



Politechnika Śląska
Wydział Mechaniczny Technologiczny

Projekt Inżynierski

Analiza dynamiczna podwozia robota eksploracyjnego w oprogramowaniu CoppeliaSim

Wykonał : Marcin Jureczko

Prowadzący projekt: dr hab. inż. Piotr PRZYSTAŁKA, prof. PŚ

Opiekun: dr inż. Wawrzyniec PANFIL

Gliwice, 2020

- ▶ SKN AI-METH
- ▶ Silesian Phoenix
- ▶ European Rover Challenge



Rys. 1. Silesian Phoenix II

Cel i zakres projektu

- ▶ Opracowanie modelu zmodernizowanego łoża marsjańskiego, który zostanie zaimportowany do środowiska symulacyjnego
- ▶ Przeprowadzenie analiz dynamicznych w tym: badania momentów napędowych, badania stabilności i badania zdolności pokonywania przeszkód

Założenia projektowe

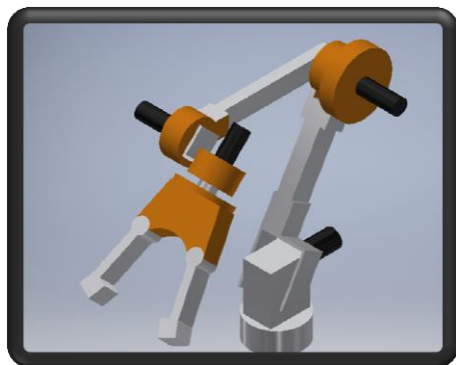
Założenia projektowe dzielą się na:

- ▶ Założenia ogólne;
- ▶ Założenia wynikające z regulaminów ERC i URC;
- ▶ Założenia geometryczne;
- ▶ Założenia dotyczące symulacji.

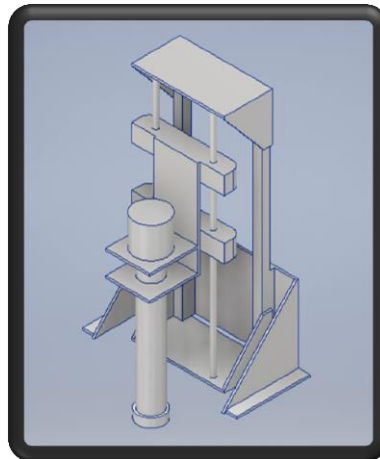
Obiekt badań

Model robota Silesian Phoenix II obejmuje:

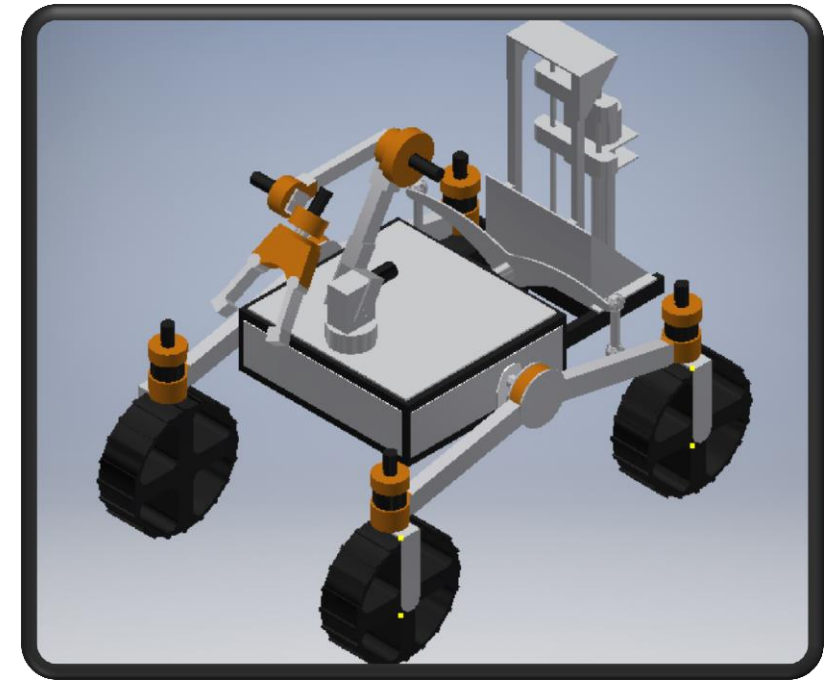
- ▶ Podwozie
- ▶ Laboratorium próbek gleby
- ▶ Manipulator



