



Koło Naukowe „WUT Racing”  
Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa,  
Politechnika Warszawska  
Nowowiejska 24,  
00-665 Warszawa

## Projekt zgłaszany na Pulę Rezerwową 2019

Temat: Eksperyment naukowy: “Budowa uniwersalnego stanowiska badawczego do pomiaru właściwości konstrukcji nośnej i zawieszenia bolidów Koła Naukowego WUT Racing przez studentów Politechniki Warszawskiej”

### Cel naukowy:

*Budowa UNIWERSALNEGO stanowiska badawczego do pomiaru właściwości konstrukcji nośnej i zawieszenia bolidów Koła Naukowego WUT Racing przez studentów Politechniki Warszawskiej.*

*W procesie projektowania bolidu przeprowadziliśmy symulacje obciążeniowe MES i wyznaczyliśmy parametry takie jak sztywność skrętna bolidu i naprężenia w elementach konstrukcji. Planowane badania pozwolą na walidację otrzymanych wyników poprzez porównanie z modelem rzeczywistym.*

*Projekt ten będzie realizowany we współpracy z dr inż. Witoldem Rządzkowskim - opiekunem koła.*

### Dotychczasowe postępy prac

*Głównym założeniem projektu bolidu WUT 3 jest zastąpienie stalowej ramy przestrzennej konstrukcją składającą się ze skorupowego nadwozia wykonanego w technologii kompozytowej (monocoque) połączonego z tylną stalową ramą pomocniczą.*

*Środki do realizacji projektu monocoque pozyskano z Grantu Rektorskiego 2019. Dzięki niemu stworzono pierwszą na Politechnice Warszawskiej, a czwartą w Polsce tak zaawansowaną skorupową konstrukcję nośną.*

*Projekt ten powstał w grupie pięciu studentów Politechniki Warszawskiej, którzy na podstawie swoich prac stworzyli prace inżynierskie. W ramach tych prac wykonano analizy numeryczne oraz badania wytrzymałościowe wybranych elementów konstrukcji.*

*W pierwszej kolejności dla zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa sprawdzono wytrzymałości punktów mocowań pasów bezpieczeństwa oraz kompozytu tworzącego klatkę ochronną. Jednocześnie przeprowadzono badania wymaganej grubości przekładki, która jest w stanie pomyślnie ukończyć testy zderzeniowe.*

*Otrzymane z badań wyniki posłużyły do zaprojektowania struktury monocoque, która została poddana dalszym analizom w symulacjach MES. Otrzymane wyniki były bardzo obiecujące (otrzymano sztywność skrętną rzędu 6E3 Nm/stożek co jest wartością kilkukrotnie wyższą w porównaniu do alternatywnego rozwiązania wykorzystującego ramę stalową).*

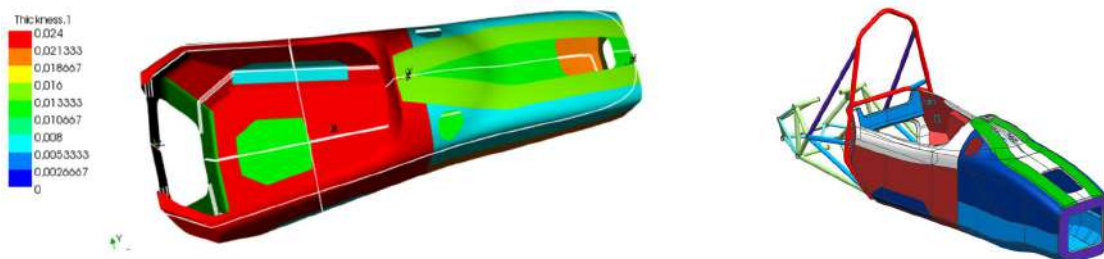
*Wynik ten został otrzymany poprzez unieruchomienie struktury w punktach mocowań tylnej ramy i wprowadzenie obciążenia typu „remote displacement”. Niestety, unieruchomienie struktury w tych*



