



Łukasiewicz
Instytut Lotnictwa

Pierwszy w świecie lot rakiety napędzanej silnikiem detonacyjnym

Prof. dr hab. inż. Piotr Wolański

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa,
Honorowy Przewodniczący Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN

Sesja Jubileuszowa 30-lecia Akademii Inżynierskiej w Polsce
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie – 26 kwietnia 2022

Plan wystąpienia

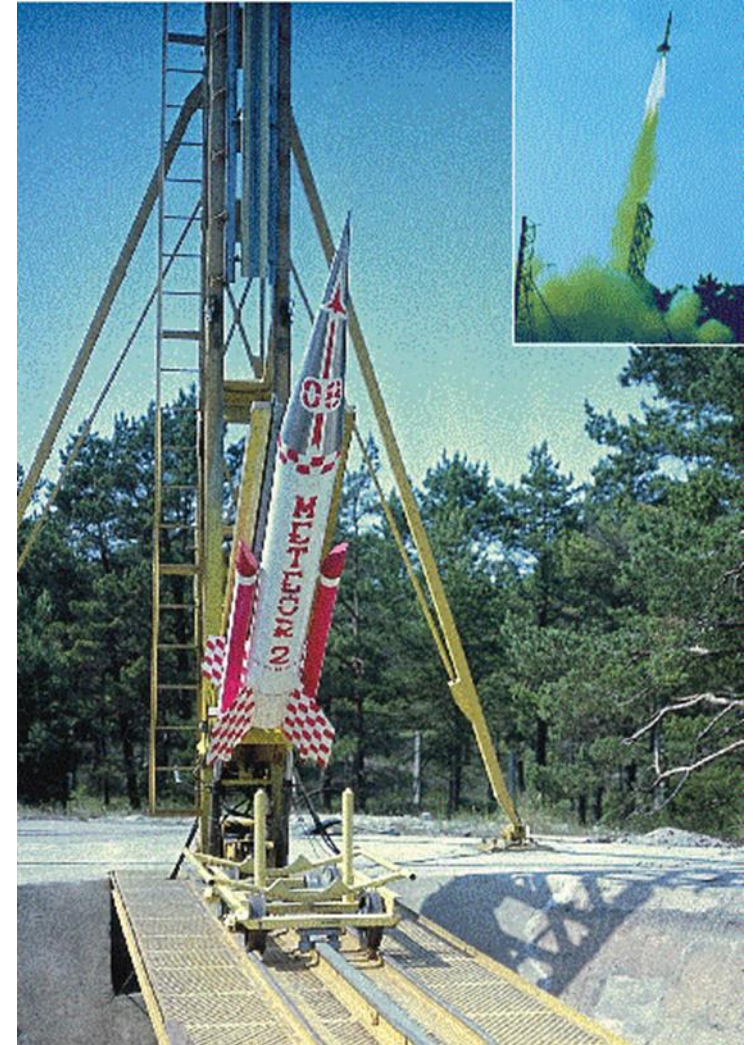
- Historia,
- Dlaczego detonacja,
- Silniki detonacyjne,
- Wirująca detonacja,
- Silniki rakietowe z wirującą detonacją,
- Rakieta z silnikiem detonacyjnym,
- Współpraca z Ukrainą,
- Podsumowanie

Pierwsze polskie rakiety

- Kazimierz Siemienowicz – inżynier artylerii Królestwa Polskiego i Litwy (XVII wiek)
- Generał Józef Bem (XIX wiek)
- Jacek Walczewski (XX wiek) – Absolwent AGH
Kierownik Zakładu