Rys. 2. Manipulator



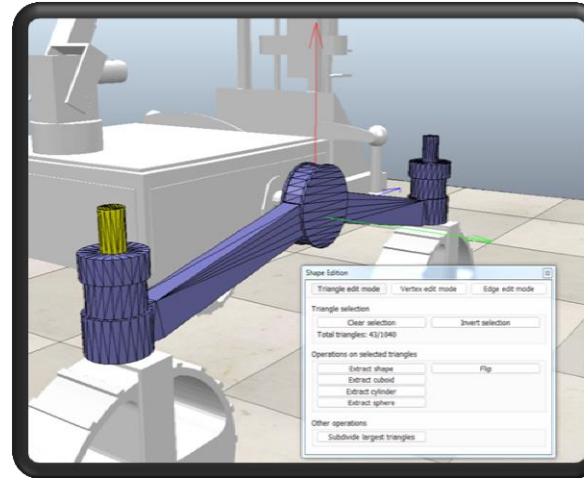
Rys. 3. Laboratorium próbek



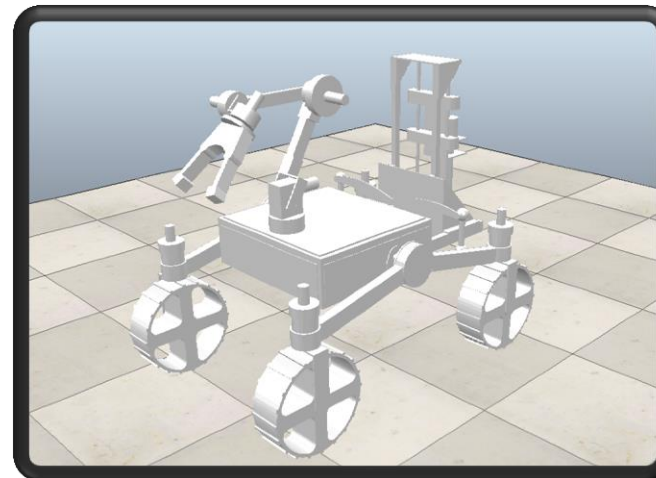
Rys. 4. Model CAD robota

Import modelu CAD
robota do
oprogramowania
CoppeliaSim

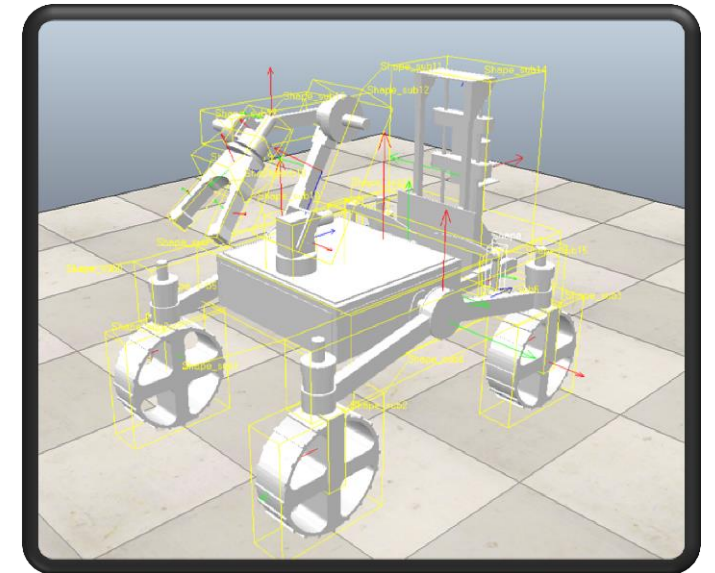
Czynności wykonane
podczas importowania
modelu.



