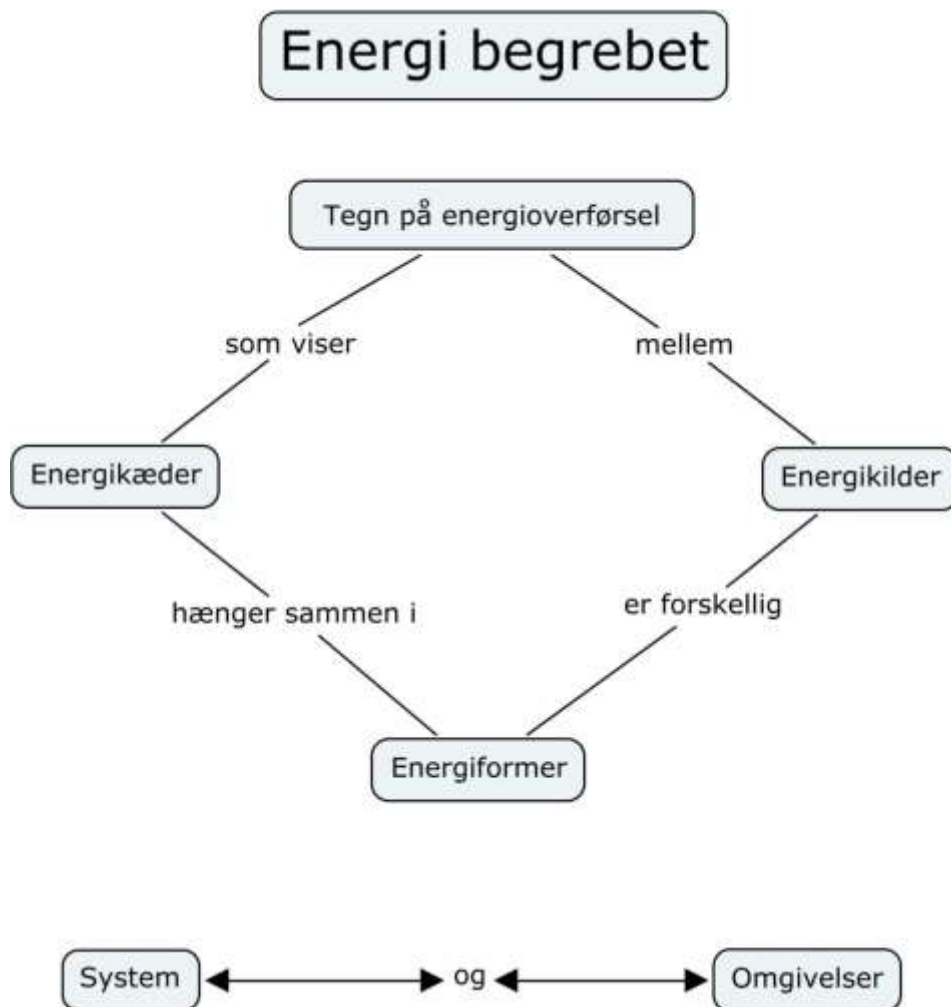


## Energi i undervisningen

Martin Krabbe Sillasen, VIA UC, Lærerruddannelsen i Silkeborg

I dette skrift præsenteres et bud på en konkret definition af energibegrebet som kan anvendes både i natur/teknik i 4.-6. klasse og naturfagene i 7.-10. klasse.

Når vi skal beskæftige os med emnet energi, så kan det være relevant at bruge "Tegn på energioverførsel", "energikæder", "energikilder" og "energiformer" som de grundlæggende begreber til at definere et alment energibegreb. Fordelen ved denne definition er, at den tager udgangspunkt i den konkrete virkelighed som man oplever den ved at iagttage processer med tegn på energioverførsel. For at kunne se energioverførsel er det også relevant at se på, hvordan energi overføres fra en form til en anden.



Lad os belyse disse indledende betragtninger med et eksempel. Vi ser på en elektrisk pære forbundet med et batteri og ledninger. Fænomenet er, at pæren lyser. Det kalder vi for et tegn på energioverførsel. Vi siger desuden, at batteriet er en energikilde. Batteriet overfører via ledningerne som er forbundet med pæren en energiform, som vi kalder for elektrisk energi. Når vi lægger hånden på pæren kan vi mærke, at den er

varm. Vi siger, at pæren omdanner elektrisk energi til varmeenergi som kan varme hånden. Varmeenergien fra pæren udsendes som synligt lys. Glødetråden i pæren omdanner varmeenergi til strålingsenergi. En omdannelse af en form for energi til en anden form for energi kaldes for en energikæde.

