



# Projekt platformy jezdnej łoża marsjańskiego

Kamil Golczyński

MiBM, MB2

Promotor: dr inż. Wawrzyniec Panfil

Rok akademicki: 2018/2019



Celem pracy było opracowanie projektu podwozia typu rocker-bogie, które może stanowić platformę jezdnią dla robota eksploracyjnego biorącego udział w zawodach łazików marsjańskich ERC.

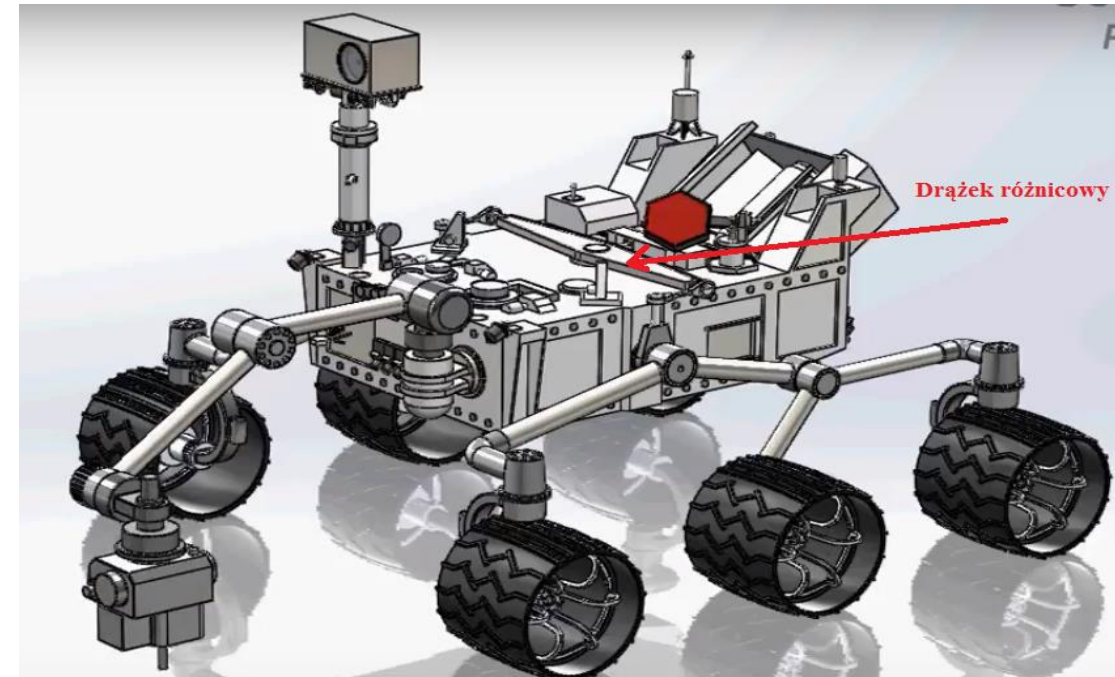
Źródło: [sknaimeth.polsl.pl](http://sknaimeth.polsl.pl)

1. Zdefiniowanie założeń projektowych dla wybranej koncepcji platformy
2. Wykonanie niezbędnych obliczeń i analiz
3. Dobór elementów składowych platformy jezdnej łożnika
4. Opracowanie modelu 3D platformy
5. Przygotowanie kosztorysu wykonania prototypu platformy
6. Opracowanie dokumentacji wykonawczej platformy



# Założenia projektowe

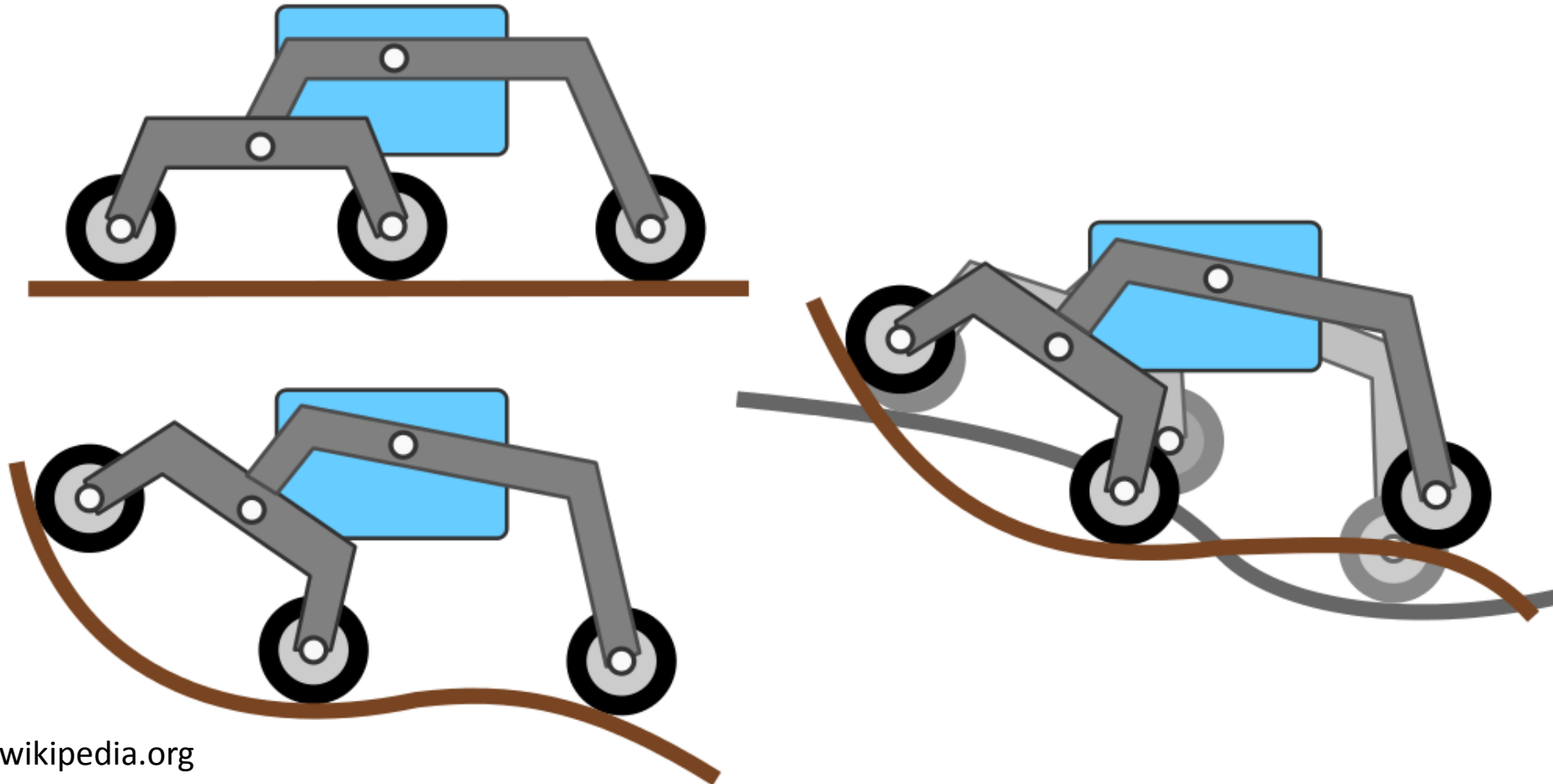
Założenia dotyczące funkcjonalności	<ul style="list-style-type: none"><li>• masa łazika powinna mieścić się w przedziale 50-60 kg.</li><li>• masa manipulatora = 14 kg</li><li>• masa laboratorium próbek = 10 kg</li><li>• maksymalna prędkość pojazdu = 2 m/s</li><li>• wysokość przeszkód = 40 cm</li><li>• maksymalna szerokość pojazdu = 100 cm</li><li>• maksymalna długość pojazdu = 150 cm</li></ul>
Założenia dotyczące warunków eksploatacji	<ul style="list-style-type: none"><li>• użytkowanie pojazdu zarówno wewnątrz budynku, jak i na zewnątrz</li><li>• w przypadku wykonywania zadań na zewnątrz pojazd narażony jest na zmienne warunki pogodowe,</li><li>• miejsce do każdego zadania jest specjalnie przygotowane</li></ul> <p>różnorodność nawierzchni i torów do pokonania podczas zadania,</p>



