



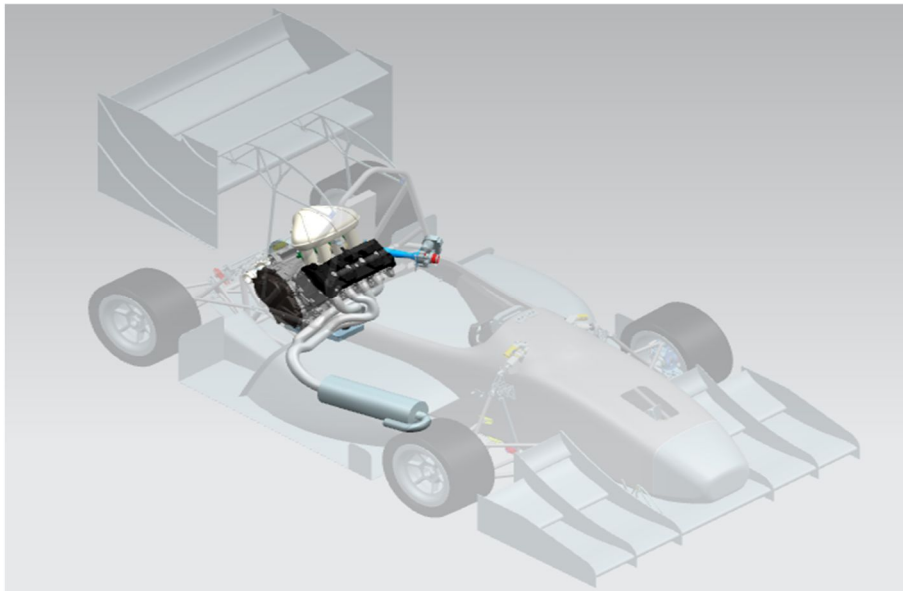
Koło Naukowe „WUT Racing”  
Wydział Mechaniczny Energetyki i  
Lotnictwa, Politechnika Warszawska  
Nowowiejska 24,  
00-665 Warszawa

## Projekt zgłaszany w ramach Małej Puli na Projekty Naukowe 2020

### Temat: Eksperyment naukowy: Optymalizacja parametrów pracy silnika spalinowego Honda CBR 600RR używanego w pojeździe Formuły Student przez studentów Politechniki Warszawskiej

Celem projektu jest optymalizacja parametrów pracy silnika Honda CBR 600RR, który stanowi jednostkę napędową w bolidzie kategorii Formuła Student. Aby mieć szansę na wyrównaną walkę na zawodach, gdzie zespoły studenckie z całego świata konkurują ze sobą na torze, konieczne jest maksymalne wykorzystanie potencjału drzemiącego w pojeździe zaprojektowanym przez członków Koła Naukowego WUT Racing.

Działanie silnika spalinowego zależy od wielu czynników, zarówno pod względem konstrukcyjnym, jak i dobranych czynników sterujących. Są one ze sobą ściśle powiązane, dlatego najlepszą metodą weryfikacji ich wpływu na osiągi silnika są badania eksperymentalne. W tym celu planujemy badania maksymalnych wartości mocy i momentu obrotowego generowanych na hamowni silnikowej przystosowanej do jednostek napędowych o osiągnięciach zbliżonych do oczekiwanych. Korzystając ze specjalnego stanowiska, które zbudujemy pod nasz silnik, a także rozbudowanego systemu czujników zbierającego dane do wyścigowego komputera sterującego, będziemy w stanie przeprowadzić m.in. walidację różnych wariantów układu dolotowego, wpływ zmian przeprowadzonych w układzie rozrządu, czy stworzyć mapę sprawności wolumetrycznej silnika i optymalnej dawki paliwa w zależności od prędkości obrotowej i obciążenia.