Rys. 7. Narzędzie Shape edition



Rys. 5. Zaimportowany model

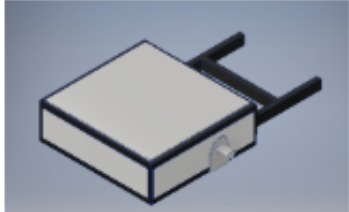
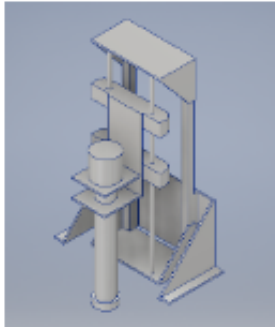


Rys. 6. Model podzielony

Import modelu CAD
robota do
oprogramowania
CoppeliaSim

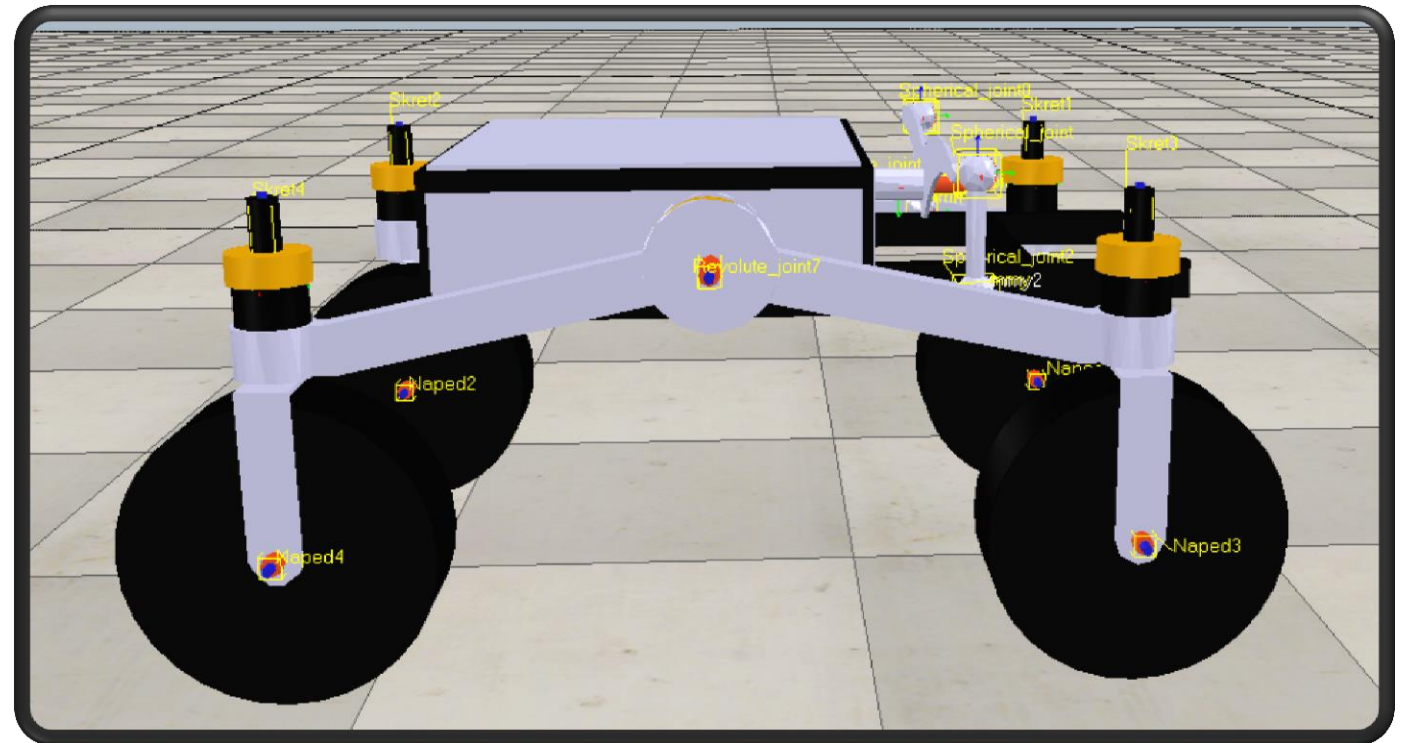
Nadawanie momentów
bezładności.

