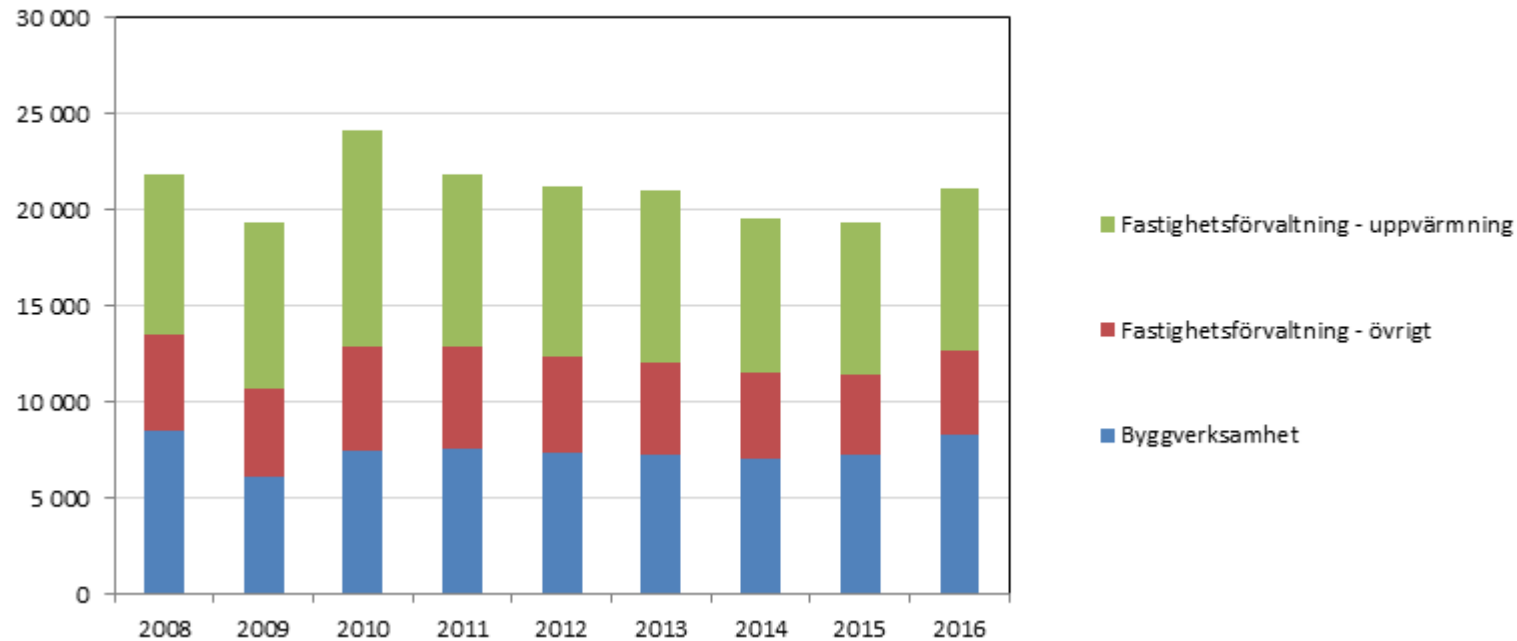


LUNDS  
UNIVERSITET

# Klimateffektiva hus

- Byggsektorn står för 21% av Sveriges utsläpp av växthusgaser
  - Målet är netto-noll utsläpp 2045

Tusen ton CO<sub>2</sub>e



Källa: Boverket



LUNDS  
UNIVERSITET

# Energieffektiva hus

---

- Bättre klimatskal
  - Det som skiljer inne från ute

## Husets värmeläckage

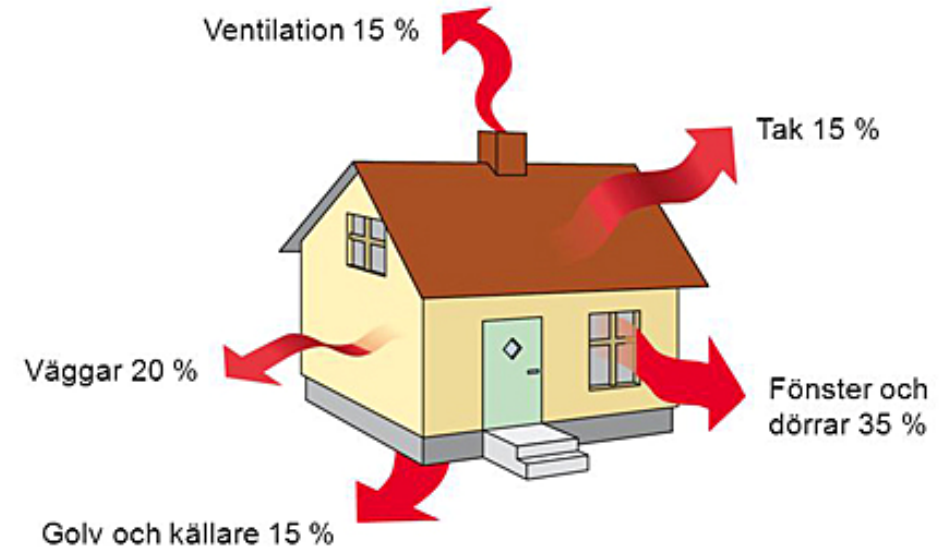


Bild från Luleå kommun





# Energieffektiva hus

---

1880-1950

- Först minskar tjockleken då tillverkningsprocessen blir bättre.
- 6 tum blir succesivt 3 tum.



150 mm



# Energieffektiva hus

---

- Hus börjar isoleras på 50-talet efter krav på värmekomfort.



# Energieffektiva hus

---

- Isolertjockleken ökade sakta de första decennierna



# Energieffektiva hus

---

- Isolertjockleken ökade markant efter energikrisen då oljepriset stiger



200 mm

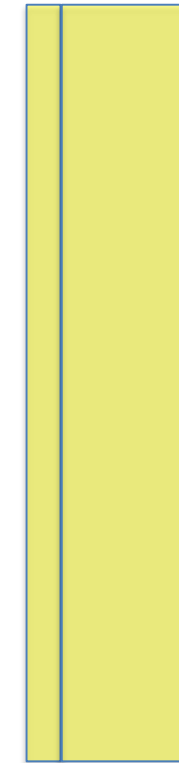


# Energieffektiva hus

---

2006

- BBR – Krav på energianvändning 110 kWh/m<sup>2</sup> i södra Sverige
- Exempelvägg 45+170



215mm



# Energieffektiva hus

---

2009

- Uppdaterade BBR-krav Nu hårdare krav på elvärmda byggnader
- 55 kWh/m<sup>2</sup> i södra Sverige
- Exempelvägg 45+190

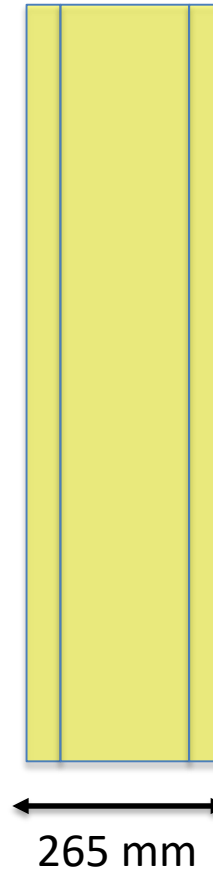


# Energieffektiva hus

---

2012

- Nya BBR-krav. Nu skärpta krav på fjärrvärmda hus
- 55 kWh/m<sup>2</sup> i södra Sverige
- Fuktproblem vid luftspalt
- Exempelvägg 45+170+50



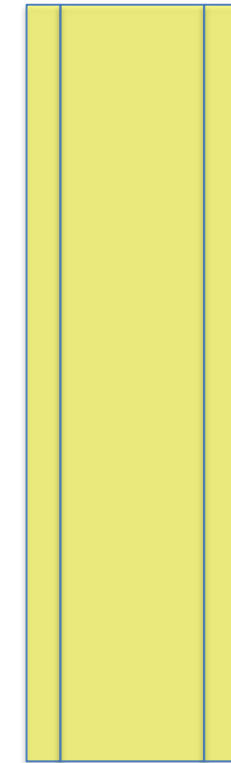
# Energieffektiva hus

---

2015

- skärpta krav på hus längst söderut i klimatzon IV
- 50 kWh/m<sup>2</sup> i södra Sverige