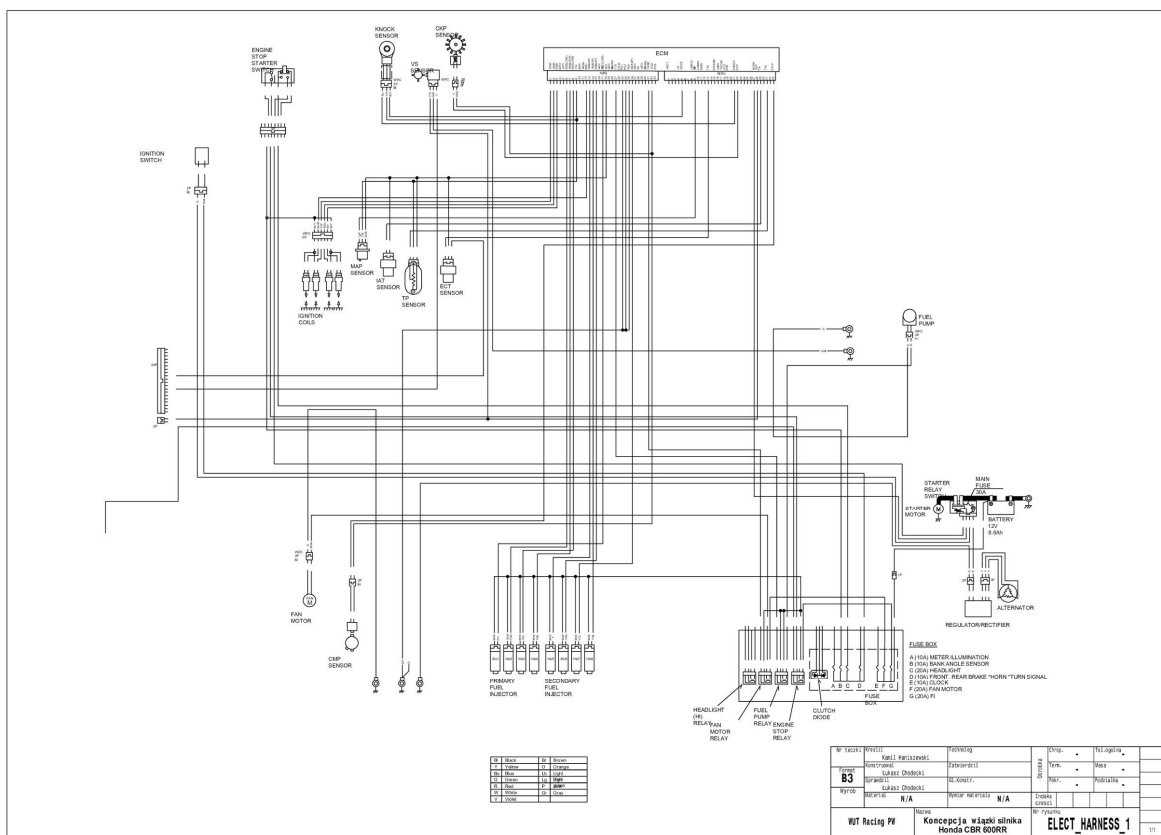


Rys. 1 Jednostka napędowa wraz z systemem wydechowym i dolotowym w pojeździe KN WUT Racing

Współcześnie bardzo ważnym aspektem jest także kwestia jakości spalin i hałas generowany przez silnik, co jest jednym z punktów podlegających ocenie podczas zawodów. Przeprowadzimy badania również i w tym zakresie, aby upewnić się, że wprowadzone modyfikacje nie przynoszą negatywnych skutków ubocznych.

### Dotychczasowe postępy prac:

Rozpoczynając fazę koncepcyjną modyfikacji jednostki napędowej, przeanalizowane zostały parametry, które należy na bieżąco monitorować, aby zebrać informacje niezbędne do efektywnego zarządzania pracą całego bolidu. Następnie, bazując na oryginalnym schemacie wiązki elektrycznej motocykla, z którego silnik został przeszczepiony do bolidu, przez członków Koła zaprojektowana została jej zaadaptowana do naszych potrzeb wersja, która spina znacznie rozbudowany względem fabrycznego układ czujników znajdujących się zarówno w silniku, jaki i w układach zewnętrznych.

