

Klimatskalets betydelse för energianvändningen

Eva-Lotta Kurkinen
RISE Byggnadsfysik och Innemiljö
eva-lotta.kurkinen@ri.se



Energianvändning i byggnaden

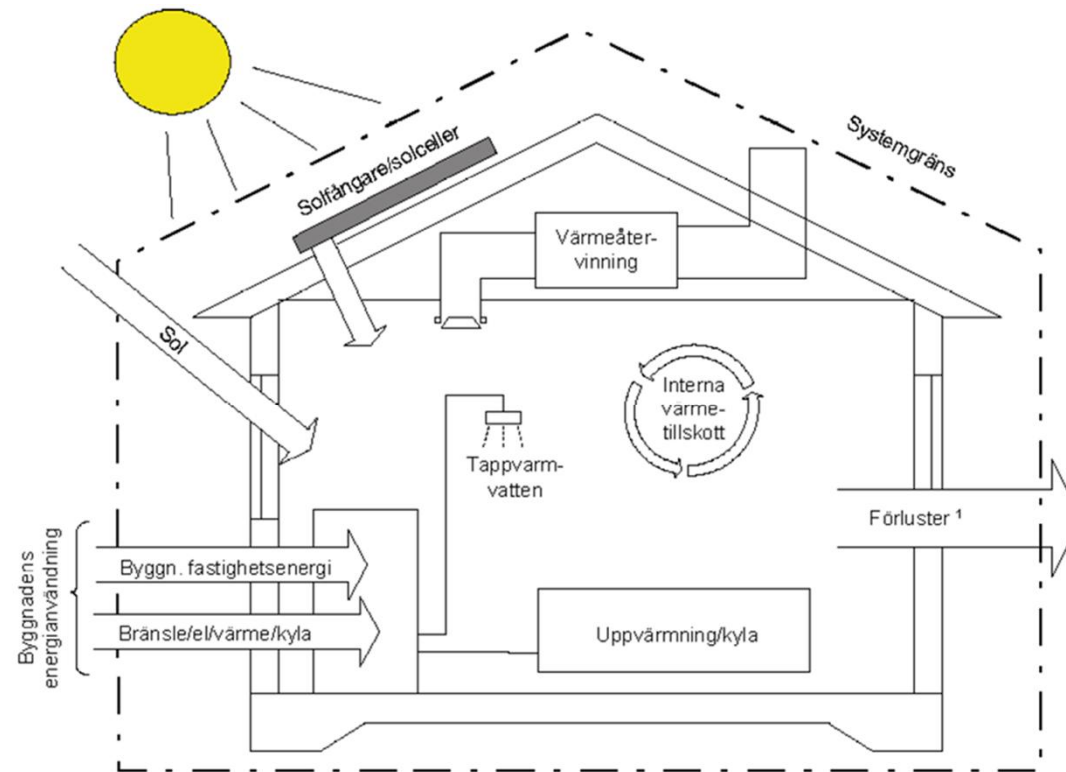
Värme/Kyla

Varmvatten

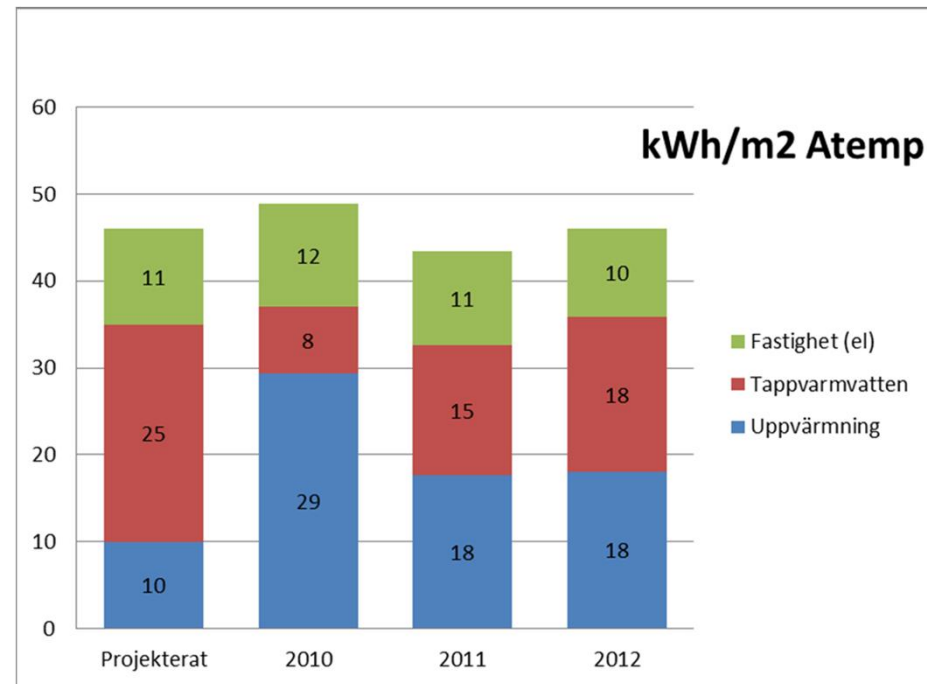
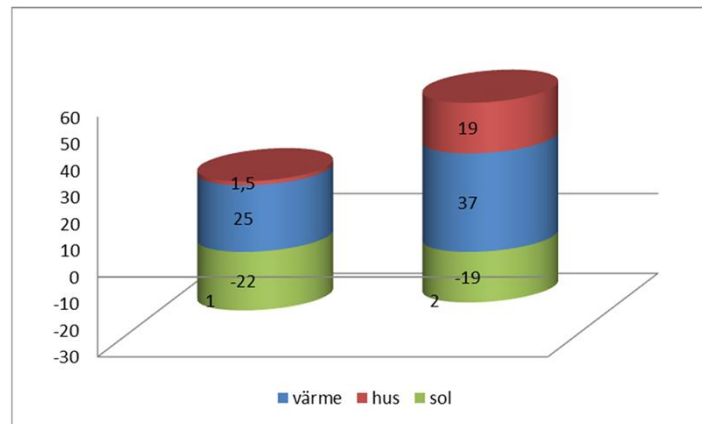
Ventilation