### Tegn på energioverførsel

Hvilke fænomener kan vi anvende som tegn på energioverførsel? Her er nogle eksempler:

Solen skinner på en sten. I dette eksempel er Solen en energikilde som afgiver energi og stenen en energikilde som modtager energi. Varmen fra stenen er et tegn på energioverførsel.

En kop kaffe bliver kold. Her er kaffen et eksempel på energikilde som afgiver varme til luften. Når kaffen bliver koldere, er det et eksempel på energioverførsel. Men nu er det kaffen som er energikilden der afgiver energi.

Hvis man smelter en isterning i hånden er hånden en energikilde som afgiver energi, og isterningen en energikilde som modtager energi. Det er et tegn på energioverførsel at isen smelter.

Hvis man varmer vand i en el-kedel, så er el-kedlen en energikilde som afgiver energi og vandet en energikilde som modtager energi. Det er tegn på energioverførsel at vandet damper.

Hvis man strammer en elastik, er det tegn på energioverførsel, at elastikken bliver stram og at man kan mærke, at man skal bruge musklerne. I dette eksempel er musklerne energikilden som afgiver energi.

Når man starter en bil, er benzinen energikilde som afgiver energi, og det er tegn på energioverførsel at bilen kører. Nu ser vi på situationen hvor en bil bremses op. Her er bilen energikilde som afgiver energi, og det er tegn på energioverførsel, at bilen kører langsommere og ender med at holde stille.

Hører man musik fra en højttaler, er højttaleren energikilde som afgiver energi, og det er tegn på energioverførsel at man kan høre lyden, eller mærke ændringer i lufttrykket fra bassen.

Hvis en genstand brænder eller eksploderer, virker det som energikilde der afgiver energi. Tegnene på energioverførsel kan være flammerne, varmen eller trykbølgen.

Hvis Solen skinner og planterne gror, så er det tegn på energioverførsel at planterne gror. Solen er den energikilde som afgiver energi og planten er en energikilde der modtager energi.

Det er altså tegn på energioverførsel, når:

- en genstand bliver varmere eller koldere
- en genstand smelter, fordamper, fortættes eller størkner
- en genstand hæves eller sænkes
- en genstand sættes i fart eller bremses
- en genstand udsender lys eller lyd
- en elastik, fjeder e.l. spændes eller slappes
- et stof brænder, eller eksploderer

Når man snakker med eleverne om energi er det sådanne eksempler man skal forsøge at inddrage i undervisningen. Man skal forklare dem at energikilder kan afgive og modtage energi samt at forklare hvad der er tegn på energioverførsel.

### Energikilder

Det er vigtigt at lægge mærke til, at energikilder altid er genstande (sten, biler, benzin, musklen etc.). Varme eller bilens fart kan derfor aldrig være energikilde, hvorimod varm luft eller bilen kan. En energikilde kan både modtage og afgive energi. Det afhænger af hvilken energioverførsel man ser på.

En særlig egenskab ved en energikilde er, at den kan bruges op. I eksemplet med batteriet, er det tegn på energioverførsel, at pæren bliver varm og lyser. Det er også et tegn på energioverførsel, at batteriet til sidst ikke mere kan få pæren til at lyse. Når benzinen i bilen er brugt er det et tegn på energioverførsel at bilen holder stille. Det kan derfor være en god ide i en given situation at se efter, om energikilden kan bruges op. Det er ikke altid tilfældet. Hvis man iagttager en elektrisk kogeplade som energikilde til opvarmning af vand i en gryde ser vi ikke noget energi som bliver brugt op. Kogepladen kan være tændt til evig tid. Når Solen fx varmer en sten op på Jorden, så kan man heller ikke sige at Solen bliver brugt op som energikilde. Der går meget lang tid inden Solen har opbrugt sit lager af energi. Cirka 4,5 milliarder år.



### Begrebet "kraft"


Begrebet kraft anvendes i dagligdagssproget næsten synonymt med begrebet energi. Man taler fx om atomkraft og vandkraft, og man siger måske at "der er ikke mere kraft i batteriet". I fysikken er kraft og energi to forskellige ting. Kraft er noget med tiltrækning og frastødning – tænk fx på tyngdekraften.