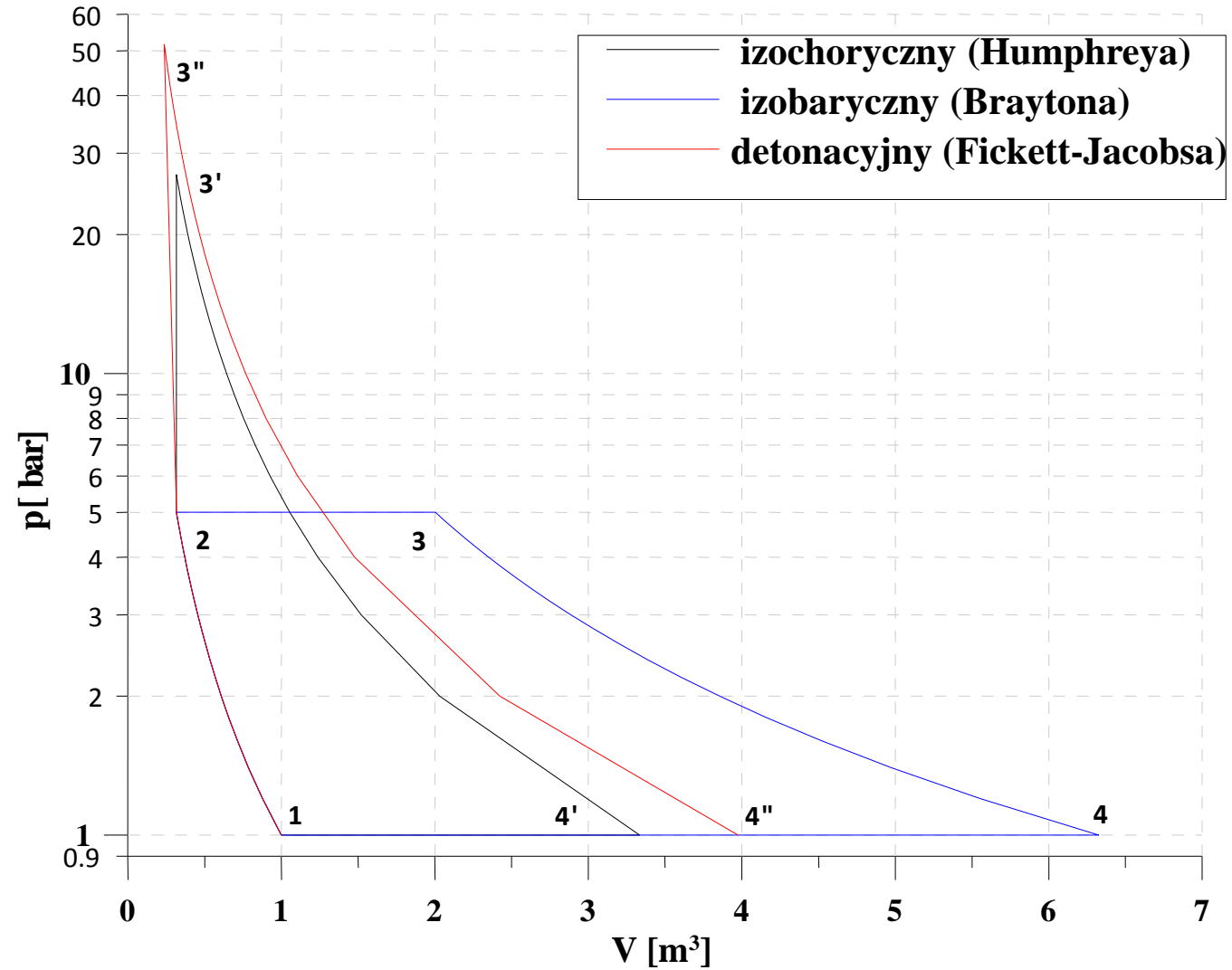
Badań Rakietowych i Satelitarnych PIHM

- Rakiety Resko – Pustynia Błędowska (1958-1963)
- Rakiety Meteor (1965-1973) Instytut Lotnictwa-IMIGH
- Rakieta Meteor 2K przekroczyła granicę Kosmosu



Dlaczego detonacja?

Porównanie obiegów termodynamicznych cykli roboczych silników (J. Kindracki)



Silniki detonacyjne

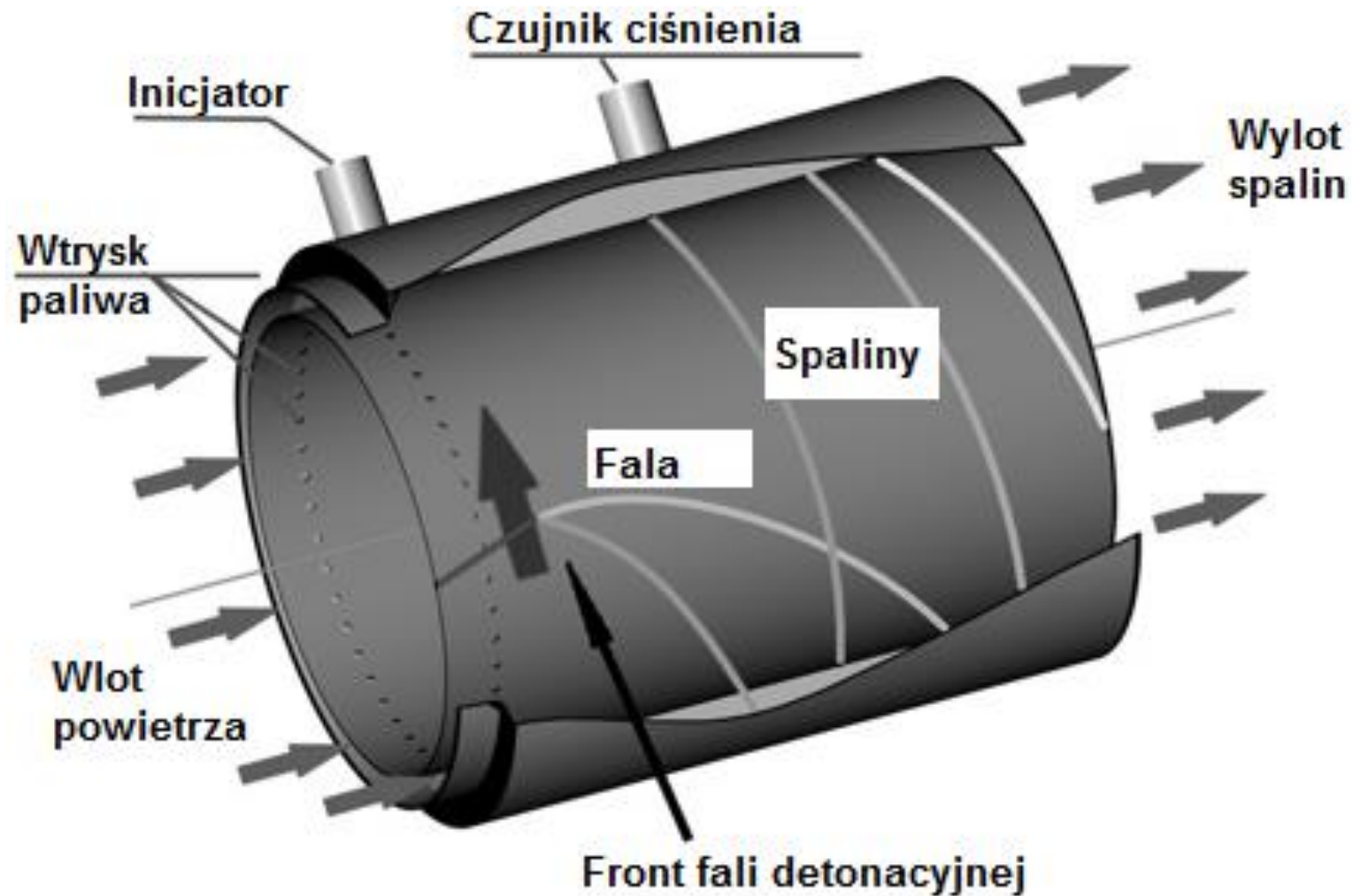
- **Stacjonarna detonacja**
- **Pulsacyjna detonacja**
- **Wirująca detonacja**

Silniki detonacyjne:

- **Stacjonarna detonacja:**
 - Prosty system – ciągły zasilanie paliwem.
 - Zakres pracy ograniczony tylko do małego przedziału prędkości lotu (większej niż prędkość detonacji i mniejszej niż około 7 Ma).
- **Pulsacyjne silniki detonacyjne (PDE)**
 - Szeroki zakres pracy (nawet do $Ma=5$)
 - Pulsacyjne warunki pracy (napełnianie mieszanką palną, inicjacja detonacji, detonacja przepłukanie silnika).
 - Duże wibracje i duży hałas.
- **Silniki z wirującą detonacją (RDE):**
 - Prosta konfiguracja i ciągły ciąg,
 - Szeroki zakres pracy – nawet do prędkości hipersonicznych.

