

# Varmekonduktivitet

---

En faktor, der har stor betydning for, hvor meget energi der skal bruges på opvarmning af et lokale, er varmetabet gennem vægge, loft og vinduer. Derfor er det vigtigt, at de er godt isolerede.



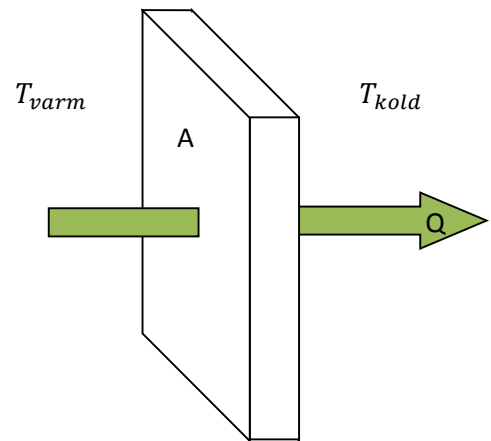
*Udklip fra filmen "Energikonsulent" hvor Frank Hesel fortæller om vigtigheden af en god hulmurs isolering.*

I denne øvelse skal I undersøge, hvor godt forskellige materialer leder varme. Jo højere varmekonduktivitet et materiale har, jo dårligere isolerer det.

## Teori

Transporten af varmeenergi  $Q$  igennem en plade af et materiale afhænger af en række forskellige faktorer. Den vil være proportional med pladens areal  $A$ , den tid der måles over  $\Delta t$ , og forskellen i temperatur fra den ene side af pladen til den anden  $\Delta T = T_{\text{varm}} - T_{\text{kold}}$ . Samlet set har vi, at

$$Q = U \cdot \Delta t \cdot A \cdot (T_{\text{varm}} - T_{\text{kold}})$$



Her kaldes  $U$  for væggenes varmetransmissionskoefficient. Den er meget forskellig for forskellige konstruktioner. Jo mindre  $U$ -værdi en væg har, des mindre energi vil der strømme igennem den.

Nu er det ikke særligt praktisk at skulle måle  $U$ -værdien for alle mulige konstruktioner. Man kan imidlertid beregne  $U$ -værdien for en given konstruktion ved formlen

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_1} + \frac{1}{U_2} + \dots$$

hvor  $U_1, U_2$  osv. er  $U$ -værdierne for de forskellige lag, konstruktionen er bygget op af. For at bestemme  $U$ -værdien af de enkelte dele af væggen kan man anvende varmekonduktiviteten  $\lambda$  for materialet, som laget er bygget op af. For et lag med tykkelsen  $d$  gælder, at

$$U = \frac{\lambda}{d}$$

Varmekonduktiviteten er en materialekonstant, og værdierne for en række typiske byggematerialer kan slås op i databogen. SI-enheden for varmekonduktivitet er  $\frac{W}{m \cdot K}$  og for varmetransmissionskoefficienten  $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ .

I dette forsøg anvendes en kasse med ens sider til bestemmelse af materialets varmekonduktivitet. En varmekilde med konstant effekt placeres i kassen og tændes.

Temperaturen i kassen vil vokse, indtil der er ligevægt imellem den energi, som kassen tilføres fra varmekilden, og den energi, som forlader kassen igennem væggene. Når temperaturen i kassen er konstant, har vi altså, at

$$Q_{ind} = Q_{ud}$$

Kender vi varmekildens effekt  $P$  får vi

$$P \cdot \Delta t = U \cdot \Delta t \cdot A \cdot (T_{varm} - T_{kold})$$

Tiden forkortes væk og vi får

$$P = U \cdot A \cdot (T_{varm} - T_{kold})$$

### Opgave:

I skal bruge

- Kasser af forskellige materialer (en slags til hver gruppe)
- Elpære/varmekilde
- Termometer
- Wattmeter
- Målebånd og skydelære

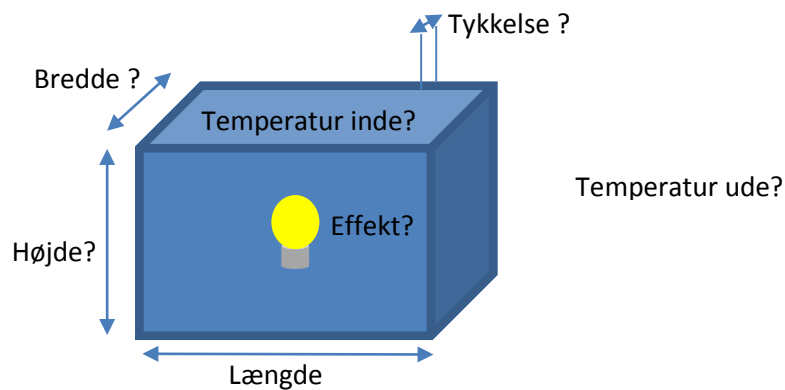


1. Varmekilden tilsluttes effektmåleren og placeres i kassen, hvorefter den tændes. Opvarmningen kan tage op til 20-40 minutter.
2. Termometeret placeres i kassen.
3. Under opvarmningen af kassen noteres kassens mål og materiale.
4. Når temperaturen i kassen er stabil, noteres sluttemperaturen i kassen og for omgivelserne samt effekten af varmekilden.

OBS! Når kassen skilles ad, kan varmekilde og andre ting, der har været i kassen, være meget varme.

a) Skriv jeres resultater ind skemaet

Materiale	
Tykkelse	m
Kassen højde	m
Kassen bredde	m
Kassens længde	m
Varmekildens effekt	W
Temperatur i kassen	K
Temperatur i omgivelserne	K



- Bestem på baggrund af eksperimentets resultater en værdi for varmekonduktiviteten af det materiale, som kassen var lavet af. Brug teorien i starten af opgaven.
- Sammenlign resultatet med tabelværdien.
- Oftede er det nødvendigt at afbryde forsøget, inden man er helt sikker på, at temperaturen i kassen er konstant. Overvej hvilken konsekvens dette har for den fundne varmekonduktivitet. Kan dette forklare eventuelle afvigelser fra tabelværdien?