

Modeller for kalde ølbokser i vann og luft

Innledning

På varme sommerdager utendørs har det stadig vært en utfordring å holde ølen kald, og dette har ført med seg mange improviserte kjøleløsninger for å hindre påfølgende øl å være udrikkelige etter den første er tømt. En vanlig metode å bruke for å løse dette problemet er å senke ølen ned i en vannkilde, enten det er en elv, bekk, innsjø eller hav, som holder lavere temperatur enn lufta ute. Målet med dette forsøket er å vurdere hvorvidt å senke ølen ned i vann som er kaldere enn lufttemperaturen har noe for seg, eller om det vil føre til at ølen blir varm raskere.

Det antas at ølen blir raskere varm i vann ettersom det er kjent at vann leder varme mye bedre enn luft gjør, men det er ikke allment kjent hva slags påvirkning dette har på ølbokser på sommerdager, og derfor er det nødvendig med banebrytende forskning på dette viktige temaet. Modellene vil også bli testet for å undersøke hvo

Teori

Newtons avkjølingslov

Newtons avkjølingslov er gitt ved: $T'(t) = \alpha \cdot (T_o - T(t))$, $T(0) = T_0$

Likningen kan brukes til å bestemme temperaturen til for eksempel en ølboks med en gitt starttemperatur over tid i en gitt omgivelsestemperatur. Til tross for navnet kan loven også brukes til oppvarming. T_o er temperaturen til omgivelsene, $T(t)$ er temperaturen til ølboksen for en gitt tid, og α verdien dikterer hvor fort varmeflyten mellom omgivelser og ølboksen går.

Løsning av differensiallikningen

$$T'(t) = \alpha \cdot (T_o - T(t)), T(0) = T_0$$

$$\frac{T'(t)}{\alpha} = T_r - T(t)$$

$$\frac{T'(t)}{\alpha} + T(t) = T_r$$

$$\alpha \left(T'(t) + \frac{T(t)}{\alpha} \right) = T_r$$

$$T'(t) + \frac{T(t)}{\alpha} = \frac{T_r}{\alpha}$$

$$e^{\frac{t}{\alpha}} \left(T'(t) + \frac{T(t)}{\alpha} \right) = \frac{T_r}{\alpha} e^{\frac{t}{\alpha}}$$

$$\frac{d}{dt} \left(T(t) e^{\frac{t}{\alpha}} \right) = \frac{T_r}{\alpha} e^{\frac{t}{\alpha}}$$

$$T(t) e^{\frac{t}{\alpha}} = \int \frac{T_r}{\alpha} e^{\frac{t}{\alpha}} dt$$

$$T(t) e^{\frac{t}{\alpha}} = T_r e^{\frac{t}{\alpha}} + c$$

$$T(t) = T_r + c e^{-\frac{t}{\alpha}}$$

$$T(0) = T_r + c e^0 = T_0$$

$$c = T_0 - T_r$$

$$T(t) = T_r + (T_0 - T_r) e^{-\frac{t}{\alpha}}$$

Materialer og metoder

Materialer og utstyr

Materiale og utstyr brukt i dette forsøket er som følger:

- Digitalt steketermometer
- 65l plastdunk
- Isoporplate
- Austmann pils på boks

Fremgangsmåte

Som forberedelse til forsøket ble ølen satt i kjøleskapet dagen før forsøket ble utført, og det ble fylt opp omtrent 65 liter vann i plastdunken. Plastdunken inneholdt såpass mye vann for å forhindre store temperaturvariasjoner ved at vannet taper varme til ølboksen i forsøket. To øl ble tatt ut av kjøleskapet, og den ene ble åpnet slik at temperaturen kunne måles med steketermometeret. For å forhindre ineffektiv utnyttelse av materiale ble ølen konsumert. Den andre ølen ble satt i et temperaturkontrollert rom som holdt 23 grader. Ølboksen ble satt på en isoporplate for å forhindre varme fra underlaget (SE FIGUR 1). Etter For å forhindre det svært alvorlige problemet med ineffektiv utnyttelse av materiale ble ølen konsumert.