Exempelvägg 45+190+50

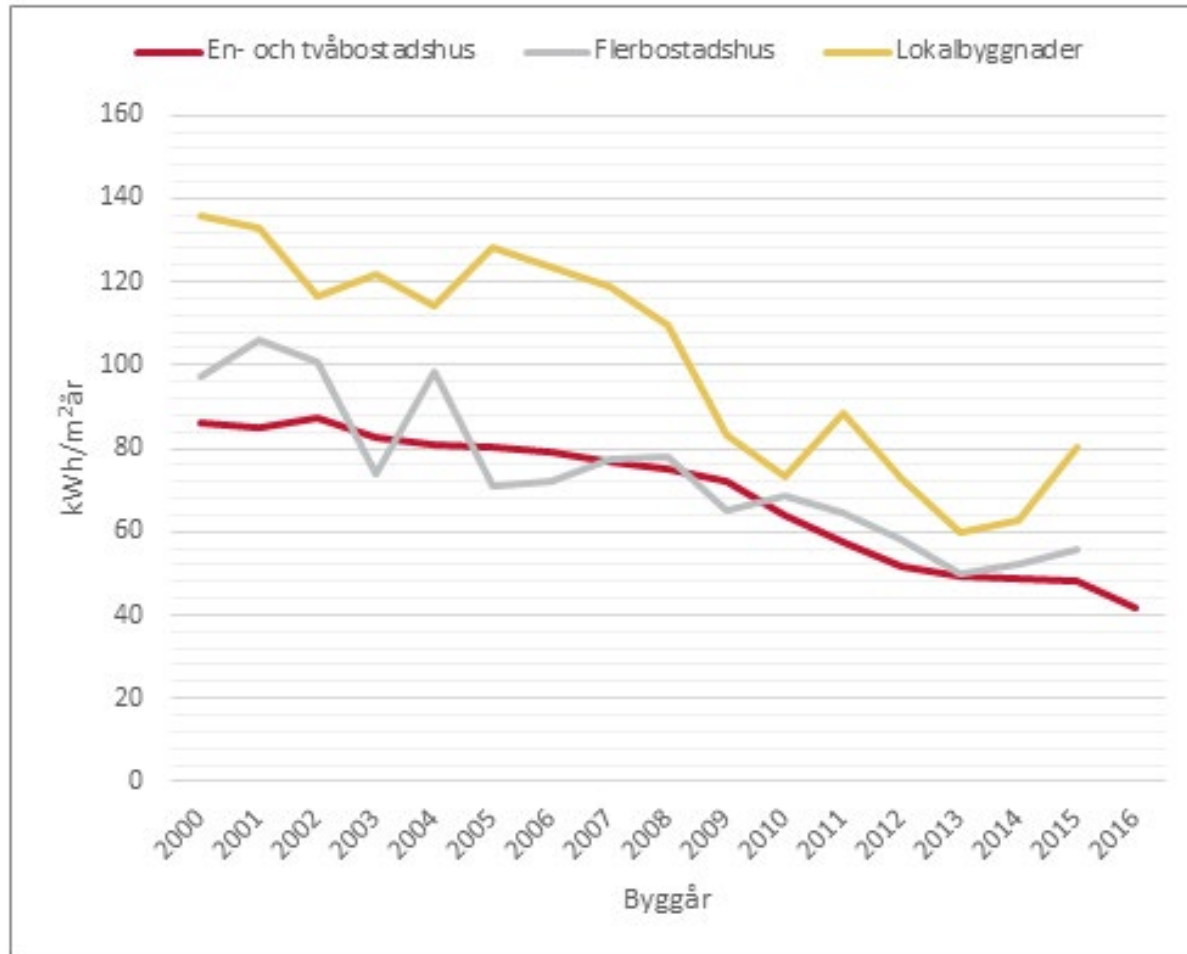


285 mm





# Energieffektiva hus

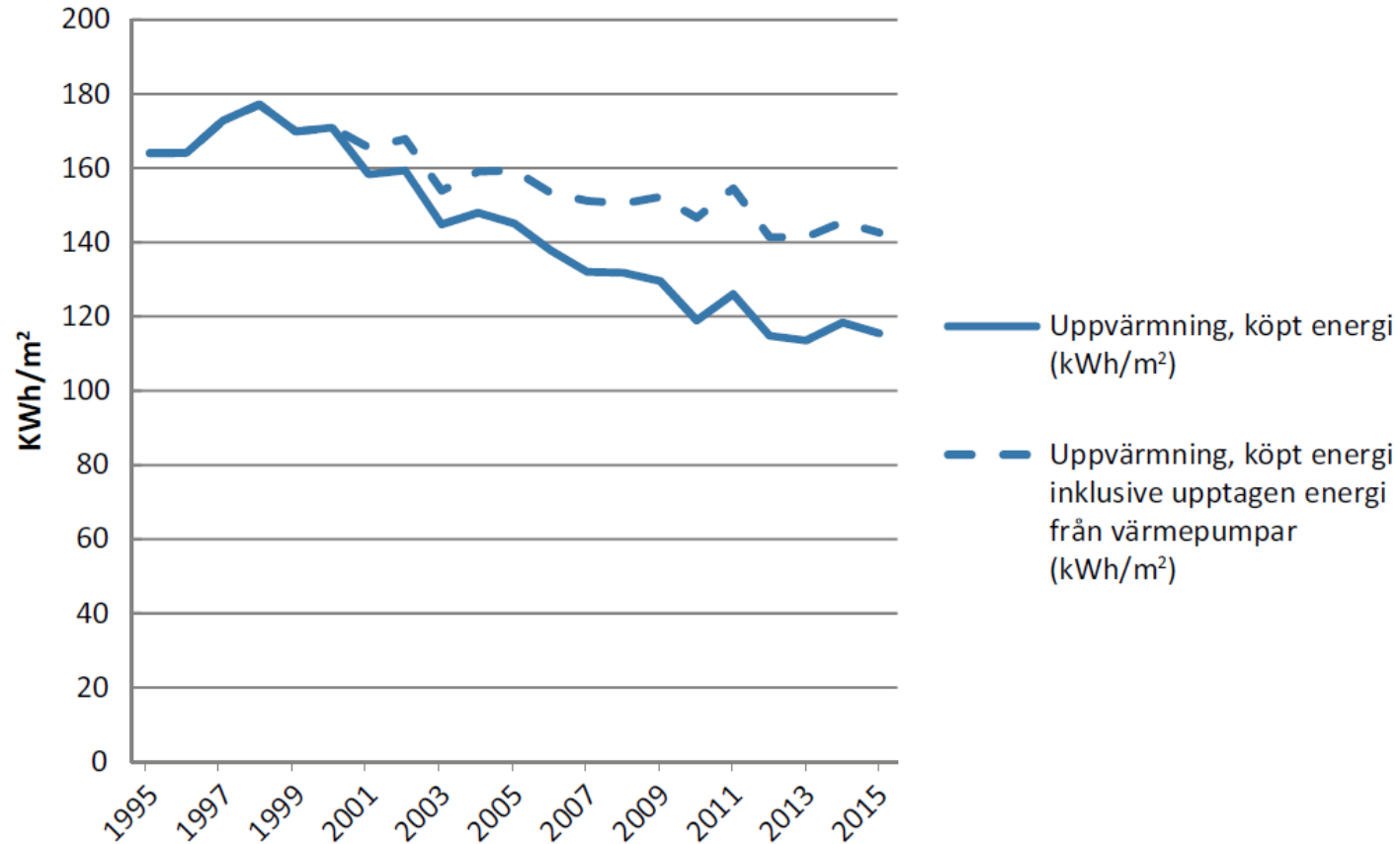


- Specifik energianvändning för nybyggda (elvärmade) hus
- Nästa krav 2021 blir 50 kWh/m<sup>2</sup>

Källa: Boverket

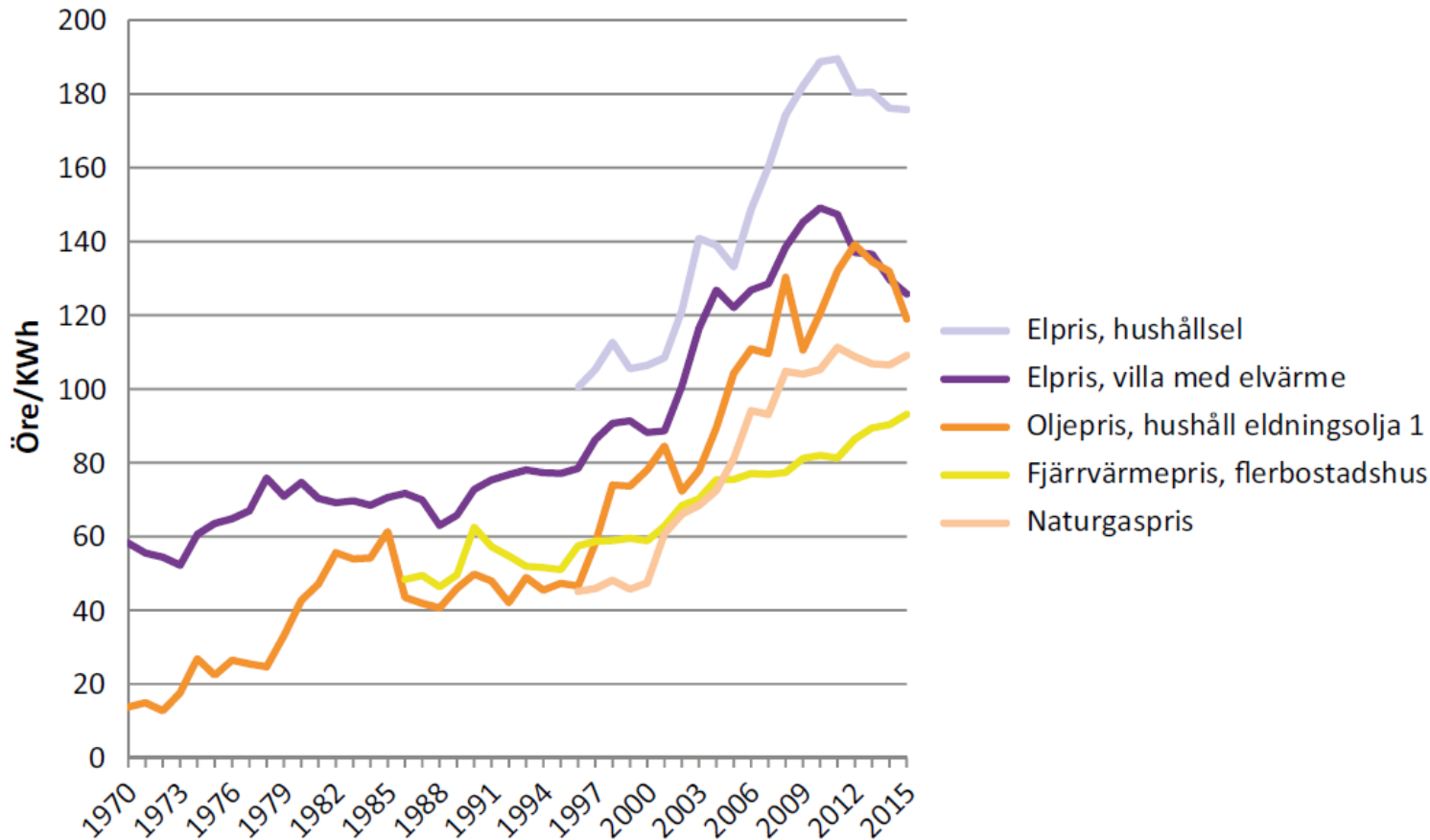


# Energieffektiva hus



- I genomsnitt drar ett småhus ca 120 kWh/m<sup>2</sup> år
- Minskande trend sedan 98

# Energieffektiva hus



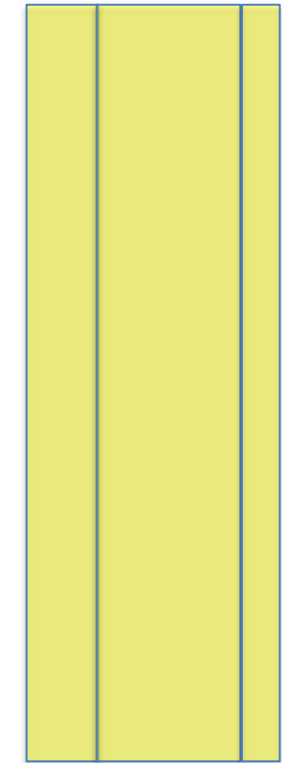
- Elpriset har ökat mycket sedan 1995
- Troligen förklaringen till att folk byter från direktverkande el till värmepumpar

# Energieffektiva hus

---

2021 NNE

- 45 kWh/m<sup>2</sup> i södra Sverige
- Exempelvägg 95+190+50



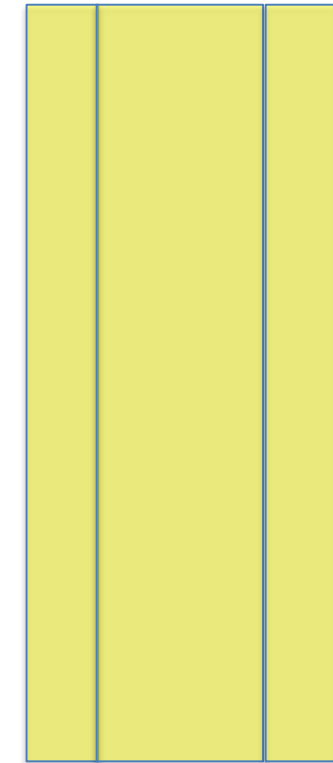
300-350 mm



# Energieffektiva hus

---

- Vad blir nästa krav?

