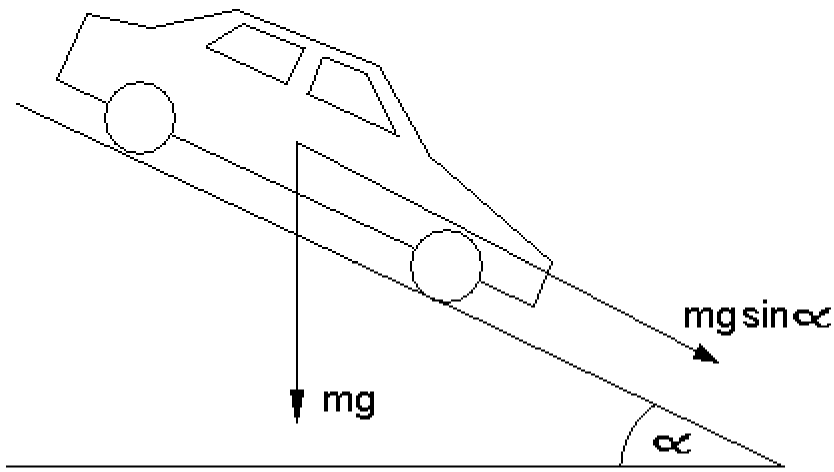
1. Cel ćwiczenia

Zasymulowanie prawdziwych obiektów fizycznych jak czajnik elektryczny oraz samochód osobowy za pomocą komputerowego narzędzia matematycznego: „Matlab”.

2. Przedstawienie modelu fizycznego zagadnień.



$$m * g = F_N - F_T$$

$$F_T = f_V * v$$

$$\begin{cases} \{F_T = F_{STAT} + f_V * v + f_Z * v^2 \\ v \geq 0 \\ F_N - F_T \geq 0 \end{cases}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{m} * F_M - \frac{1}{m}\left(F_S + f_V * v + f_Z * v^2\right)$$

3. Listingi M-plików użytych w ćwiczeniu

M-plik (car.m)

function dv=car(t, v, flag, F_S, f_V, f_Z, F_N, alfa)
m=1400;

F_N=m*9.81*sin(Pi/180*alfa);
If abs(F_N)>-(F_S)
    end
dv=F_N/m-1/m*(F_S*sign(v)+f_V*v+f_Z*v^2*sign(v));

“Matlab workspace”
[t, v]= ode45(@car, [0 35], v_P/3.6,’’,’’,100,10,0)

plot(t*3.6, v)

M-plik (porownaj.m)

```
function J=porownaj3(ab)
[w,k]=size(ab);
for i=1:w
  t1=[46.28,22.89,20,16,12];
  vp1=[0,30,50,70,80]/3.6;
  vk1=[40,49,62,74,84]/3.6;
  for j=length(t1)
     [t,v]=ode45(@car,[0,t1(j)],vp1(j),",",ab(i,1),ab(i,2),ab(i,3));
     vk(j)=v(end);
  end
J(i,1)=sum((vk-vk1).^2);
end
```