Det ble igjen tatt ut to øl fra kjøleskapet og den ene ble åpnet slik at temperaturen kunne måles. Ettersom det er et stadig økende problem med ineffektiv utnyttelse av materiale var det høyst nødvendig at denne ølen ble konsumert. Den andre ølboksen ble deretter satt i plastdunken med vann som målte 23 grader celsius. Ølboksen fløt slik at den ikke berørte kanten av dunken (SE FIGUR 2), og dermed kun var omringet av vann og muligens litt luft. Etter ti minutter ble boksen åpnet og temperaturen målt. Selv om temperaturen på denne ølen var høyere enn forventet er det fortsatt et problem med ineffektiv bruk av

materiale, derfor ble denne konsumert. For å teste modellene ble en ølboks satt i vannet i et minutt, deretter ble ølen åpnet og temperaturen målt. Ineffektiv utnyttelse av materiale ble unngått ved at ølen ble konsumert. Deretter ble en ølboks satt i temperaturstyrt rom på 23 grader celsius i fem minutter. Denne måtte konsumeres ettersom det stadig er et problem med ineffektiv utnyttelse av materialer,

Resultater

Alle ølene som ble tatt ut av kjøleskapet holdt samme temperatur i begge de to forsøkene, og ble målt til 4,6 grader celsius. Ølen som ble satt på en isoporplate omringet av luft målt til 5,0 grader celsius etter ti minutter. Ølen som ble satt i vann i 10 minutter målt til 20,1 celsius, og den som ble satt i vann i et minutt målt til 8,9 grader celsius. Den som ble satt på isoporplate i romtemperatur i fem minutter målt til 6,6 grader celsius.

Utgangspunkt

Det regnes videre på likningen fra teorien for å få de ulike modellene.

Modell for ølboks i luft

$$T(t) = T_r + (T_0 - T_r)e^{-\frac{t}{\alpha}}$$

$$T(10) = 23 + (4,6 - 23)e^{-\frac{10}{\alpha}} = 5,0$$

$$e^{-\frac{10}{\alpha}} = \frac{5,0-23}{4,6-23}$$

$$\ln e^{-\frac{10}{\alpha}} = \ln \frac{5,0-23}{4,6-23}$$

$$-\frac{10}{\alpha} = \ln \frac{5,0-23}{4,6-23}$$

$$\alpha = -\frac{10}{\ln \frac{5,0-23}{4,6-23}}$$

$$\alpha = 455$$

$$T(t) = 23 + (4,6 - 23)e^{-\frac{t}{455}}$$

Modell for ølboks i vann

$$\alpha = -\frac{10}{\ln \frac{20,1-23}{4,6-23}}$$

$$\alpha = 5,4$$

$$T(t) = 23 + (4,6 - 23)e^{-\frac{t}{5,4}}$$

Diskusjon

Modellen for ølboks i vann spår at ølboksen skal holde 7,7 grader celsius etter et minutt, i realiteten holdt ølboksen 8,9 grader. Med de tilgjengelige måleinstrumentene kan dette sies å være en god nok modell. Når det kommer til modellen for ølboks i luft, er saken en annen. Etter fem minutter spår modellen at ølboksen skulle holdt 4,8 grader celsius. I realiteten holdt ølboksen 6,6 grader, til og med høyere enn det den ølboksen som sto i 10 minutter holdt. Her antas det at den ølboksen som ga grunnlag for modellen ble målt til å være kaldere enn det den egentlig var, og at modellen derfor ble feil. Modellen for ølboks i vann ser ganske ser riktig ut, mens modellen for ølboks i luft ser åpenbart feil ut (FIGUR 3).

Konklusjon

På grunn av åpenbare feil i modellen for ølboks i luft, kan ikke de to situasjonene sammenlignes direkte i den grad det var tiltenkt. Det kan tenkes at ettersom ølboksen i vann ble varmet så mye raskere enn den i luft, vil det være bedre å oppbevare en ølboks i luft istedenfor vann, selv om vannet er kaldere, men det kan ikke sies noe om hvor stor temperaturforskjell dette stemmer for.

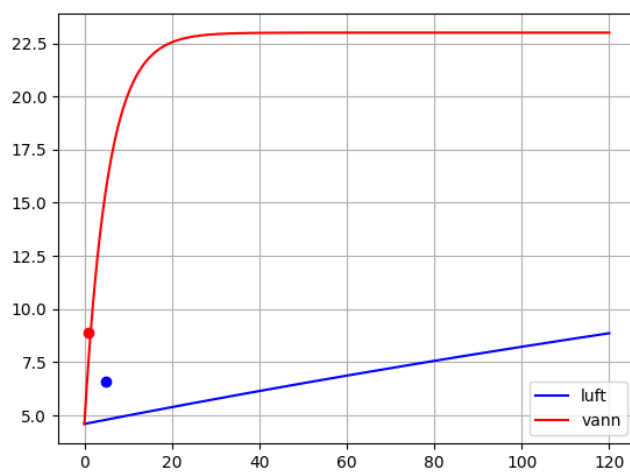
Bilder



Figur 1: Austmann pils på isoporplate



Figur 2: Austmann Pils flytende i en plastdunk med 65l vann



Figur 3: Plotting av modellene, punktene er målte verdier for test av modell