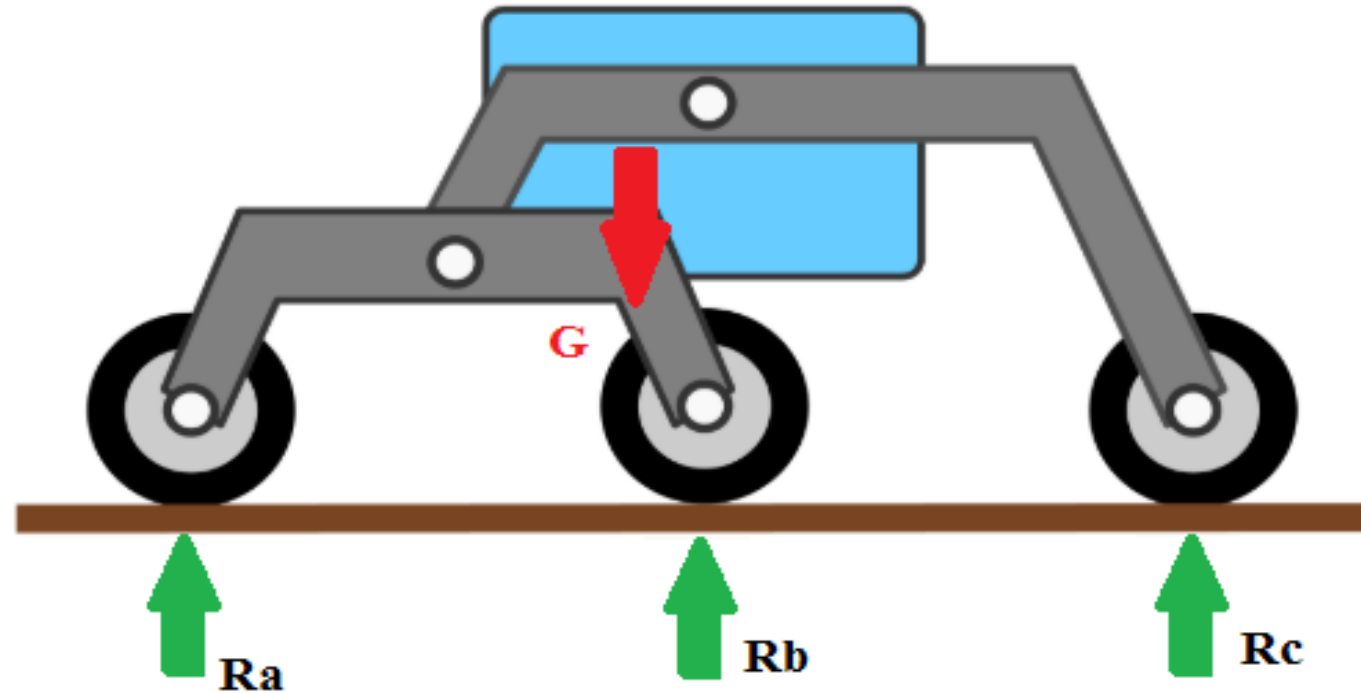
Układ lokomocji	Ilość silników napędzających	Źródło zasilania	Napęd
Pojazd 6-kołowy	6	Akumulator Li-Pol	Silnik elektryczny prądu stałego

Źródło: [pl.wikipedia.org](http://pl.wikipedia.org)

# Zawieszenie rocker-bogie



Źródło: pl.wikipedia.org



Źródło: pl.wikipedia.org

# Obliczenia dotyczące oporów ruchu

- opory toczenia  $F_T$
- opory wzniesienia  $F_W$
- opory powietrza  $F_p$
- opory bezwładności  $F_b$