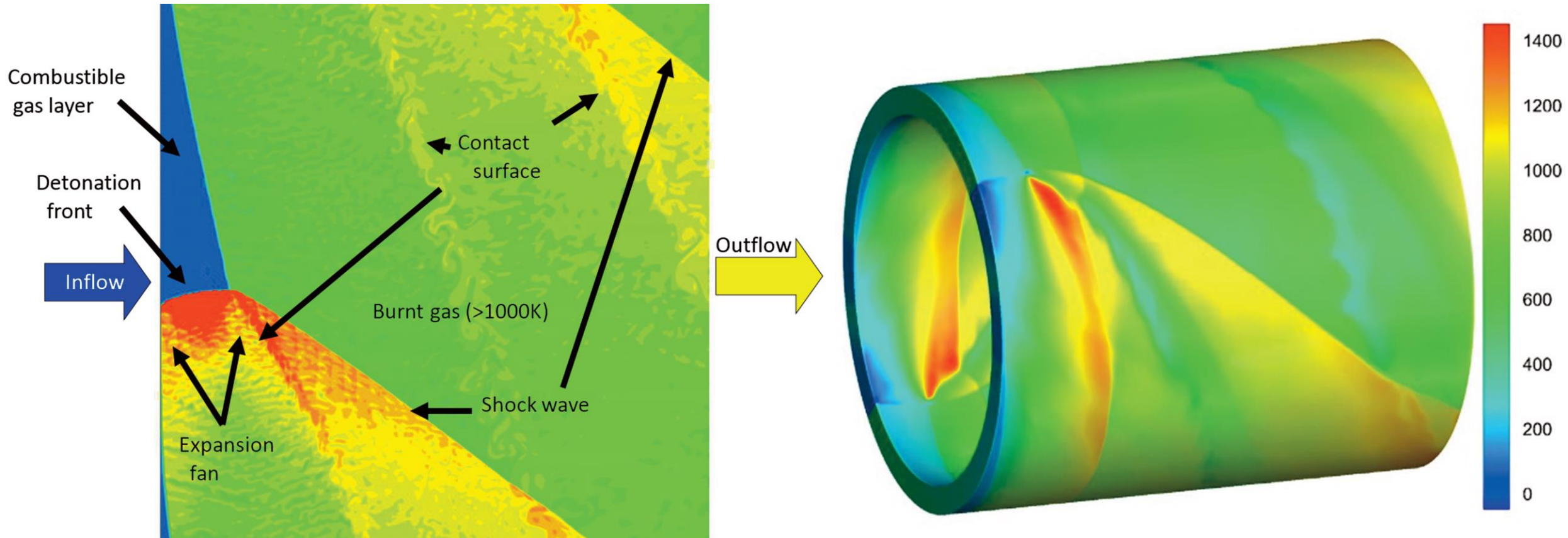
Wirująca detonacja

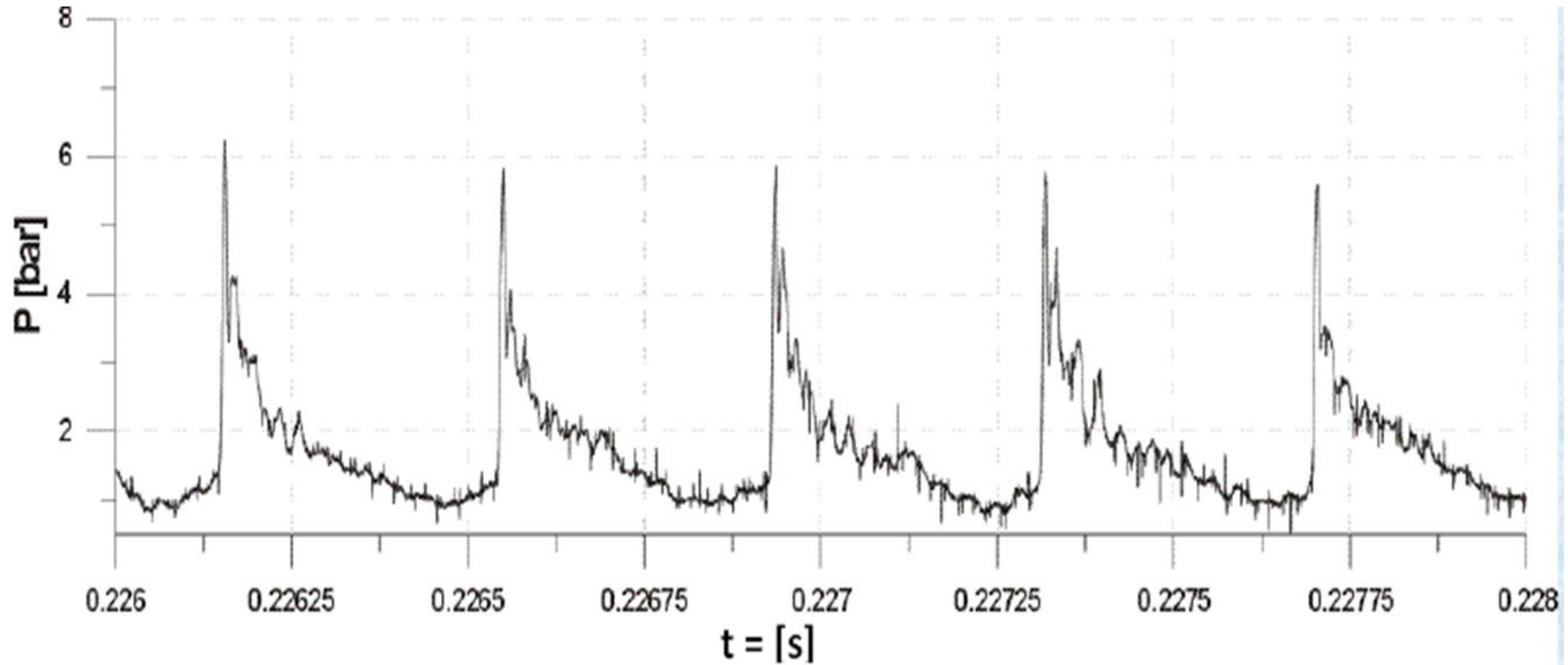
Schemat pierścieniowej komory detonacyjnej