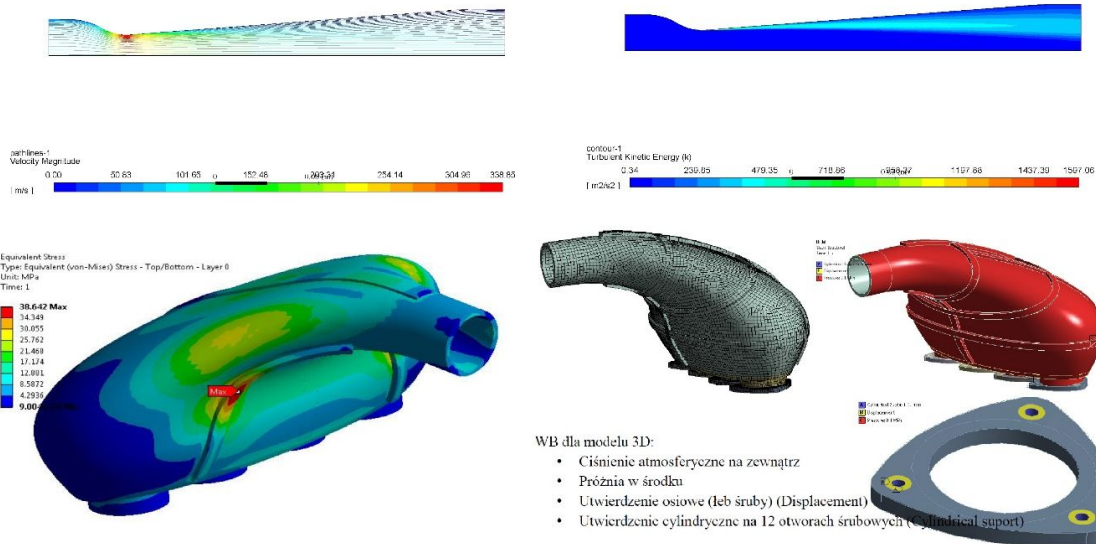


Rys. 2 Koncepcja wiązki silnika KN WUT Racing

Kolejnym z zaprojektowanych elementów układu jest dolot powietrza, który posiada wymagane regulaminowo przewężenie. W celu optymalizacji jego geometrii przeprowadzono obliczenia numeryczne z wykorzystaniem metod objętości i elementów skończonych. Dodatkowo w celu walidacji jego działania, przewidziano punkty pomiarowe dla czujników ciśnienia oraz temperatury. Dzięki podobnym czujnikom w układzie wydechowym, będziemy w stanie sprawdzić, w jaki sposób układ dolotowy będzie wpływał na pracę silnika. Układ dolotowy zostanie wykonany w technologii druku 3D co znacznie przyspieszy prototypowanie różnych modyfikacji i skomplikowanych geometrii. Zoptymalizowano wartości naprężeń występujących w konstrukcji, m.in poprzez uźebrowanie tak aby w procesie produkcji można było zastosować technologię druku 3D z tworzyw sztucznych. Dla układu wydechowego zdecydowano się na tytanowe rury w celu redukcji masy pojazdu przy zachowaniu odpowiedniej wytrzymałości materiału w podwyższonych temperaturach.



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



Rys. 3 Obliczenia numeryczne układu dolotowego

## Planowane testy

1. Zbadanie oraz walidacja obliczeń numerycznych wpływu różnych układów dolotowych na parametry pracy silnika.

Przygotujemy kilka wariantów układu dolotowego, różniących się od siebie geometrią w taki sposób, aby określić kształt najlepszy dla osiągnięcia silnika. Modele zaproponowanych kanałów zostaną wydrukowane w 3D i zamontowane na silniku, a wyniki badań eksperymentalnych porównamy z analizą teoretyczną przeprowadzoną w formie symulacji przepływu opracowanych przez członków Koła.