Man bør undgå at anvende ordet kraft overfor eleverne, når det er energi man snakker om.

### Energiformer

I naturfagene taler man kun om syv forskellige energiformer. Man kan se forskellige tegn på hvordan forskellige energiformer viser sig. I skemaet nedenfor er de syv almindelige energiformer skrevet op.

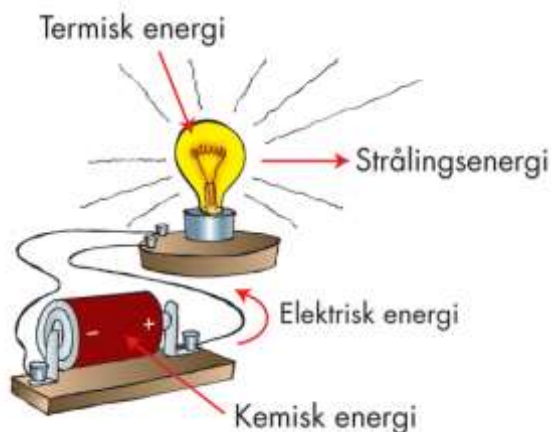
Energiform	Betegnelse	Eksempel på energiform
Bevægelsesenergi = Kinetisk energi	$E_{kin}$	
Beliggenhedsenergi = Potentiel energi	$E_{pot}$	

Elektrisk energi	$E_{el}$	
Varmeenergi = Termisk energi	$E_{varme}$	
Kemisk energi	$E_{kem}$	
Strålingsenergi = Lysenergi	$E_{lys}$	
Kerneenergi	$E_{kerne}$	

## Energikæde

Når man ser på energioverførelser kommer man let ind på begrebet energikæde.

Lad os se på et eksempel, hvor vi har et elektrisk kredsløb med en pære og et batteri.



Tegn på energioverførelse fra batteriet til pæren er lyset (strålingsenergi) som man ser fra pæren.

Fra batteriet til pæren er der en række omdannelser mellem forskellige energiformer. I batteriet er energi lagret som kemisk energi. Det kan omdannes til elektrisk energi som bevæger sig gennem ledningen til pæren. I pæren omdannes den elektriske energi til

termisk energi (varme stråling). Det ser vi ved at varmestrålingen udsender strålingsenergi som lys.

Energikæden er: Kemisk energi → Elektrisk energi → Termisk energi → Strålings energi

Begrebet energikæde bruges til at forstå, hvordan energioverførelser foregår mellem forskellige energikilder og forskellige energiformer.

Nedenfor er et eksempel på energikæder i et undervisningsemne fra "Naturens Univers 9 kl."



## Energibegrebet og elevernes udvikling

Tegn på energioverførsel, energikilde, energiformer og energikæder er valgt som grundlæggende begreber ud fra overvejelser om elevernes udviklingstrin.

For elever i 4.-6. klasser er det uhensigtsmæssigt bare at bruge det abstrakte begreb energi. Deres måde at tænke på er bundet til konkrete genstande og hændelser, og det er netop noget sådant, ord som energioverførsel, energikilde og energiformer kan bruges til. Energakæder kan indføres, hvis man som lærer vurderer, at eleverne kan håndtere det.

Det er vigtigt at lægge vægt på, at man bruger energiordene *energioverførsel*, *energakilde* og *energakformer* på konkrete eksempler. En forklaring på et elektrisk kredsløb kunne fx lyde: "Batteriet er en energikilde, der laver elektrisk energi som kan få pæren til at lyse. Tegnet på at der er overført elektrisk energi er, at pæren lyser." Det er ikke meningen at eleverne skal blive bedt om at definere, hvad energi er. Det hører et senere alderstrin til.

Eleverne i 4.-6. klasse kan bruge energiordene, men der ligger en pædagogisk udfordring i at knytte tegnene på energioverførsel sammen med de relevante *energakilder* og *energakformer*.

Det vil som regel være bedst, hvis man begynder med at bede eleverne om at se efter tegn på energioverførsel. Derefter udpeger de den relevante energikilde som afgiver energi og modtager energien.

