A. Informacje o zespole realizującym ćwiczenie

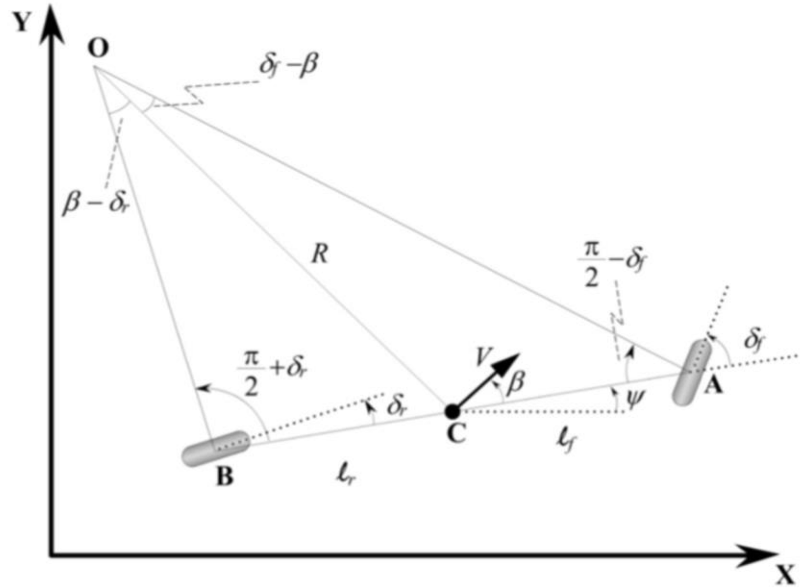
Nazwa przedmiotu:	Automatyka pojazdowa
Nazwa ćwiczenia:	Model kinematyki samochodu
Data ćwiczenia:	2019-06-05
Czas ćwiczenia:	09:30– 11:00
Zespół realizujący ćwiczenie:	• Sonia Wittek • Anna Gęca • Barbara Kaczorowska • Małgorzata Śliwińska

B. Sformułowanie problemu

Zadanie polegało na skonstruowaniu modelu samochodu, który pozwalałby na obserwowanie jego trakcji, w zależności od wymiarów geometrycznych samochodu i zadanego sterowania – wartości prędkości postępowej, wartości kątów skręcania osi skrętnych. Aby móc zapisać równania kinematyki samochodu można posłużyć się uproszczeniem jakim jest bicycle model – daną parę kół zastępuje się jednym kołem na środku szerokości pojazdu. Dla modelu ze sterowalną osią przednią i tylną otrzymujemy następujące równania:

$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{l_f \tan(\delta_r) + l_r \tan(\delta_f)}{l_f + l_r}\right)$$

$$\begin{aligned}
\dot{X} &= v\cos(\psi + \beta) \\
\dot{Y} &= v\sin(\psi + \beta) \\
\dot{\psi} &= \frac{v\cos(\beta)}{l_f + l_r}(\tan(\delta_f) - \tan(\delta_r)) \\
\dot{v} &= a
\end{aligned}$$



C. Sposób rozwiązania problemu

W celu realizacji ćwiczenia zaimplementowałyśmy kod programu tak, aby móc obserwować trajektorię ruchu 4 samochodów o różnych długościach. Dla każdego z nich należało rozpatrzyć 6 przypadków opisanych w treści zadania.

```
h = 0.1;
T = 80;
v = 1;
psi=2;
L = [1 3 10 30];
X = 0; Y = 0;
x0=[X Y psi v];

for i = 1:6
    [u, t] = przypadki(i);
    figure;
    for l = 1:4
        length = L(l);
        subplot(2,2,l);
        for c = 1:3
            optional_parameters = findplace(length, c);
            dxModel = @(t, x, u) kinematicBicycleModel(t, x, u, optional_parameters);
            [t1, x1]=rk4(x0, u, h, dxModel);
            hold on
            plot(x1(:,1), x1(:,2));
        end
        xlabel('X'); ylabel('Y');
        title(sprintf('L = %d', length));
        legend('lr=L, lf=0','lf=0.5, lr=0.5','lr=0,lf=L');
    end
end
```