Belysning

Hushållsel

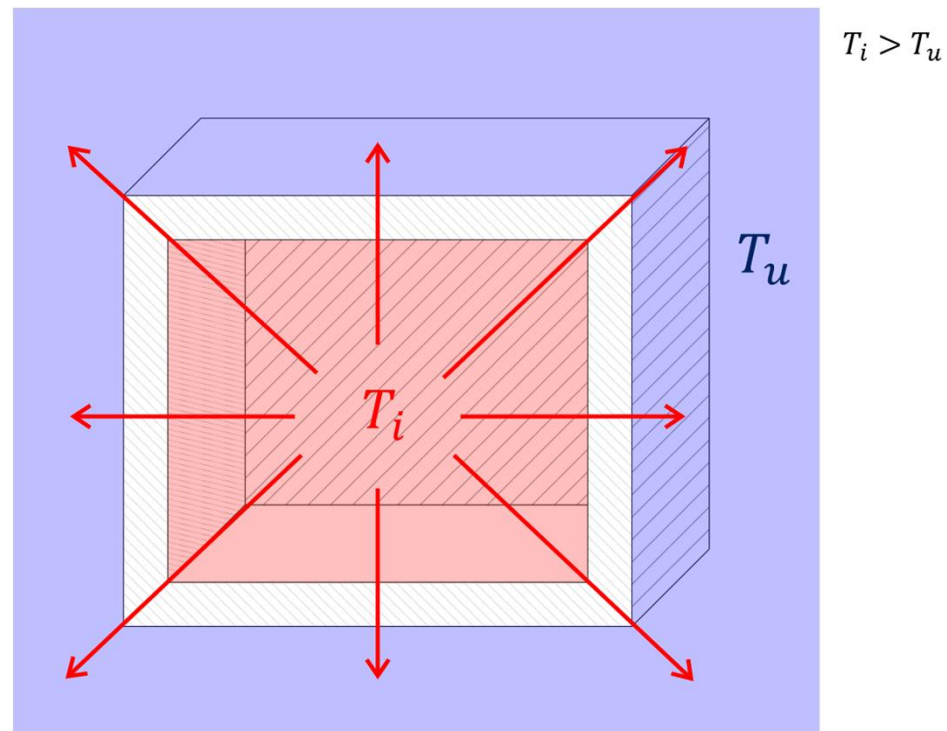


”Normal” fördelning av energianvändningen



Vad påverkar klimatskalets energianvändning

- Värmetransport
- U-värde
- Köldbryggor
- Luftläkage
- Formfaktorer

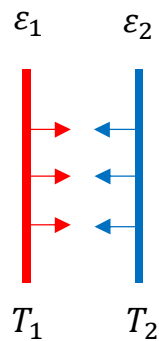
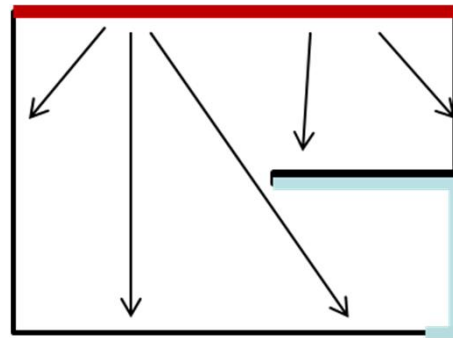


Värmetransport - Strålning

Överföring av värme mellan ytor som inte har kontakt

Till exempel värme från solen

$$q = \epsilon \sigma A T^4$$



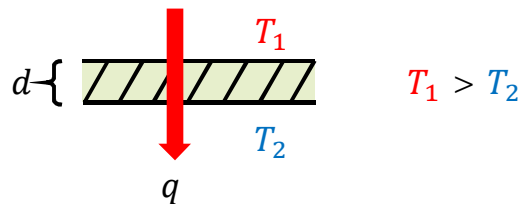
$$q = \frac{\sigma A (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$$

Värmetransport - Ledning (konduktion)

Överföring av värme i material genom ökad atom-/moleky rörelse

Till exempel ett grillspett av järn som värms i ena ändan

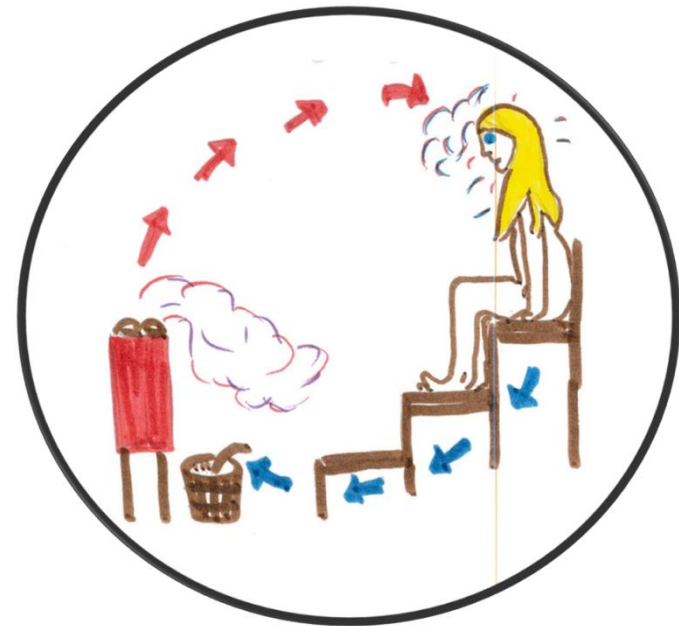
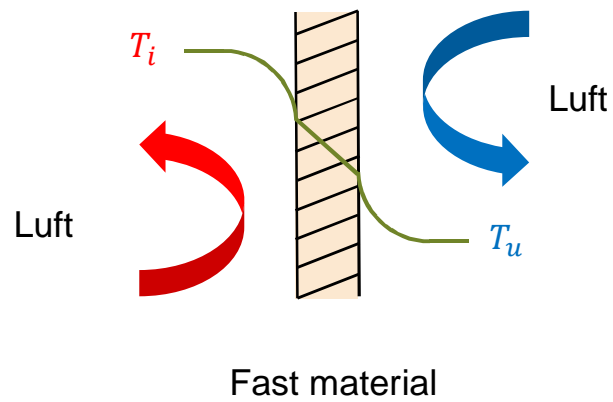
$$q = \lambda A \frac{T_1 - T_2}{d}$$



Värmetransport - Konvektion (luftrörelse)