$$F_{OP} = F_T + F_W + F_p + F_b$$

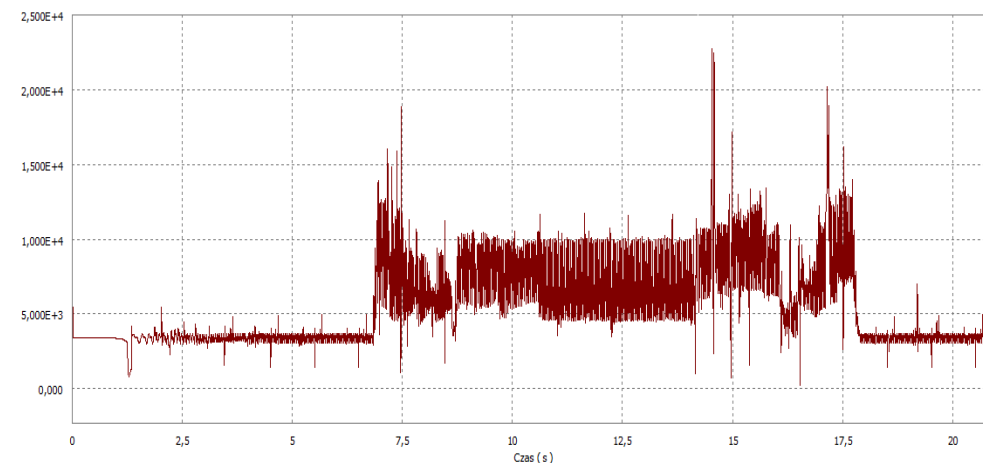
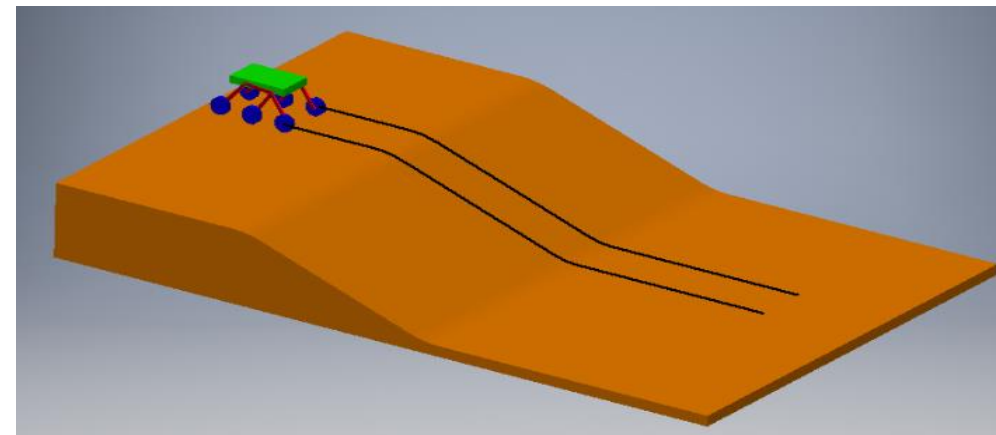
Opory ruchu dla nawierzchni betonowej			
$\alpha$	$F_T$ [N]	$F_W$ [N]	$F_{OP}$ [N]
0 °	5,89	0	35,89
34 °	4,89	329,14	364,03
44 °	4,24	408,88	443,12

Opory ruchu dla drogi polnej			
$\alpha$	$F_T$ [N]	$F_W$ [N]	$F_{OP}$ [N]
0 °	117,72	0	147,72
31 °	101,24	303	434,24

Opory ruchu dla nawierzchni piaszczystej			
$\alpha$	$F_T$ [N]	$F_W$ [N]	$F_{OP}$ [N]
0 °	176,58	0	206,58
6 °	157,7	61,53	249,23



Nr.	Przedział czasowy	Kąt pochylenia nawierzchni	Wyniki symulacji dynamicznej	Obliczenia analityczne
1	0 s - 3,5 s	0°	3,46 Nm	3,46 Nm
2	3,5 s - 6,7 s	0°	3,16 Nm	3,14 Nm
3	6,7 s - 10,8 s	0° - 20°	-	-
4	10,8 s - 14,2 s	20°	9,24 Nm	8,64 Nm
5	14,2 s - 17,8 s	20° - 0°	-	-
6	17,8 s - 21 s	0°	3,31 Nm	3,14 Nm



Zmiana momentu obrotowego (Nmm) w czasie (s)  
(kąt 20°, droga polna)



# Maksymalne kąty wzniesienia

Nr.	Rodzaj nawierzchni	Wyniki symulacji dynamicznej	Obliczenia analityczne
1	Beton	32°	34°
2	Polna droga gliniasta	31°	31°
3	Piasek	7°	6°