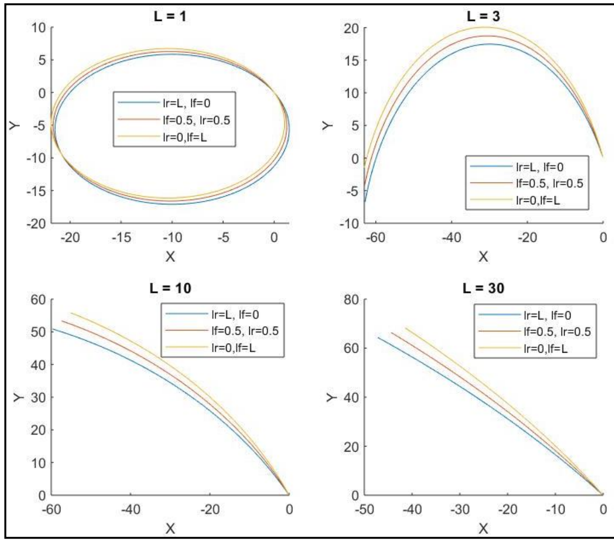
```
function place = findplace(L,scenario)
%place(1) = lr, place(2) = lf
if scenario == 1
    place(1) = L; place(2) = 0;
elseif scenario == 2
    place(1) = L/2; place(2) = L/2;
elseif scenario == 3
    place(1) = 0; place(2) = L;
end
end
```

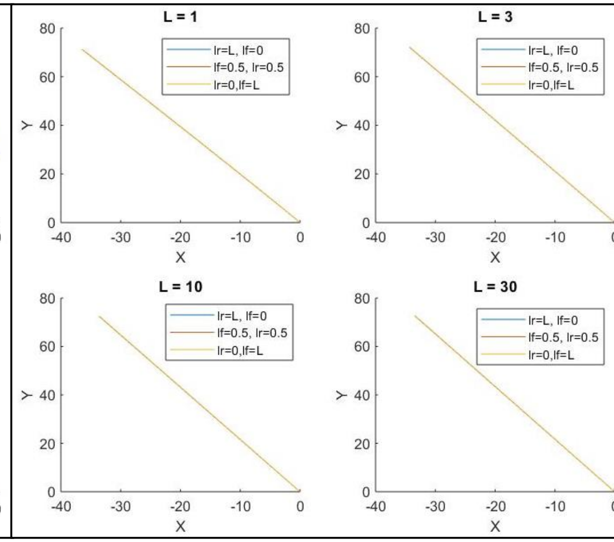
```
function [t,x]=rk4(x0, u, h, dxModel)
% x0 - punkt poczatkowy, u - wektor sterowan, h - krok symulacji,
%dxModel - uchywt do funkcji liczasy wartosc pochodnej w
nt = length(u); n = length(x0);
tf = nt * h;
x=zeros(nt,n); tmp=zeros(n,1);
xtmp=x0; x(1,:)=x0'; t=0;
dx1=zeros(n,1); dx2=dx1; dx3=dx1; dx4=dx1;
h_2=h/2; h_6=h/6; h_26=2*h_6;
for i=1:nt
        dx1 = dxModel(t, xtmp, u(i,:));
        tmp=xtmp+h_2*dx1;
        t=t+h_2;

        dx2 = dxModel(t, xtmp, u(i,:));
        tmp=xtmp + h_2 * dx2;

        dx3  = dxModel(t, xtmp, u(i,:));
        tmp=xtmp+h*dx3;
        t=t+h_2;

        dx4 = dxModel(t, xtmp, u(i,:));
        xtmp=xtmp+h_6 * (dx1+dx4)+h_26 * (dx2+dx3);
        x(i,:)=xtmp';
end
t=linspace(0,tf,nt)';
```

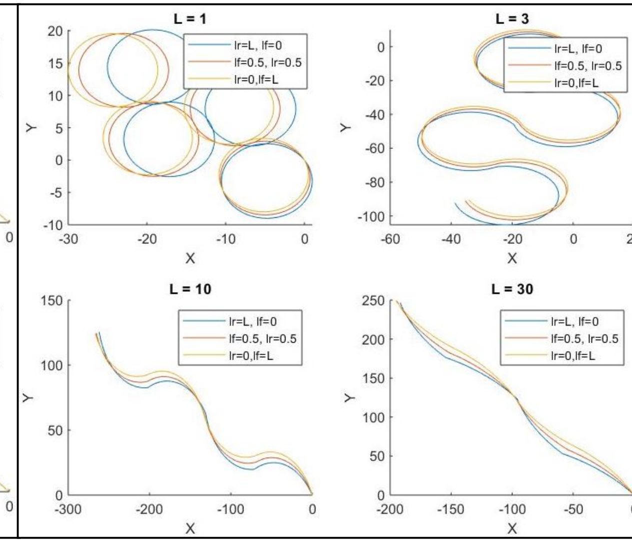
```
function pochodne = kinematicBicycleModel(~, x, u, optional_parameters)
% x = [X Y psi v], u = [delta_f delta_r a], optional_parameters op = [lr lf], pochodne = [dx, dy, dpsi, dv]
beta = atan((optional_parameters(2)*tan(u(2))+optional_parameters(1)*tan(u(1)))/(optional_parameters(2)+optional_parameters(1)));
dx = x(4)*cos(x(3)+beta); dy = x(4)*sin(x(3)+beta);
dpsi = (x(4)*cos(beta))/(optional_parameters(1)+optional_parameters(2))*(tan(u(1))-tan(u(2)));
dv = u(3);
pochodne(1) = dx;
pochodne(2) = dy;
pochodne(3) = dpsi;
pochodne(4) = dv;
end
```