Der er en række situationer, hvor eleverne kan have svært ved at finde den rigtige energikilde. Det drejer sig om de tilfælde, hvor der er knyttet en udløsningsproces til. Et eksempel på en udløsningsproces er når der er en elektrisk kontakt i et elektrisk kredsløb. Når man trykker på den elektriske kontakt kan det udløse en energioverførsel fra batteriet til pæren.

Når man tænder en lommelampe, vil eleverne formegentlig sige, at det er tegn på energioverførsel, at lampen lyser. Pæren vil sikkert blive udpeget som den energikilde der modtager den elektriske energi fra batteriet. Som energikilde kan de måske finde på at nævne læreren. Det var jo ham der trykkede på lampen og fik pæren til at lyse. På samme måde kan elever foreslå tændingsnøglen som energikilde for en bil, når den får motoren til at starte og bilen til at køre.

I sådanne tilfælde er det vigtigt at forklare at trykket på knappen på lommelampen og nøglen i tændingen ikke er energikilden men en udløsningsproces. I lommelampen er det batteriet som er energikilden og i bilen er det benzinen. Det er dem som bruges op. Har man først trykket på knappen fortsætter pæren med at lyse indtil batteriet har brugt al den lagrede energi.

Begrebet energiakæde har vist sig at være vanskeligere for eleverne end begreberne tegn på energioverførsel, energikilde og energiformer. Derfor skal man ikke arbejde systematisk med begrebet i undervisningen. På den anden side kan det ikke undgås, at eleverne i undervisningen møder tilfælde, hvor en energikilde både kan afgive og modtage energi. Her kan det være naturligt at indføre begrebet energiakæde.

## Lav en solkoger



Forøvelse:

- Hver gruppe laver en hypotese – hvor er det varmeste sted, og hvor er det koldeste?
- Herefter får hver gruppe to termometre – viser de det samme i udgangspunktet?
- Herefter efterprøves hypoteserne.

Så kommer opgaven:



Smelt en chokoladefrø så hurtigt som muligt.

Byg en solovn, en solkoger – whatever. Sæt frøen ind, og tag tid... hvornår smelter frøen ? og hvor smeltet er en smeltet frø? – skal karamellen helt ud?

## Hvad sker der når du blander vand med forskellig temperatur

Læs vejledningen igennem og find ud af, hvad du skal bruge?

Vælg selv det rigtige udstyr i listen:

	Antal		Antal
Lille glas - 50 mL		 Vandkande	
Mellem glas - 250 mL			
Stort glas - 500 mL		 Termobæger	
Teske			
		 Termometer	

Kom 100 ml vand i to glas:

- I det ene glas skal det være vand fra den kolde hane.

Mål temperaturen og skriv den her: \_\_\_\_\_ °C.

- I det andet glas skal det være vand fra den varme hane.

Mål temperaturen og skriv den her: \_\_\_\_\_ °C.

Hvilken temperatur (blandingstemperatur) tror du vandet vil få, hvis du hælder/blander og rører det varme og det kolde vand sammen?

Dit gæt: \_\_\_\_\_ °C

Mål blandingstemperaturen og skriv den her: \_\_\_\_\_ °C.

Blev du overrasket eller var det et godt gæt?

Du kan blive klogere ved at lave flere forsøg:

Forsøg	Koldt vand	Temp.	Varmt vand	Temp.	Gættet blandingstemperatur	Målt blandingstemperatur
1	ml	°C	ml	°C	°C	°C
2	ml	°C	ml	°C	°C	°C
3	ml	°C	ml	°C	°C	°C
4	ml	°C	ml	°C	°C	°C
5	ml	°C	ml	°C	°C	°C

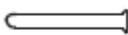











Prøv at lave en teori, der kan forudsige blandingstemperaturen, når du kender mængden og temperaturen af det kolde og varme vand.



### Øvelsens går ud på at varme vand op og tegne kurve over temperaturstigningen

Læs vejledningen igennem og find ud af hvad du skal bruge for at gennemføre øvelsen.

Vælg selv det nødvendige udstyr.

	Antal		Antal
 Reagensglas		 Termometer	
 Gummiprop med to huller		 Gummiprop uden/med et hul	
 Sikkerhedsbriller		 Tragt med filter	
 Måleglas _____ml		 Bægerglas _____ml	
 Konisk kolbe _____ml		 Bunsenbrænder med stativ	
 Saks		 Stopur	
Vandkokekedel			

### Forsøg 1

Hæld 100 ml vand i bægerglasset og mål vandets temperatur.