**Maksymalna moc na kołach:**

$$P_k = 443,12 \text{ N} * 2 \text{ m/s} = 886,24 \text{ W}$$

**Moc dla pojedynczego silnika:**

$$P_o = 147,8 \text{ W}$$

**Prędkość obrotowa  $n_k$ :**

$$n_k = \frac{60 * v}{2 * \pi * r} = 119,24 \frac{\text{obr}}{\text{min}}$$

**Moment napędzający pojedyncze koło:**

$$M_o = \frac{P_o * 9550}{n_k} = 12 \text{ Nm}$$

**YALU**

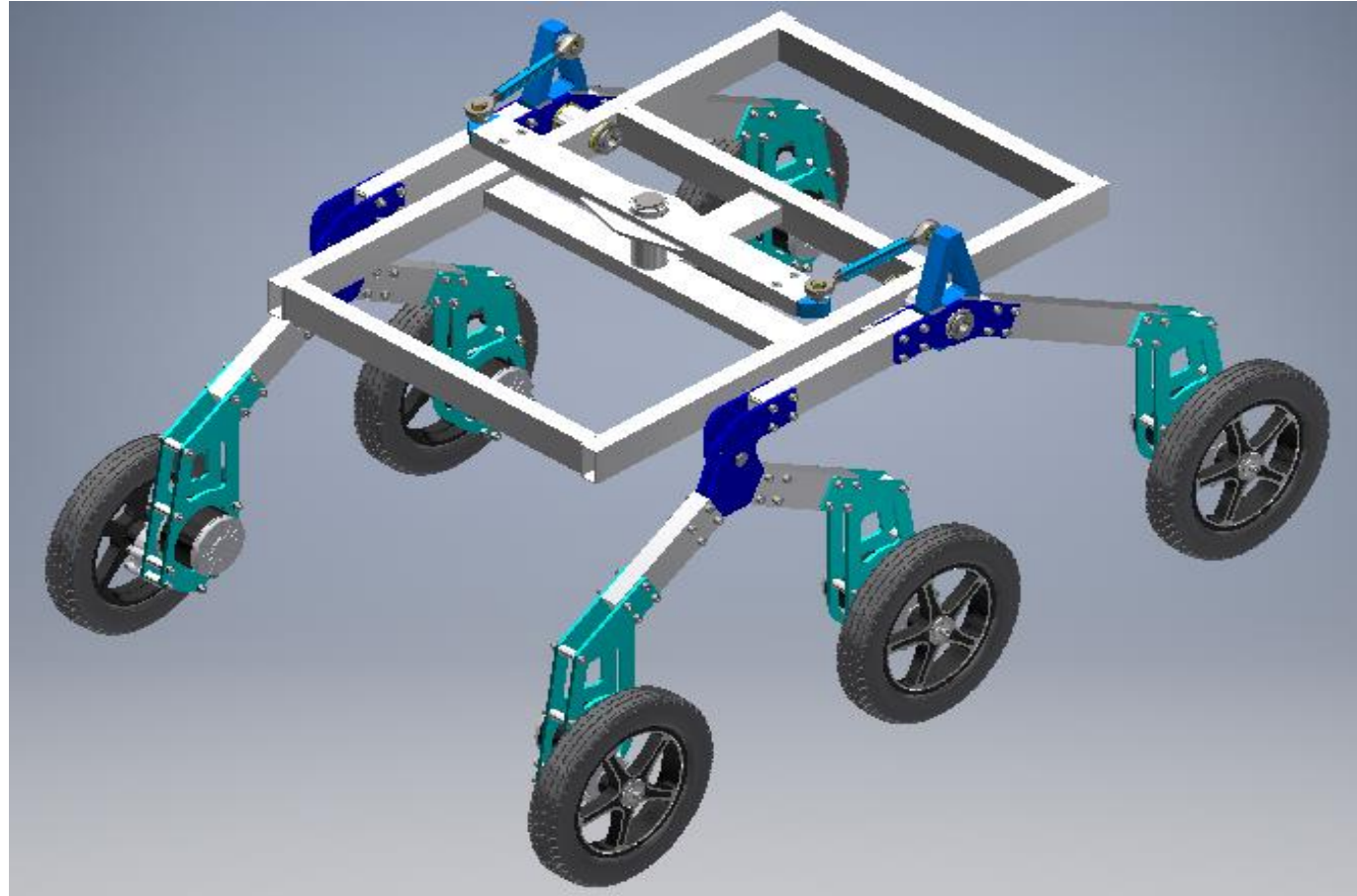


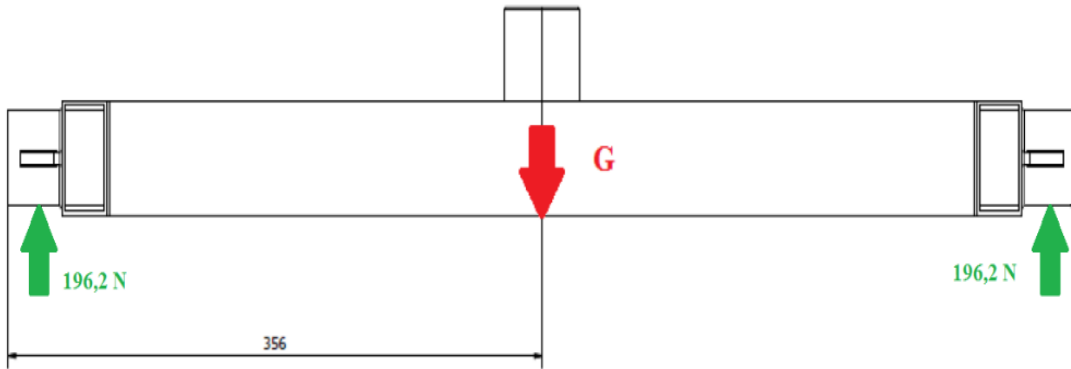
Źródło: [pl.aliexpress.com](http://pl.aliexpress.com)



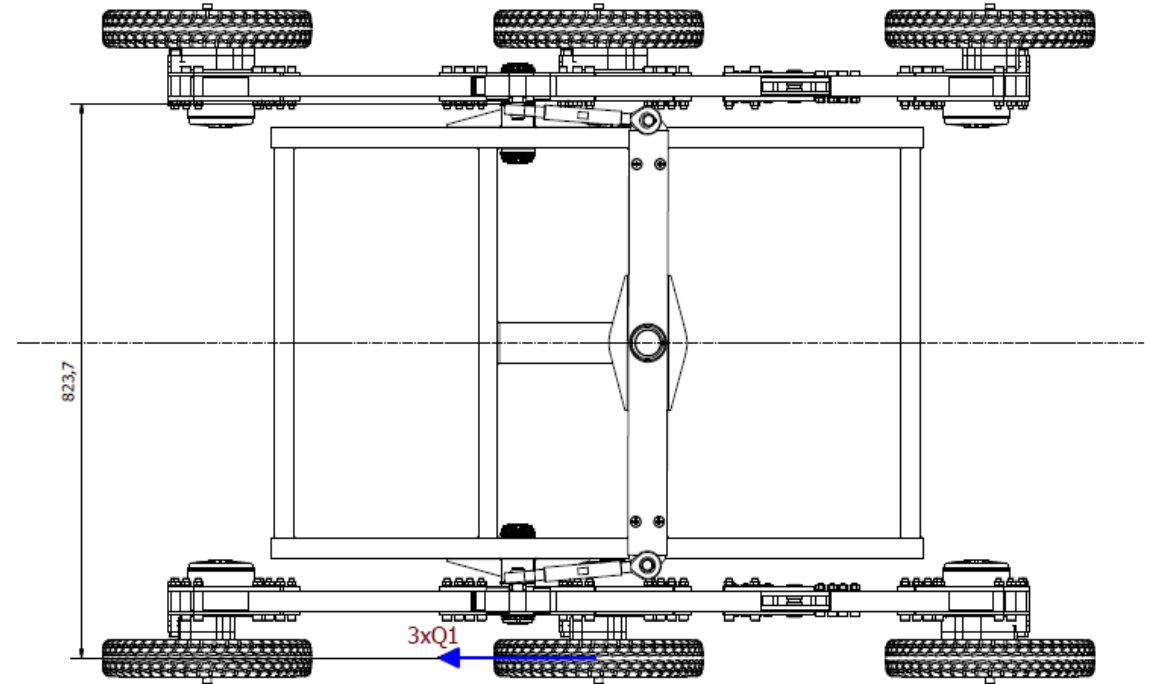
**Pei Scooter**

Źródło: [pl.aliexpress.com](http://pl.aliexpress.com)

