

A. Informacje o zespole realizującym ćwiczenie

Nazwa przedmiotu: Automatyka pojazdowa	
Nazwa ćwiczenia:	Model kinematyki samochodu
Data ćwiczenia:	2022-03-31
Czas ćwiczenia:	15:00– 16:30
Zespół realizujący ćwiczenie:	<ul style="list-style-type: none">• Błażej Szczur• Jakub Szczypek• Julita Wójcik



B. Sformułowanie problemu

Celem zajęć jest budowa modelu kinematyki dla określonego typu pojazdu oraz jego symulacja komputerowa. Należy zaimplementować model kinematyki *bicycle model* na podstawie równań zawartych w instrukcji. Do numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych należy wykorzystać stało krokowy algorytm Rungego-Kutty zaimplementowany funkcji *rk45*. Ostatnim etapem problemu jest symulacyjne badanie modelu kinematycznego dla czterech pojazdów o różnych długościach oraz dla trzech wariantów położenia punktu C, zmieniając przy tym parametry takie jak kąt skręcenia osi przedniej i tylnej, czas i prędkość. Wykresy powinny mieć odpowiedni tytuł, etykiety osi oraz legendę.

C. Sposób rozwiązania problemu

Zaimplementowano model kinematyki bicycle model dany równaniami w postaci funkcji *kinematicBicycleModel* przyjmującej argumenty wejściowe: t – punkty czasowe dla rozwiązania, x – wyznaczone wartości rozwiązywanego układu, u – wektor sterowań oraz l_f i l_r – długości AC i BC. Wielkościami sterującymi są: kąt skręcenia osi przedniej, osi tylnej oraz wartość przyspieszenia a . Funkcja zwraca wektor rozwiązań układu równań różniczkowych.

Zaimplementowane równania modelu rozwiązano numerycznie z wykorzystaniem funkcji *rk45*, pamiętając o prawidłowym wywołaniu funkcji, tj. $[t, x] = rk45[x0, u, h, dxModel]$, gdzie *dxModel* to uchwyt do funkcji *kinematicBicycleModel*

Część symulacyjną podzielono na 6 sekcji - w każdej sekcji w pętli iterującej po zadanych długościach, definiowano odpowiednie parametry zadane w instrukcji, zamieniano stopnie na radiany. Dla przypadków czterech zmian kąta skręcenia wykorzystano funkcję *sign()*, dla funkcji okresowej, która co dany okres przyjmowała wartości przeciwnego znaku (np. sinus). Dla 3 zadanych położenia punktu C rozwiązywano układ równań, 3 zestawy rozwiązań przedstawiano na wspólnym wykresie, który opisano tytułem, legendą, etykietami oś.

```
function [result] = kinematicBicycleModel(t, x, u, lr, lf)
sigma_r = u(2); sigma_f = u(1); a = u(3); psi = x(3); v = x(4);
beta = atan((lf*tan(sigma_r) + lr*tan(sigma_f))/(lf + lr));

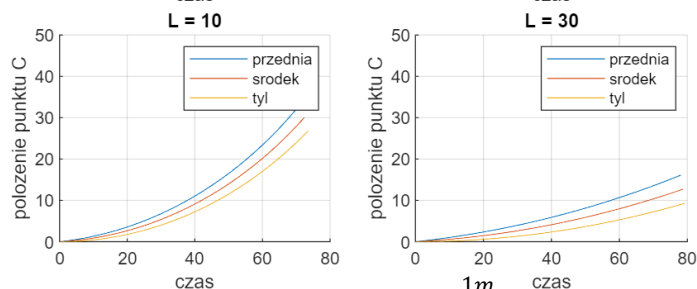
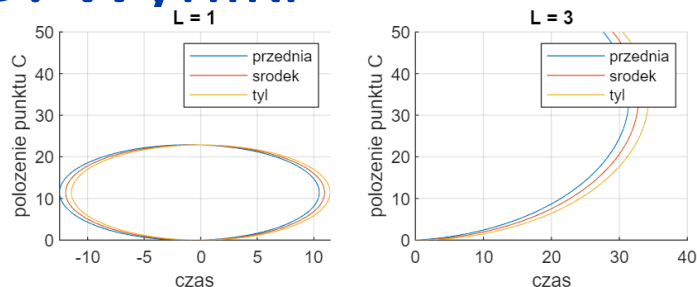
xdt = v * cos(psi + beta);
ydt = v * sin(psi + beta);
psidt = ((v * cos(beta))/(lf + lr))*(tan(sigma_f) - tan(sigma_r));
vdt = a;

result = [xdt, ydt, psidt, vdt];

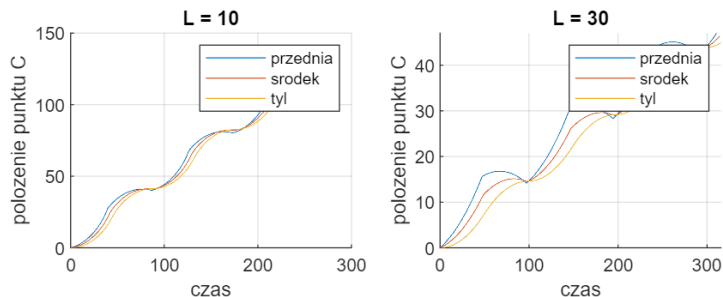
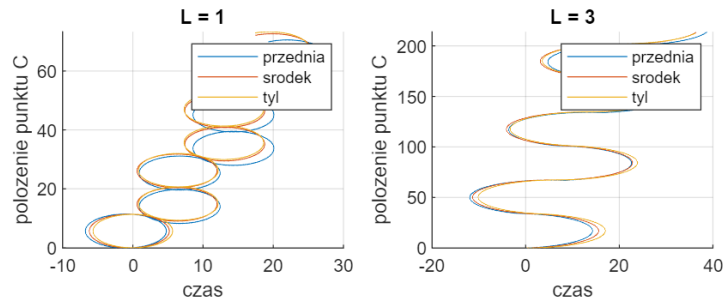
end
```