Luftens rörelse för med sig värmen

Egenkonvektion = luften rör sig av sig själv eftersom varm luft är lättare än kall



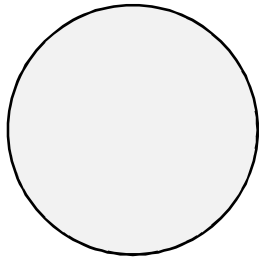
Isoleringsmaterial

- Är utformade för att minimera alla tre sätt av värmetransport
- Hålla luften stilla
- Erbjuder så liten värmeledning som möjligt genom fibrerna
- Erbjuder så litet strålningsutbyte som möjligt mellan fibrerna



λ-värde för några vanliga byggnadsmaterial

Luft:
0,025 W/(mK)



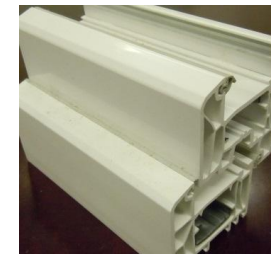
Mineralull:
0,038 W/(mK)



Trä:
0,13 W/(mK)



PVC:
0,17 W/(mK)



Vatten:
0,6 W/(mK)



Betong:
1,7 W/(mK)



Granit:
2,8 W/(mK)



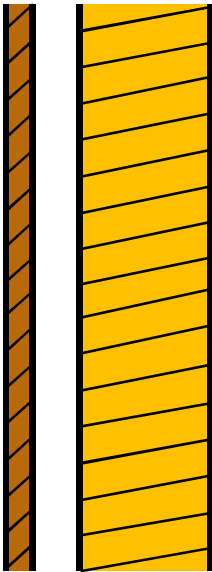
Rostfritt stål:
17 W/(mK)



Koppar:
380 W/(mK)

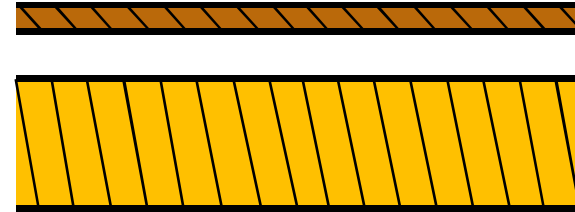


Luftspalt



Svårt att beräkna:

- Ventilerad eller inte?
- Tjocklek?
- Luftflöde?



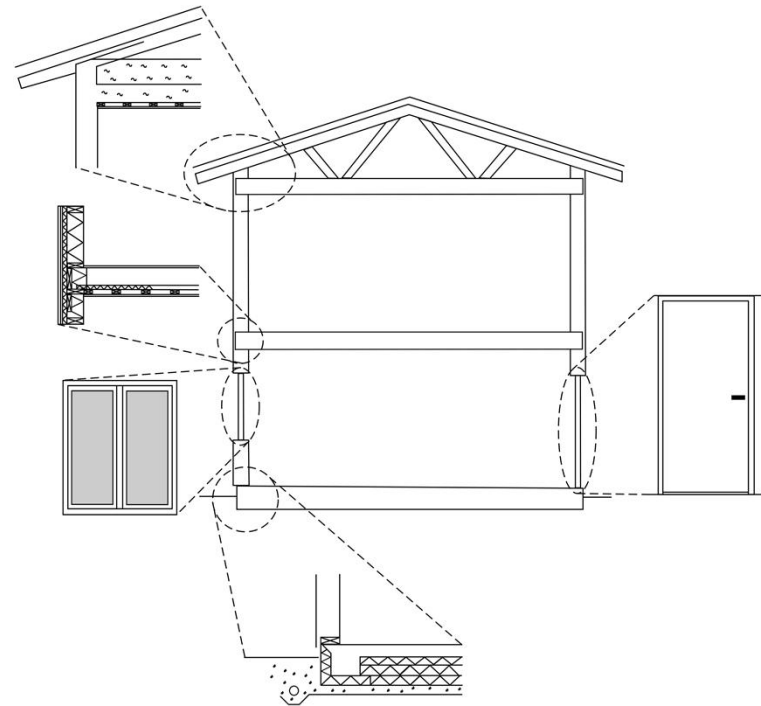
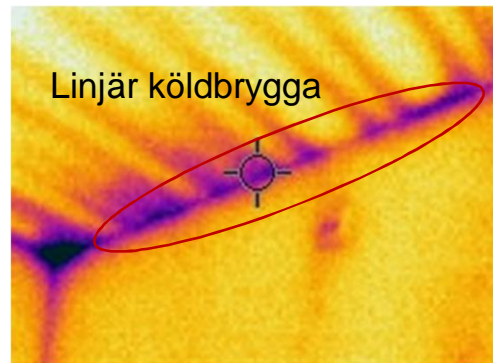
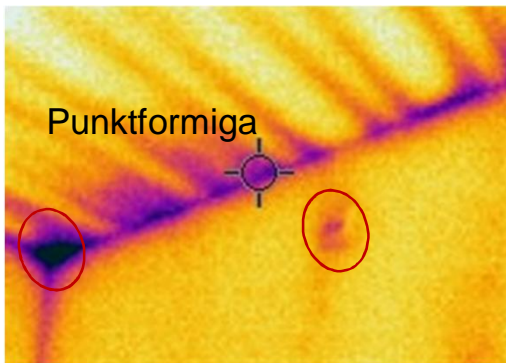
Enklast att modellera som ett motstånd utifrån tabellvärden (eller erfarenhet).