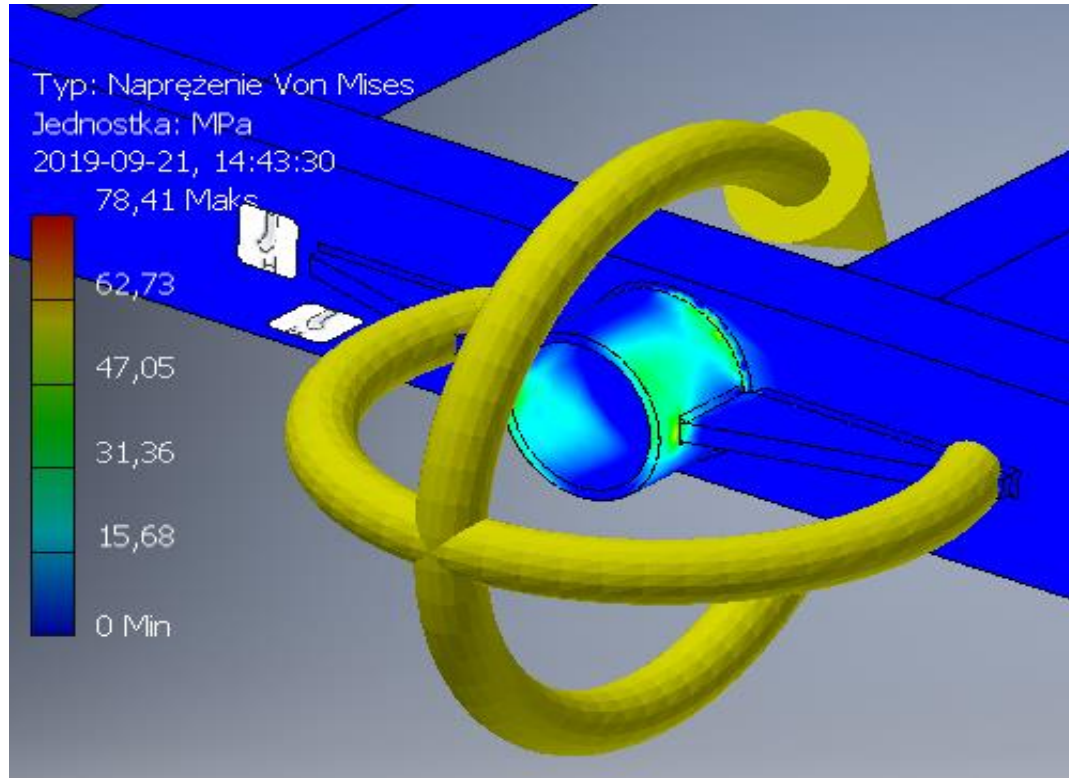




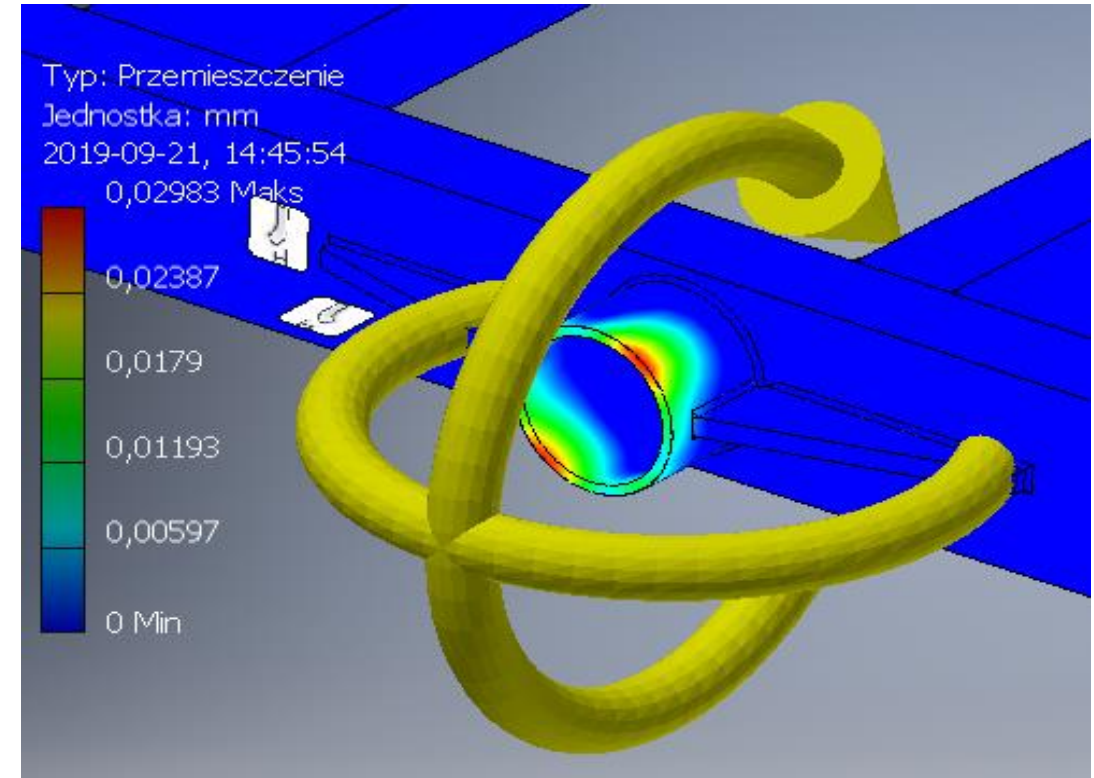
Stan obciążenia statycznego ramy



Siły działające na pojazd podczas obrotu przy zablokowanych kołach z jednej strony