Opvarm vandet og mål temperaturen hvert minut - og noter målingerne i skemaet. For at sikre, at temperaturmålingen er god nok., er det vigtigt at røre rundt i vandet.

Når du har foretaget fire målinger, hvor temperaturen er ikke længere stiger, stoppes opvarmningen.

Afsæt dine resultater i et koordinatsystem - vandets temperatur op ad den lodrette akse og tiden hen ad den vandrette akse - og tegn en kurve. Brug evt. et regneark.

## Forsøg 2

Udfør samme forsøg som forsøg 1, men med 50 ml vand i stedet for 100 ml vand.

Inden du begynder opvarmningen i forsøg 2 - overvej da lige hvor lang tid, der vil gå før temperaturen i forsøg 2 er steget med 30 °C?

	Ja	Nej
Vil der gå kortere tid i forsøg 2 end i forsøg 1?		
Vil der gå længere tid i forsøg 2 end i forsøg 1?		
Vil der gå den samme tid i forsøg 2 som i forsøg 1?		

Lav opstillingen, begynd opvarmningen, noter tiden og temperaturen.

Tid	Forsøg 1	Forsøg 2	Tid	Forsøg 1	Forsøg 2	Tid	Forsøg 1	Forsøg 2
0			10			20		
1			11			21		
2			12			22		
3			13			23		
4			14			24		
5			15			25		
6			16			26		
7			17			27		
8			18			28		
9			19			29		
min	°C	°C	min	°C	°C	min	°C	°C

Hvordan vil du beskrive hvad der sker, når temperaturen ikke længere stiger?

---



---



---

Er der noget spændende eller overraskende ved resultaterne af forsøg 1 og forsøg 2?

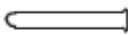





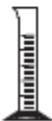


---



---

## Kan varme gemmes?

Læs vejledningen igennem og find ud af, hvad du skal bruge for at gennemføre undersøgelsen. Vælg selv det nødvendige udstyr.

	Antal		Antal
 Reagensglas		 Termometer	
 Gummiprop med to huller		 Gummiprop uden/med et hul	
 Sikkerhedsbriller		 Bægerglas _____ml	
 Måleglas _____ml		 Bunsenbrænder med stativ	
Mineraluld			
Halstørklæde			
Vanter		Vandkokekedel	

Forsøgene går ud på at finde en metode så vandet i en beholder kan holde temperaturen længst muligt. Det kan bestemmes ved at måle hvor mange °C vandets temperatur falder i løbet af 10 minutter.

### Forsøg:

Fyld vand fra den varme hane i en beholder og mål vandets temperatur.

Forsøg	Beskrivelse af hvad du har gjort ved beholderen for at den skal holde på varmen	Begyndelsestemp. (°C)	Temp. efter 10 min. (°C)	Temperaturfald (°C)
1				
2				
3				

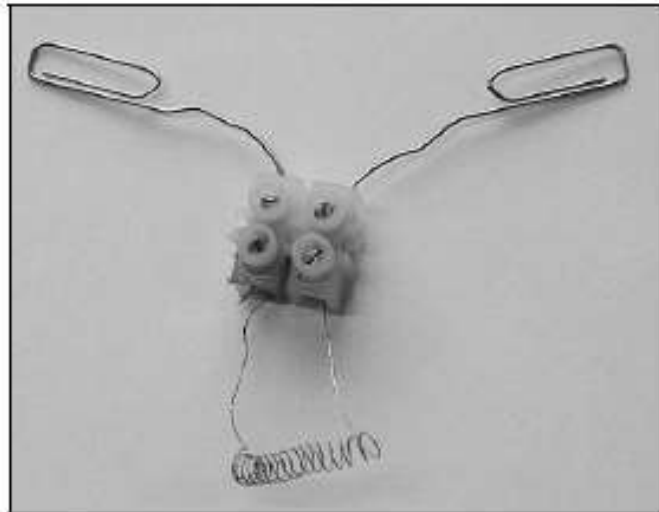
## Opvarmning, energitab og energibalance

Når vi tilfører energi til en kedel vand, en stegepande eller en mursten, så stiger temperaturen. Men bliver temperaturen ved med at stige selv om vi fortsætter med at tilføre den samme energi?

Du skal i de følgende undersøge hvad der sker, når du tilfører energi til et lille glas vand.