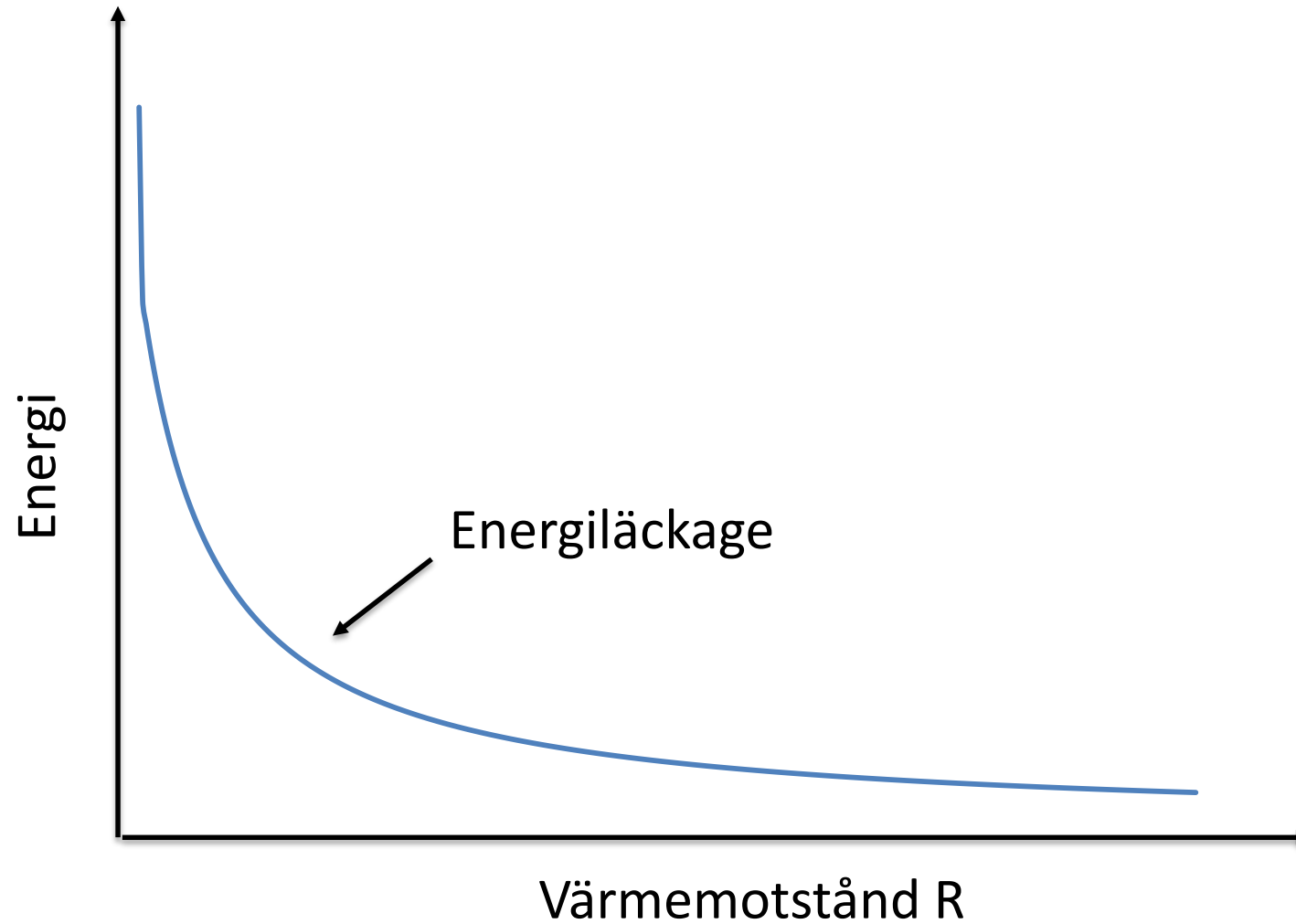


X-? mm



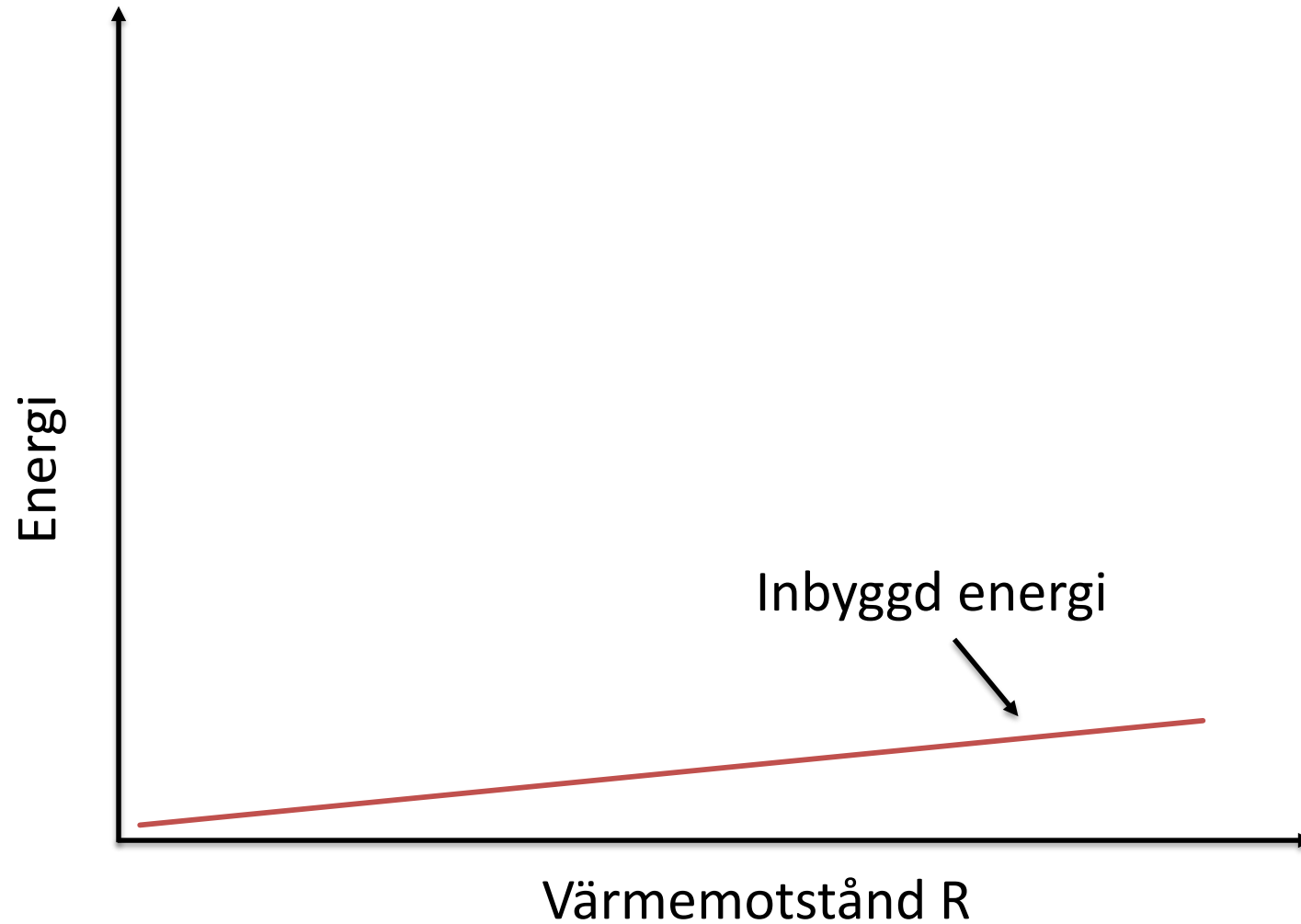
# Klimateffektiva hus

---



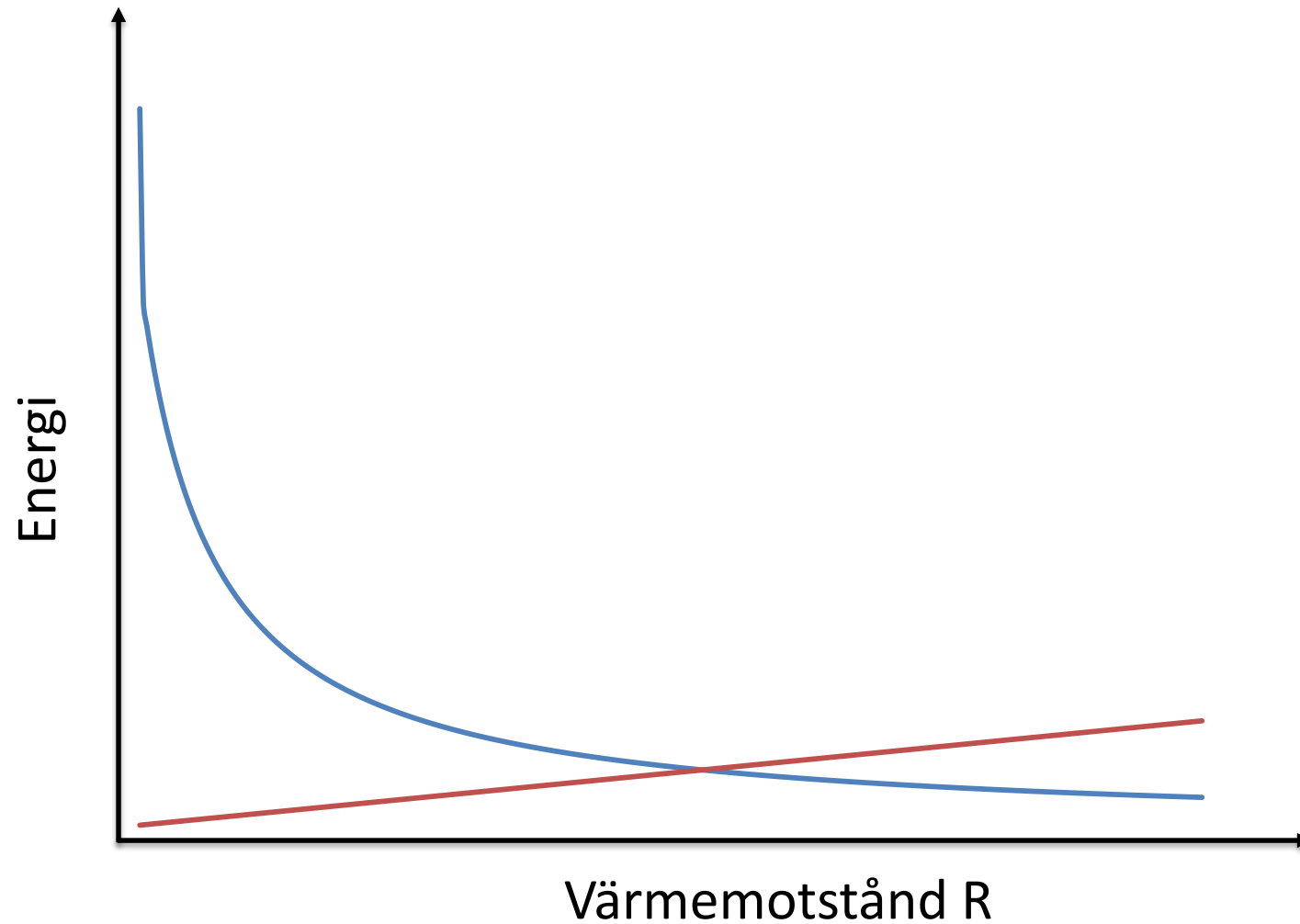
# Klimateffektiva hus

---



# Klimateffektiva hus

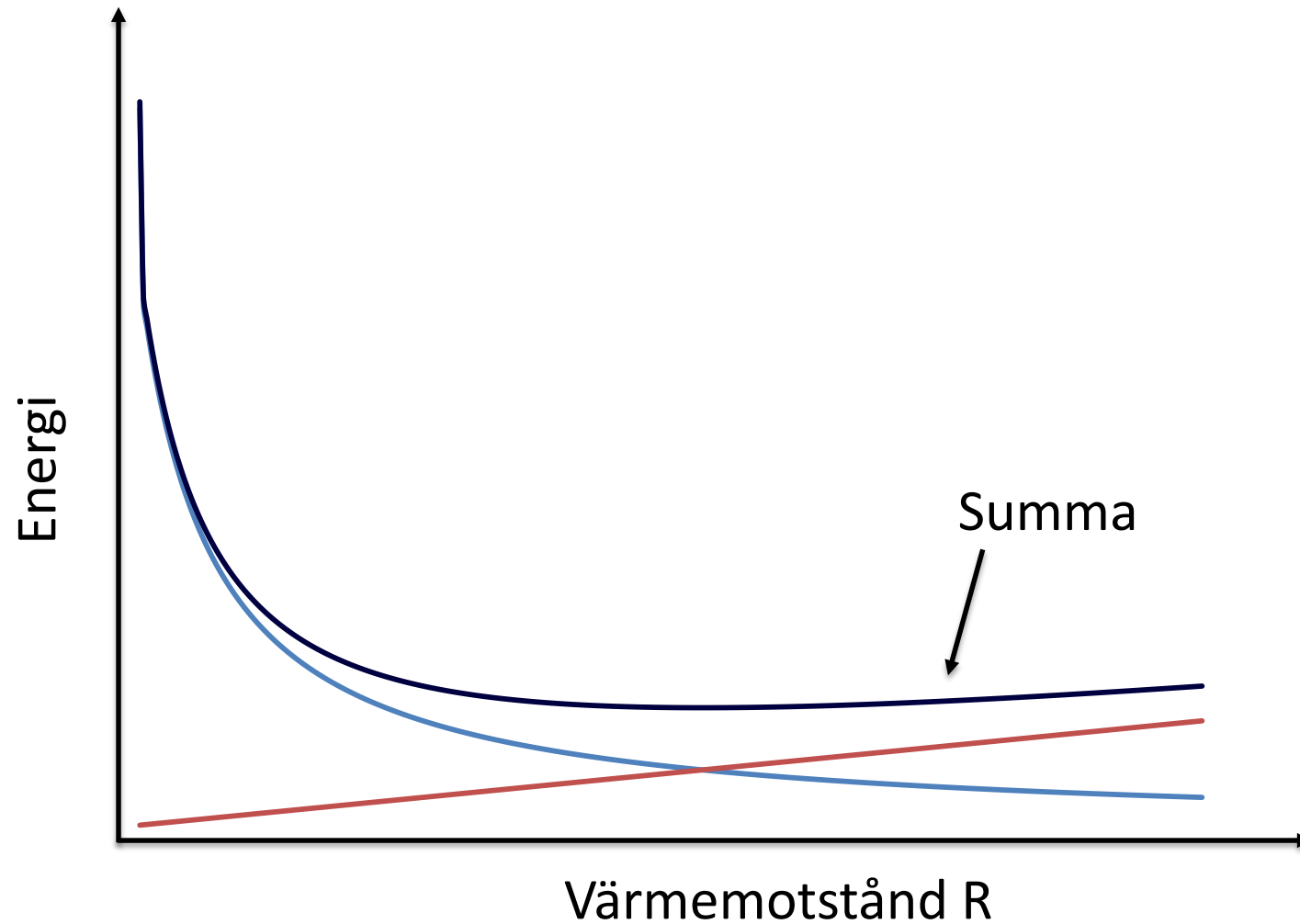
---





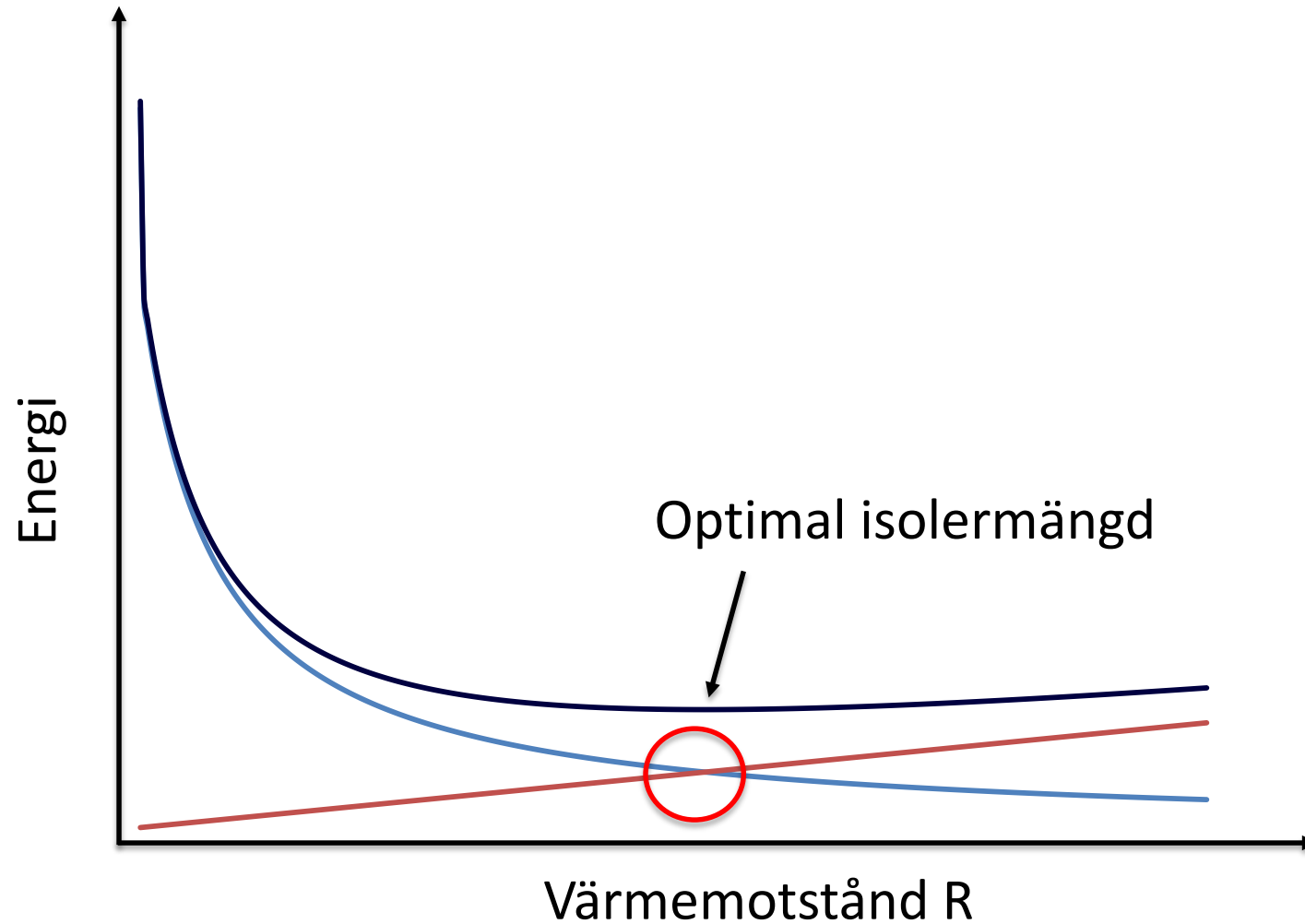
# Klimateffektiva hus

---

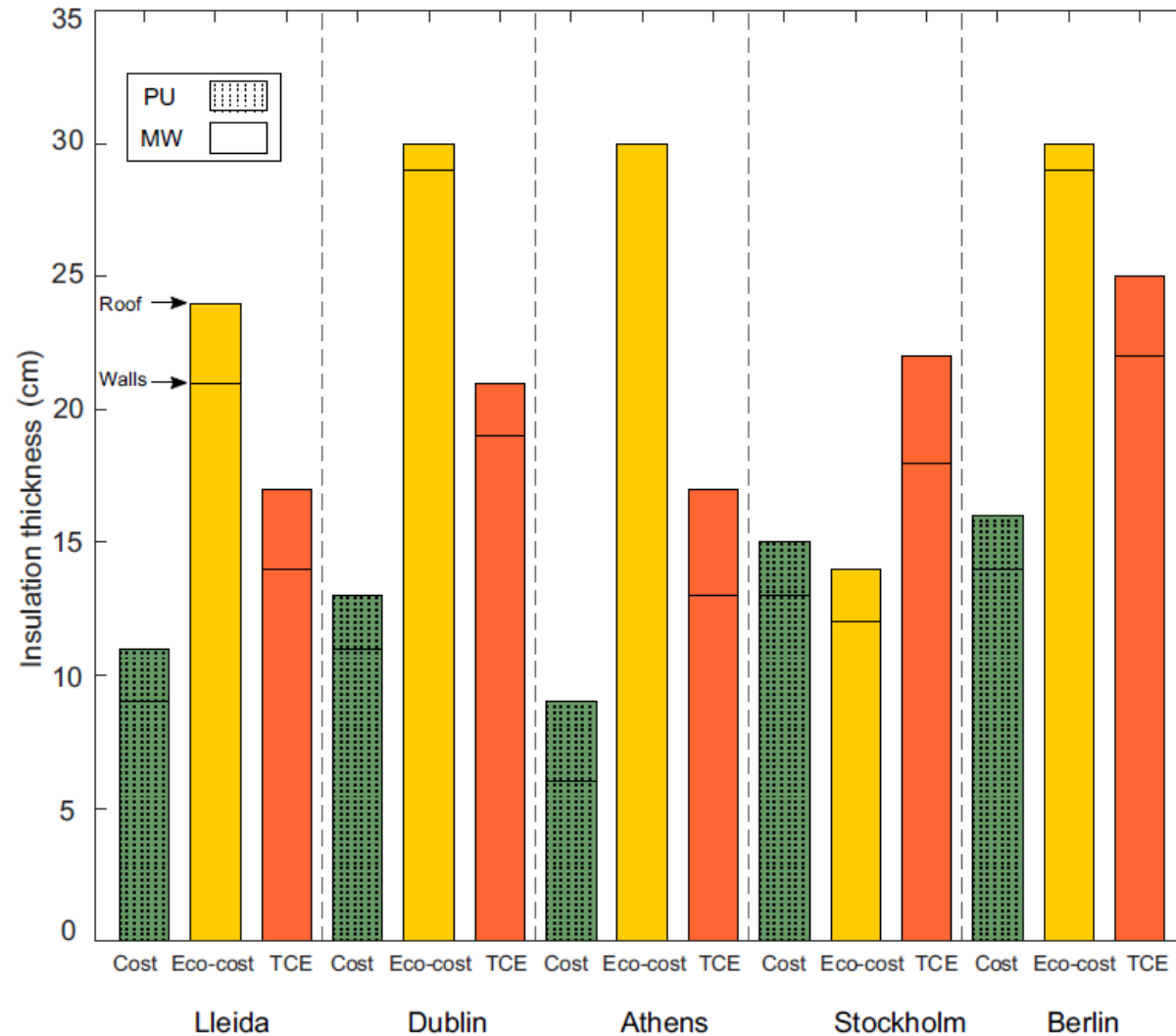


# Klimateffektiva hus

---



# Klimateffektiva hus

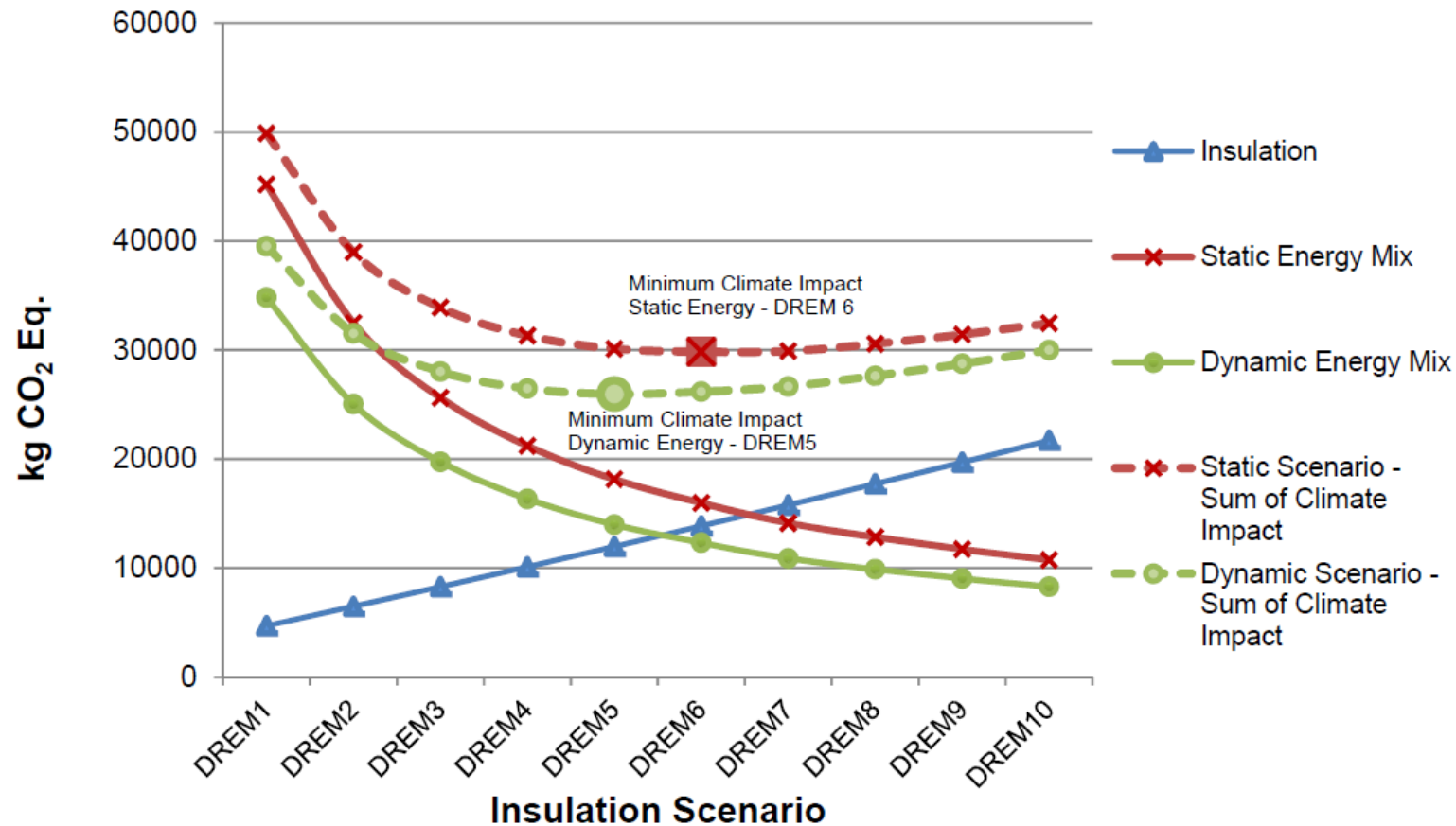


- Sydeuropeiskt perspektiv
- Ska vi tänka på miljön borde vi inte isolera mer än 120mm i Stockholm