- Yttervägg ca. 0,1-0,2 (m²K)/W
- Yttertak ca. 0,1-0,3 (m²K)/W

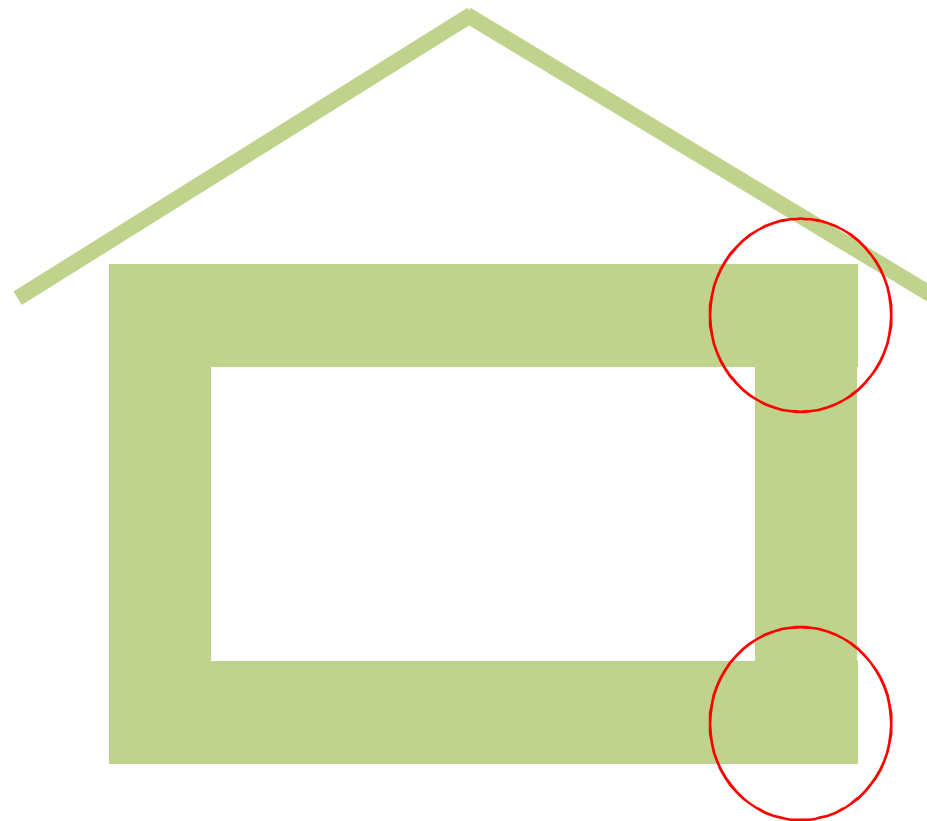
Köldbryggor

Köldbryggorna anges antingen som linjära eller punktformiga

- **Linjär**
 Ψ [W/(mK)] extra värmeflöde per längdmeter
- **Punktformig**
 χ [W/K] extra värmeflöde per punkt



Geometrisk köldbryggor



Ett enda material i
vägg, tak och golv

Konstruktiva köldbryggor

Flera olika material

- syllar
- reglar

Genomföringar

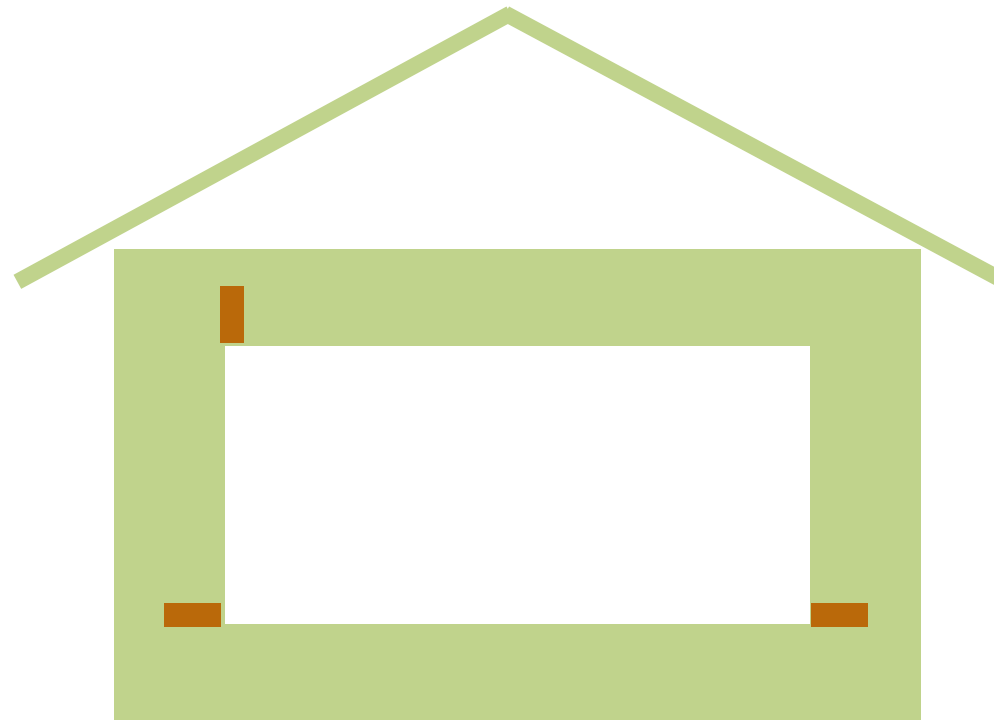
- ventilationsdon
- rör

Anslutningar

- fönster
- dörrar

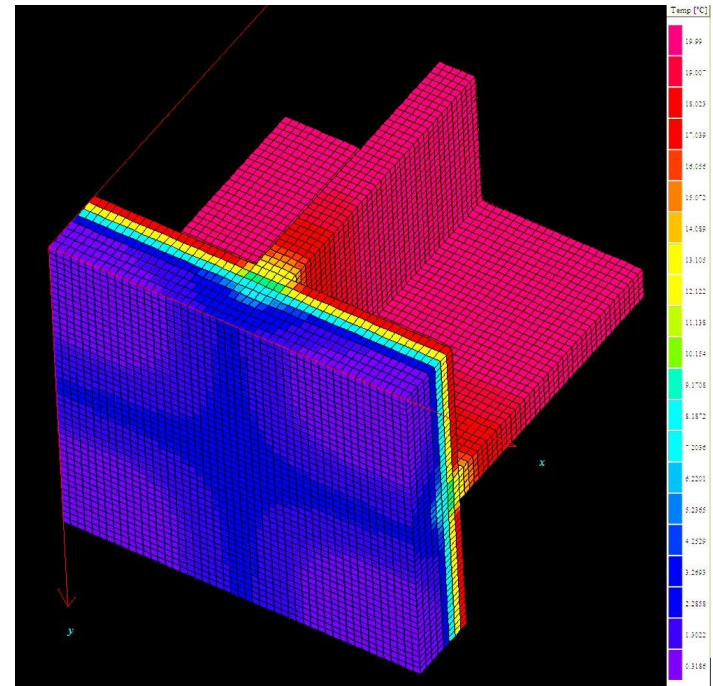
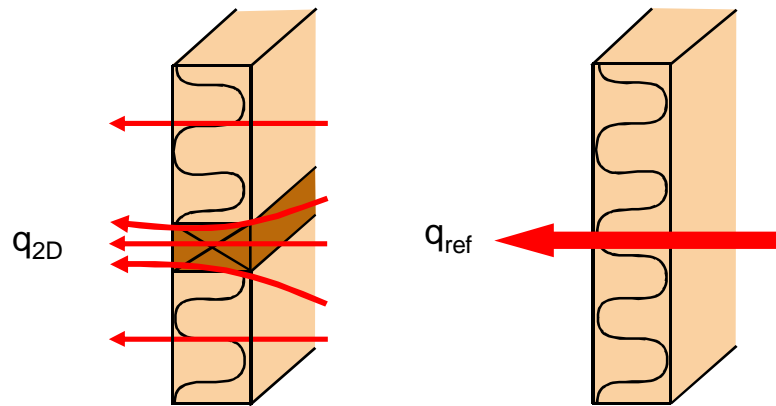
Infästningar