Symulacje procesu wirującej detonacji

(współpraca z Nagoya University, Japonia oraz IHPC –A Star – Singapur)



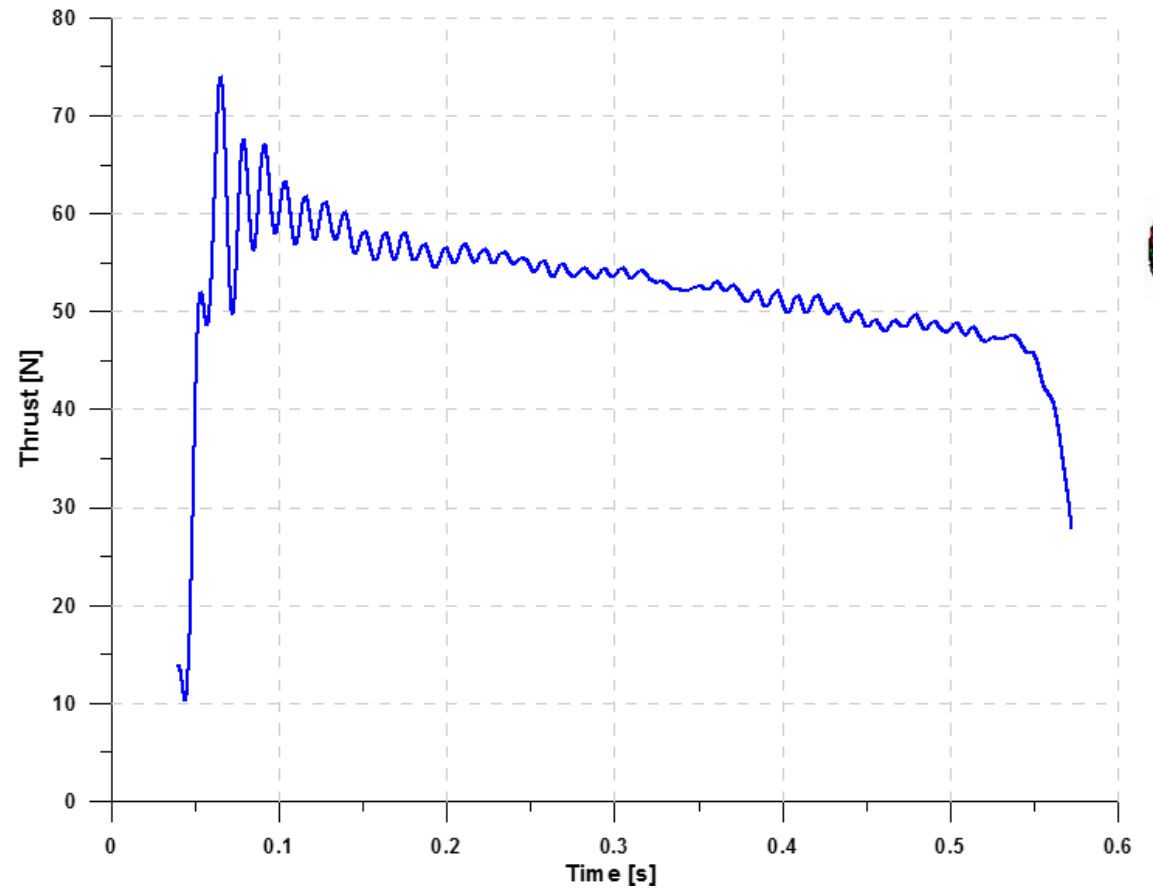
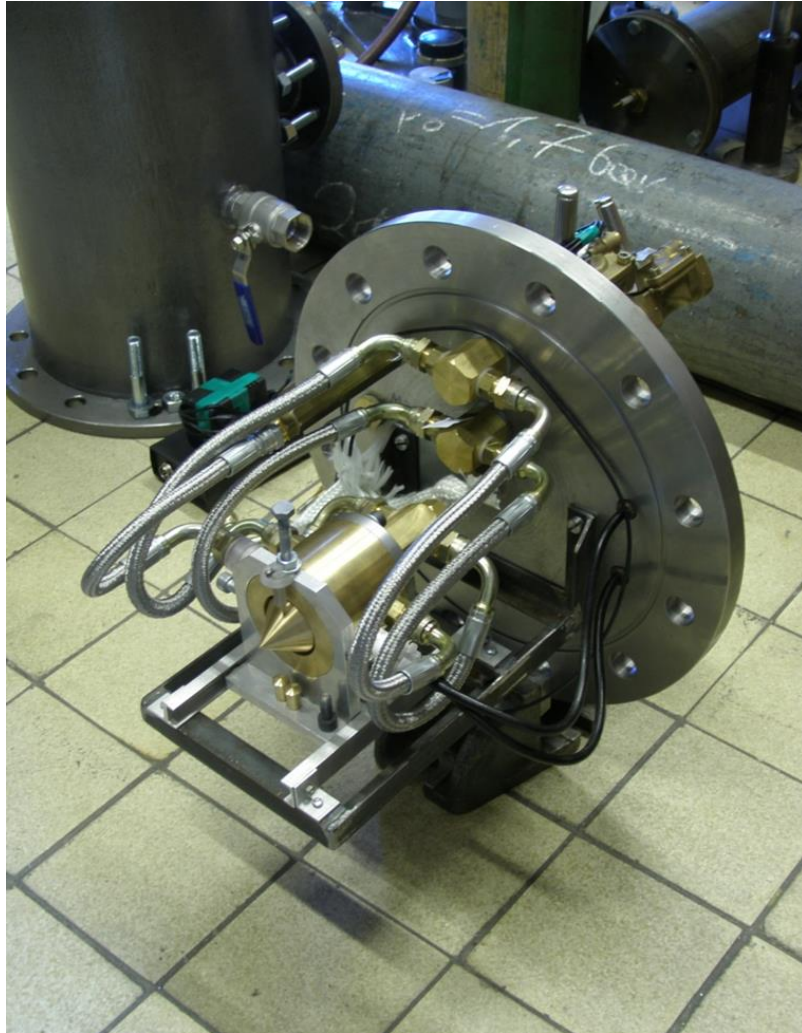