2. Badanie wpływu czasu i stopnia otwarcia zaworów na parametry pracy silnika

We współpracy z firmami profesjonalnie zajmującymi się projektowaniem układów rozrządu i tuningiem mechanicznym silników spalinowych przeznaczonych do motorsportu zostaną opracowane specjalne wałki rozrządu najbardziej pasujące do wyzwań stawianych przed bolidem podczas dynamicznych konkurencji wyścigowych na zawodach. Dzięki stanowisku badawczemu będziemy mogli poznać w jak dużym stopniu można modyfikować charakterystykę pracy silnika i jak przekłada się to na jego wydajność.

3. Redukcja spalania paliwa oraz jakości spalin

Układ paliwowy zaprojektowany od podstaw przez członków Koła połączony ze sportowym komputerem sterującym daje bardzo szeroki wachlarz możliwości jeśli chodzi o zasilanie silnika. Mając do dyspozycji specjalistyczny analizator spalin i decybelomierz, oprócz doboru



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

optymalnej dawki paliwa w zależności od prędkości obrotowej i obciążenia oraz wprowadzenia współczynników korygujących ją ze względu na czynniki zewnętrzne, zapoznamy się z konsekwencjami za tym idącymi i wpływem na środowisko, jednocześnie monitorując stan jednostki napędowej.

## Cel dydaktyczno-naukowy

Celem projektu jest przeprowadzenie walidacji dolotów powietrza zaprojektowanych przy użyciu obliczeń numerycznych oraz stworzenie mapy sprawności wolumetrycznej silnika. Tworzenie mapy zasilania paliwem pozwoli zdobyć doświadczenie konieczne do dalszej pracy przy optymalizacji jednostki napędowej. Badania są również jednym z elementów prac dyplomowych osób zaangażowanych w projekt.

## Innowacyjność

Przeprowadzone zostaną testy wydajności paliwowej oraz emisji spalin dla różnych trybów pracy układu napędowego. Celem jest stworzenie wydajnej konfiguracji, w której parametry pracy silnika pozwalają na dynamiczną rywalizację przy efektywnym wykorzystaniu paliwa. Planujemy opublikować postępy prac tak aby zasugerować możliwości optymalizacji danej jednostki napędowej dla szerszego grona odbiorców.

## Potencjał rozwojowy

Badania nad spalinowymi silnikami mogą przyczynić się do zachowania potencjału tego typu jednostek paliwowych w świetle stawianych im ograniczeń emisyjnych. Dla członków koła WUT Racing planowane badania to wstęp do dalszego zgłębiania tematu optymalizacji parametrów pracy silników spalinowych.

## Beneficjenci

Nawiązanie dłuższej współpracy z Przemysłowym Instytutem Motoryzacji (Pimot), który udostępnia hamownię na potrzeby projektu WUT-3. Instytut organizował w przeszłości laboratoria na hamowni silnikowej, w których brali udział studenci PW. Planujemy przyczynić się do wzrostu zainteresowania poprzez zorganizowanie wycieczki dla osób chętnych (w tym wielu członków WUT Racing).

## Cel promocyjny

Projekt posłuży do ulepszenia pojazdu formuły student WUT-3, który w tym roku zadebiutuje na zawodach wyścigowych w Stanach Zjednoczonych, Czechach oraz we Włoszech. Poza punktami zdobytymi bezpośrednio podczas konkurencji dynamicznych, w których oceniana jest wydajność pojazdu na podstawie uzyskiwanych wyników czasowych, dzięki optymalizacji spalania możemy liczyć na dodatkowe punkty w konkurencji wydajności paliwowej, która nierzadko decydowała o końcowych wynikach zawodów.