- stuprör
- fasadlampor
- markis



Linjära köldbryggor, ψ (W/mK)

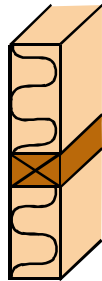
$$\psi = q_{2D} - q_{ref} \left[\frac{W}{mK} \right]$$



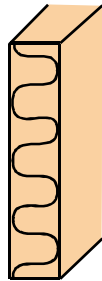
Köldbryggor är relativa 1, kringliggande konstruktion

1.) 20 cm isolering $\lambda=0,04$ W/(mK) med en 15 cm regel $\lambda=0,14$ W/(mK)

$$q_{2D} = 0,275 \text{ W/(mK)}$$

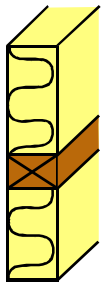


$$q_{ref} = 0,20 \text{ W/(mK)}$$

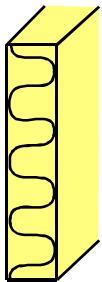


$$\psi = 0,075 \frac{W}{mK} = 27 \%$$

2.) 20 cm isolering $\lambda=0,03$ W/(mK) med en 15 cm regel $\lambda=0,14$ W/(mK)



$$q_{2D} = 0,233 \text{ W/(mK)}$$



$$q_{ref} = 0,15 \text{ W/(mK)}$$

$$\psi = 0,083 \frac{W}{mK} = 36 \%$$

- Större köldbrygga
- Större relativt värmeflöde
- Mindre totalt värmeflöde

Boverkets Byggregler

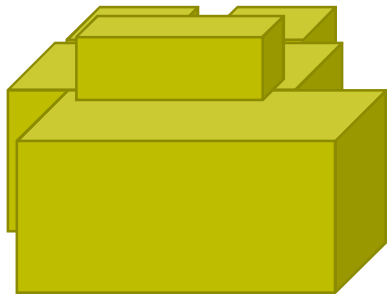
Beräkna genomsnittlig värmegenomgångskoefficient U_m [W/(m²K)]

$$U_m = \frac{\left(\sum_{i=1}^n U_i A_i + \sum_{k=1}^m l_k \psi_k + \sum_{j=1}^p \chi_j \right)}{A_{om}}$$

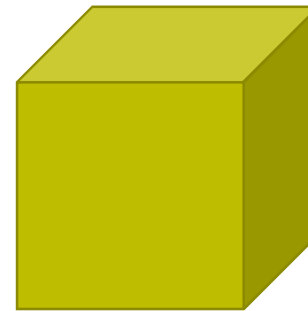
- Inte självklart hur man ska räkna omslutande area (A_{om}) i BBR. Beroende på hur man räknar fås olika U_m
- Sveby har gjort ett förtydligande i ”*Förtydligande av areadefinitioner för tempererad golvarea, köldbryggor och lufttäthetsmätningar*”

Formfaktor

- Minskad omslutande yta minskar värmeflödet
- Komplexa geometrier och konstruktioner har fler köldbryggor



Stora värmeförluster per golvyta



Mindre värmeförluster per golvyta

Något om husutformningens betydelse

- U_m -värdet är viktigt
- MEN, "formfaktorn" A_{om}/A_{temp} är lika viktig
- q_{tot} [W/K] ger därför ett bättre mått på byggnadsskalets totala transmissionsförluster
- Ett bättre referensmåttet kan också ges av "specifika transmissionsförlusten" q_{tot}/A_{temp} [W/(m²K)]
- Ett stor A_{om} ökar också infiltrationsförlusterna (även om byggnadsskalets specifika täthet är densamma)

Fönster är en del av klimatskalet

- U-värde
- Ljustransmission
- g-värde
- Solstrålningsvinkel
- Solavskärmning



U-värde $W/(m^2K)$

Glas

- Antal glas
- Gasfyllnad
- Lågemissionsbeläggningar
- U-värde glasmitt ca. $0,5 W/(m^2K)$ för 3-glas

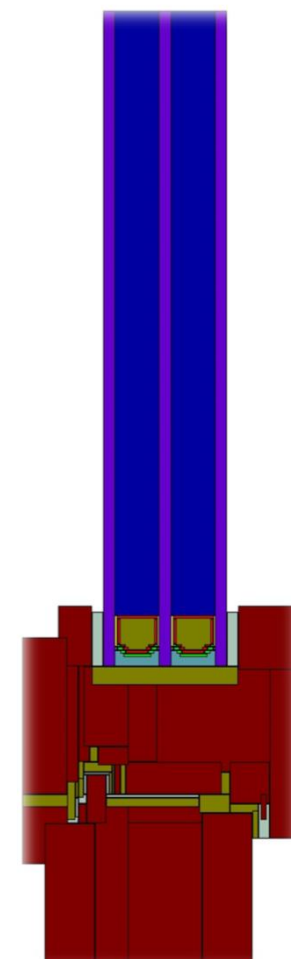
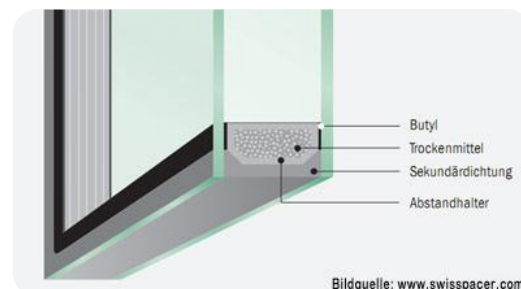
Karm/båge