Tab. 3.1: Tabela momentów bezładności

Korpus			
Masa [kg]	Momenty bezw. (Inventor) [$kg * mm^2$]	Momenty bezw. (CoppeliaSim) [m^2]	Zrzut ekranu
8,0	$I_x = 988577,05$ $I_y = 1206032,18$ $I_z = 274039,86$	$I_x = 0,1236$ $I_y = 0,1508$ $I_z = 0,0343$	
Laboratorium próbek			
8,83	$I_x = 1333305,21$ $I_y = 827251,08$ $I_z = 591597,52$	$I_x = 0,151$ $I_y = 0,0937$ $I_z = 0,067$	

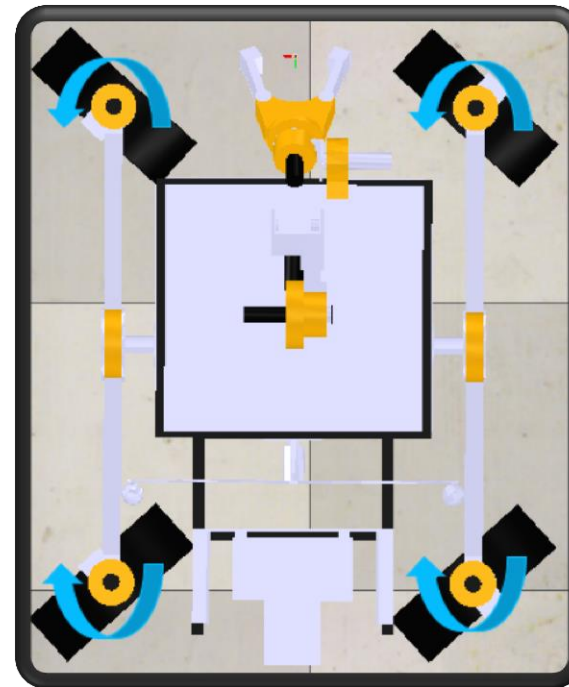
Import modelu CAD
robota do
oprogramowania
CoppeliaSim

Nadawanie więzów
modelowi

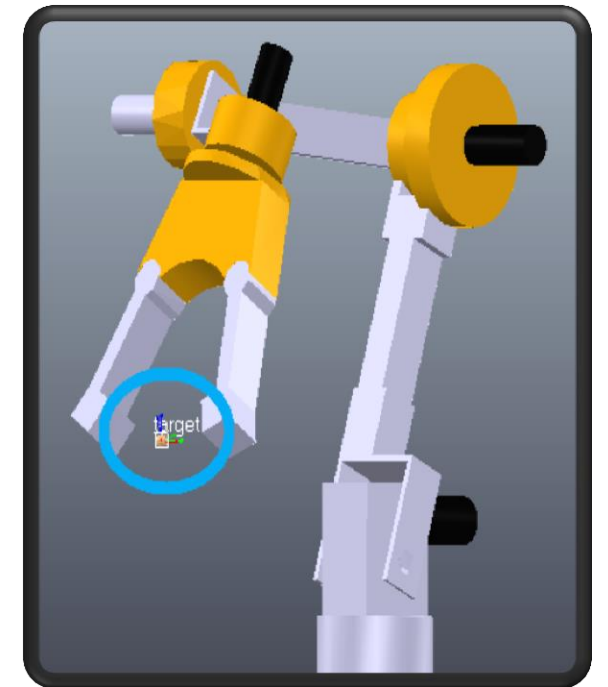


Rys. 8. Więzy w podwoziu

- ▶ Algorytm sterowania podwoziem napisany w języku Lua
- ▶ Sygnały wysyłane przez gamepad bezpośrednio do skryptu
- ▶ Sterowanie osi skrętnych przy pomocy regulatora PID
- ▶ Sterowanie manipulatorem za pomocą wbudowanego modułu IK (Inverse Kinematics)