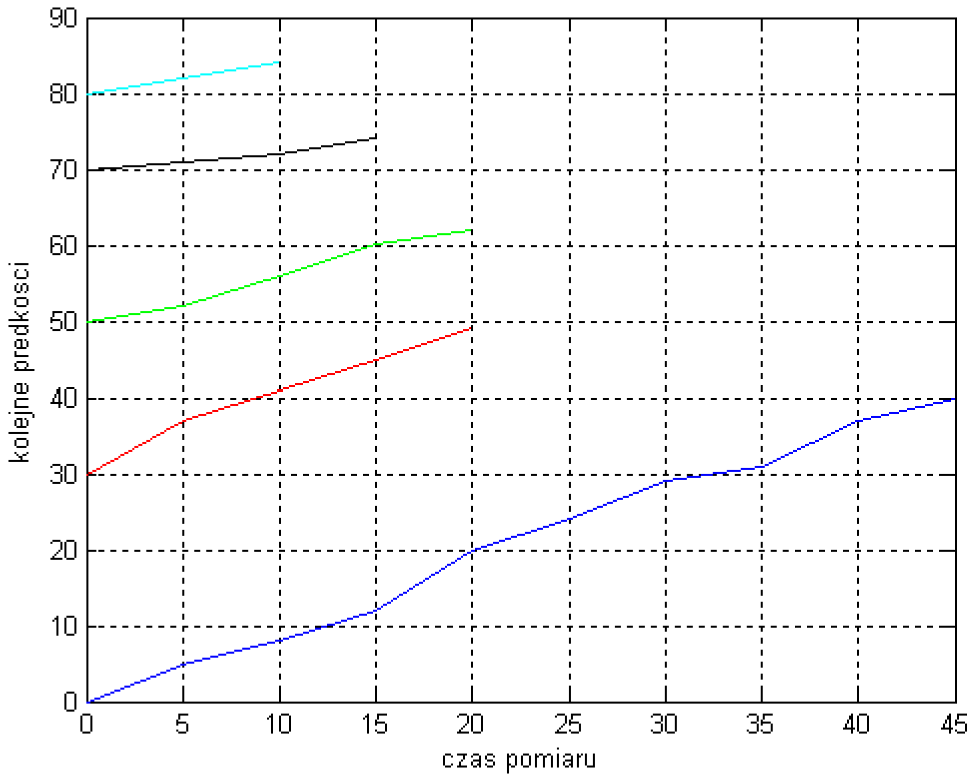
4. Tabele pomiarowe

Pomiary przeprowadzone na górce pod „Krzakami” samochodem osobowym Ford Escort, załoga 4 osoby, masa pojazdu 1400kg wraz z pasażerami.

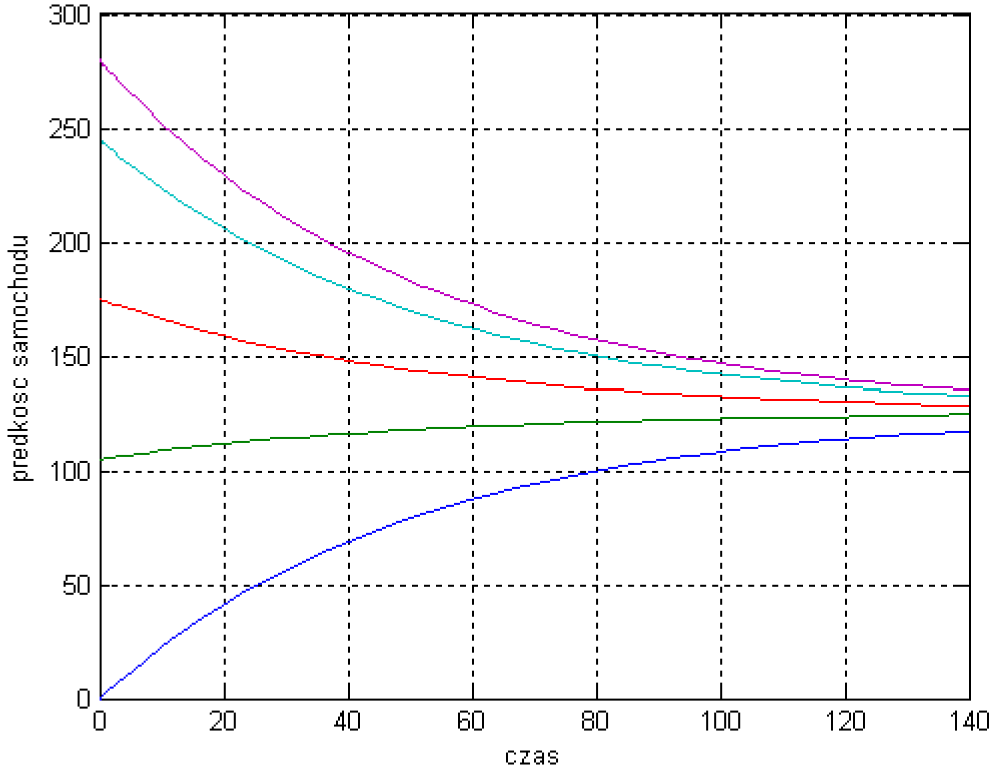
	sekundy											
km	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
0	0	5	8	12	20	24	29	31	37	40		46.28
30	30	37	41	45	49							22.89
50	50	52	56	60	62							20.15
70	70	71	72	74								16.07
80	80	82	84									12.12