- Vanliga värden är $0,6 - 1,6 W/(m^2K)$

Distanslist i glaset

- Aluminium, rostfritt stål , galvat stål, PVC
- Normalt värden mellan $0,02 - 0,09 W/(m,K)$

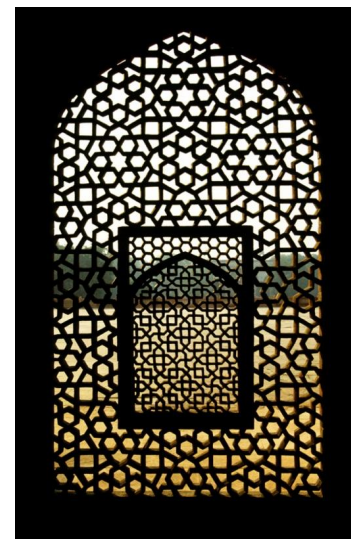
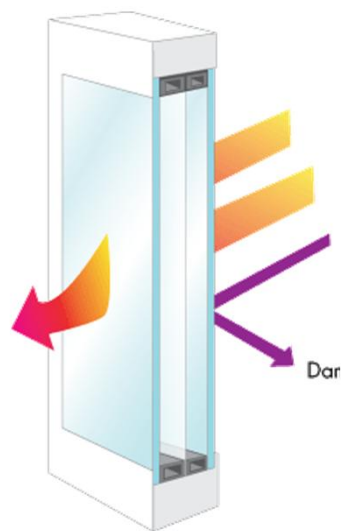
U-värde anges för ett modulmått och skiljer sig mellan olika fönster inom samma modulmått



Ljustransmission, LT %

Procent dagsljus som glaset släpper igenom

60-70 % för ett 3-glas
80 % för ett 2-glas
90 % för ett 1-glas



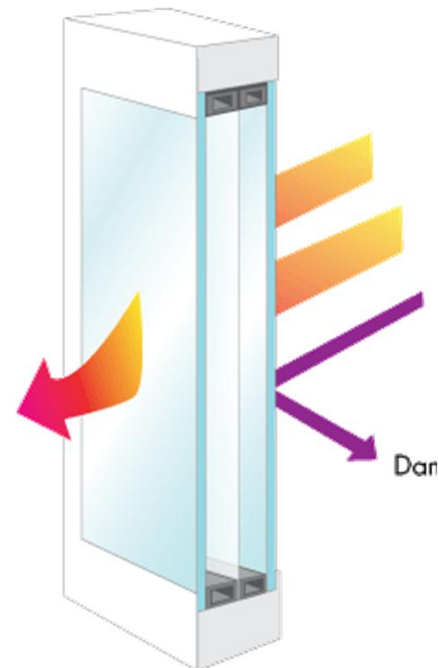
g-värde %

Procent solenergi som passerar genom fönstret

40-60 % för ett 3-glas
70-80 % för ett 2-glas
knappt 90 % för ett 1-glas

Lägre U-värde ger lägre g-värde

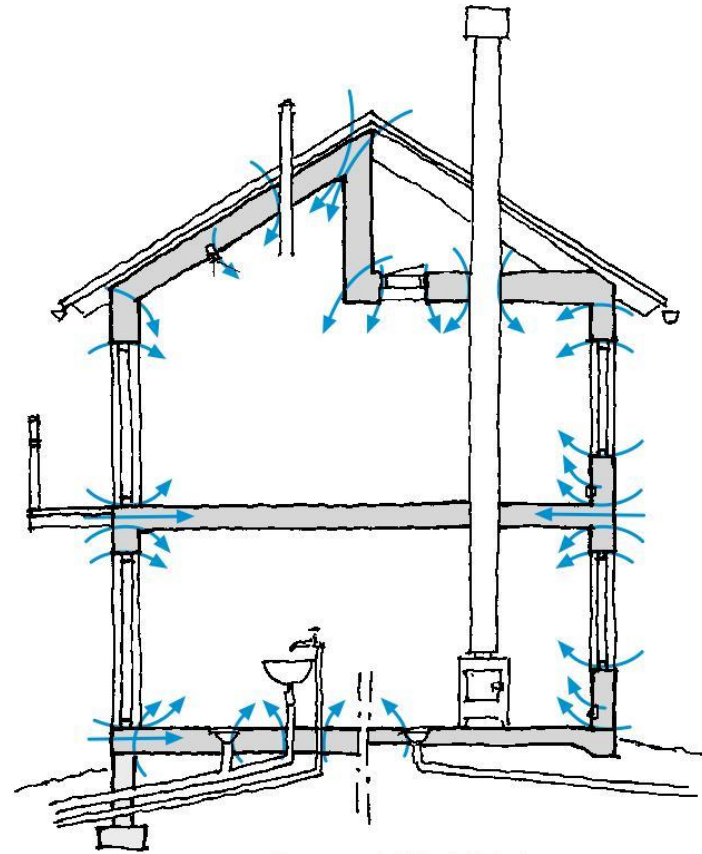
Solskyddsglas: $g \approx 25\%$ medför
också lägre ljustransmission, $LT \approx 40\%$



