

# Teoria silników lotniczych

Dr inż. Robert Jakubowski

e\_mail: [robert.jakubowski@prz.edu.pl](mailto:robert.jakubowski@prz.edu.pl)

Studia Podyplomowe r.ak. 2017/18

# LITERATURA

- Ahmed F. El-Sayed, Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engine, Taylor & Francis Inc, 2017 (cena ok 600 zł)
- The Jet Engine, Rolls-Royce, Wiley and Sons, 2015
- Saeed Farokhi, Aircraft Propulsion, Wiley and Sons, 2014
- Balicki, Chachurski i in. Lotnicze silniki turbinowe, Konstrukcja Eksploatacja Diagnostyka, część I i II, wydawnictwo IL nr 30 i 34, 2010, 2012

# Po co jest silnik w samolocie?

Czy jest możliwe aby obiekt  
cięższy od powietrza latał?

**TAK**

# Co daje silnik w samolocie?

Umożliwia wytworzenie siły zwanej  
siłą ciągu, dzięki której samolot  
może stworzyć warunki do  
powstawania siły nośnej na  
skrzydłach

<https://www.youtube.com/watch?v=YyeX6ArxCYI>

# A jak jest dla samolotów śmigłowych?

Silnik wytwarza moc  
niezbędną do napędu śmigła

<https://www.youtube.com/watch?v=VsEbVYXLpR4>

# Lot helikoptera (śmigłowca)

Bez zespołu napędowego lot nie  
jest możliwy

<https://www.youtube.com/watch?v=2tdnqZgKa0E>

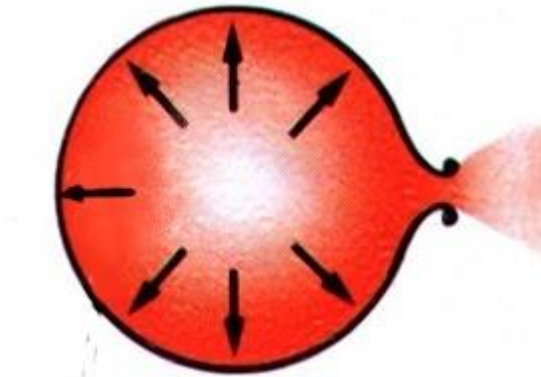
# Mas statku powietrznego i moc silnika

Nazwa	Ilość silników	Moc napędu kW	Masa startowa kg	Moc/masa kW/kg
Eurocopter EC135	Arius 2B2	2x439	2900	0,3
SW-4	RR 250 C20R/2	336	1800	0,18
UH-60 Black Hawk	GE T700-GE-700	2x1165	3600	0,65
Harbin Z-19	WZ-8C	2x700	4250	0,33
Ka-27	Isotov TV3-117V	2x1660	12000	0,27
M28B Bryza	P&W PT6A-65B	2x820	7500	0,21
Bombardier Q400	PW 150 A	2*3750	29260	0,26
ATR 72-200	PW 124B	2*1880	22000	0,17

# JAK DZIAŁA NAPĘD SAMOLOTU



# Powstawanie siły ciągu



Strumień gazu wypływający z prędkością, zależną od różnicy ciśnień, powoduje oddziaływanie zgodnie z II i III **Zasadą Dynamiki Newtona**