- Detta då vi har så ren energi jämfört med övriga Europa

Källa: J.Carreras et al.



# Klimateffektiva hus



- Här är en LCA från Danmark, gjord för ett danskt "standard-hus"
- DREM1
  - 100mm isolering i vägg
- DREM5
  - 300mm isolering i vägg
- DREM8
  - 450mm isolering i vägg

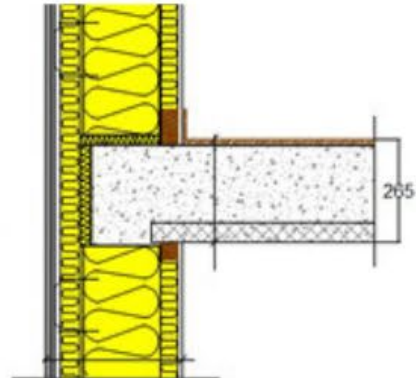
Källa: J.L Sohn et al.



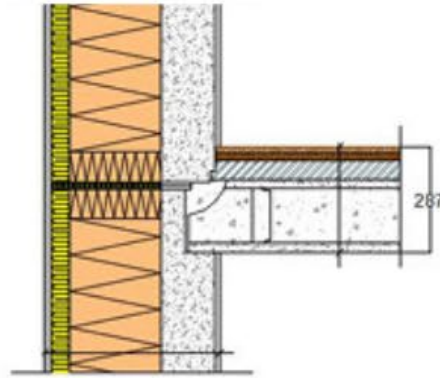
# Klimateffektiva hus



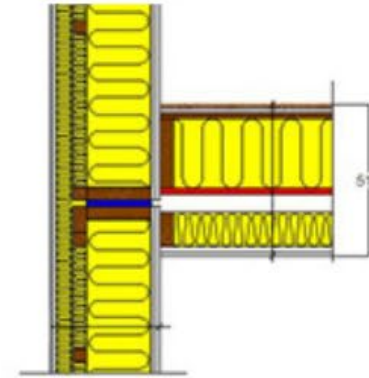
Skanska



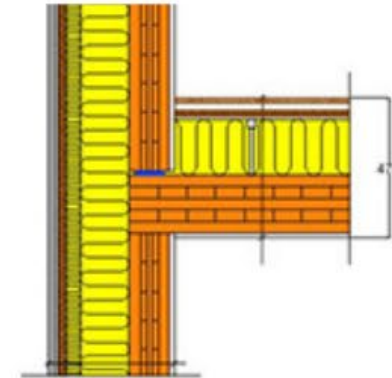
NCC



Strängbetong



Lindbäcks



Stora Enso

[Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> atemp]