Wyniki analizy wytrzymałościowej – naprężenia zginające

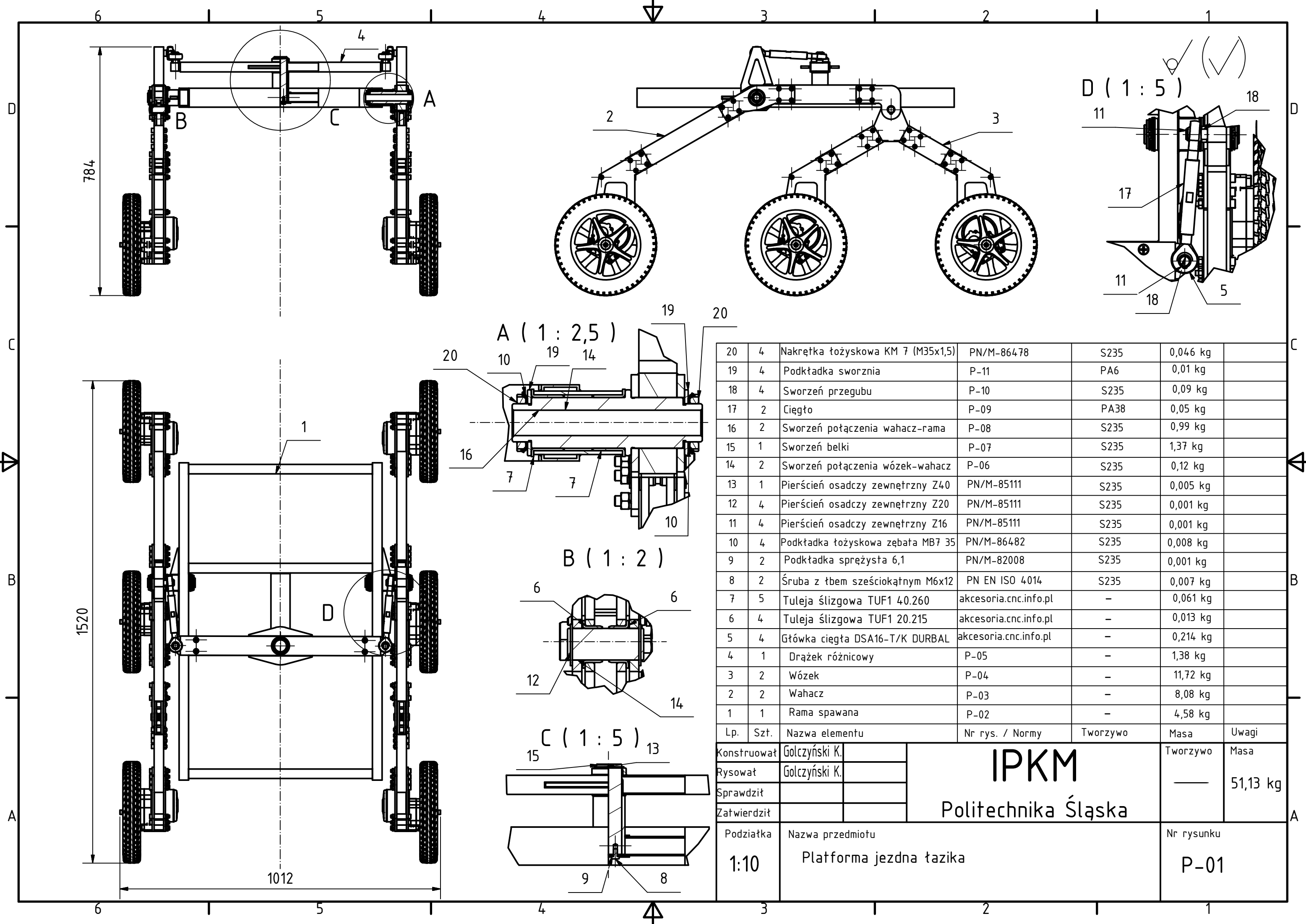


Wyniki analizy wytrzymałościowej – przemieszczenia



# Kosztorys wykonania prototypu platformy

Elementy znormalizowane oraz podzespoły zakupowe	2860,66 zł
Elementy do wykonania na zlecenie	2861,02 zł
Kosztorys usług	2576,06 zł
<b>Suma</b>	<b>8297,74 zł</b>



20	4	Nakrętka łozyskowa KM 7 (M35x1,5)	PN/M-86478	S235	0,046 kg	
19	4	Podkładka sworznia	P-11	PA6	0,01 kg	
18	4	Sworzeń przegubu	P-10	S235	0,09 kg	
17	2	Cięgło	P-09	PA38	0,05 kg	
16	2	Sworzeń połączenia wahacz-rama	P-08	S235	0,99 kg	
15	1	Sworzeń belki	P-07	S235	1,37 kg	
14	2	Sworzeń połączenia wózek-wahacz	P-06	S235	0,12 kg	
13	1	Pierścień osadczy zewnętrzny Z40	PN/M-85111	S235	0,005 kg	
12	4	Pierścień osadczy zewnętrzny Z20	PN/M-85111	S235	0,001 kg	
11	4	Pierścień osadczy zewnętrzny Z16	PN/M-85111	S235	0,001 kg	
10	4	Podkładka łozyskowa zębata MB7 35	PN/M-86482	S235	0,008 kg	
9	2	Podkładka sprężysta 6,1	PN/M-82008	S235	0,001 kg	
8	2	Śruba z tłem sześciokątnym M6x12	PN EN ISO 4014	S235	0,007 kg	
7	5	Tuleja ślizgowa TUF1 40.260	akcesoria.cnc.info.pl	-	0,061 kg	
6	4	Tuleja ślizgowa TUF1 20.215	akcesoria.cnc.info.pl	-	0,013 kg	
5	4	Główka cięgła DSA16-T/K DURBAL	akcesoria.cnc.info.pl	-	0,214 kg	
4	1	Drażek różnicowy	P-05	-	1,38 kg	
3	2	Wózek	P-04	-	11,72 kg	
2	2	Wahacz	P-03	-	8,08 kg	
1	1	Rama spawana	P-02	-	4,58 kg	
Lp.	Szt.	Nazwa elementu	Nr rys. / Normy	Tworzywo	Masa	Uwagi

Konstruował	Golczyński K.	<b>IPKM</b> Politechnika Śląska	Tworzywo	Masa
Rysował	Golczyński K.		—	51,13 kg
Sprawdził				
Zatwierdził				
Podziątka	Nazwa przedmiotu		Nr rysunku	
1:10	Platforma jezdna łazika		P-01	



- Wykonano projekt platformy jezdnej łożnika typu rocker-boogie
- Platformę zaprojektowano zgodnie z regulaminem konkursu European Rover Challenge 2019
- Wykonano wirtualny model 3D w programie Autodesk Inventor
- Zbieżne wyniki obliczeń analitycznych i eksperymentów numeryczny (momenty napędowe, maksymalne kąty wzniesienia)
- Wykonano dokumentację techniczną łożnika
- Szacowany koszt wykonania platformy: około 8300 zł



