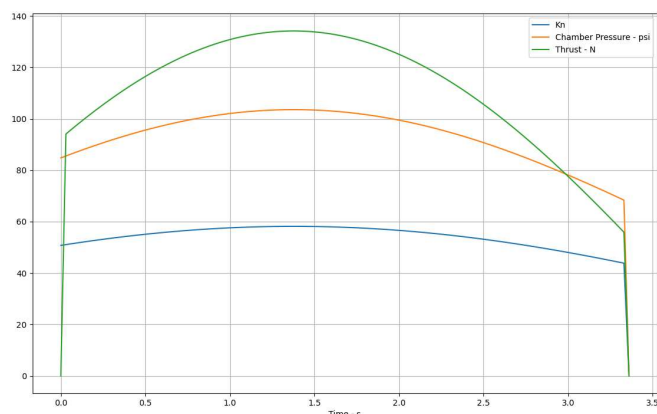


# ANALIZA MATERIAŁÓW WYKONANIA SILNIKÓW NA PALIWO STAŁE TYPU KARMELEK (R-CANDY)

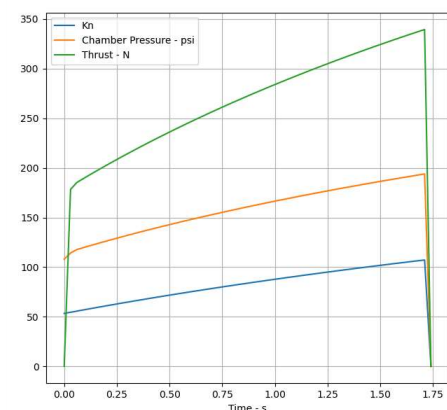
Hanna Bujak

## INTERLICEALNE KOŁO ASTRONAUTYCZNO-RAKIETOWE

### Silnik z PETG:



### Silnik z aluminium:



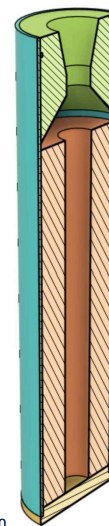
### WPROWADZENIE:

Jesteśmy licealnym kołem raketowym z Warszawy. Na materiał pędny dla wszystkich konstruowanych przez nas silników wybraliśmy popularny karmelek (R-candy), czyli mieszaninę saletry potasowej i sacharozy. Ta decyzja była podyktowana głównie przez wzgląd na jego prostotę wykonania i odtwarzalność.

### CEL:

Stworzenie silnika na paliwo stałe przez konstruktorów i konstruktorki o niskim stopniu doświadczenia oraz zbadanie najlepszego materiału do takich projektów w warunkach szkolnych

### Model CAD:



Pomarańcz - paliwo  
Zieleń - aluminiowa, toczona dysza  
Żółć - spawany, aluminiowy korek  
Turkus - obudowa z aluminium

### PRZEBIEG I WYNIKI:

Na początku projektu zajęliśmy się konstruowaniem silników drukowanych w technologii druku 3D z PETG (poli(tereftalanu etyleny) z domieszką glikolu, czyli powszechnie używanego termoplastiku) o pojedynczym ziarnie typu BATES (o długości ok. 100 mm, średnicy 65 mm oraz średnicy kanału 20 mm). Jak pokazały badania zespołu raketowego MIT z 2017 roku (można o tym przeczytać między innymi w artykule Nancy Owano na stronie Tech Xplore), możliwe jest wykonanie małych silników na paliwo stałe z drukowanego termoplastiku. Jednak po czterech testach silnika (tzw. static fire, nagrania niektórych z nich można znaleźć na naszej stronie internetowej [ikar.edu.pl](http://ikar.edu.pl)) z użyciem zarówno samego PETG, jak i dodatkowej osłony termicznej w postaci papieru ceramicznego, ciąg oraz wydajność pozostały niezadowolające, jak pokazuje pierwszy wykres. Choć, z zalet, silniki z termoplastików charakteryzują się łatwością wykonania, to mają niską wytrzymałość termiczną. Okazuje się, że plastik nie nadaje się do większych silników. Zrezygnowaliśmy z tego pomysłu. Rozważaliśmy opcję drukowania z innych materiałów. Przede wszystkim z żywicy. Jest ona jednak bardzo krucha i w momencie wypadku rozprysnęłaby się na ostre kawałki. Jest także toksyczna, więc odrzuciliśmy ją ze względów zdrowotnych. Ostatecznie postawiliśmy na wykonanie silnika z użyciem aluminiowej rury oraz toczonej dyszy z tego samego materiału. Aluminium jest lekkie i raczej rozewie się niż rozprysnie na niebezpieczne odłamki w momencie ewentualnego wybuchu. Jest też powszechnie do tego stosowane i względnie odporne termicznie oraz miękkie, przez co łatwiej obrabia się je na tokarce.

### PODSUMOWANIE:

Podczas tworzenia rakiety mamy dogodne warunki i sprzęt udostępniony nam przez szkołę oraz własne a także kupione z pieniędzy ze stypendium narzędzia. Z naszego doświadczenia wynika jednak, że zbudowanie silnika o dużym ciągu w warunkach szkolnych jest bardzo trudne. Najlepszym rozwiązaniem na budowę silnika na paliwo stałe do celów edukacyjnych, jakie znaleźliśmy, jest użycie obrabianych mechanicznie metali. Znacząco ogranicza to wykonalność tego typu projektów w ramach kół naukowych w szkołach średnich.

### DZIAŁAMY ZE WSPARCIEM