**Summa:** 550  
**Byggskede:** 331  
**Procent:** 60%

506  
 290  
 57%

482  
 272  
 56%

445  
 223  
 50%

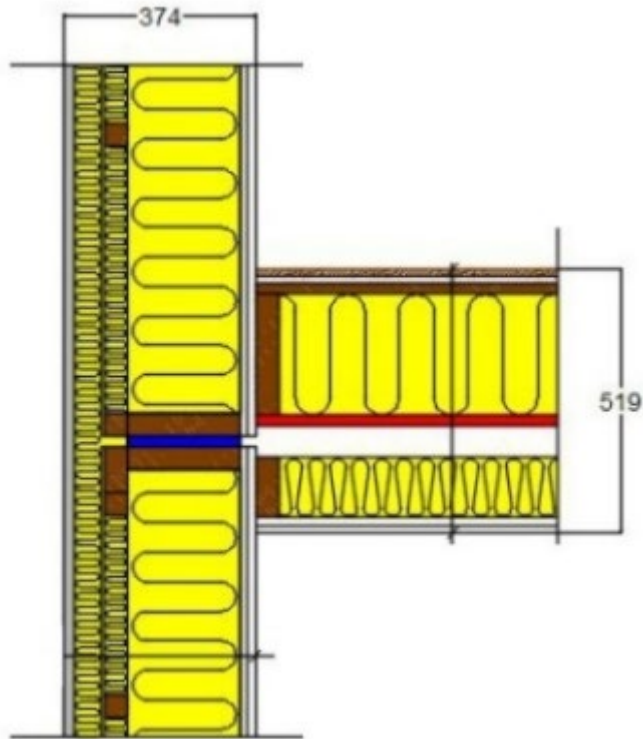
441  
 223  
 51%

Källa: IVL



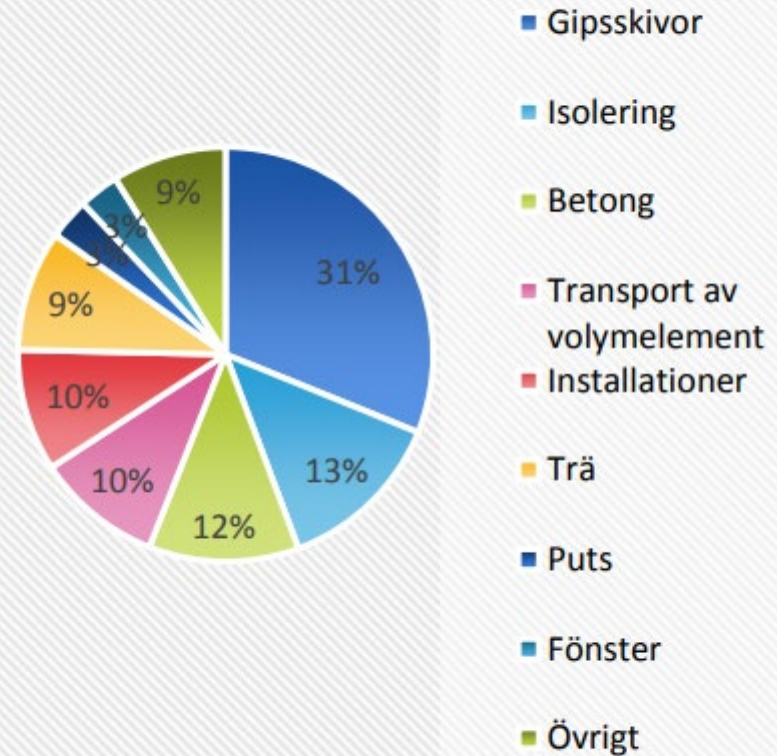
**LUNDS**  
 UNIVERSITET

# Klimateffektiva hus



Modulhus med träregelstomme

## Volymelement i trä

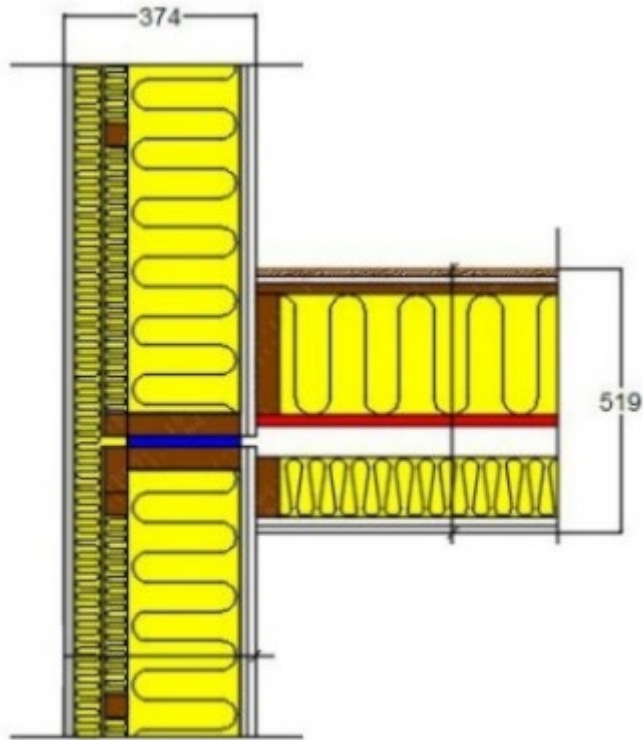


Källa: IVL

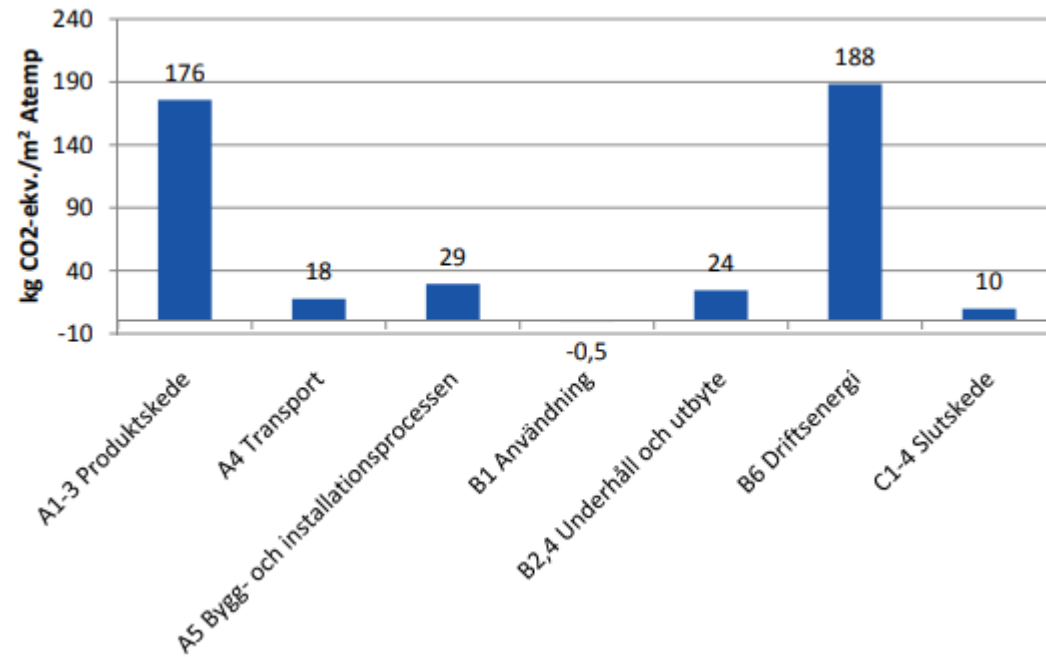


LUNDS  
UNIVERSITET

# Klimateffektiva hus



Modulhus med träregelstomme

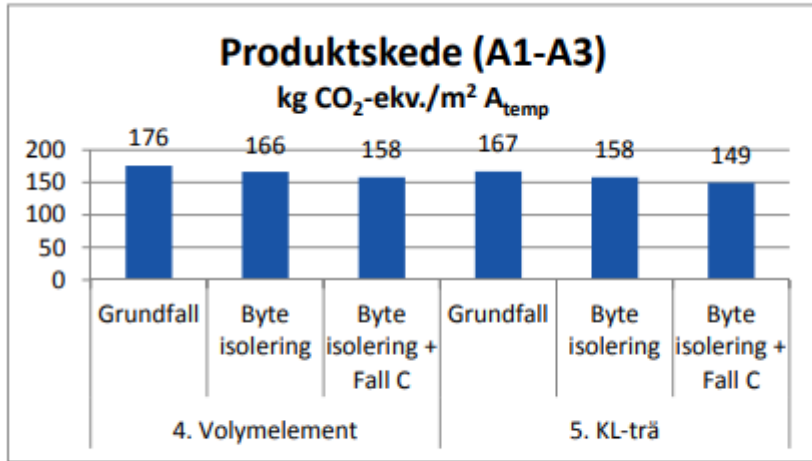


Källa: IVL

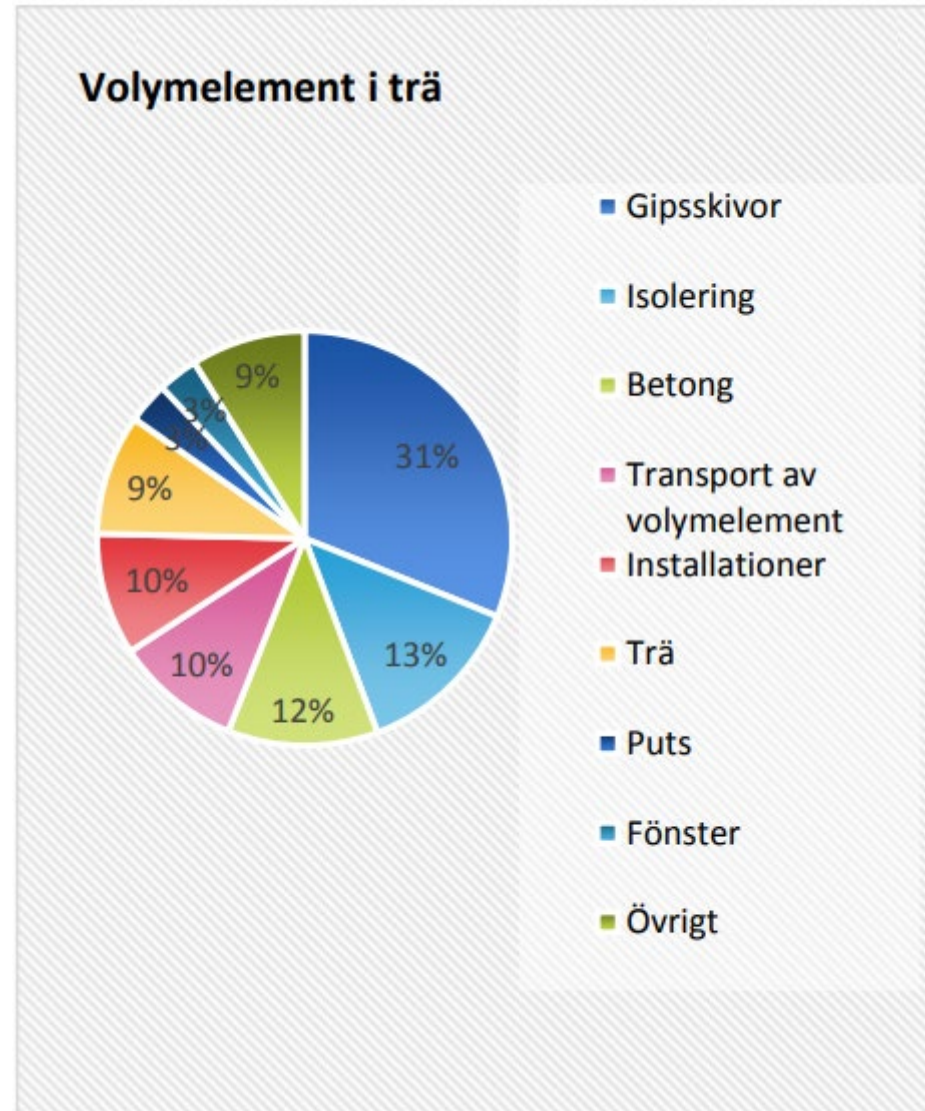


LUNDS  
UNIVERSITET

# Klimateffektiva hus



**Figur 29.** Potentialer till förbättring av produktskedet hos de träbaserade byggsystemen vid byte till glasullsisolering med hög klimatprestanda, samt klimatförbättrad betong enligt Fall C i plattan på mark.