Przebiegi ciśnienia w komorze pierścieniowej
(stabilna wirująca detonacja)

Silniki rakietowe z wirującą detonacją

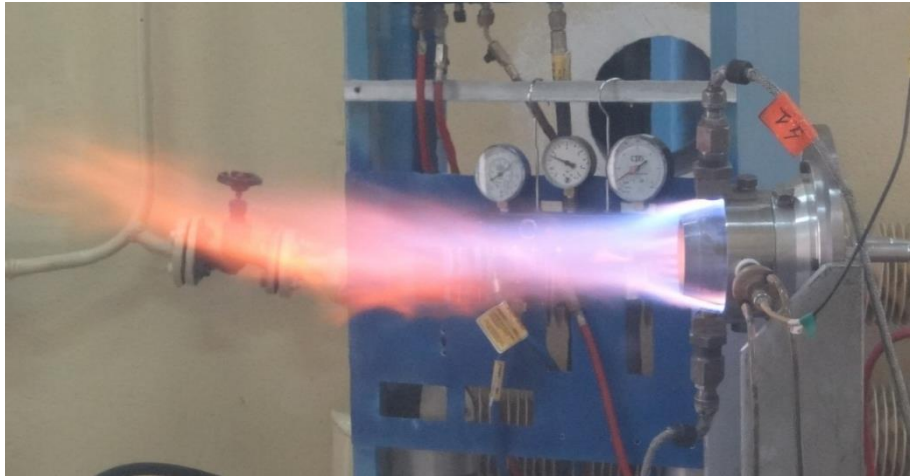
Gazowe silnika rakietowe z wirującą detonacją

(ITC –MEiL – Politechnika Warszawska 2005-2008, J. Kindracki)

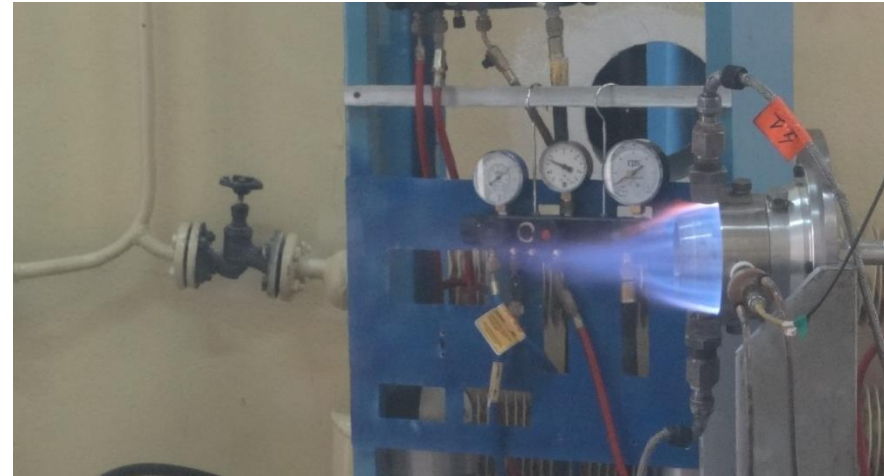


Badania rakietowych silników detonacyjnych w Łukasiewicz – ILOT

(M. Kawalec)

