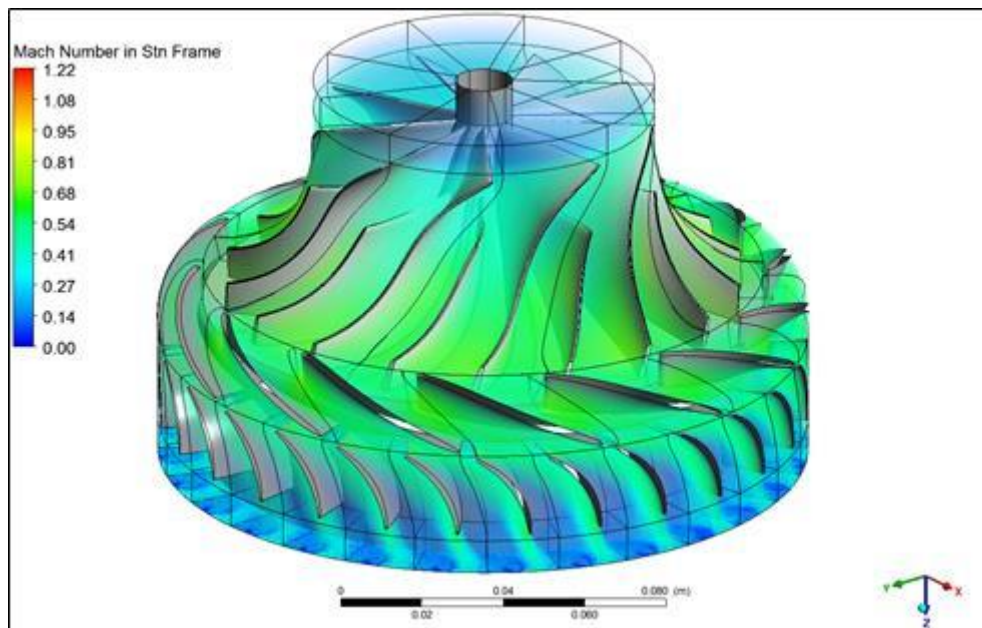


## Eksperyment naukowy: Opracowanie i wytworzenie bionicznego wirnika sprężarki odśrodkowej silnika odrzutowego z zastosowaniem technologii addytywnych przez studentów Politechniki Warszawskiej

### Cel projektu oraz jego znaczenie

Celem projektu jest zaprojektowanie oraz wytworzenie wirnika sprężarki odśrodkowej, będącego jednym z krytycznych komponentów silnika odrzutowego. Obracając się z prędkościami rzędu kilkudziesięciu tysięcy obrotów na minutę tłoczy on powietrze przez silnik. Podczas pracy wirnik poddawany jest dużym obciążeniom a od kształtu jego łopatek zależą ważne parametry całej jednostki, takie jak zakres statecznej pracy silnika, jednostkowe zużycie paliwa czy stopień kompresji powietrza. Ze względu na wysokie prędkości obrotowe i niewielkie wymiary musi być on idealnie dynamicznie wyważony, gdyż w przeciwnym razie wibracje doprowadzą do przytarcia łopatek o kanał i poważnego uszkodzenia silnika.



Rysunek 1. Symulacja przepływu przez wirnik sprężarki odśrodkowej [1]

W porównaniu do konwencjonalnych metod wytwarzania zastosowanie technologii druku 3D pozwoli na zmniejszenie masy wirnika i implementację rozwiązań niemożliwych w przypadku obróbki skrawaniem czy odlewania z zastosowaniem modeli woskowych. W ramach projektu przeprowadzone będą badania, czy wytworzony element o nowej konstrukcji spełnia restrykcyjne wymogi dokładności wymiarowej i czy jest możliwe jego dynamiczne wyważenie. Są to podstawowe kryteria, które wytworzony wirnik musi spełniać, aby móc w przyszłości zamontować go na wale wirnika silnika odrzutowego.

## Wykonanie projektu

Nad projektem pracować będzie zespół składający się z członków dwóch Kół Naukowych, który powstał przy realizacji projektu, dofinansowanego z Dużej Puli na Projekty Naukowe 2020 - „Badanie silnika turbodrutowego z elementami wytworzonymi w technologii druku 3D metali przez studentów Politechniki Warszawskiej”.

Projektując geometrię wirnika mamy zamiar utworzyć strukturę opierającą się na biomimetyce. Inspiracją dla projektu była anatomia ptasich kości pneumatycznych. Dla zmniejszenia masy, są one puste w środku. Posiadają jednak zastrzały usztywniające, które w optymalny sposób wzmacniają ich strukturę w miejscach przenoszących siły z przyczepów mięśniowych. W ostatnich latach postępy w dziedzinie algorytmów optymalizacji topologii i projektowania generatywnego umożliwiły projektowanie lżejszych, zoptymalizowanych struktur, które można wytwarzać w technologii druku 3D.



Rysunek 2. Struktura ptasiej kości pneumatycznej, będąca inspiracją dla naszego projektu [2]

Realizacja projektu składać się będzie z kilku etapów:

- 1) Symulacja obciążeń wzorcowego wirnika i topologiczna optymalizacja jego struktury,
- 2) Dostosowanie modyfikacji kształtu do druku 3D w metalu,
- 3) Optymalizacja wytwarzania w celu uzyskania pożądanych parametrów części,
- 4) Obróbka powierzchni wirnika,
- 5) Pomiar geometrii wirnika przy pomocy skanera 3D i porównanie ze wzorcem.