5. Wykresy.

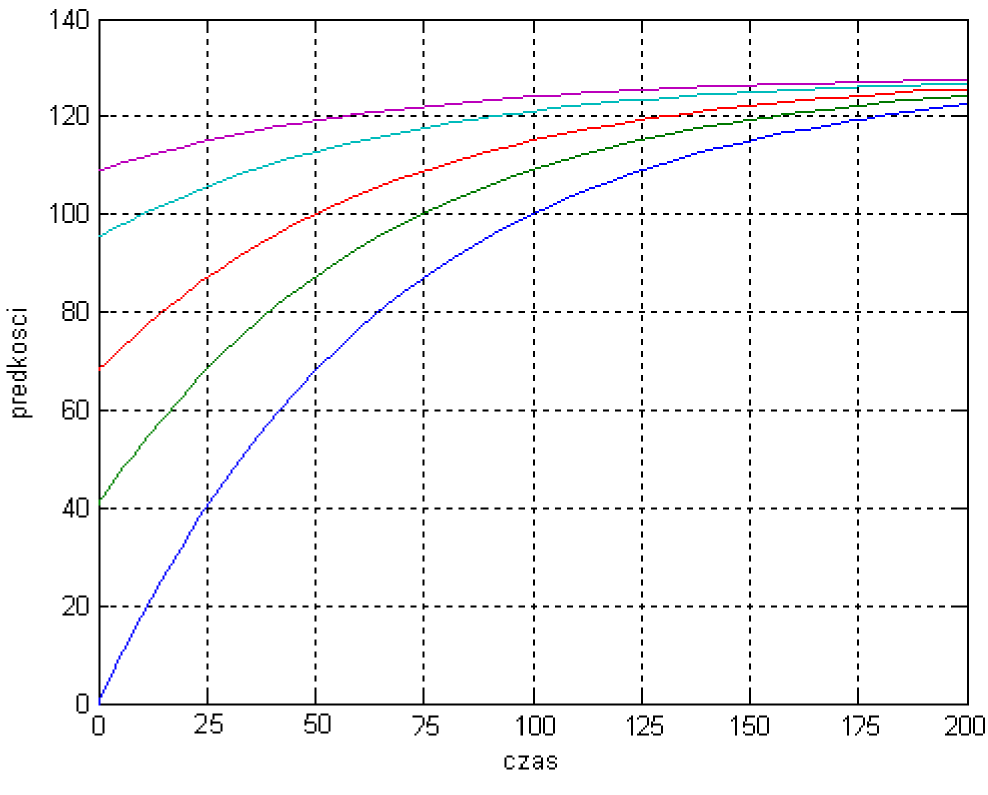
Wykres ilustrujący dane pomiarowe z powyższej tabeli. Poszczególne prędkości chwilowe w funkcji czasu.



Uzyskany przez nas wynik pomiarowy dla M-pliku pierwszego



Korzystając z M-pliku porównaj otrzymaliśmy następujący wynik



6. Wnioski.

Wykonaliśmy, jak założone dwa M-pliki, które miały nam zasymulować fizyczny model samochodu osobowego. Wykonaliśmy szereg pomiarów prędkości chwilowej i czasu zjeżdżając ze wzniesienia o kącie nachylenia założonym przez nas na 5 stopni. Pomiary zostały przeprowadzone dla pięciu prędkości początkowych. Pomiar był dokładny dla prędkości początkowej 0. Pomiary były mniej dokładne dla większych prędkości, gdyż wzniesienie miało ograniczoną długość, a my nie mieliśmy ponadto ochoty płacić mandatu za przekroczenie dopuszczalnej prędkości w terenie zabudowanym o więcej niż 30km/h. Z przeprowadzonej symulacji wynika, że przy uwzględnieniu wszelkich czynników wpływających na ruch pojazdu, samochód rozpędziłby się maksymalnie do około 130km/h, a później jego prędkość była by stała zakładając, iż wzniesienie trwałoby w nieskończoność. Takie wnioski nasunięte zostały poprzez wyznaczenie odpowiednich współczynników według drugiej funkcji i podstawieniu ich do pierwszego wywołanego M-pliku. Dało to nam obraz przybliżonego modelu auta rozpędzanego ze wzniesienia, co jest zobrazowane na załączonych w pracy wykresach.

7. Bilans cieplny i model czajnika

$$Q_{we} - Q_{wy} = Q_{zakumulowane} = \frac{d(m \cdot c_w \cdot (T - T_0))}{dt}$$

$$\frac{dQ_{we}}{dt} - \frac{dQ_{wy}}{dt} = \frac{dQ_{zakumulowane}}{dt}, \text{ gdzie} \frac{dQ_{wy}}{dt} = \bar{s} \cdot (T - T_0) \cdot \alpha,$$

Po przekształceniu otrzymujemy, ze:

$$\dot{T} = -\frac{\bar{s} \cdot \alpha}{m \cdot c_w}(T - T_0) + \frac{P \cdot \eta}{m \cdot c_w},$$

a uwzględniając $P = \frac{U^2}{R}$ otrzymujemy

$$\dot{T} = -\frac{\bar{s} \cdot \alpha}{m \cdot c_w}(T - T_0) + \frac{\eta}{R \cdot m \cdot c_w} U^2$$

s - uśredniona powierzchnia wymiany ciepła,

T - temperatura wody,

α - współczynnik wymiany ciepła przy powierzchni.