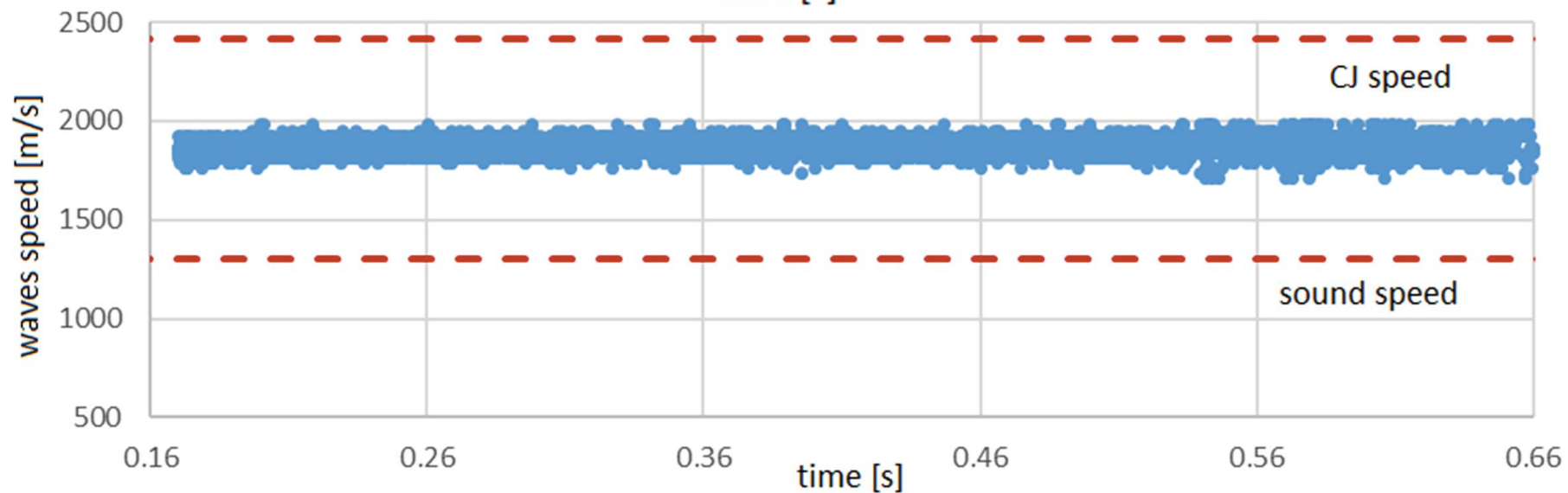
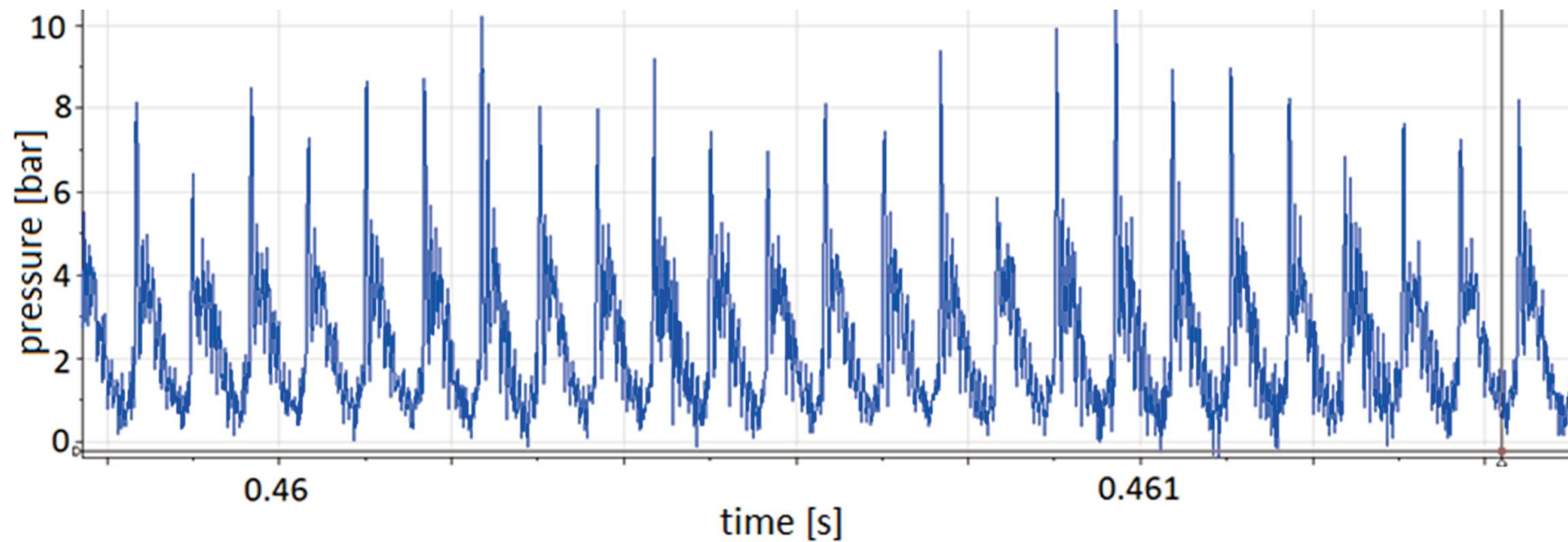


Deflagracja



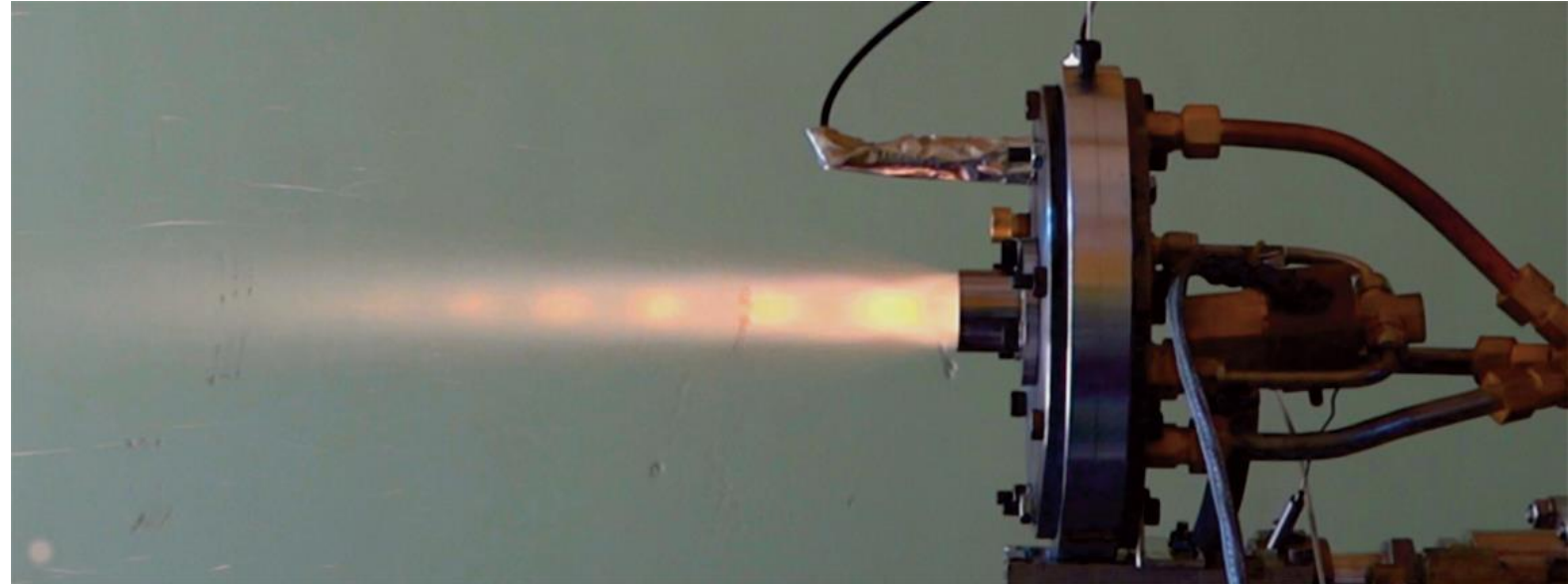
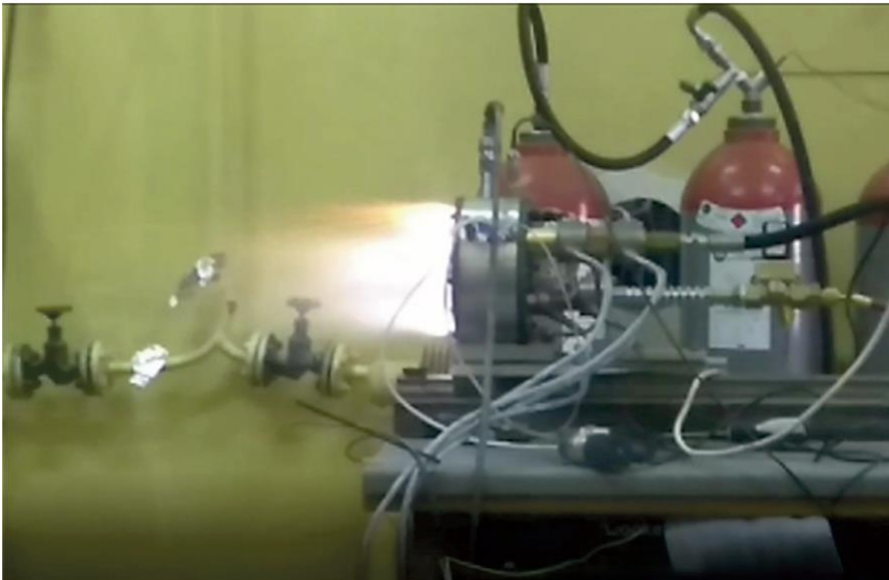
Detonacja