**Dziękuję za uwagę**

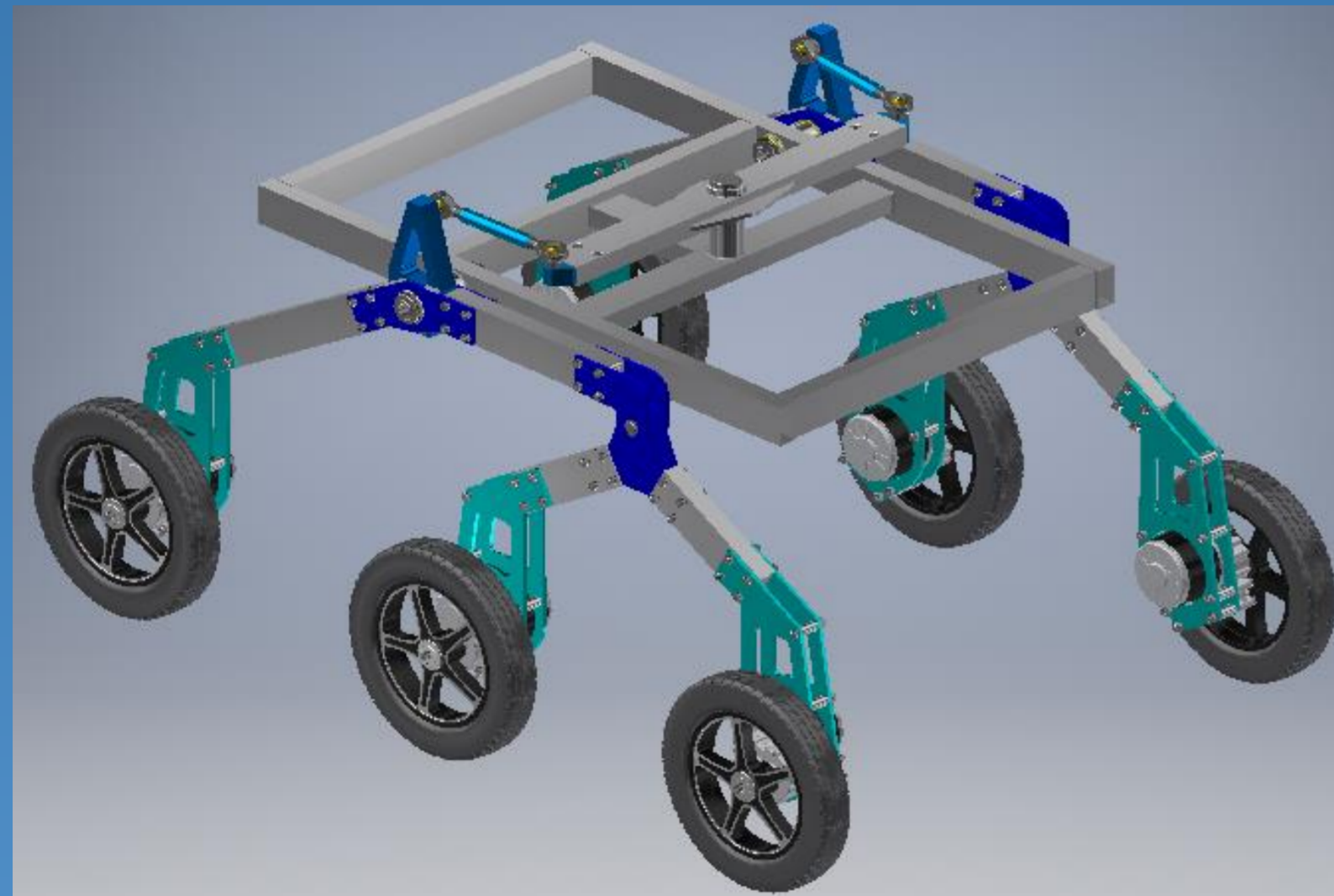
# Projekt platformy jezdnej łazika marsjańskiego

## Zakres pracy:

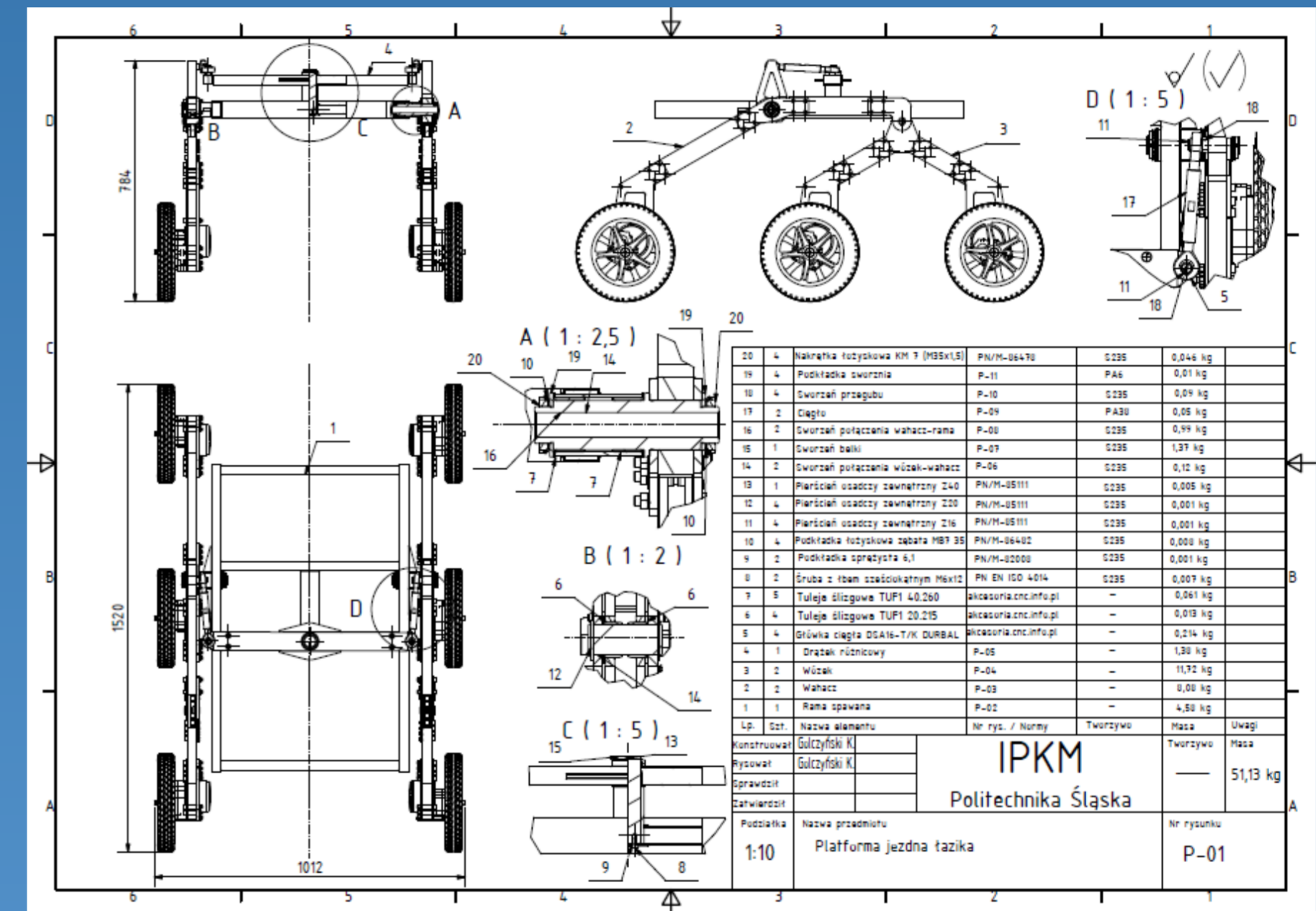
- Zdefiniowanie założeń projektowych dla wybranej koncepcji platformy
- Wykonanie niezbędnych obliczeń i analiz
- Dobór elementów składowych platformy jezdnej łazika
- Model 3D platformy i analiza wytrzymałościowa wybranych elementów
- Kosztorys wykonania prototypu platformy