Do dalszych obliczeń definiujemy wielkości a i b jako:

$$a = \frac{\bar{s} \cdot \alpha}{m \cdot c_w}, \ b = \frac{\eta}{R \cdot m \cdot c_w}$$

przy czym opieramy się na następujących danych:

$\alpha = 4{,}2[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$

$c_w = 4190[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$

P=2200W

$\bar{s} = 0{,}056[m^2]$

R=26,45Ω

m=1kg

Po podstawieniu otrzymujemy:

a=0.000045107

b=0.0000081209

8. Pomiary temperatury i wykres nagrzewania się wody w czajniku

t [s]	T [^oC]
0	8
5	9,5
10	13,5
15	16
20	18
25	20
30	21,5
35	23,5
40	26,5
45	28
50	30
55	32
60	34,5

M-plik (czajnik.m)

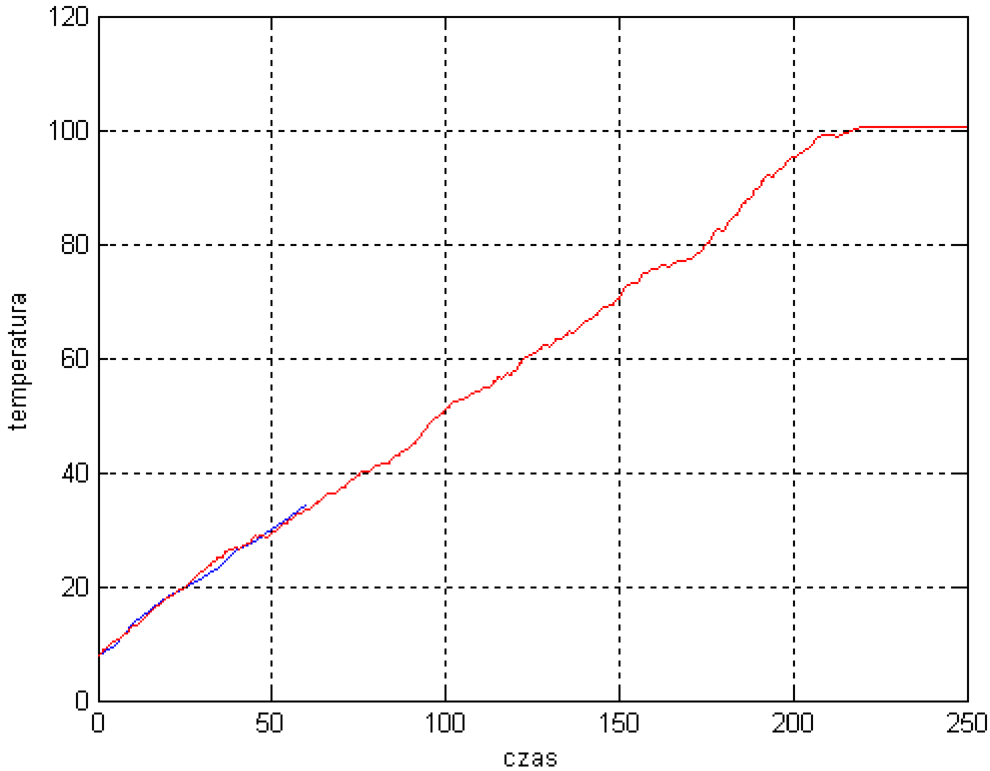
```
function dT=czajnik(t,T,flag,a,b)

u=sqrt(2)*230*sin(314*t);
dT=-a*(T-22)+b*u^2;
dT=dT*((T<=100)*(dT>=0)+(dT<0));

[t,T]=ode45(@czajnik,[0 250],8,'','',0.000045107,0.0000081209)
plot(t,T)
```

9. Wykres.

Charakterystyka grzania wody w czajniku rzeczywistym i symulacja w programie „Matlab“



10.Wnioski.

Symulowany proces grzania wody w czajniku elektrycznym oparty na parametrach wyliczonych z rzeczywistych wielkości fizycznych doskonale odzwierciedla rzeczywisty proces grzania. Powyższy wykres w sposób przejrzysty nam to uzmysławia. Zastosowanie symulacji procesu jest dobrym sposobem prognozowania zachowania się rzeczywistego obiektu fizycznego.