Komora pierścieniowa – mieszanina gazowa metan-tlen



Przykładowy przebieg ciśnienia i prędkości w pierścieniowej komorze detonacyjnej ($\text{CH}_4\text{-O}_2$)
(M. Kawalec)

Próby silników rakietowych zasilanych ciekłymi materiałami pędnymi ($C_3H_8-N_2O$)



Z lewej silnik z pierścieniową komorą detonacyjną, z prawej z dyskową komorą detonacyjną, oba zasilane ciekły propanem i ciekłym podtlenkiem azotu (M. Kawalec)

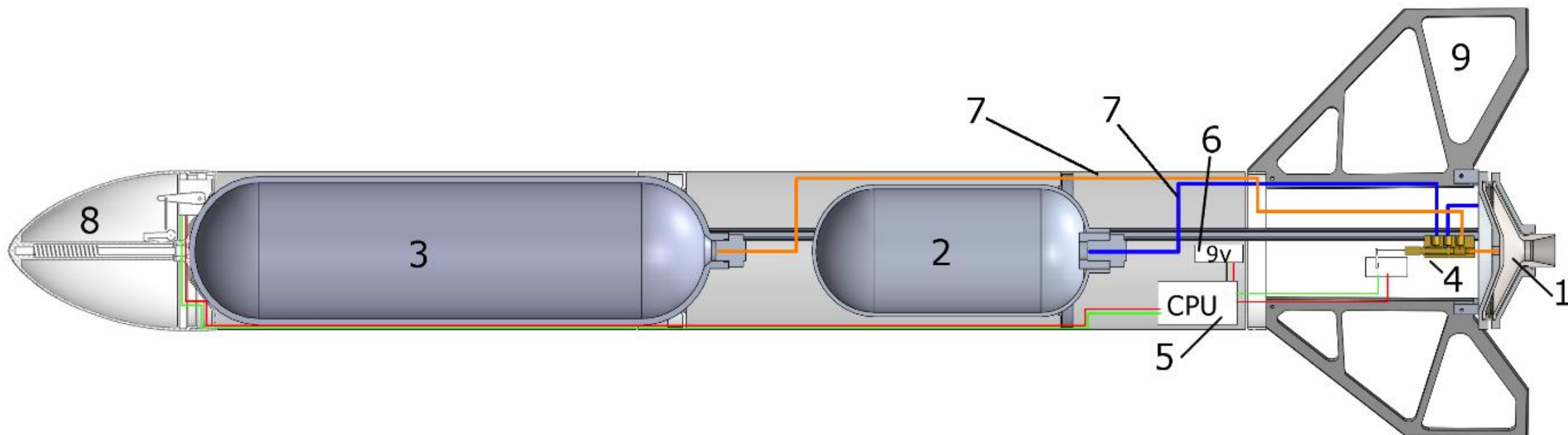


**Test of laboratory liquid propellants detonative
rocket engine at the Institute of Aviation in
Warsaw, supply by Propane and Nitrous Oxide
($C_3H_8-N_2O$)**