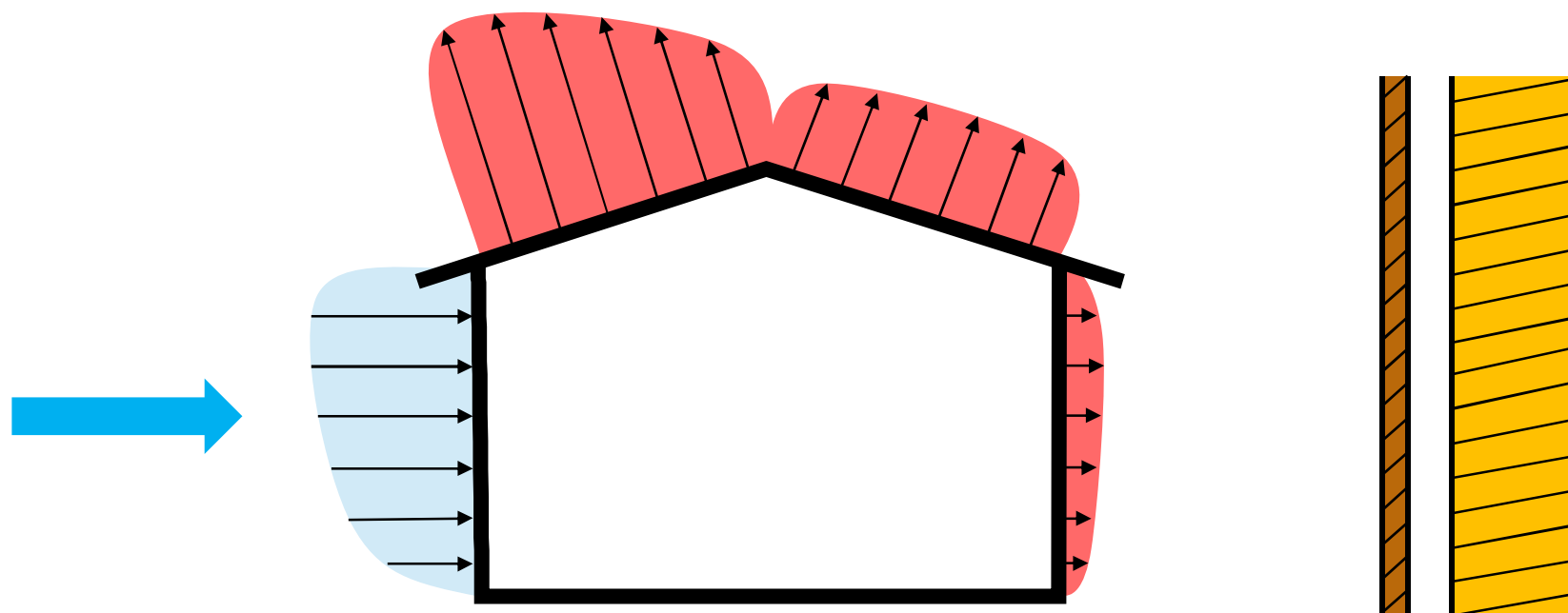
Jämförelse av placering av solskydd

Placering	g_{solskydd}
Utvändiga	0,1 – 0,5
Mellanliggande	0,15 – 0,7
Invändiga	0,35 – 0,8

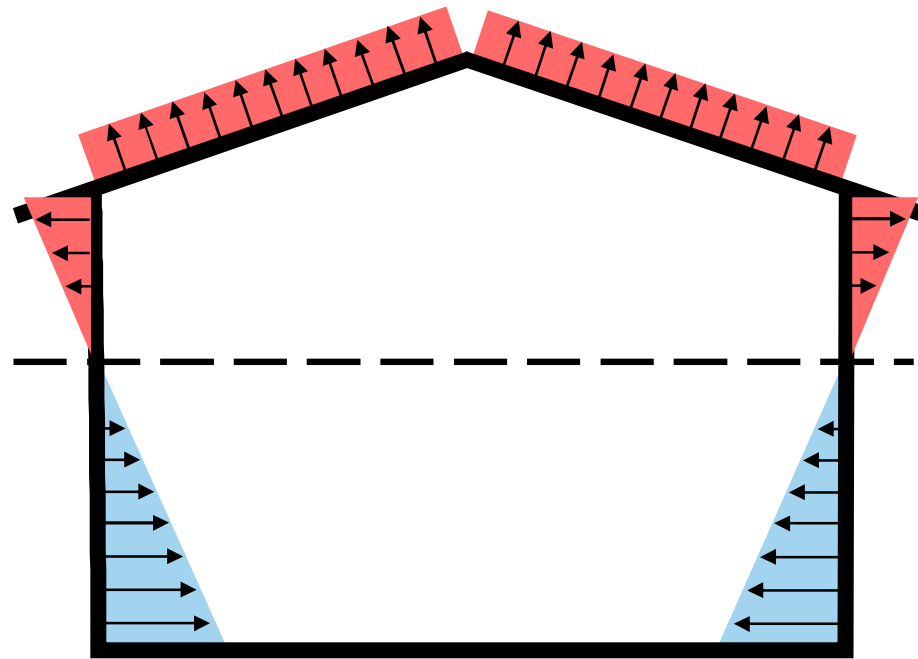
Lufttätthet påverkar prestandan på klimatskalet



Vind



Skorstenseffekt



Forskar villan i Borås ett genomtänkt klimatskal



U-värde

Tak:	0,080 W/(m ² ·K)
Fönster/dörrar:	0,90 W/(m ² ·K) (medel)
Yttervägg:	0,11 W/(m ² ·K)
Grund:	0,091 W/(m ² ·K)

Köldbrygga

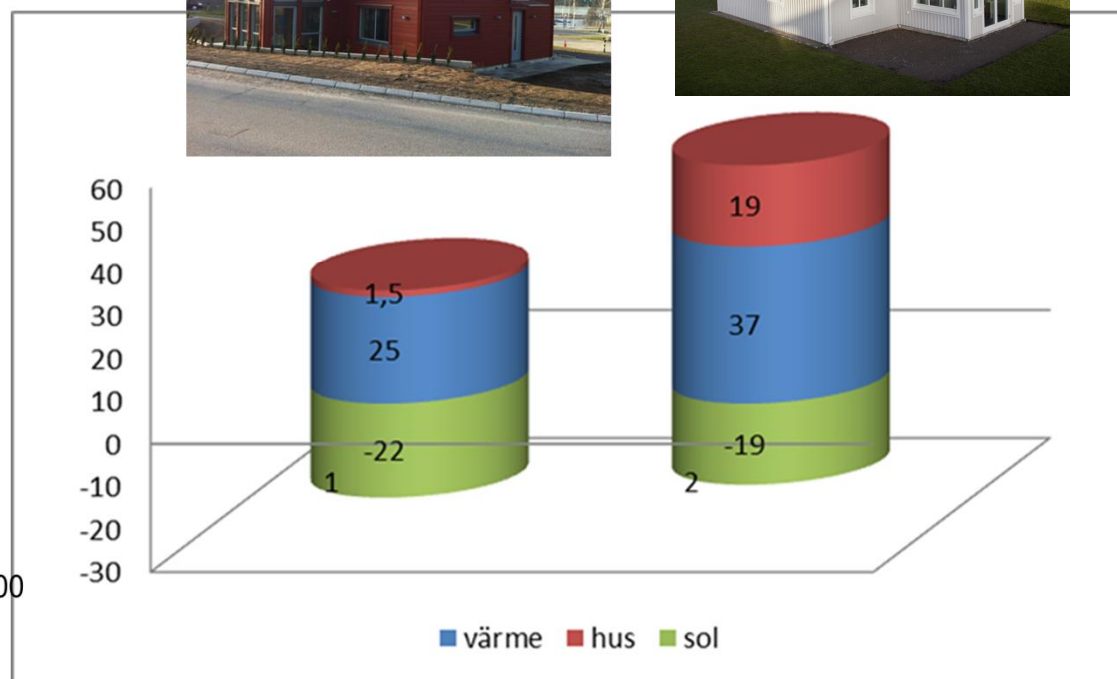
Fönster/dörrar:	0,021 W/(m·K)
Kantbalk:	0,065 W/(m·K)
Mellanbjälklag:	0,039 W/(m·K)

