Nedkjøling av kyllingvinger

August Hauge Smevold

November 2024

Innhold

1 Prosjektets hensikt

Hensikten med dette prosjektet var å loggføre temperaturen til kyllingvinger som nettopp var tatt ut av ovnen, og sammenligne dette med Newtons avkjølingslov. (Samt å finne ut ved hvilken temperatur det var best å spise kyllingvingene.)

2 Matematisk utledning

Newtons avkjølingslov kan skrives som $\dot{T} = \alpha(T(t) - T_k)$. For å finne den generelle løsningen av denne likningen gjør vi slik:

$$\dot{T} = \alpha T - \alpha T_k$$

$$\dot{T} - \alpha T = -\alpha T_k$$

$$\dot{T}e^{-\alpha t} - \alpha T e^{-\alpha t} = -\alpha T_k e^{-\alpha t}$$

$$Te^{-\alpha t} = -\alpha T_k \int e^{-\alpha t} dt$$

$$Te^{-\alpha t} = T_k e^{-\alpha t} + C$$

$$T(t) = Ce^{\alpha t} + T_k$$

Temperaturen i rommet var litt lavere enn vanlig ettersom noen hadde sølt en stor klatt med ukjent materiale i bunnen av ovnen. Dette gjorde ovnen om til en provisorisk røykbombe, og jeg ble nødt til å ha flere vinduer åpne under utførelsen av dette eksperimentet for å unngå å starte brannalarmen. Ved å sette inn at temperaturen til omgivelsene er lik $16°C$ får vi:

$$T_k = 16$$

$$T(t) = Ce^{\alpha t} + 16$$

For å finne spesiell løsning begynner vi med å finne C. I eksperimentet fant vi ut at $T(t)$ var lik $90°C$ ved $t = 0$. Ved å sette dette inn i likningen finner vi:

$$T(0) = 90°$$

$$T(0) = Ce^{\alpha \cdot 0} + 16$$
$$90 = C + 16$$
$$C = 74$$
$$T(t) = 74e^{\alpha t} + 16$$

Deretter vil vi løse for α. I eksperimentet fant vi at ved $t = 30min$ var $T = 36°C$. Ved å sette dette inn i likningen får vi:

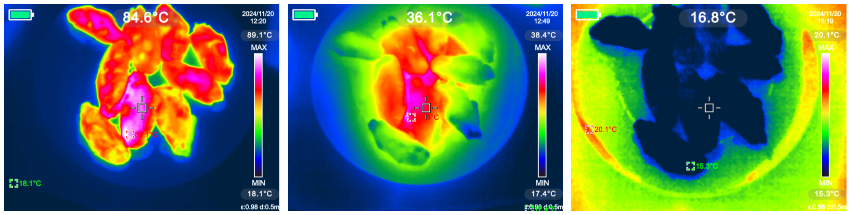
$$T(30) = 36°$$

$$36 = 74e^{\alpha \cdot 30} + 16$$
$$ln(\frac{10}{37}) = ln(e^{\alpha \cdot 30})$$
$$ln(\frac{10}{37}) = \alpha \cdot 30$$
$$\alpha = \frac{ln(\frac{10}{37})}{30} \approx -0.044$$
$$T(t) = 74e^{-0.044t} + 16$$

Den spesielle løsningen for differensiallikningen i dette tilfellet er dermed $T(t) = 74e^{-0.044t} + 16$, og verdien for α er -0.044.