$$F = \dot{m} \cdot c$$

$\dot{m}$  – masa gazu wypływająca w jednostce czasu

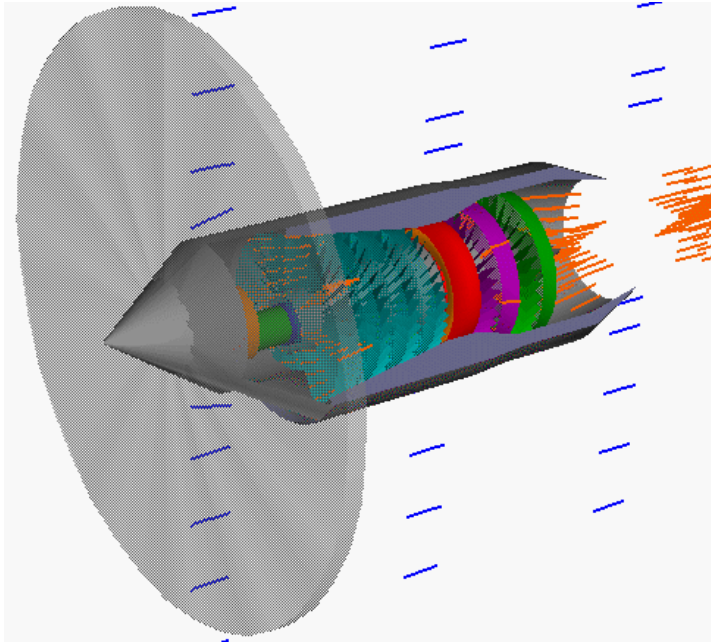
$c$  – prędkość wypływającego gazu

# Co to jest ciąg?

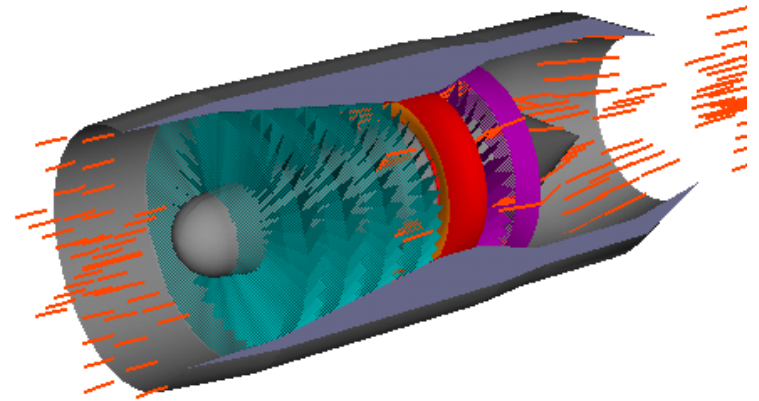


<https://www.youtube.com/watch?v=cT1yvqcDZZw>

# Silnik śmigłowy – silnik odrzutowy

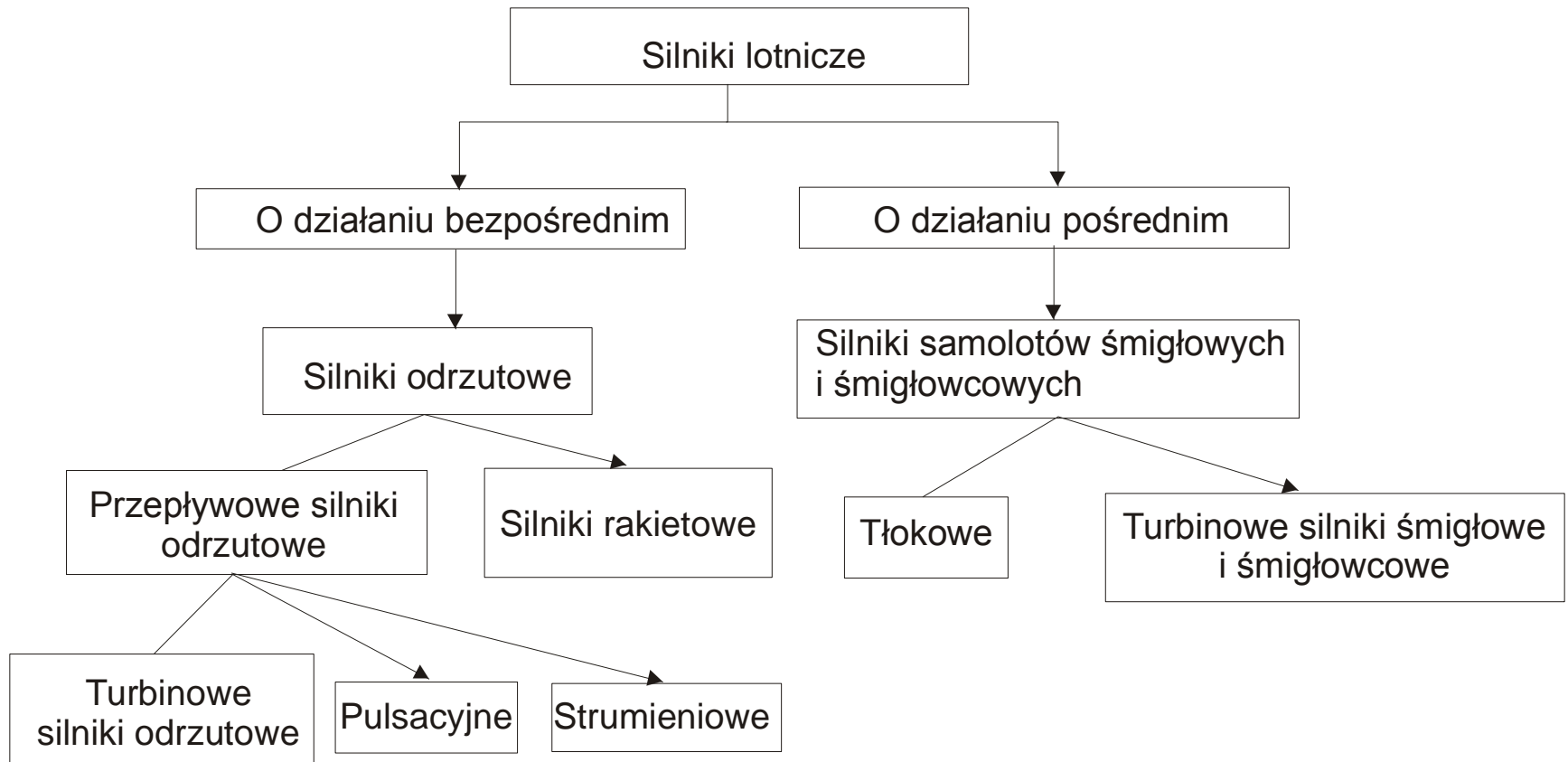