En nem måde at tilføre energi til vandet er med en dyppekoger. Her skal du anvende en speciel hjemmelavet dyppekoger til 6V.

Du skal bruge et kronemuffepar, 10 cm kanthaltråd (Ø 0,25), to stykker udrettede papirclips og to ledninger med krokodillenæb.



Kom 30 ml vand i et lille bægerglas (50 ml). Placer dyppekogeren og et termometer i vandet. Aflæs temperaturen. Tænd for strømmen og aflæs temperaturen hvert minut i 10 minutter (husk omrøring inden aflæsning).

Kom vandet til at koge?

Afsæt temperaturerne i et koordinatsystem, hvor tiden afsættes ud ad X-aksen og temperaturen op ad Y-aksen.

Lav nu det samme forsøg, men denne gang skal du lave et låg (pap) som kan lægges på glasset. Du skal også pakke noget om glasset (vante, tørklæde eller lignende).

Indtegn temperaturforløbet i samme koordinatsystem.

Ændrer temperaturen sig på en anden måde end før?

Har du tilført den samme mængde energi (samme dyppekoger og spænding)?



## Isolering

Undersøg forskellige materials evne til at isolere for varmetab til omgivelserne.

Forsøgsopstillingen består af et almindeligt reagensglas i mælkekarton eller syltetøjsglas med det materiale som skal undersøges. Prop med termometer så termometret går ca. 5 cm under proppen.



Du skal fylde varmt vand (når det varme vand har løbet lidt fra hanen) i reagensglasset så det står 2 cm fra kanten. Proppen sættes i og temperaturen aflæses hvert minut.

Følg temperaturfaldet og indtegn i koordinatsystem.

Find 3 - 4 forskellige materialer du kan undersøge.

## Opvarmning og isolering af paphus

Vi vil godt have det varmt i vores bolig, også om vinteren. Derfor må vi tilføre energi i form af varme. Desværre forsvinder varmen fra boligen, så vi skal blive ved med at tilføre ny varme hele vinteren.

Du kan lave et forsøg som illustrerer problemet.

Lav et modelhus af en papkasse (til A4-papir) uden vinduer. Inde i huset placerer du to pærer (6V, 1A) i parallelforbindelse. Forbind til strømforsyningen. Lav et hul til et termometer.



Mål temperaturen udenfor "huset". Tænd for "varmen" (pæren) og aflæs temperaturen hvert minut i 10 minutter.

Tegn en kurve over temperaturforløbet i et koordinatsystem.

Gentag forsøget, men denne gang skal du pakke huset ind i et materiale som du mener er godt til at holde på varmen.

Forklar forskellen på de to kurver.

Et rigtigt hus er ikke bygget så simpelt som en papkasse. De forskellige bygningsdele (tag, gulv, vægge og vinduer) er lavet af forskellige materialer som har forskellige evner til at isolere for varmetabet til omgivelserne. Denne evne til at isolere udtrykkes i materialets K-værdi – jo lavere værdi jo bedre isoleringsevne.

De forskellige bygningsdeles overflade har også betydning for hvor meget energi der slipper ud.

Bygningskonstruktioner ses bedst i virkeligheden, men hvis du ikke har adgang til en byggeplads eller en teknisk skole med bygge og anlæg, kan de ses i f.eks. "Den lille lune" fra Rockwool eller på [www.rockwool.dk](http://www.rockwool.dk)

Jo større forskel der er mellem indendørstemperaturen og udendørstemperaturen jo større er energitransporten fra boligen til luften udenfor.

Du kan få en fornemmelse af hvilke bygningsdele som isolerer godt ved at måle temperaturen på indersiden af vinduer, vægge, yderdøre m.m.

Det er ikke let, men hvis du tager et termometer og holder det tæt til det du vil måle, samtidig med at termometeret dækkes med en flamingoklods (se foto) og venter 3-5 minutter inden aflæsning, så får du resultater som gør dig i stand til at vurdere hvilke bygningsdele som er "kolde".

Hvis du skal finde ud af hvor meget energi der skal tilføres dit hus på et år, er det besværligt at skulle måle udetemperaturen hver dag året igennem. Resultatet har du så også først når året er gået.



Ved mange års målinger har man fundet ud af, at vi opvarmer vores bolig i 230 døgn, det svarer til 5500 timer om året. Den gennemsnitlige udendørs temperatur er 4°C i fyringssæsonen.