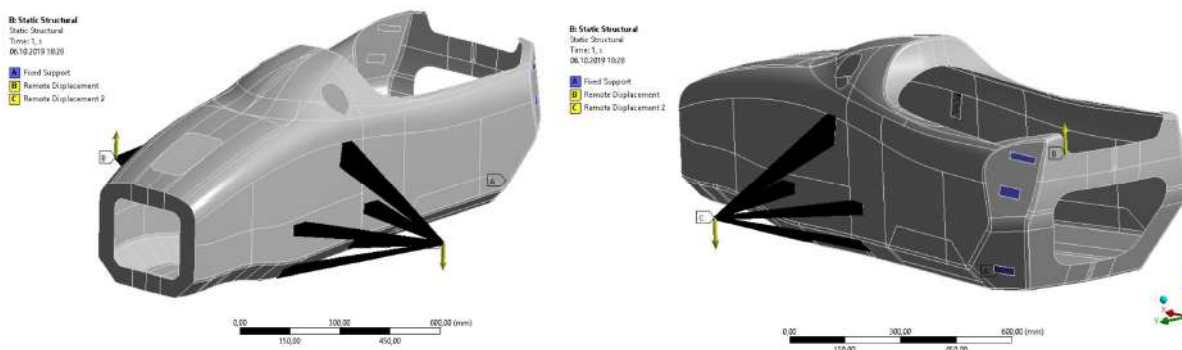
Koło Naukowe „WUT Racing”  
Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa,  
Politechnika Warszawska  
Nowowiejska 24,  
00-665 Warszawa

*punktach może nie być zgodne z rzeczywistym modelem, przez co nie może być on uznany w pełni za poprawny.*

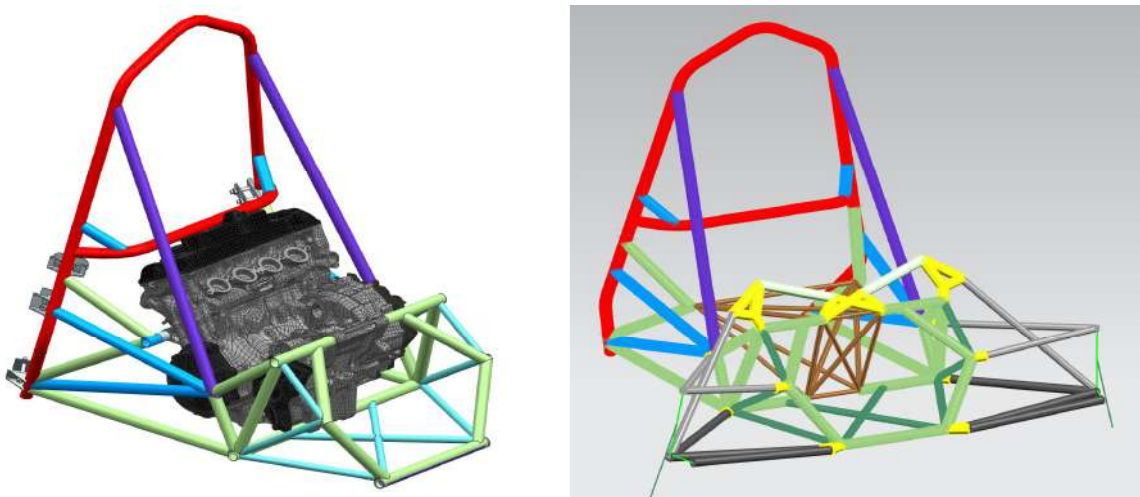
*Była to okazja do pierwszych dyskusji n.t. budowy stanowiska badawczego do pomiaru parametrów struktury nośnej w celu walidacji wyników analiz MES.*



Rys. 1 Schemat struktury skorupowego nadwozia kompozytowego (monocoque)