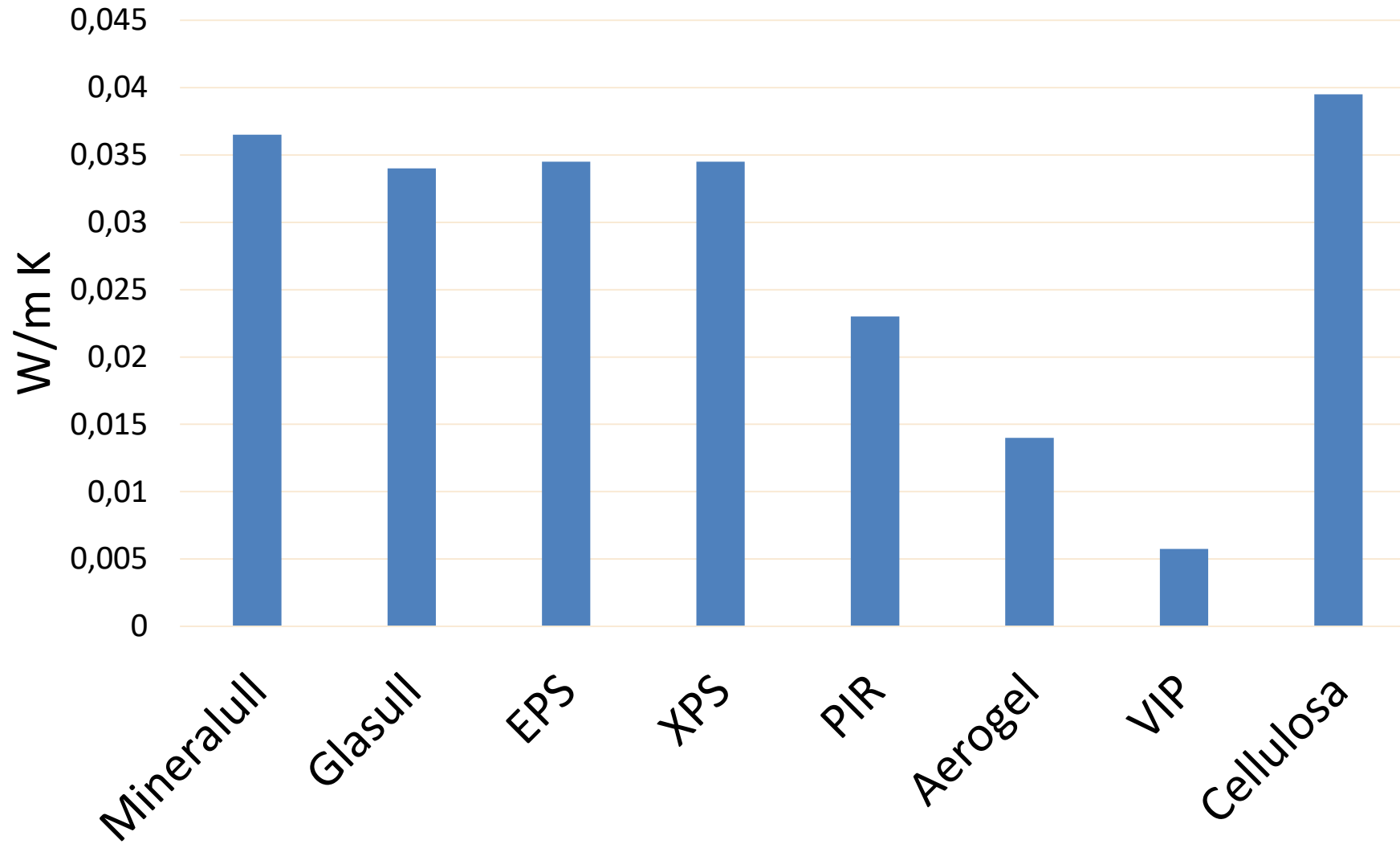


Källa: IVL

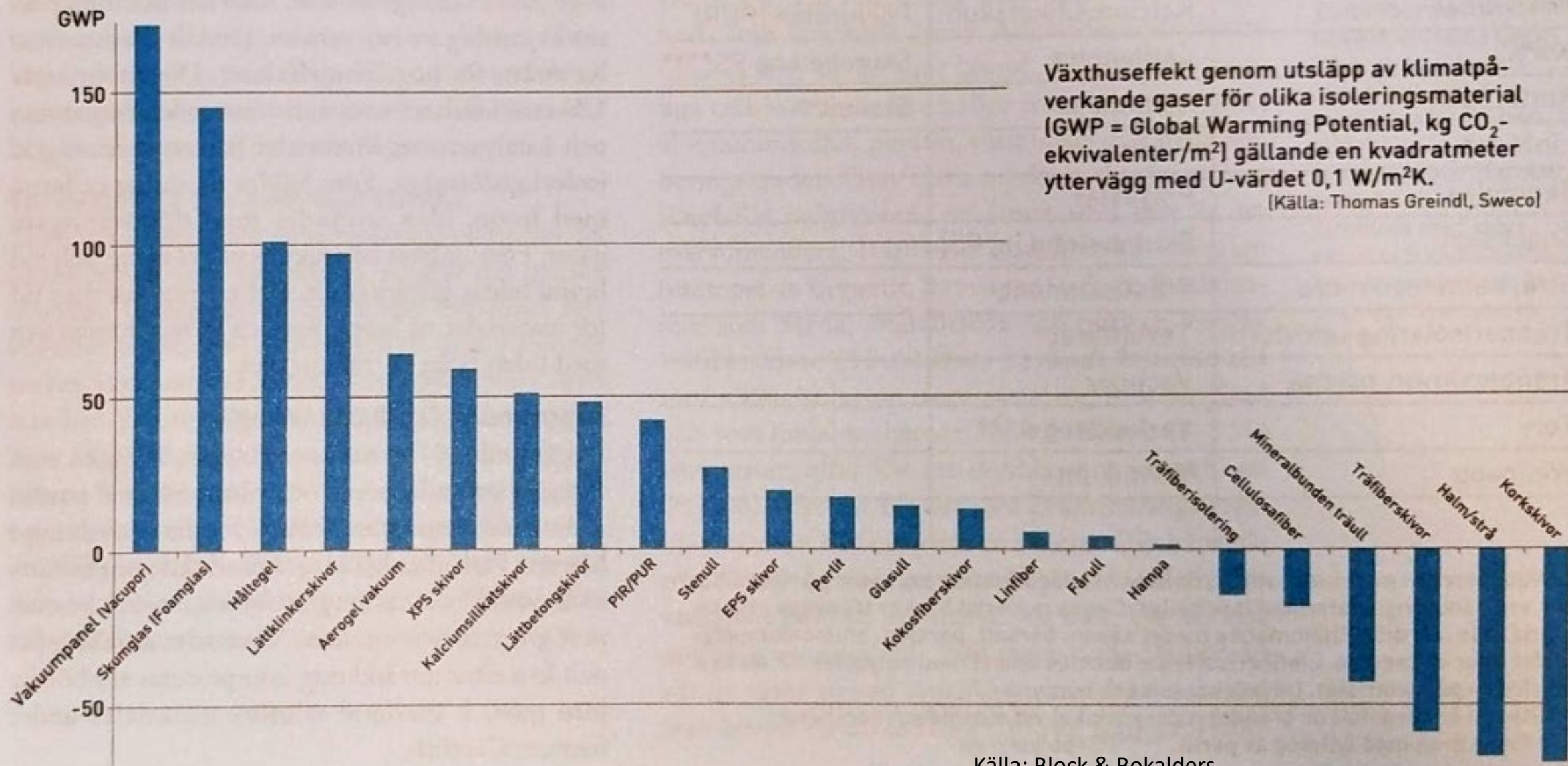




# Värmekonduktivitet $\lambda$



# GWP (Global Warming Potential)



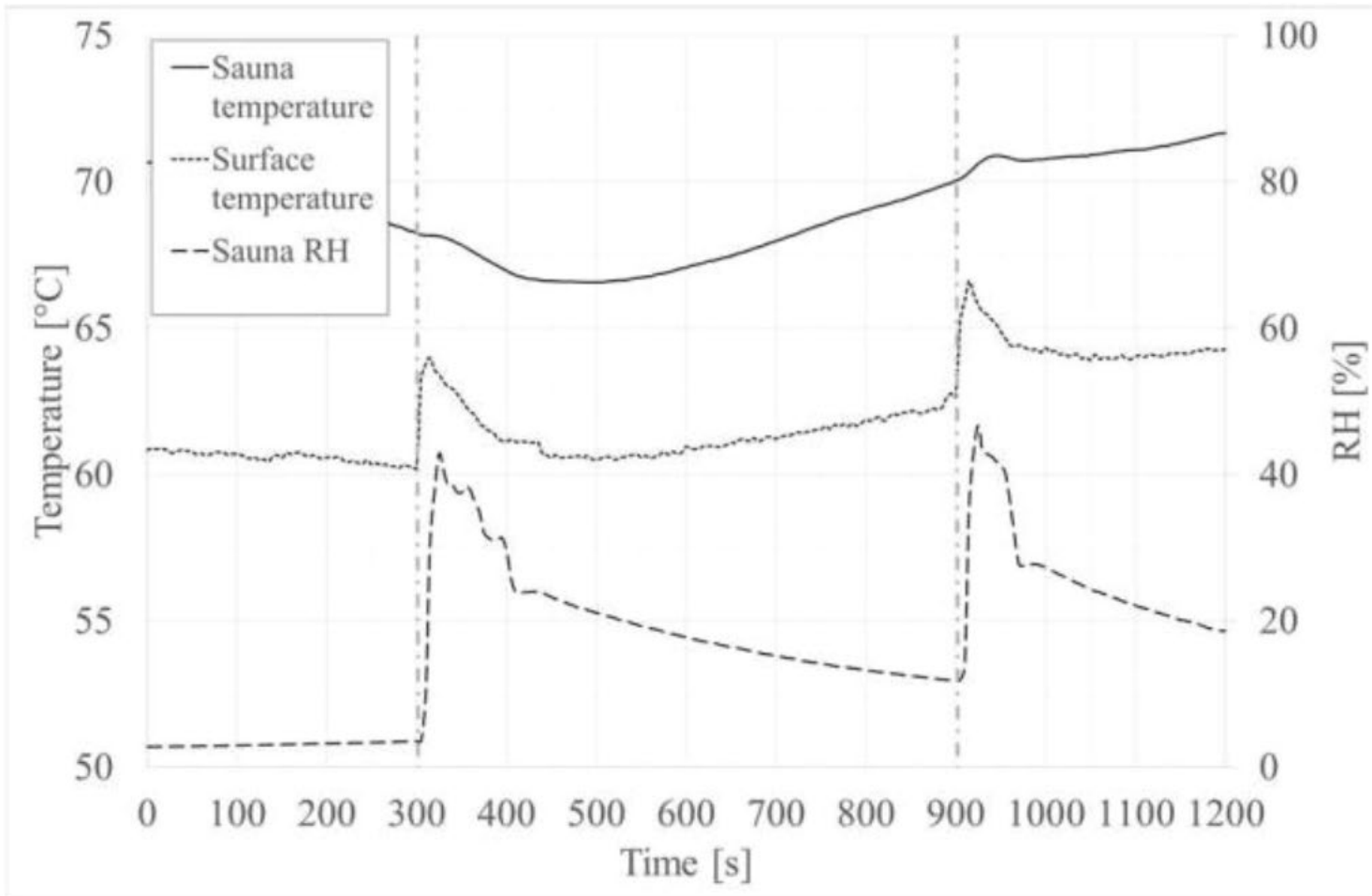
# Klimat effektiva hus

---

- Ca 15-20tusen bostäder byggs med träregelstomme
  - Om hälften skulle gå över till en biobaserad isolering skulle vi minska klimatavtrycket med 24 300 ton CO2 ekv per år
- Energiprestandan då?



# Klimat effektiva hus



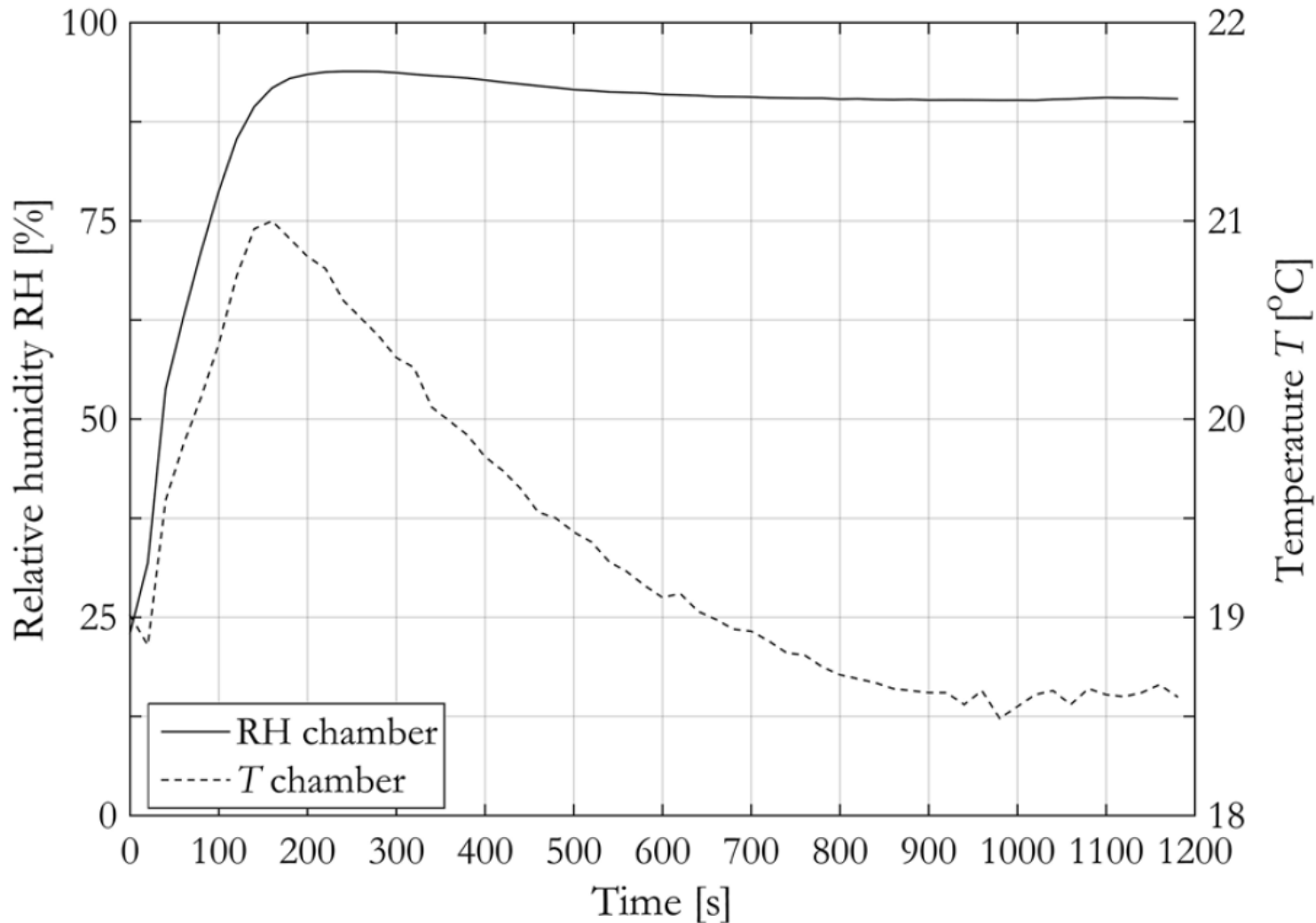
- "Sauna physics" (bastu-fysik)
- Vatten hålls på vid vertikala sträck

Källa: K.Nore et al.