Andel i procent av totala

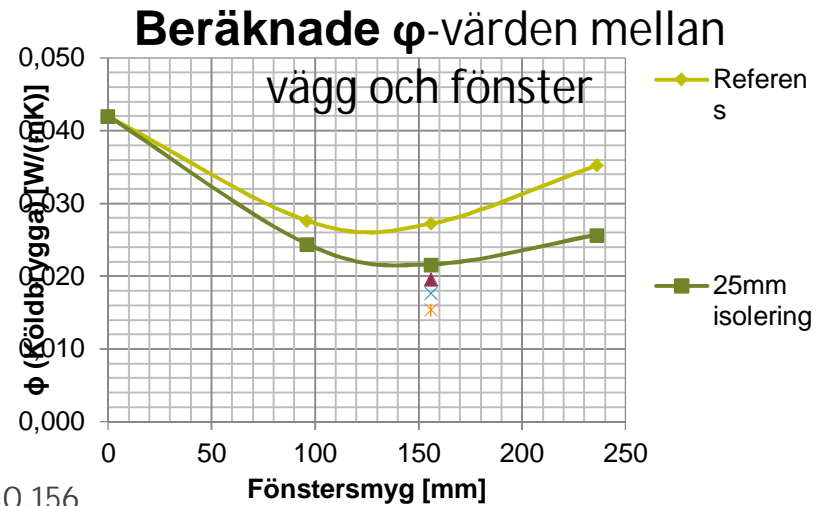
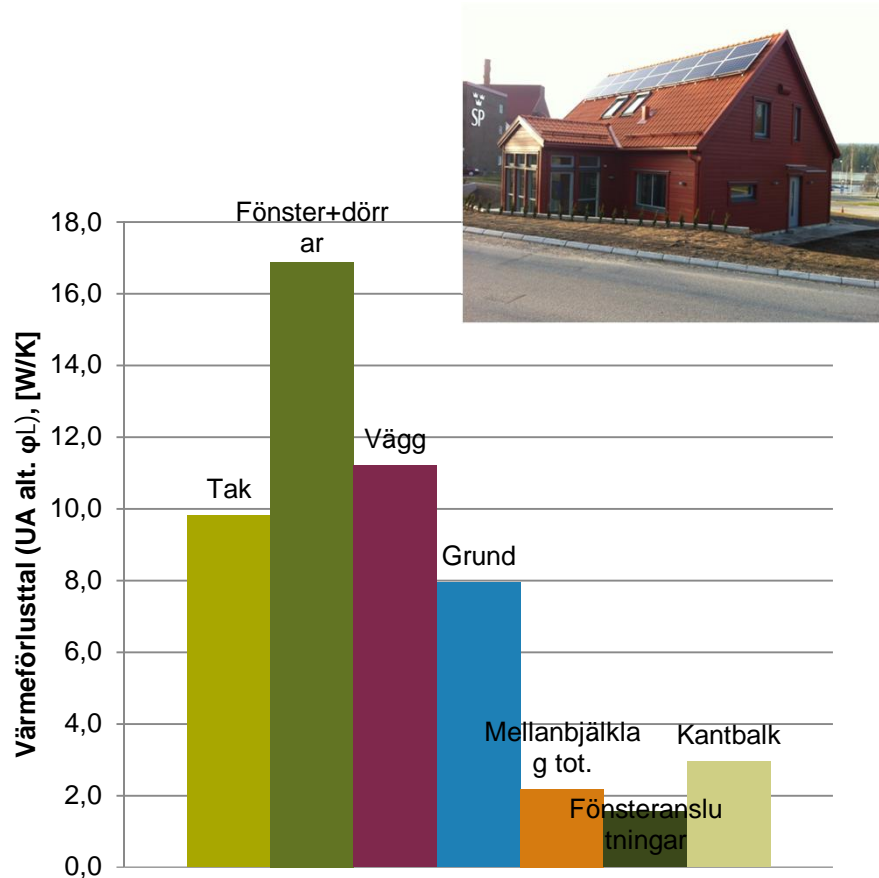
Tak:	15 %
Fönster/dörrar:	35 %
Yttervägg:	28 %
Grund:	13 %

Fönster/dörrar:	3 %
Kantbalk:	4 %
Mellanbjälklag:	2 %

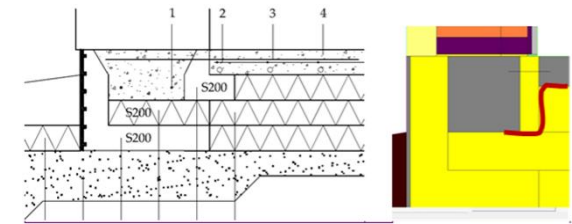
Summa: 100



Köldbryggor



- $U_m = 0.156$ W/(m²K)
- 13.5% köldbryggor
- Vissa köldbryggor saknas
- Vinterträdgård & vindskyddet är ej medräknade
- Grafit-EPS i grund
- "Förbättrat" fönstermontage





KONTAKTUPPGIFTER

Eva-Lotta Kurkinen

Eva-lotta.kurkinen@ri.se

0105 16 51 77

RISE Research Institutes of Sweden

**Samhällsbyggnad
Byggteknik**