Planuje się wytworzenie addytywnie wirnika sprężarki ze stopu tytanu Ti-6Al-4V (Tytan Grade 5), który jest szeroko stosowany m.in. w przemyśle lotniczym. Cechuje się on dobrymi własnościami wytrzymałościowymi, w przeliczeniu na jednostkę masy, nawet przy podwyższonych temperaturach. W połączeniu z dobrą odpornością korozyjną jest idealnym kandydatem na element będący celem projektu. Wirnik zostanie wytworzony, przy wykorzystaniu drukarki EOS M 100, przystosowanej do przetwarzania materiałów o wysokim powinowactwie do tlenu, zmniejszając ryzyko zapłonu kondensatu metalowego.

## Korzyści wynikające z projektu

Realizacja projektu niesie ze sobą szereg korzyści:

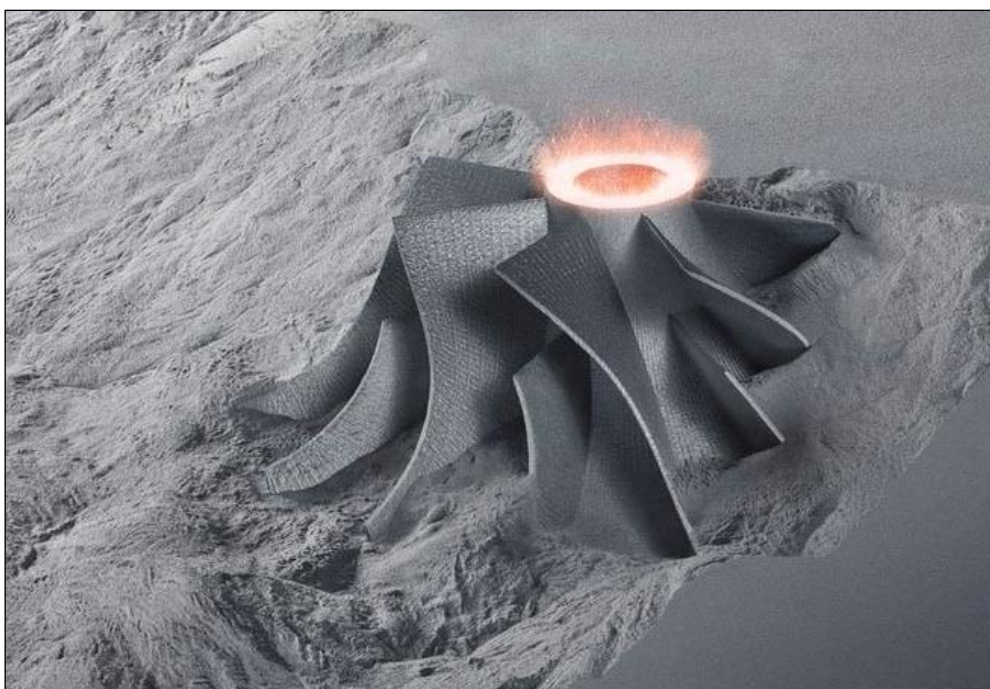
- podejmowanie tematów, które obejmują zagadnienia zgodne z planami podstawowego obszaru badawczego „Technologie Materiałowe”, utworzonego w ramach projektu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” (Wysokowytrzymałe, lekkie i trwałe materiały wytwarzane technikami addytywnymi),
- rozszerzenie wiedzy studentów na temat wytwarzania stopów lekkich na drodze technologii druku 3D i właściwości otrzymywanych w ten sposób komponentów,

- zwiększenie świadomości studentów w zakresie nowych technik projektowania i wytwarzania nowoczesnych struktur lotniczych,
- badanie nowych koncepcji konstrukcyjnych w silnikach odrzutowych,
- możliwość promocji Politechniki Warszawskiej przez nagłaśnianie ciekawego i wartościowego projektu naukowo – badawczego poprzez pokazy naukowe i warsztaty,
- bogate źródło tematów prac naukowych dla studentów zainteresowanych
  - rozwojem konstrukcji lotniczych napędów turbinowych,
  - rozwojem technologii druku 3D specjalistycznych stopów metali,
  - numerycznymi symulacjami mechanicznymi i aerodynamicznymi.

## Perspektywy na rozwój

Efekty tego projektu w przyszłości mogą pozwolić na zastosowanie opracowanego elementu w silniku odrzutowym, którym dysponują Koła Naukowe, biorące udział w projekcie.

Dodatkowo opracowane zostać mogą nowe wirniki sprężarek, które wyróżniać się będą korzystniejszymi charakterystykami rezonansowymi, poszerzonym zakresem jego statecznej pracy i zwiększoną dynamiką zmiany prędkości obrotowej zespołu wirnikowego.



Rysunek 3. Wizualizacja procesu wytwarzania addytywnego wirnika sprężarki odśrodkowej [3]

[1] Grudziński O., Praca przejściowa inżynierska, Projekt wstępny i analiza numeryczna parametrów sprężarki odśrodkowej miniaturowego silnika odrzutowego., 2020

[2] <http://www.sciencepartners.info/module-6-birds/bird-anatomy-bones-muscles/>

[3] <https://www.manufacturingguide.com/en/selective-laser-sintering-sls>