LUNDS  
UNIVERSITET

# Klimateffektiva hus

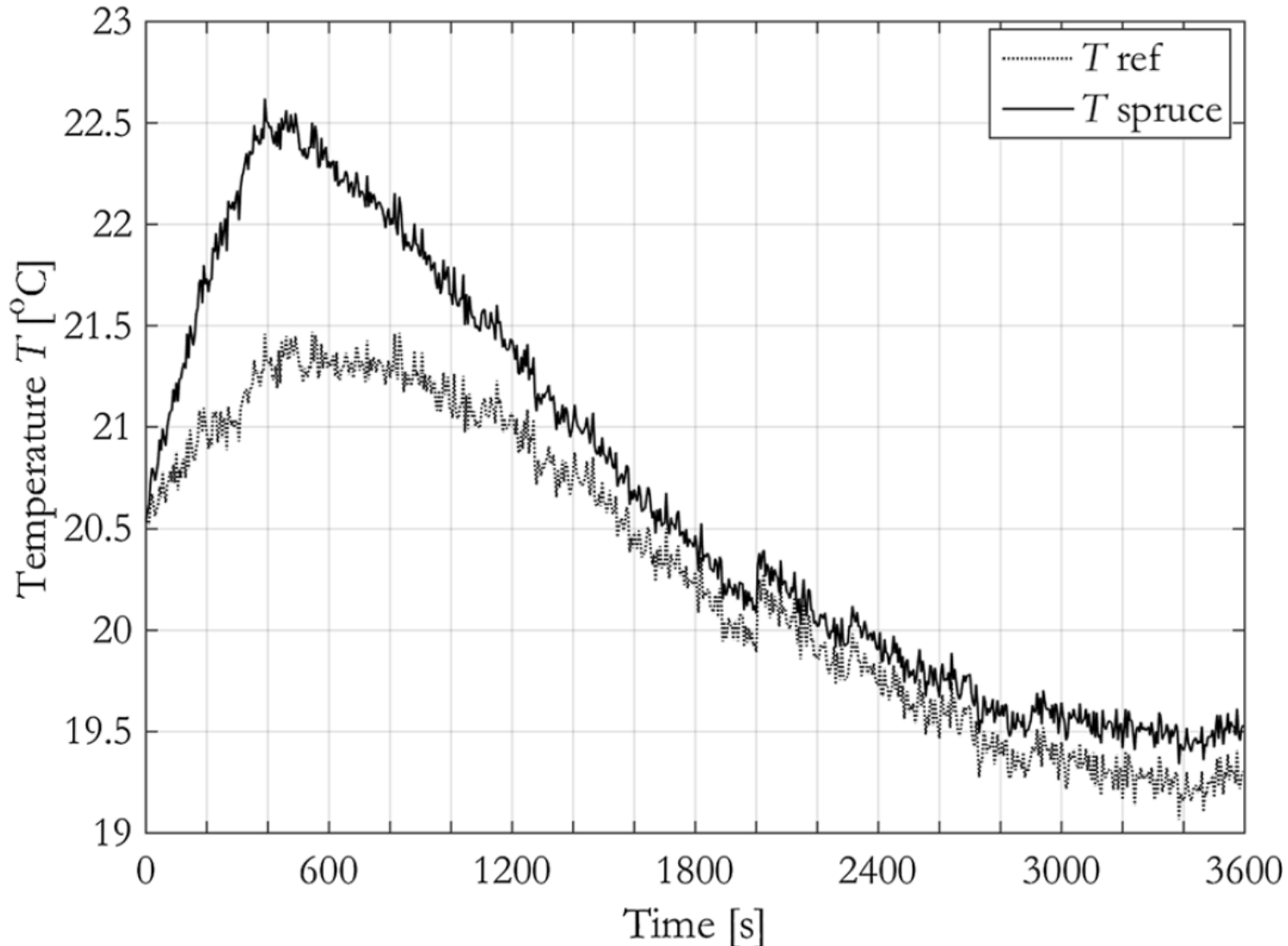


- Trä i klimatkammare
  - Två bitar gran
  - En av bitarna är inkapslad och får inte fuktbuffra
- Ökande relativ luftfuktighet

Källa: D. Kraniotis et al.



# Klimateffektiva hus

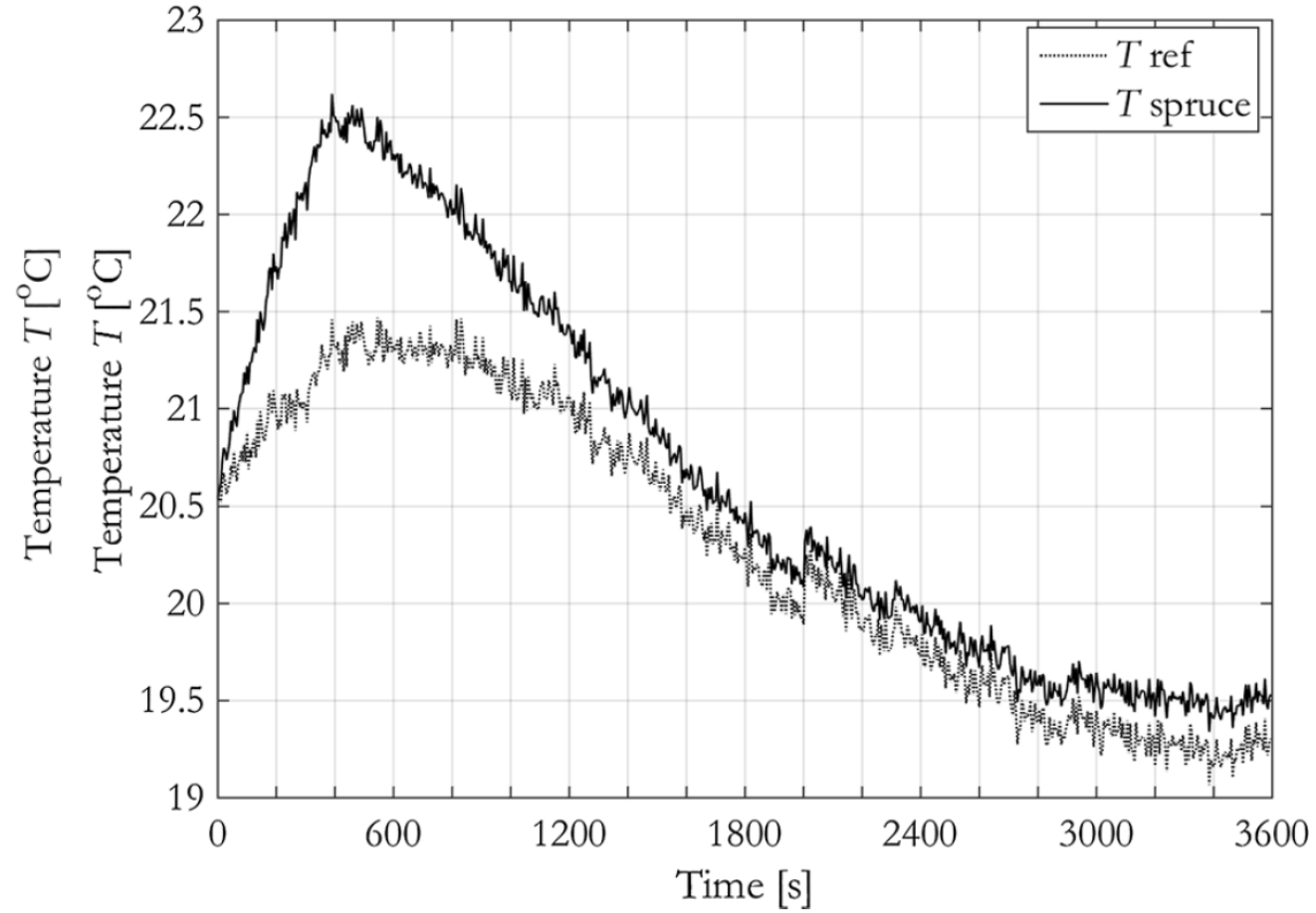
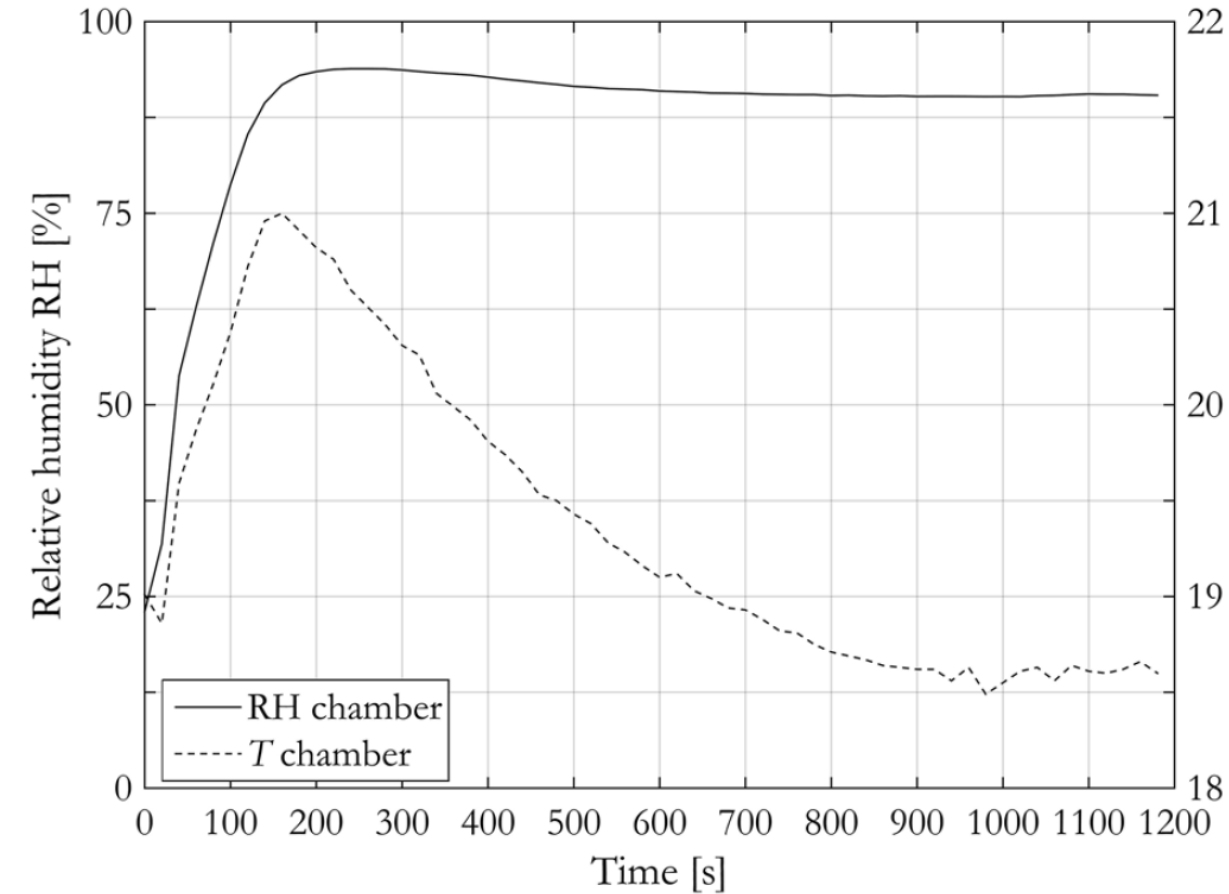


- Yttemperaturen på träbitarna
  - $T_{spruce}$  är temperaturen för den biten som får fuktbuffra
  - $T_{ref}$  är kontrollbiten som inte får fuktbuffra

Källa: D. Kraniotis et al.