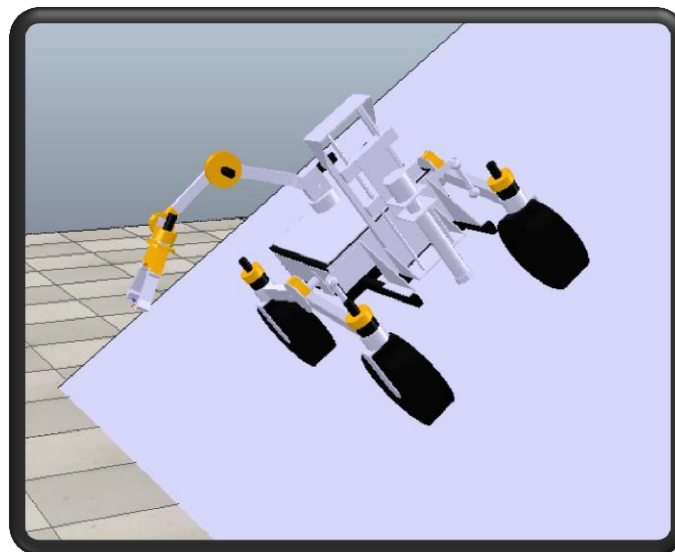
Rys. 9. Skręcanie robotem w lewo



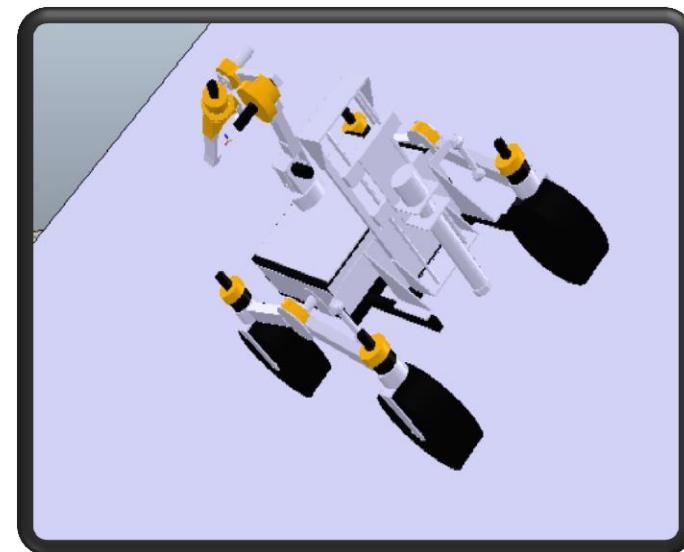
Rys. 10. Manipulator

Badanie stabilności

Dotyczy wyznaczenia maksymalnego kąta nachylenia rampy, na której łożek utrzymuje stabilną pozycję.



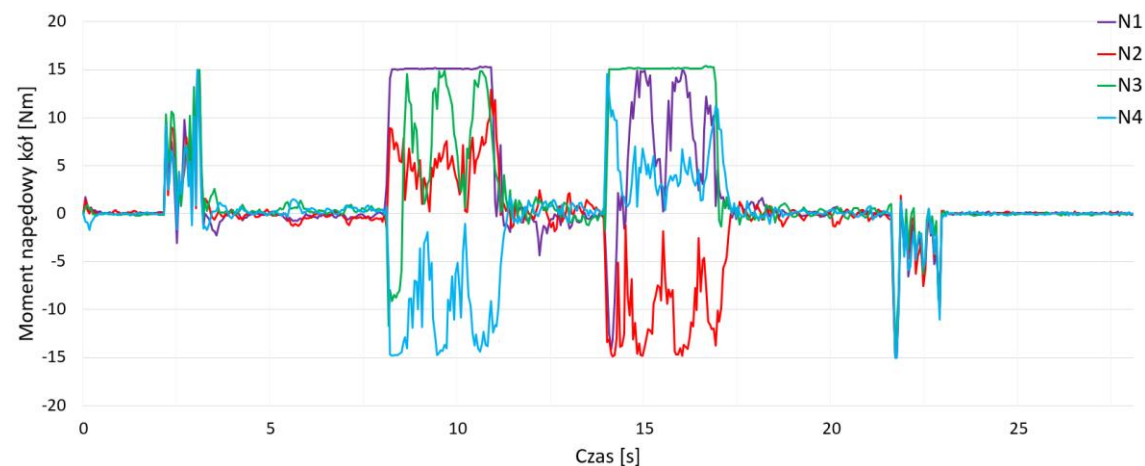
Rys. 11. Badanie stabilności z ruchomym manipulatorem



