

Varmvatten från solen

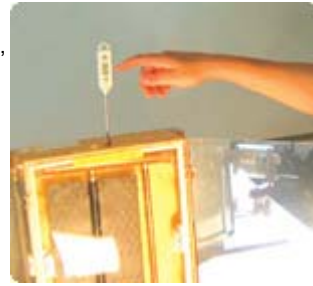
Syfte

Eleven undersöker en solfångare för vattenvärmning - hur den är uppbyggd, hur snabbt den värmer vatten, hur hög temperatur den kan ge, och hur dess egenskaper beror av konstruktionen.

Till exempel kan värmeisolering, glastäckning, absorberare och eventuella reflektorer varieras.

Experimentet är tänkt att visa på möjligheterna med solenergi för

uppvärmning av hushållsvatten, dusch och disk samt för rumsuppvärmning. För naturvetarelever på gymnasium och högskola finns goda möjligheter att beräkna verkningsgrad och diskutera verkningsgradens beroende av temperaturen.



Denna utrustning behöver du

- Solfångare "Skolfångaren" (Orsa sol och energitjänst).
- Låda till solfångaren (kan vara enkel papplåda).
- Värmeisolering (prova gärna med enkla material som hopskrynklad tidningspapper).
- Glas eller plast (att täcka lådan med), tejp.
- Termometer.
- Eventuellt instrålmätare och mätglas för vattenmängden (om verkningsgrad skall beräknas).

Experimentera

Solfångaren är en svart plåt med ett rör igenom. Röret mynnar i en vattentank. När solen värmer den svarta plåten blir vattnet varmt. Det varma vattnet stiger upp i tanken och kallare vatten rinner till i solfångaren underifrån.

- Fyll tanken med kallt vatten (fyll på vid en av de stora korkarna).
- Sätt in solfångaren i lådan och sätt på glaset.
- Sätt en termometer i öppningen på solfångaren.
- Rikta solfångaren mot solen.
- Kolla vattentemperaturen och gör en tabell med tid och temperatur. Använd gärna grafritande räknare eller dator för mätning.

- Hur lång tid tar det att nå lagom duschtemperatur?
- Stiger temperaturen lika snabbt hela tiden?
- Hur kan du förbättra solfångaren?

För naturvetarelever

Med denna enkla solfångare kan du bland annat undersöka:

- Hur snabbt ökar temperaturen på vattnet? Gör en mätserie och redovisa i diagram. Stiger temperaturen lika snabbt hela tiden? Förklara.
- Hur effektiv är solfångaren? Verkningsgraden brukar definieras som nyttig energi dividerat med tillförd energi.
- Vad är "nyttig energi" från solfångaren? Går den att mäta och beräkna?
- Vad är tillförd energi? Med en solarimeter kan du mäta instrålade intensiteten i W/m^2 . Om du inte har solarimeter: vid klar sol är instrålningen (vinkelrätt mot solriktningen) $1\ 000\ W/m^2$.
- Beräkna verkningsgraden. Är verkningsgraden lika stor hela tiden? Förklara.

Du kan upprepa mätserien med olika utförande på solfångaren. Du kan till exempel variera:

- Värmeisolering bakom solfångarplåten.
- Enkel- eller dubbelglas framför plåten.
- Solfångarens riktning.
- Absorbatorplåtens yta: matt svart eller "selektiv" (blankare svart med rödaktig ton).
- Reflektorer (speglar) för att öka solstrålningen på solfångaren.

Kommentarer till experimentet

En solfångare är i princip bara en svart plåt. Man låter vatten rinna genom ett rör i kontakt med plåten. Strålningsenergin från solen absorberas av den svarta plåten och omvandlas till termisk energi. Plåtens och vattnets temperatur ökar. I denna solfångare utnyttjar vi själv-cirkulation. Det varma vattnet stiger upp till tanken ovanför plåten och kallare vatten rinner till i solfångaren underifrån.

Vatten fylls enklast på från tankens sida (tag ur korken). Solfångaren bör placeras lutande, riktad så att solstrålningen träffar vinkelrätt mot solfångarytan. Temperaturen kan avläsas förslagsvis varannan eller var femte minut under 30 minuter eller längre. För naturvetarelever är det lämpligt att mäta med datalogger, CBL eller LabPro.