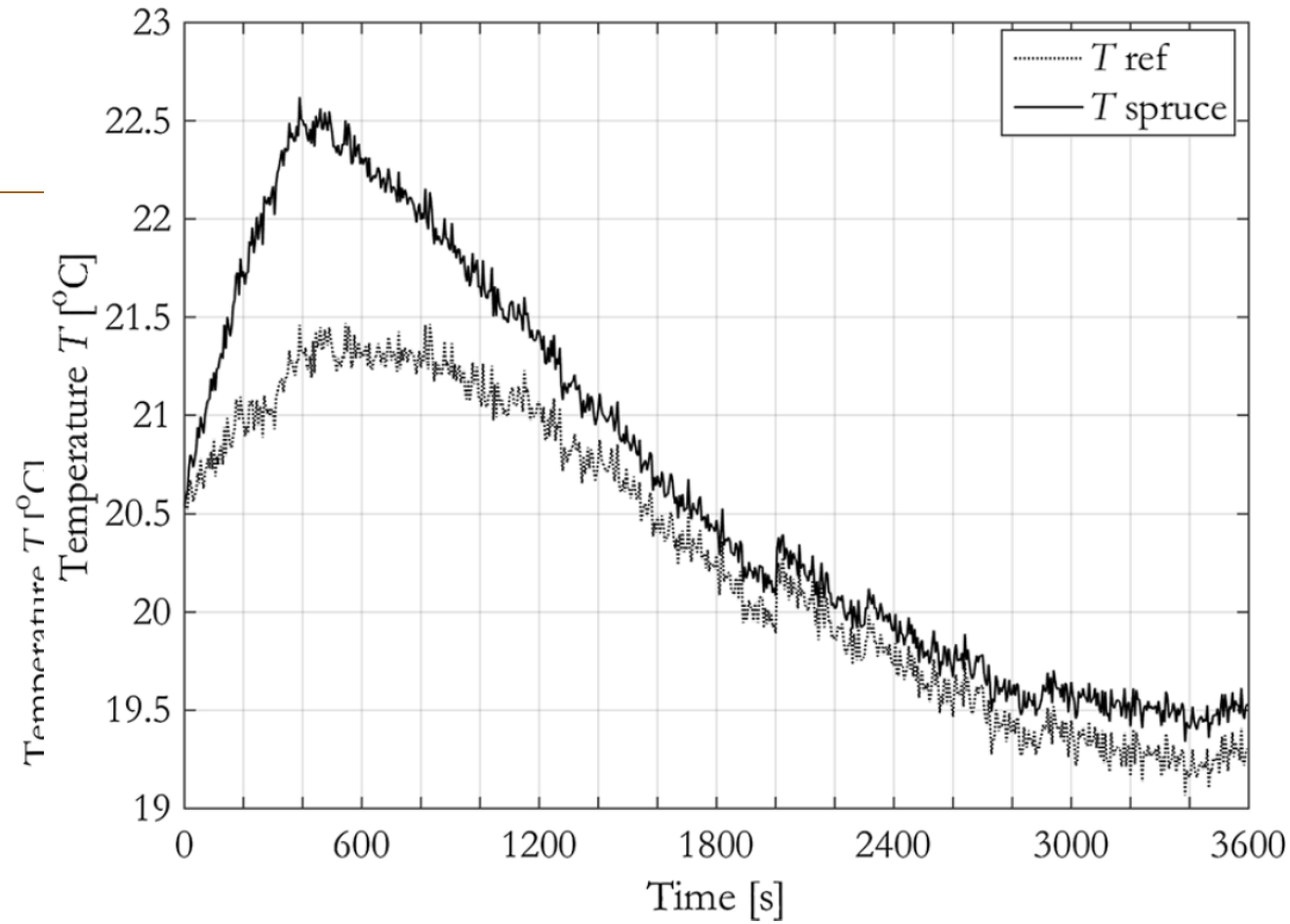
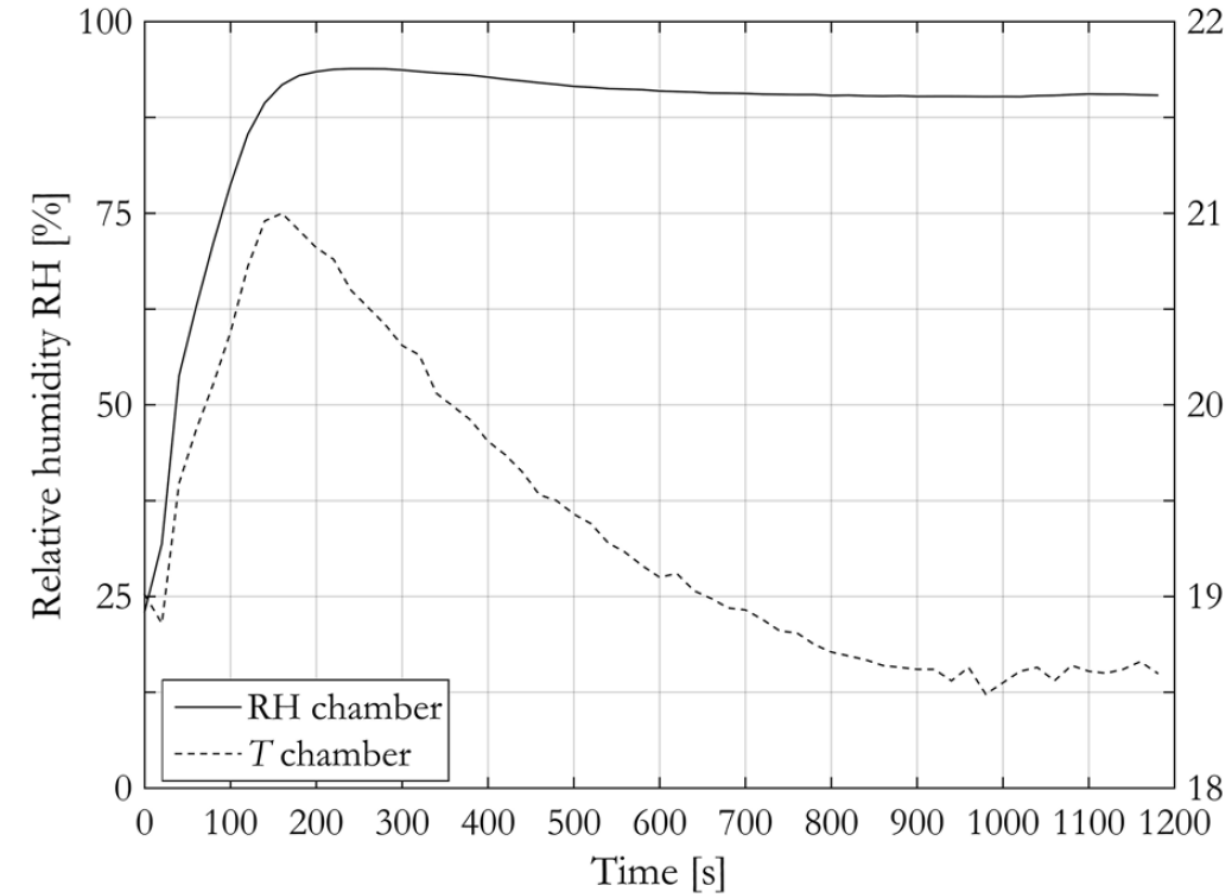


# Klimat effektiva hus



Källa: D. Kraniotis et al.

# Klimateffektiva hus



Källa: D. Kraniotis et al.



LUNDS  
UNIVERSITET



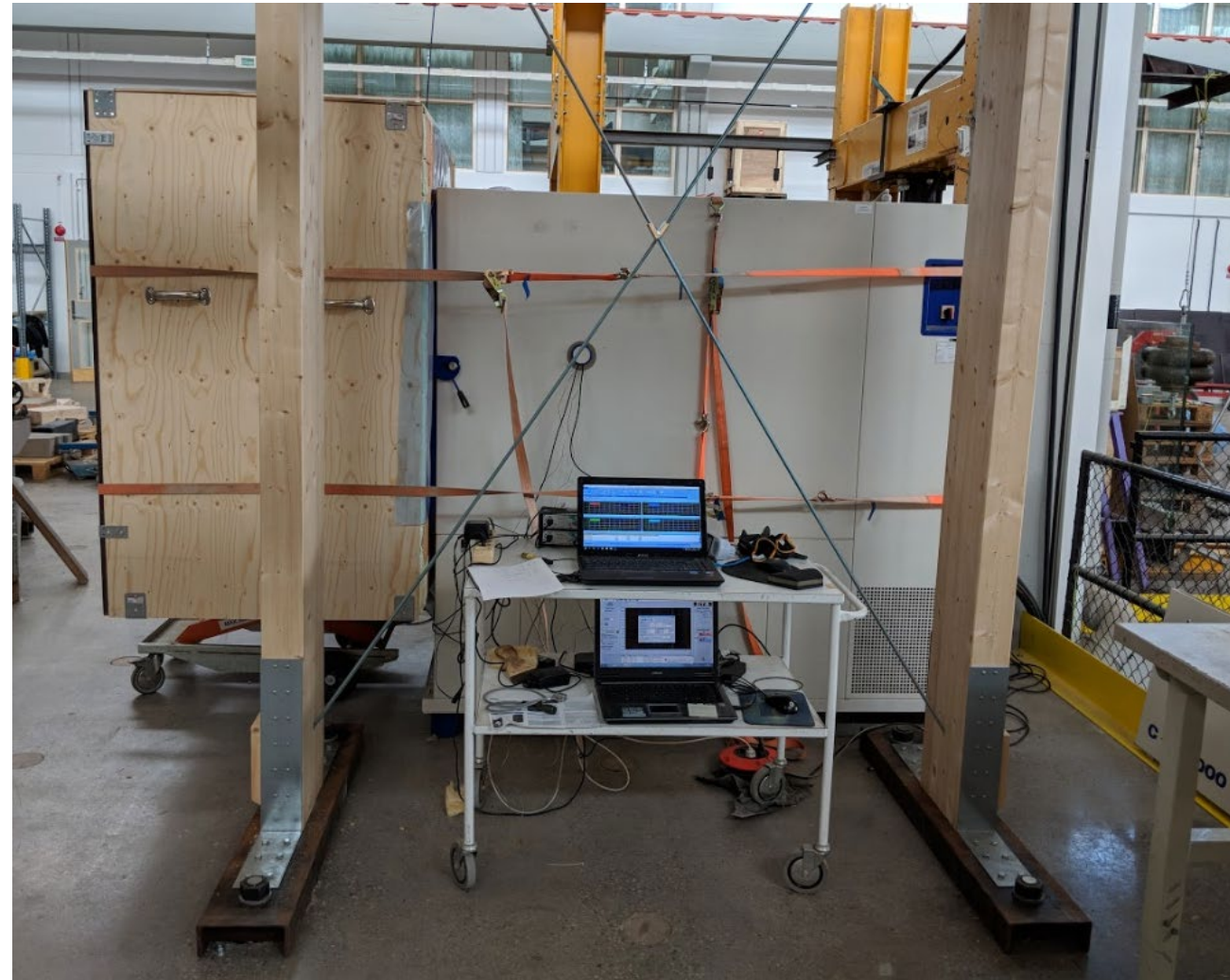
# Försök

---

- Försök på LTH
  - Inneklimat
  - Provkropp
  - "Realistiskt" uteklimat

Mäter u-värde ( $1/R$ )

Lågt = bra



# Försök

---

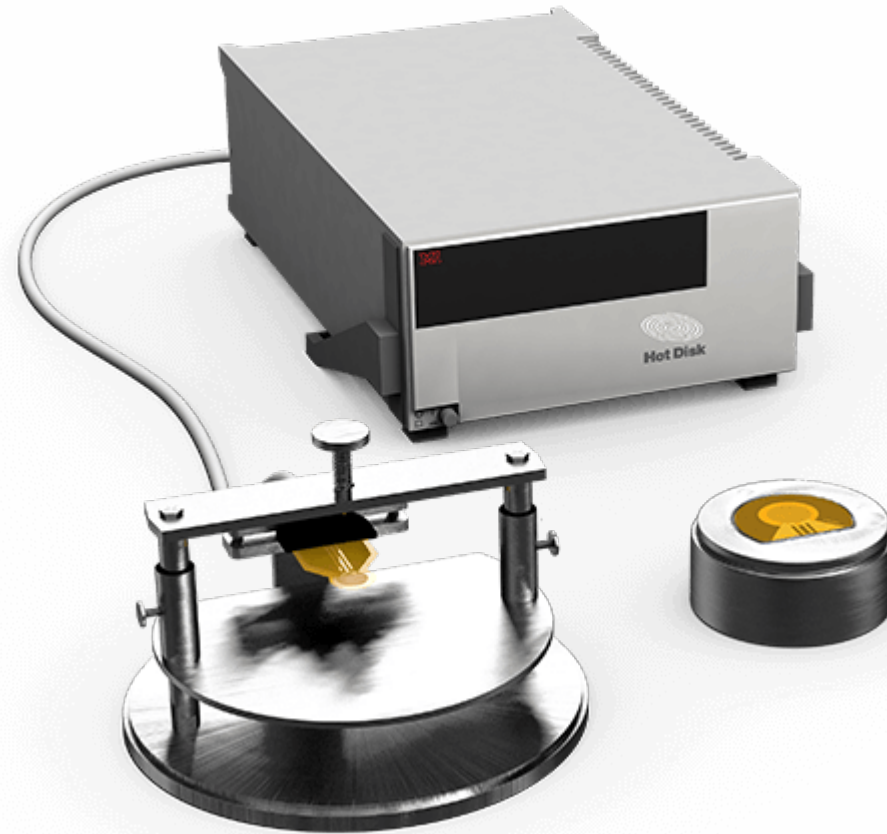
- Testat 3 olika "väggar" alla 1 x 1 meter
  - 45mm träfiberisolering, med/utan OSB
  - 50mm XPS
  - 50mm Mineralull



# HotDisk

---

- Mäter lambda-värdet
  - Värmekonduktivitet
  - ”Ledningsförmåga”
    - » Lågt = bra



# Preliminära resultat - Slutsatser

---

- Bio-baserade väggen presterar mycket bättre än genom att bara mäta "lambda" värdet
  - Särskilt med en OSB-skiva bakom
- Idag tillgängliga biobaserade skivmaterial, presterar lika bra (eller bättre) än fossilbaserade material





# LUNDS UNIVERSITET

Oskar Ranefjärd

[oskar.ranefjard@kstr.lth.se](mailto:oskar.ranefjard@kstr.lth.se)