Rys. 12. Badanie stabilności bez ruchomego manipulatora

Badanie momentów napędowych

Przykładowe wyniki badania otrzymane w wyniku jazdy na terenie płaskim



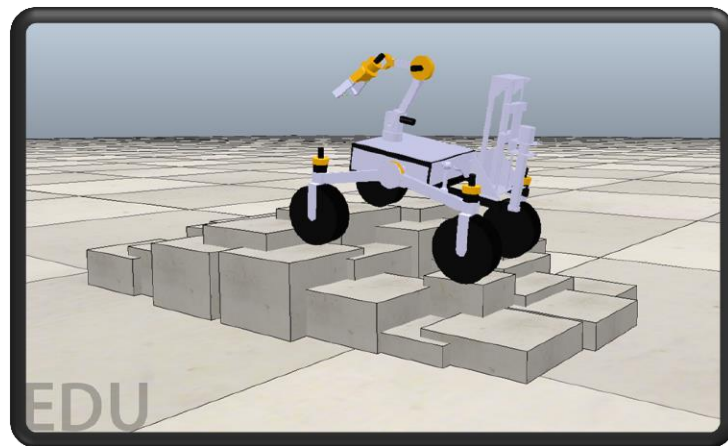
Rys. 13. Wykres momentów napędowych kół

Tab. 5.2: Tabela średnich momentów napędowych kół

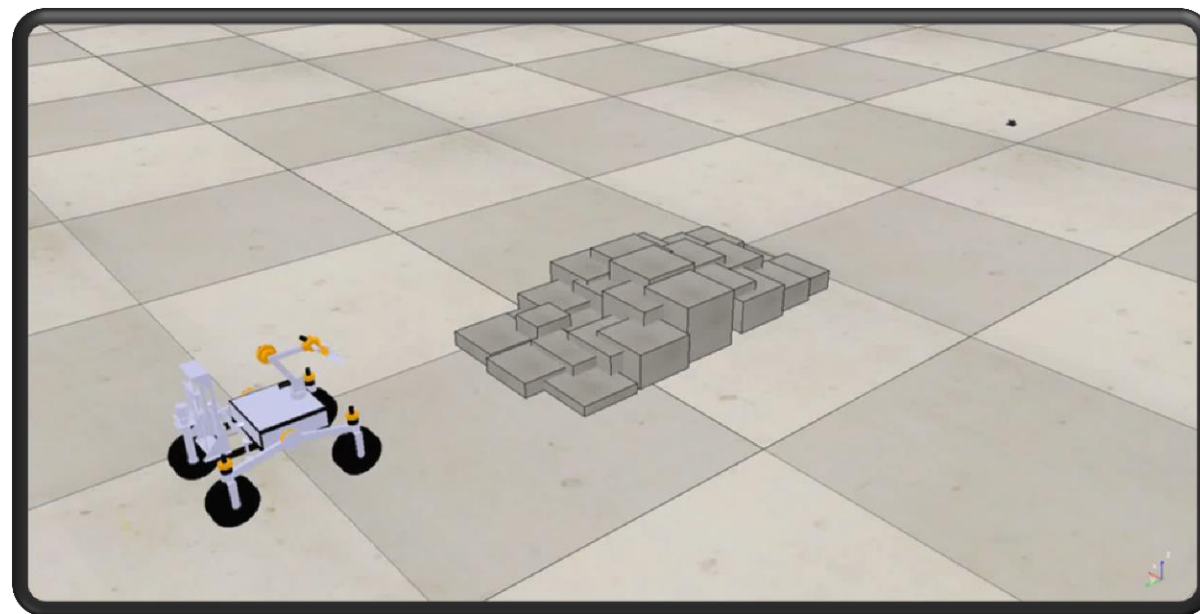
Czas [s]	N1 [Nm]	N2 [Nm]	N3 [Nm]	N4 [Nm]	Czynności
0 - 2	-	-	-	-	-
2,05 - 3,5	4,26	4,11	5,02	3,59	Rozpędzanie
3,55 - 8	0,31	0,36	0,37	0,38	Jazda w przód
8,05 - 11,3	13,16	5,08	8,21	9,72	Skręt w lewo
11,35 - 13,9	0,76	0,74	0,72	0,62	Jazda w przód
13,95 - 17,3	8,1	10,24	13,19	4,86	Skręt w prawo
17,35 - 21,55	0,33	0,35	0,39	0,26	Jazda w przód
21,6 - 22,9	4,67	4,64	3,65	4,57	Zatrzymanie
22,95 - 38,05	-	-	-	-	-

