

Opgave 4 Termodynamik/varmelære opgave med elevbesvarelse



Byen Marstal på Ærø har et af Nordeuropas største solvarmeanlæg. Solfangerpanelerne har et samlet areal på $18\,365\text{ m}^2$.

En sommerdag skinner solen i 8,5 timer. Solfangerpanelerne tilføres herved i gennemsnit strålingsenergi med effekten 870 W pr. m^2 . En del af denne energi nyttiggøres som indre energi i vandet i solvarmeanlægget. Varmeanlæggets nyttevirkning er 0,40.

- a) Beregn den nyttiggjorte energi i solvarmeanlægget den pågældende dag.

En anden dag overføres energien 183 GJ som varme til vandet i solvarmeanlægget. Af denne energi bliver kun de 45 GJ afsat til Marstal by. Den oversydede energi oplagres i en stor vandtank. Vandtanken indeholder $10\,000\text{ m}^3$ vand, der til at begynde med har temperaturen $45,0\text{ °C}$.

- b) Beregn temperaturen af vandet i tanken efter tilførslen af den overskydende energi. Gør herunder rede for relevante antagelser.

Elevbesvarelse

- a) Formål: Vi skal beregne den mængde energi solfangeranlægget leverer på den pågældende dag.

For at beregne den mængde energi der bliver leveret pr sekund, skal vi sige:
samlet $m^2 \cdot W$ pr. $m^2 \cdot$ nyttevirkning = W for samlet areal, således:
 $18\,365\, m^2 \cdot 870\, W/m^2 \cdot 0,4 = 6\,391\,020\, W = 6,39102 \cdot 10^6\, W$

Vi beregner nu den mængde energi den har produceret på den pågældende dag, ved at sige: $s \cdot J/s = J$, således:

$$(8,5 \cdot 3600) \cdot 6,39102 \cdot 10^6 = 1,95565 \cdot 10^{11}\, J$$

Svar: Vi ved nu at på den pågældende dag leverede anlægget $1,9 \cdot 10^{11}\, J$

- b) Formål: Vi skal beregne temperaturen af vandet efter det er blevet tilført den overskydende mængde af energi.

Vi antager først, at ingen energi går tabt til omgivelserne samt, at varmfylden for selve vandtanken er 0.

Vi beregner dernæst den mængde energi der bliver tilført vandet, således:
 $183\, GJ - 45\, GJ = 138\, GJ$

Vi omregner derefter de $10\,000\, cm^3$ til kg ved at hjælp af vands massefylde som ved 45 grader antages for at være $0,99063\, g/cm^3$ efter fysik bogen, således:
 $0,99063\, g/cm^3 \cdot 1 \cdot 10^{10}\, cm^3 = 9,9063 \cdot 10^9\, gram = 9,9063 \cdot 10^6\, kg$

Varmekapaciteten for vand antages for at være $4184\, J$. Vi ved at der dermed skal bruges 4184 pr kg vand vi opvarmer og at vi vil opvarme $9,9063 \cdot 10^6\, kg$ vand, vi siger dermed, således:

$9,9063 \cdot 10^6\, kg \cdot 4184\, J/kg = 4,14 \cdot 10^{10}\, J$ skal der til for at øge temperaturen af vandet med 1 grad.

Vi dividere dermed den tilførte energi med mængden af energi der skal til for at øge temperaturen 1 grad for at finde ud af hvor mange grader temperaturen øges, således:

$$138 \cdot 10^9\, J / 4,14 \cdot 10^{10}\, J = 3,33\, \text{grader øges temperaturen med}$$

Vi ved at start temperaturen er $45\, c^\circ + 3,33^\circ = 48,33^\circ$ celsius

Svar: Vi ved nu at temperaturen af vandet efter den overskydende energi er blevet tilført er $48,3^\circ$ celsius