Experimentet kan också göras inomhus, med en 500 W byggstrålkastare på en halv meters avstånd som belysning. Detta motsvarar ungefär full solinstrålning. Glaset kan gärna tejpas runt kanten, så att man förhindrar luftcirkulation. Låt gärna eleverna prova att bygga solfångaren av enkla material - en papplåda i A4-format, hopskrynklat tidningspapper som isolering och hushållsplast som täckskikt.

Förkunskaper

Inga förkunskaper behövs för att uppleva funktionen hos solfångaren eller för att mäta temperaturen på vattnet. För äldre barn kan experimentet utvidgas till jämförelser mellan olika solfångarkonstruktioner. För naturvetarelever som skall beräkna verkningsgrad krävs kunskap om enkla termiska energiberäkningar (specifik värmekapacitet). För mera avancerad analys av verkningsgraden som funktion av temperaturen kan det vara lämpligt att studera solfångarteori efter eller före experimentet.

Slutsatser

Vid full solstrålning och med solfångaren lutad så att solstrålningen träffar vinkelrätt mot solfångarytan stiger temperaturen till cirka 60 grader på en halvtimme. Temperaturen stiger snabbt i början, sedan allt

långsammare. Detta beror på att värmeförlusterna till omgivningen blir större ju högre temperaturen är. Till slut nås en jämviktstemperatur (stagnationstemperatur), då värmeförlusterna till omgivningen är lika stora som instrålad effekt.

Solfångaren blir effektivare (temperaturen stiger snabbare, sluttemperaturen blir högre, verkningsgraden ökar) med bättre värmeisolering bakom plåten och med tättslutande glas eller plast framför. Dubbelglas minskar värmeförlusterna, men minskar också instrålningen (vanligt glas släpper igenom mindre än 85 procent av ljuset). Selektiv yta är bättre än svartmålad. Den selektiva strålar ut mindre värme än den svarta. Detta märks framför allt vid höga temperaturer.

Fördjupning

Verkningsgraden under en femminutersperiod kan beräknas på följande sätt: $W_n =$ nyttig energi = uppsamlad termisk energi i vattnet under tiden

Δt

$$W_n = m \cdot c \cdot \Delta t$$

där

$m =$ vattnets massa

$c =$ specifika värmekapaciteten för vatten = 4190 J/(kg * K)

$\Delta t =$ temperaturökning under tiden Δt

$W_i =$ tillförd energi = från solen instrålad energi under tiden Δt

$$W_i = I \cdot A \cdot \Delta t$$

där

$I =$ instrålning i W/m² (mäts med instrålningsmätare eller antas vara 1000 W/ m² vid klar sol vinkelrätt mot solriktningen)

$A =$ solfångarplåtens area

$\Delta t =$ tid i s

$e =$ verkningsgrad

$$e = W_n / W_i$$

Verkningsgraden kan vara 0,7-0,8 (70-80 procent) i början av experimentet, men sjunker när solfångaren blir varmare, på grund av värmeförluster till omgivningen. Det kan verka paradoxalt, men en solfångare är alltså bättre ju kallare den är. Den bör därför konstrueras så att den inte drivs till högre temperatur än nödvändigt (cirka 70 grader). Detta kan göras genom lämpligt dimensionerad vattentank, där det varma vattnet får flyta överst och kallt vatten från botten tas in i solfångaren.

De experimentella värdena på verkningsgraden blir oftast lite lägre än de ovan nämnda. Detta beror på att uppvärmningen av plåt i solfångare och behållare ej tas med i beräkningen.

Tillämpningar

Även om experimentet sker i liten skala kan man lätt räkna upp resultaten till större area på solfångaren och större volym på vattentanken. Hur stor solfångare och tank skulle behövas för en familjs varmvattenbehov under sommarhalvåret? Man måste då ha i minnet att vattnet inte behöver öka i temperatur så snabbt som i experimentetsolfångaren - alla dagens i genomsnitt tre till fem soltimmar kan utnyttjas.

Man brukar räkna med att en person använder cirka 70 liter varmvatten per dag. En solfångare på 10 kvadratmeter med några hundra liters vattentank är tillräcklig för att försörja en familj med värme och varmvatten under april-september. Vattentanken bör vara så välisolerad att den kan lagra varmvatten för några dagars behov under mulna

perioder. Verkningsgraden är i genomsnitt 40-50 procent.