3 Utførelse av eksperiment

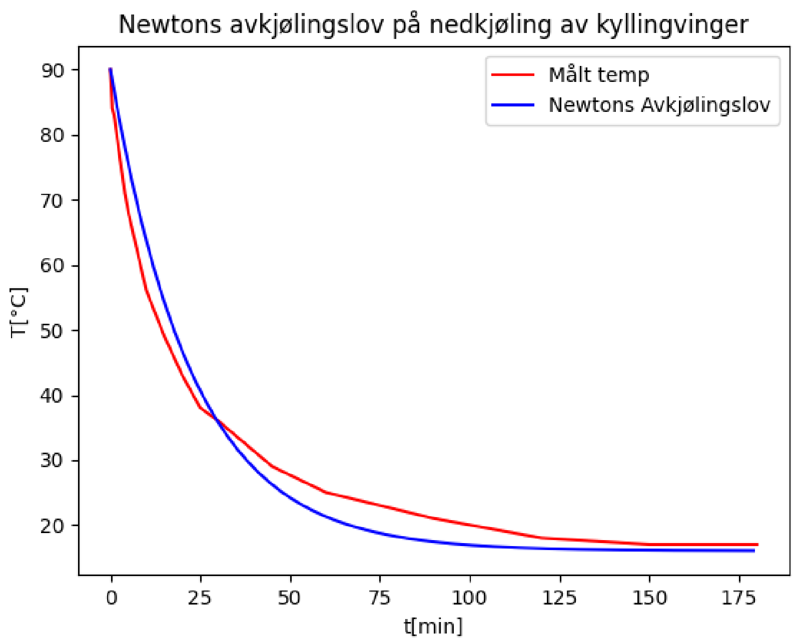
For å ta målinger av kyllingvingenes temperatur brukte jeg et varmekamera som jeg lånte fra Omega Verksted. Jeg tok målingene ved forhåndsbestemte tidspunkter, hvorav tidsintervallet mellom disse målingene økte etter hvert som tiden gikk i eksperimentet. Dette gjorde jeg siden jeg antok at temperaturen kom til å endre seg fort i starten, for så å endre seg saktere og saktere etter hvert som tiden gikk. Antagelsen kom fra Newtons avkjølingslov, og den viste seg å stemme. Deretter plottet jeg målingene opp mot Newtons avkjølingslov i Python og fikk ut en graf.



(a) Litt etter $t = 0$ (b) $t = 30$ (c) $t = 180$

Figur 1: Bilder fra varmekamera ved forskjellige tidspunker

4 Resultater



Grafen over viser at den målte temperaturen og Newtons avkjølingslov følger hverandre ganske tett. Det er derimot noen avvik, som at den målte temperaturen faller fortere i starten. Etter litt tid faller den målte temperaturen saktere og blir etter hvert varmere enn det man skulle forvente ut ifra Newtons avkjølingslov. Dermed kan det tenkes at det er noe Newtons avkjølingslov ikke tar høyde for.

Det er for eksempel tydelig at siden kyllingvingene ligger i en klynge gir de hverandre en viss form for isolasjon. Temperaturen ble alltid målt ved samme kyllingvinge, og denne ligger nærmere midten enn kanten. På bildene i figur 1 ser man at det er ganske stor forskjell på temperaturen ytterst på vingene i kanten og vingene i midten. Dette kan forklare hvorfor den målte temperaturen etter hvert synker saktere for de målte verdiene enn for verdiene fra Newtons avkjølingslov.

I tillegg kan det tenkes at den målte temperaturen til vingene synker fortere i starten ettersom de ble lagt på en tallerken som ikke lå i ovnen med dem. Derfor måtte kyllingvingene først varme opp tallerkenen til de var samme temperatur. Derfor sank temperaturen fort i starten, mens etter hvert sank den saktere.

5 Konklusjon

Etter dette prosjektet kan jeg si at Newtons avkjølingslov gir en god tilnærming til den faktiske nedkjølingen av kyllingvinger etter de er varmet i ovnen. Det er derimot noen unøyaktigheter som gjør at ved tilfeller hvor det er viktig å være presis burde en annen modell brukes. Det kan også tenkes at Newtons avkjølingslov fungerer greit for å vise oppvarmingen av et kaldt objekt i varme omgivelser. (For øvrig kan det også sies at kyllingvingene smakte best mellom $50°C$ og $60°C$.)