Rys.1 Zaimplementowana funkcja *kinematicBicycleModel*

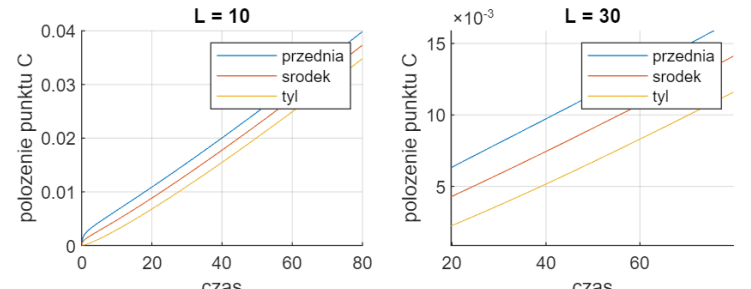
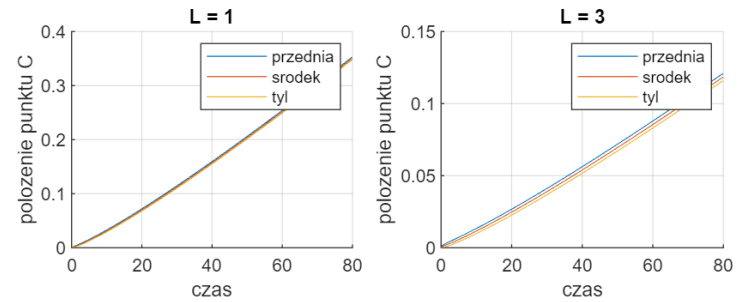
D. Wyniki



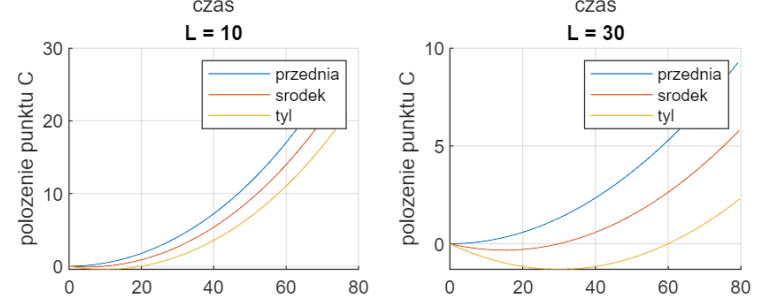
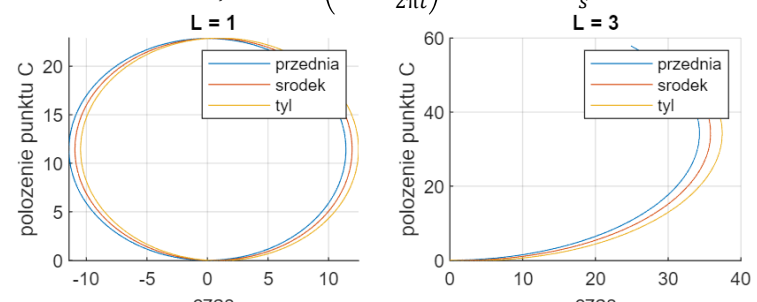
$$\delta_f = 5^\circ, \delta_r = 0^\circ, v = \frac{1m}{s}$$



$$T = 320, \delta_f(t) = \pm 10^\circ, \delta_r = 0^\circ, v = \frac{1m}{s}$$



$$\delta_f = 10^\circ \sin\left(0.25 * \frac{1}{2\pi t}\right), \delta_r = 0^\circ, v = \frac{1m}{s}$$



$$\delta_f = 0^\circ, \delta_r = -5^\circ, v = \frac{1m}{s}$$

E. Wnioski

- Przy tym samym zestawie parametrów dłuższe auto zatacza okrąg o większym promieniu.
- Przy kącie skręcenia osi przedniej, zadanego funkcją od czasu t , dłuższe auto osiąga mniejsze położenie punktu C niż krótsze w tym samym czasie t .
- Przy czterokrotnej zmianie kąta skręcenie, najkrótszy pojazd zatacza okręgi, natomiast najdłuższy wykonuje powtarzalną trajektorię w postaci przypominającej łuk
- W ramach ćwiczenia zapoznano się z jednym z przykładowych modeli kinematyki pojazdu. Zmiana parametrów pozwoliła na obserwację ich wpływu na trajektorię poszczególnych osi.
- Utrwalono sposoby rozwiązywania układów równań różniczkowych w środowisku Matlab.