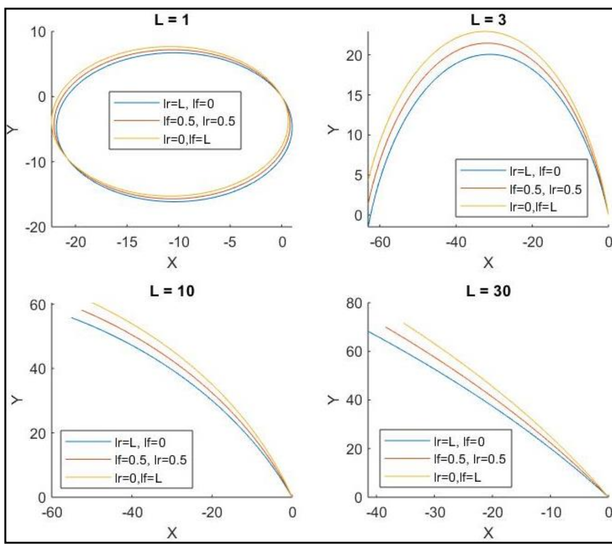
D. Wyniki

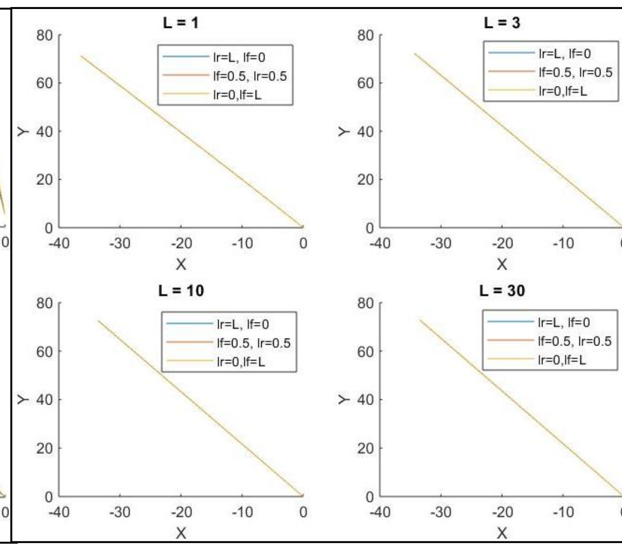
Wykresy dla 6 kolejnych przypadków:

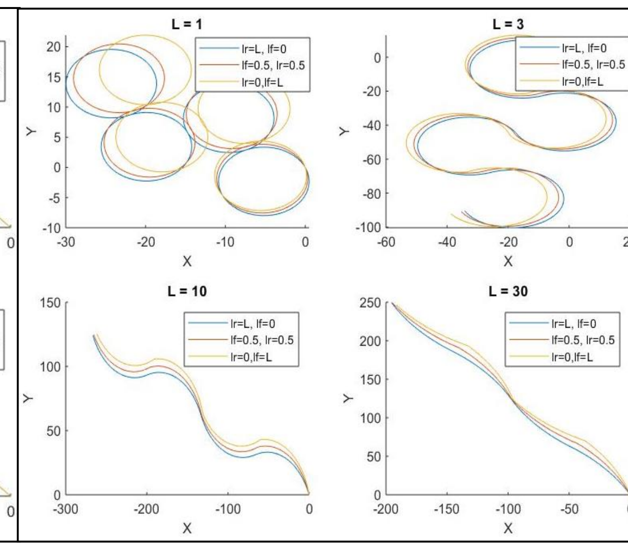












E. Wnioski

Ćwiczenie pozwoliło zapoznać się z kinematycznymi modelami samochodów o różnych parametrach. Na podstawie symulacji można było zaobserwować, że krótsze samochody mają mniejszy promień skrętu i intensywniej reagują na zmiany na kierownicy. Przypadki, które różniły się tylko tym, czy sterowano osią przednią, czy tylną, są bardzo podobne (przypadki: 1. i 4., 2. i 5., 3. i 6.). Zamodelowane zachowania samochodu zgadzały się z intuicyjnymi przewidywaniami. Obserwacje kinematyki samochodu są jedną z kluczowych rzeczy przy jego projektowaniu.