Badanie zdolności pokonywania przeszkód

Przeprowadzone badania mają na celu określenie, czy łożysko potrafi poruszać się po wymagającym terenie. Sprawdzane jest jego zachowanie i stabilność podczas jazdy.



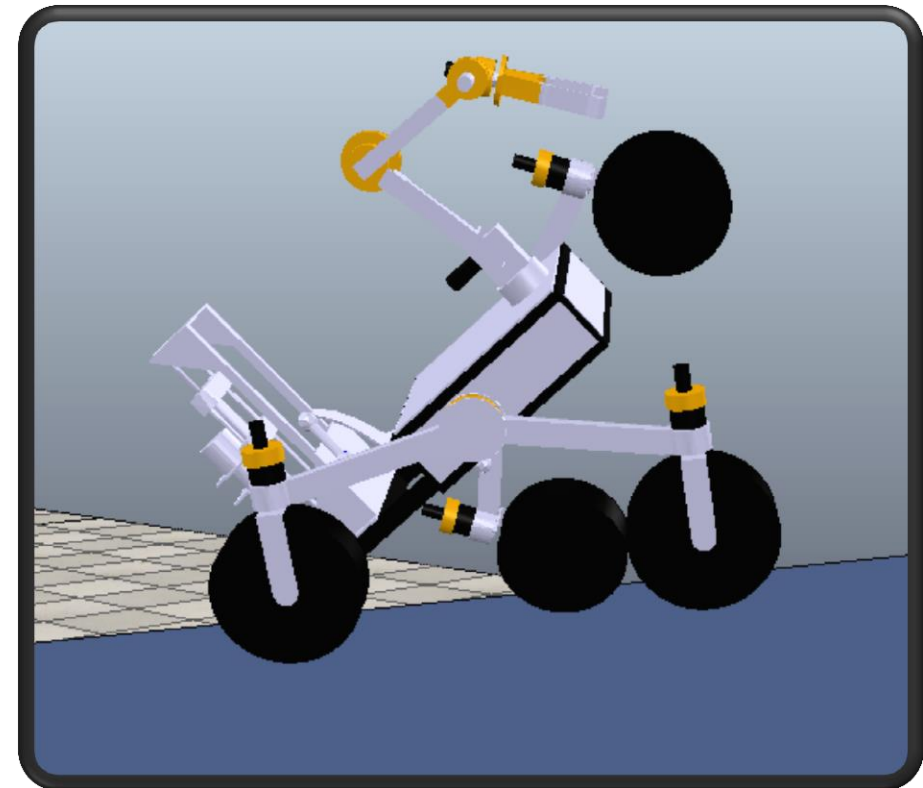
Rys. 14. Zrzut ekranu środowiska symulującego gruzowisko



Analiza wyników badań

13

- ▶ Błędy konstrukcyjne powodujące wychylenia kół
- ▶ Pozycja laboratorium próbek wpływa negatywnie na stabilność łoża
- ▶ Możliwe jest płynne skręcanie podczas jazdy
- ▶ Badania momentów umożliwia dobranie optymalnych napędów dla kół oraz osi skrętnych



Rys. 15. Wychylenie jednego z kół łoża

Podsumowanie

- ▶ Projekt dostarczył wiele cennych wniosków i zastrzeżeń dla procesu projektowania
- ▶ Konstrukcja zmodernizowanego łoża z pewnością poradzi sobie z przemieszczaniem się po obszarze Mars Yard'u zawodów European Rover Challenge
- ▶ Wprowadzone zmiany konstrukcyjne znacznie polepszają właściwości jezdne łoża

Dziękuję za uwagę