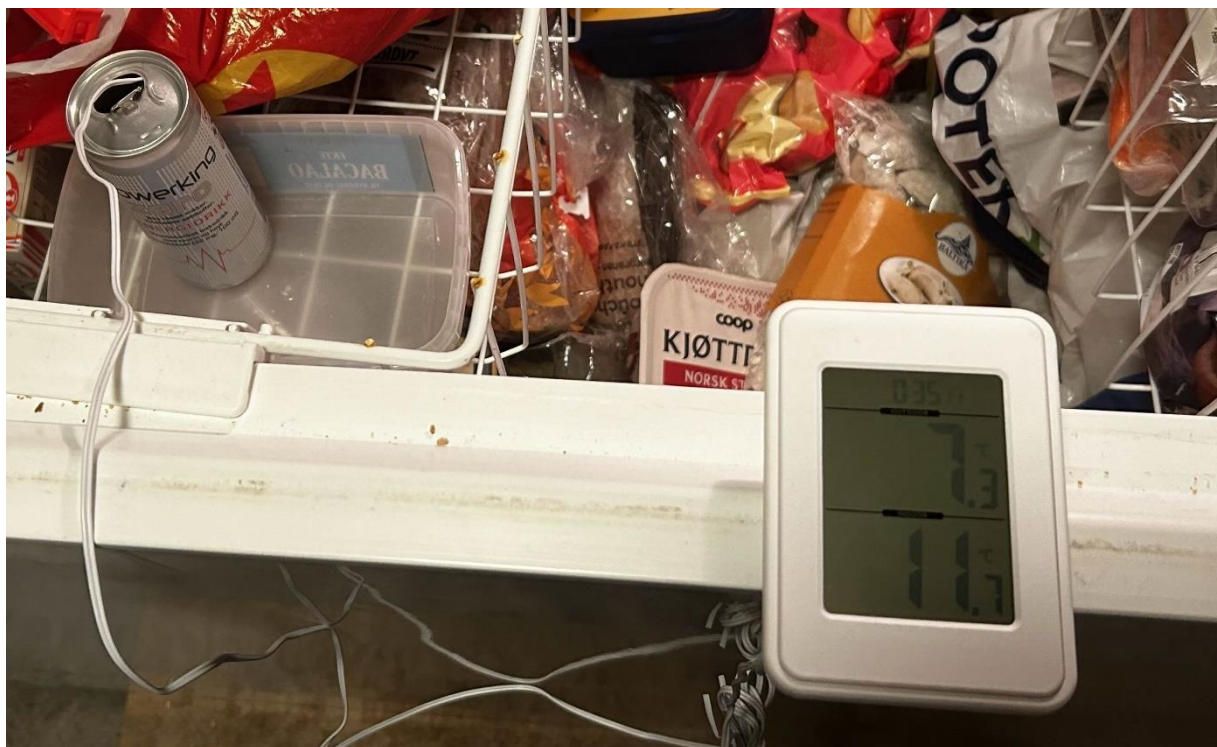


Matte Oblig Rapport – Fordampende avkjøling (Elgtungen)

Lenge har jeg lurt på hvor effektivt det virkelig er å surre et vått tørkle rundt en leskedrikk før den settes kaldt, i håp om raskere avkjøling. I dag har jeg verktøyene for å finne et konkret tall, eller i det minste se den konkrete forskjellen og skape en matematisk modell for denne forskjellen. Jeg planlegger å gjennomføre eksperimentet ved å legge en 250ml aluminiumsboks, fylt med 200ml «varmt» vann, i fryseren og spore temperaturen med et kabeltermometer (**boks 1**). Dette gjentas med et vått tørkle rundt boksen den andre gangen (**boks 2**). Termometerdisplayet filmes av en telefon, og plottes hvert andre minutt.



Jeg benytter formelen for Newtons avkjølingslov, gitt under «elgtungen», med en modifikasjon for et mer praktisk svar for verdien α , for å modellere temperaturendringen over tid.

$$\begin{aligned}
 \dot{T}(t) &= \alpha(T(t) - T_k) & T(0) &= T_0 \\
 \dot{T} - \alpha T &= -\alpha T_k & & \quad | \cdot e^{-\alpha t} \\
 \dot{T}e^{-\alpha t} - T\alpha e^{-\alpha t} &= -\alpha T_k e^{-\alpha t} \\
 \int_0^t \frac{d}{dt}(T e^{-\alpha t}) dt &= \int_0^t -\alpha T_k e^{-\alpha t} dt \\
 T e^{-\alpha t} - T(0) &= -\alpha T_k \left(-\frac{1}{\alpha} e^{-\alpha t} - \left(-\frac{1}{\alpha} e^0 \right) \right) \\
 T e^{-\alpha t} - T_0 &= T_k e^{-\alpha t} - T_k & & \quad | \cdot e^{\alpha t} \\
 T &= T_k T_k e^{\alpha t} + T_0 e^{\alpha t} \\
 T(t) &= T_k + e^{\alpha t} (T_0 - T_k) & \xrightarrow{\text{BEDRE}} & \dot{T}(t) = \alpha(T_k - T(t)) \\
 & & & \underline{T(t) = T_k + e^{-\alpha t} (T_0 - T_k)}
 \end{aligned}$$