## Cel pracy

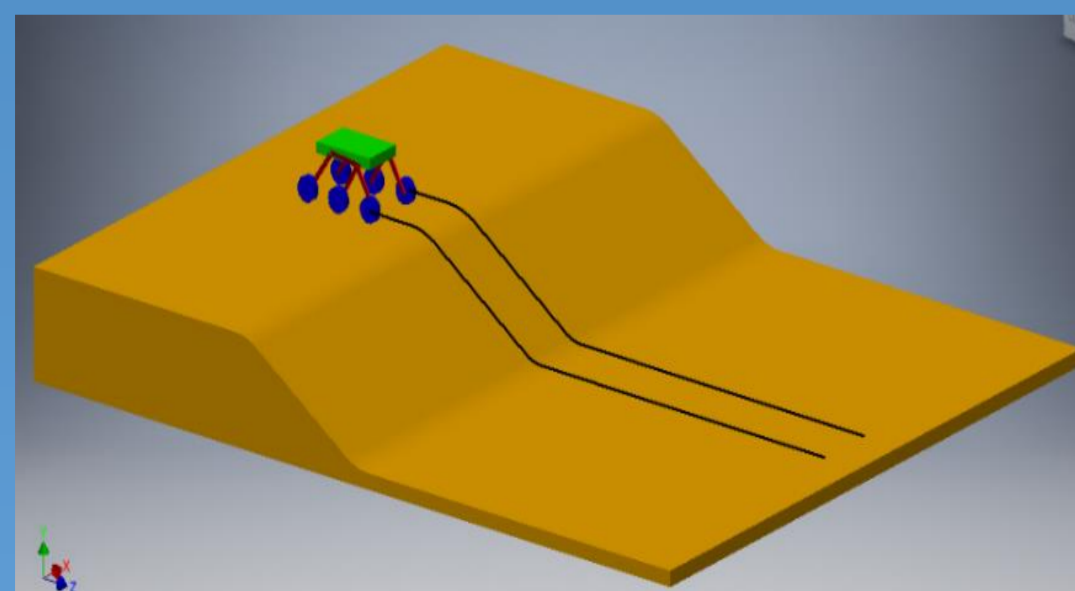
Celem pracy było zaprojektowanie platformy jezdnej łazika marsjańskiego. Model pojazdu został wykonany w programie Autodesk Inventor Professional 2017.



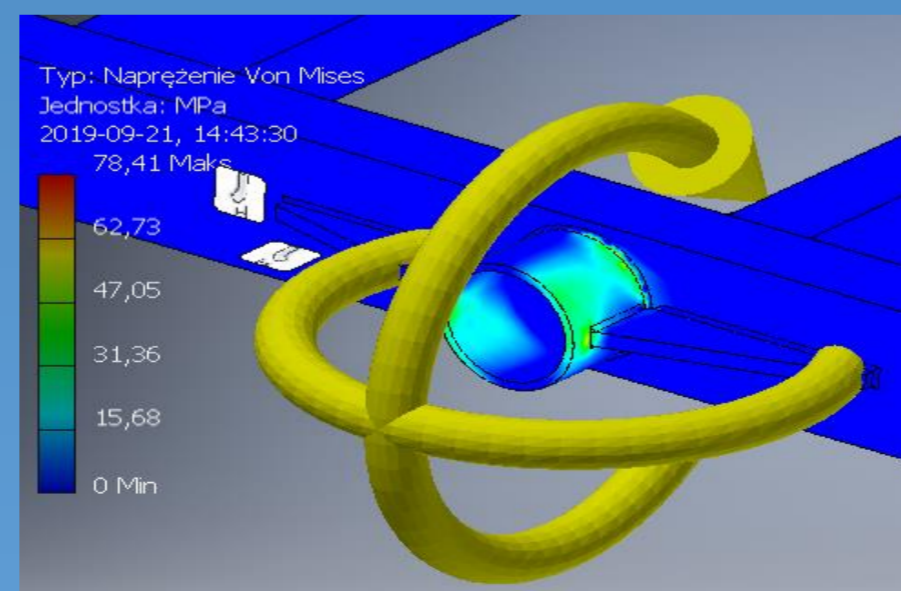
Wirtualny model platformy jezdnej łazika



Dokumentacja techniczna



Symulacja dynamiczna



Weryfikacja wytrzymałościowa

Nazwa instytutu	Instytut podstaw konstrukcji maszyn
Rodzaj pracy	Praca dyplomowa magisterska
Tytuł pracy	Projekt platformy jezdnej łazika marsjańskiego
Autor	inż. Kamil Golczyński
Kierunek studiów	Mechanika i Budowa Maszyn
Specjalizacja	Komputerowe wspomaganie projektowania i eksploatacji maszyn
Promotor	dr inż. Wawrzyniec Panfil
Rok akademicki	2018/2019