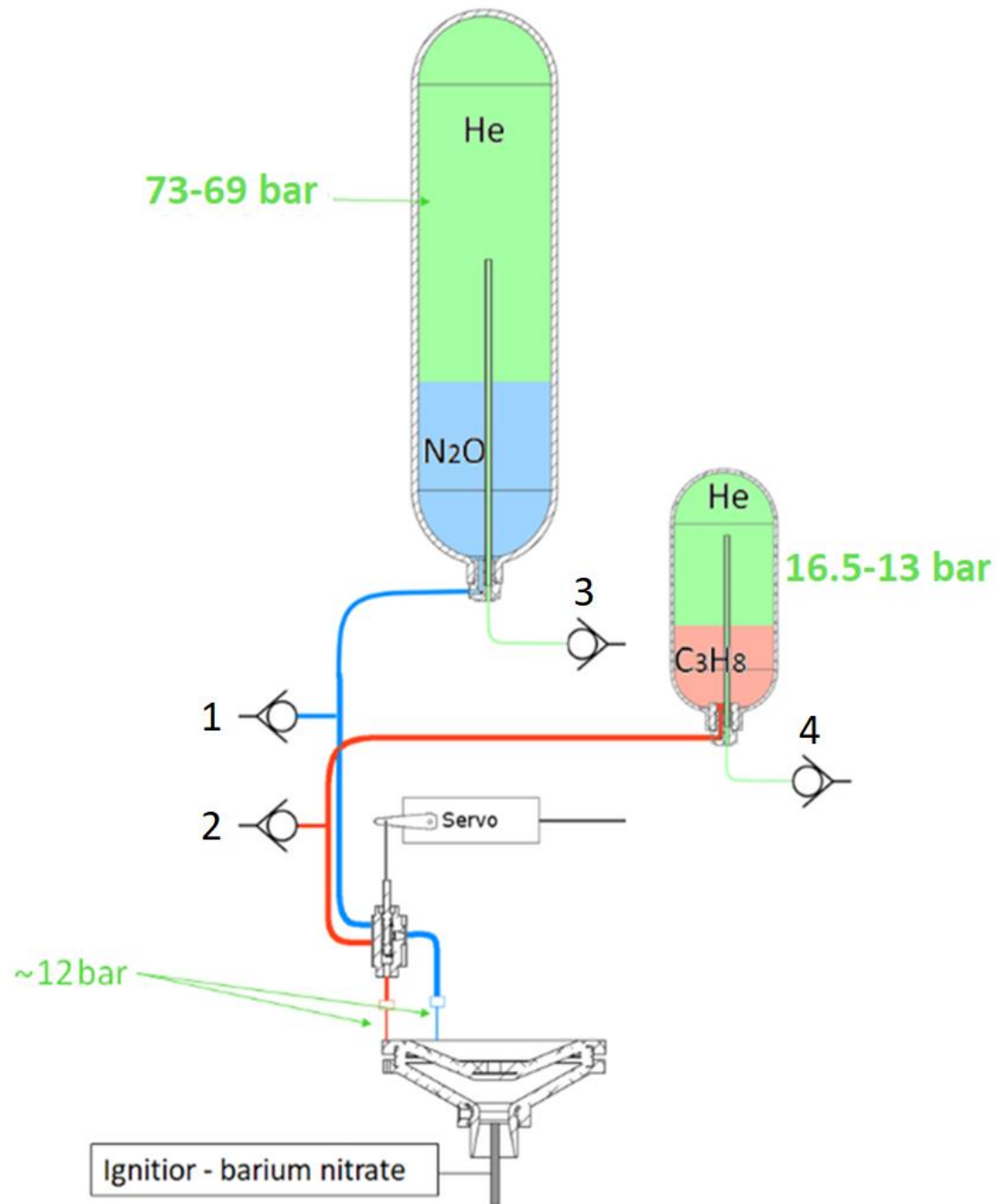
Rakieta z silnikiem detonacyjnym

Schemat rakiety z silnikiem detonacyjnym

(M. Kawalec)



1- silnik detonacyjny, 2-zbiornik z propanem, 3-zbiornik z podtlenkiem azotu, 4-główny zawór, 5-komputer pokładowy, 6-bateria, 7-przewody zasilnia paliwa i utleniacza, 8-osłona czołowa ze spadochronem, 9- stateczniki aerodynamiczne.



Schemat zasilania rakiety

1,2,3,4 – zawory
(M. Kawalec)



a) Czas= 0s



b) + 0.11 s



c) + 0.418 s



d) + 0.69 s



e) + 0.74 s

Pierwsze chwile lotu rakiety z silnikiem detonacyjnym



**Start rakiety,
Poligon
WITU,
15 wrzesień
2021**

film na:
<https://ilot.lukasiewicz.gov.pl/en/the-worlds-first-launch-of-a-rocket-powered-by-a-detonation-engine/>

<https://ilot.lukasiewicz.gov.pl/pierwszy-na-swiecie-start-rakiety-napedzanej-silnikiem-detonacyjnym/>

Zespół odpowiedzialny za projektowanie, zbudowanie, przygotowanie i start rakiety



M. Kawalec



W. Perkowski



B. Łukasik



A. Bilar



P. Wolański

Możliwa współpraca z Ukrainą w dziedzinie napędów raketowych i rakiet

- Technologie raketowe w Ukraina są na światowym poziomie,
- Ukraina produkuje duże rakiety satelitarne typu Sea Launch, Zenit, Cyklone, Antares i Taurus,
- Ukraina posiada również technologie budowy nowoczesnych satelitów,
- Ukraina posiada również dobrze rozwinięte systemy pocisków raketowych,
- Powinniśmy teraz rozpocząć rzeczywistą współpracę z Ukrainą w dziedzinie technologii raketowych i satelitarnych.

Wizyta przedstawicieli Polskiej Agencji Kosmicznej w wytwórni raket Yuzhnoye w Dniepropietrowsku

(8-10 lutego 2016)

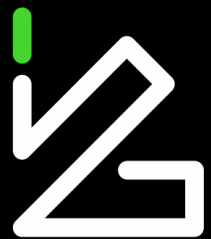


Podsumowanie

- Polska jest liderem światowym w rozwoju silników z wirującą detonacją,
- Wiele pionierskich prac z tego zakresu zostało wykonanych w Politechnice Warszawskiej oraz Instytucie Lotnictwa, obecnie w Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa,
- W Instytucie lotnictwa wykonano pierwsze badania zastosowania komory detonacyjnej do silnika turbinowego,
- W Łukasiewicz-Instytut Lotnictwa uzyskano pierwsze w świecie stabilną detonację nafty lotniczej z powietrzem,
- W ubiegłym roku wystrzelono pierwszą w świecie raketę napędzaną silnikiem detonacyjnym – zbudowaną w Łukasiewicz- Instytut Lotnictwa.

**Polska powinna rozwijać swoje
technologie
raketowe i satelitarne!**

Dziękuję za uwagę!



Łukasiewicz
Instytut Lotnictwa

AL. KRAKOWSKA 110/114, 02-256 WARSZAWA

+48 22 846 00 11 | ILOT@ILOT.LUKASIEWICZ.GOV.PL

ILOT.LUKASIEWICZ.GOV.PL