Forskjellen vi ser etter i den enkle modellen, som ikke tar fordamping inn i betraktning som egen konstant, er varmetransportkonstanten α , også kalt proporsjonalitetskonstanten. Siden vi ikke har egne konstanter for papirtørkles våthet eller fordampingskonstant, forsøker vi å gjøre forskjellen tørkleet introduserer så tydelig som mulig med et ikke dryppende, klissvått papirtørkle og høy temperaturforskjell ($T_0 - T_k$) som vil endre α betydelig (forhåpentligvis).

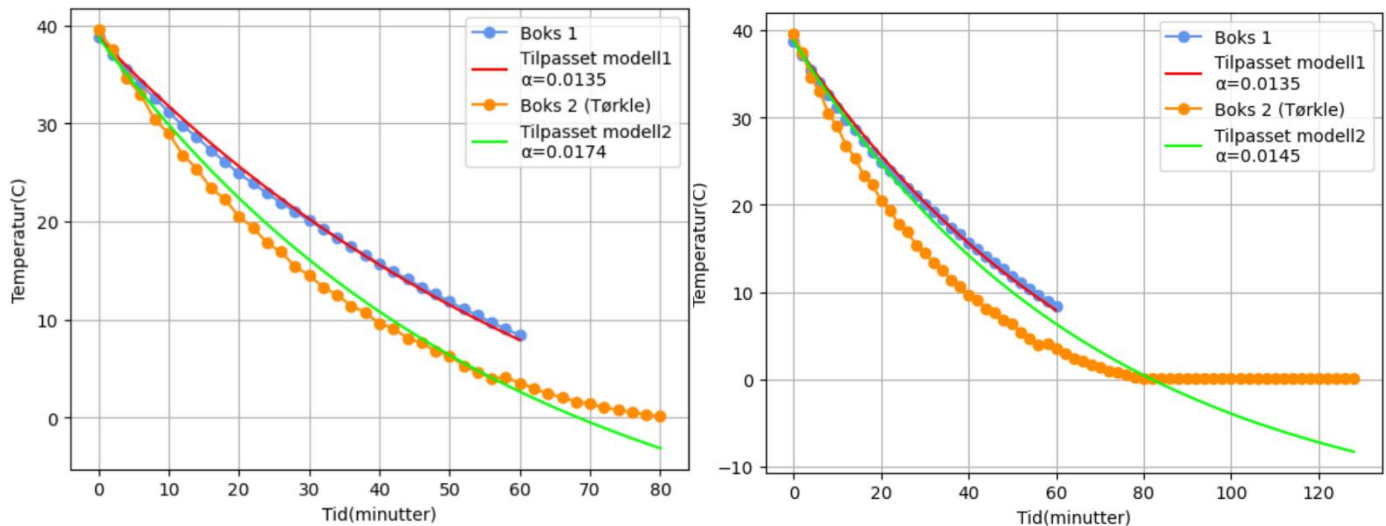


Vi starter med konstant-verdiene:

T_k = -17.0C #Frysertemperatur

T₀₁ = 38.8C #Initialtemperatur boks 1 (uten tørkle)

T₀₂ = 39.6C #Initialtemperatur boks 2 (med tørkle)



Ut ifra programmet er det tydelig at det våte papirtørkleet er veldig effektivt i avkjølingsprosessen. Resultatet er at boksen med tørkleet ble avkjølt ca. 29% raskere enn boksen uten. Det er også klart at jeg lot boks 1 stå for kort for å få en ordentlig graf, så dette er annerledes hos boks 2, som fikk stå i tre timer istedenfor bare én. Problemet som da oppsto var at boksen sluttet å gå ned i temperatur etter den traff frysepunktet for vann, men dette kan vi være takknemlige for siden det er det samme fenomenet som hindrer verdens vann, inkludert deres akvatiske liv, fra å bli dypfrost om vinteren. Forskjellen er fortsatt klart synlig og passer modellene våre godt når verdien α innstilles for programmet. Det er klart at Newtons avkjølingslov er en god modell for temperaturendringen, selv med fordampningsavkjøling som faktor i varmetransportkonstanten α . Jeg kan nå sove godt med denne informasjonen.

Synlige feilkilder er fordampningsegenskaper som er proporsjonale med temperatur (ikke tid), en fra bofellesskapet som åpnet fryseren på 57min merket hos boks 2 og vannets motvilje mot å gå under 0C.