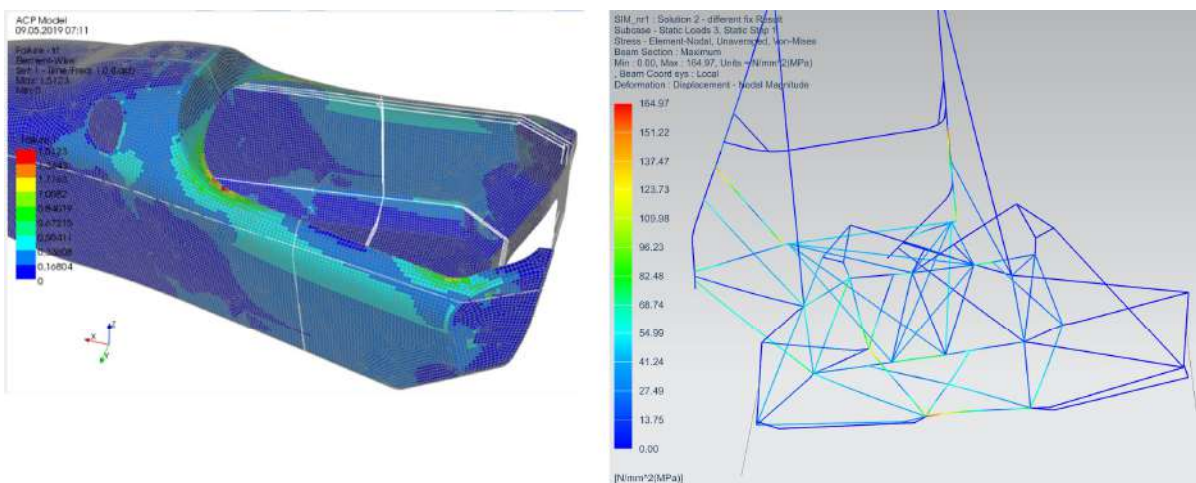
Rys. 2 Schemat obciążeń i więzów geometrycznych MESu monocoque



Rys. 3 Model geometryczny oraz obliczeniowy (uproszczony) tylnej ramy



Koło Naukowe „WUT Racing”  
 Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa,  
 Politechnika Warszawska  
 Nowowiejska 24,  
 00-665 Warszawa



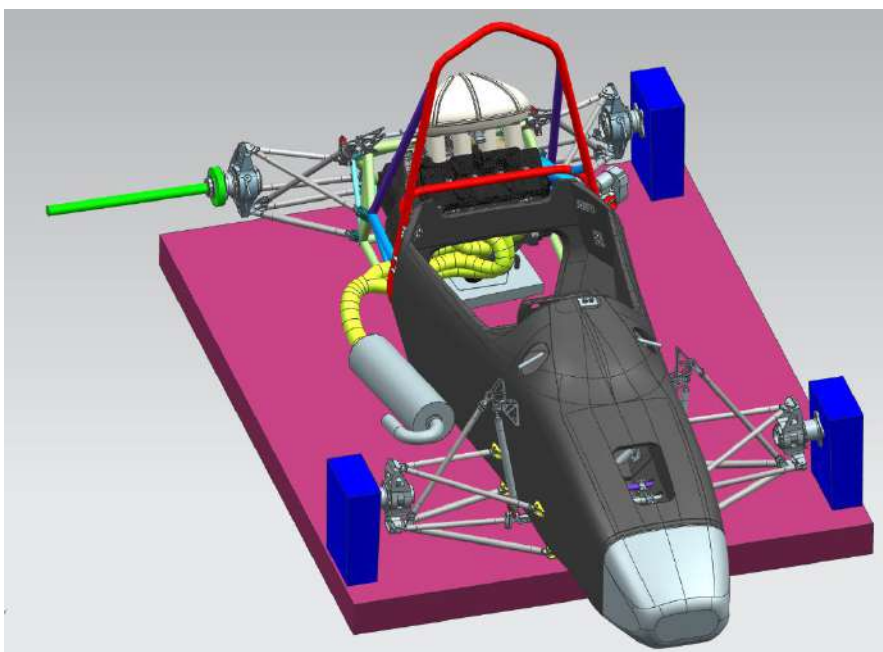
Rys. 4 Wyniki analizy MES

## Plan prac

### 1. Budowa stanowiska badawczego

Budowę stanowiska badawczego można podzielić na poszczególne etapy:

- Wykonanie stalowej ramy spawanej będącej podstawą stanowiska;
- Frezowanie elementów pozycjonujących służących do mocowania obiektu badanego;
- Wykonanie systemu wprowadzenia obciążeń do układu;
- Montaż układu pomiarowego składającego się z czujników zegarowych i tensometrów wraz z systemem akwizycji danych



Schemat stanowiska:

- fioletowy** - podstawa stanowiska
- niebieski** - bloki pozycjonujące
- zielony** - system wprowadzania obciążenia



Koło Naukowe „WUT Racing”  
Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa,  
Politechnika Warszawska  
Nowowiejska 24,  
00-665 Warszawa

## **2. Badania możliwe do przeprowadzenia przy użyciu stanowiska badawczego**

a) *Walidacja wyników uzyskanych przy użyciu analizy MES, w szczególności:*

- modelu monocoque
- modelu ramy
- podatności elementów

*Walidacja będzie polegała na stworzeniu dwóch identycznie obciążonych modeli: rzeczywistego i symulacyjnego. Model rzeczywisty zostanie obciążony, a następnie zmierzone zostaną wartości naprężeń i odkształceń na wybranych punktach konstrukcji. Otrzymane wyniki zostaną porównane z wartościami otrzymanymi za pomocą symulacji.*

b) *Wyznaczenie sztywności silnika Honda CBR 600RR*

*W budowanym bolidzie silnik jest elementem strukturalnym przenoszącym obciążenia. W związku z tym ma on znaczący wpływ na wynikową sztywność skrętną całego bolidu. Podczas projektowania obecnego bolidu w analizach MES konstrukcji nośnej założony został uproszczony model silnika. W celu zaprojektowania optymalnej konstrukcji nośnej w kolejnych generacjach bolidów niezbędne jest posiadanie dokładnego modelu sztywności silnika. Do stworzenia tego modelu potrzebne będą badania przeprowadzone na stanowisku badawczym.*

c) *wyznaczenie sztywności konstrukcji nośnej bolidu WUT 2 w celu porównania rzeczywistych korzyści płynących ze stosowania konstrukcji skorupowej.*

## **Przyszłe funkcje stanowiska**

Dzięki uniwersalności stanowiska, będzie ono użyte nie tylko do badań parametrów konstrukcji nośnej. Dzięki frezowanym elementom ustawczym, planowane jest spozycjonowanie elementów zawieszenia takich jak wahacze i ich inserty.

Baza stanowiska może również posłużyć do stworzenia stelażu ustawczego do spawania tylnej stalowej ramy pomocniczej.

## **Przewidywane efekty**

*Tematy prac projektowych są jednocześnie tematami prac dyplomowych osób biorących udział w projekcie. We współpracy z naszym opiekunem planujemy opublikować artykuł w punktowanym czasopiśmie naukowym. Dodatkowo wyniki przyczynią się do zdobycia wyższych wyników punktowych podczas zawodów Formuły student, w konkurencjach, w których oceniane są aspekty naukowe i inżynierskie. Efekty pracy mogłyby zostać użyte jako element zajęć czy też laboratoriów, ale ze względu na skomplikowany model, temat mógłby być poruszany najwcześniej w toku studiów magisterskich. Ze względu na nieistniejący model sztywności silnika, przeprowadzone przez nas badania będą pierwszymi ogólnodostępnymi badaniami CBR-600RR.*