Silnik służy do wytworzenia mocy do napędu śmigła, które wytwarza ciąg powodując nieznaczny przyrost prędkości dużej ilości strumienia powietrza



Silnik służy do bezpośredniego wytworzenia ciągu poprzez znaczące zwiększenie prędkości spalin wyływających z silnika

# Podział silników lotniczych ze względu na sposób wytwarzania ciągu

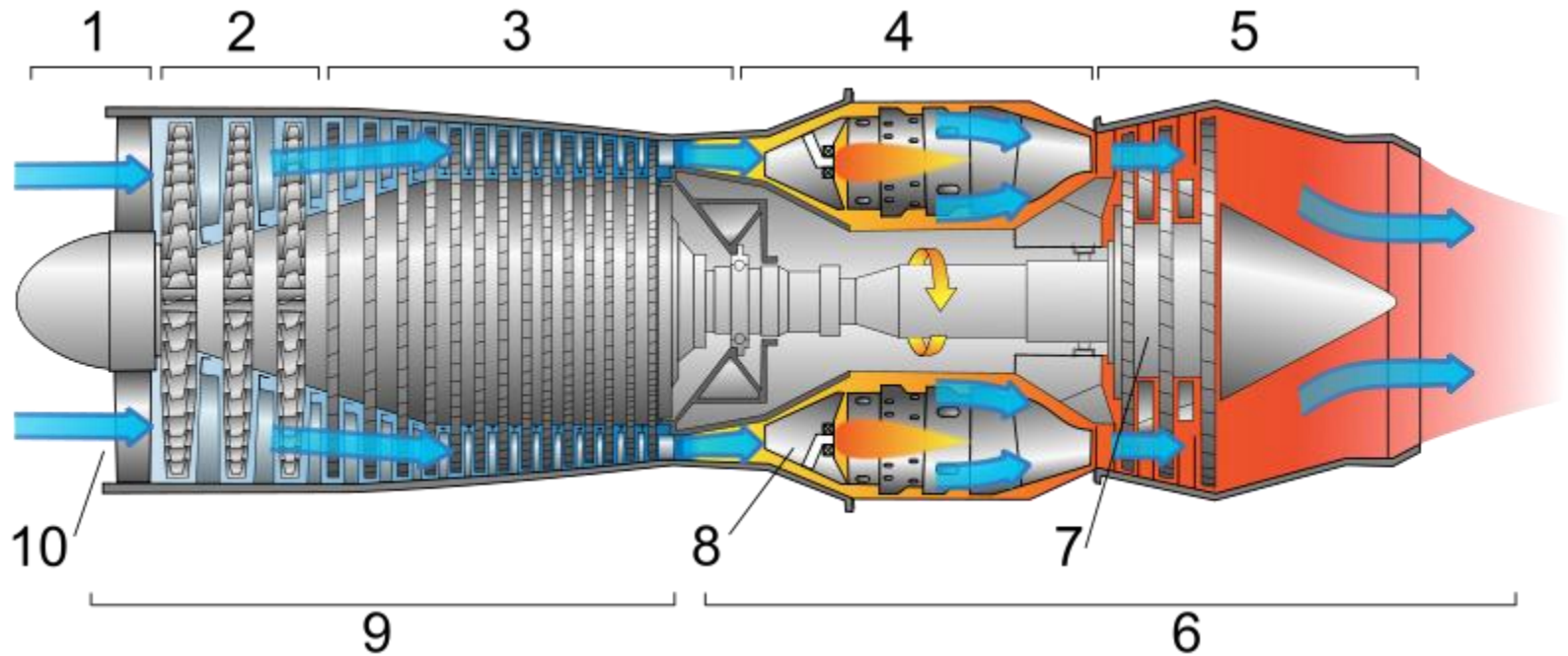


# Budowa i zasada działania silnika odrzutowego

FILM youtube:

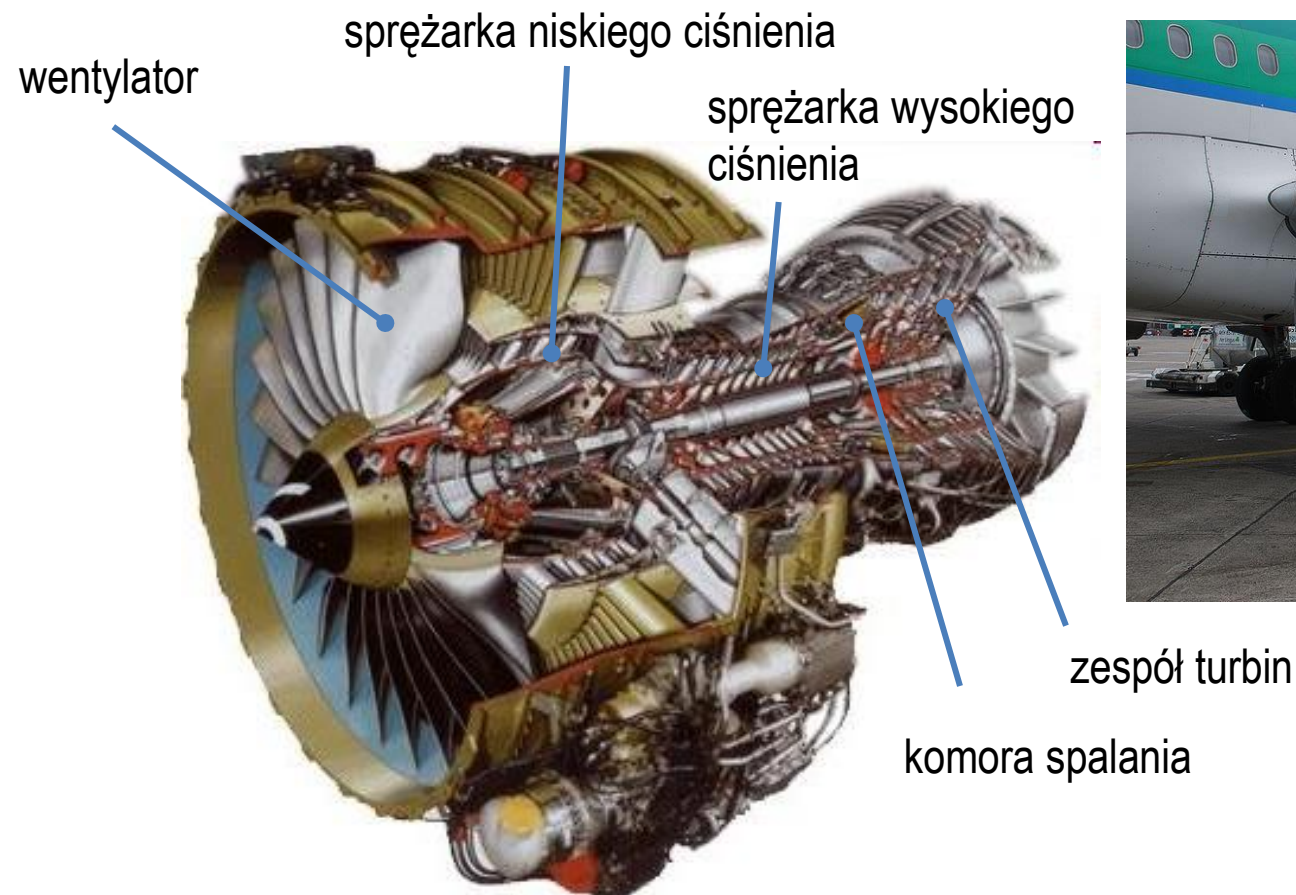
<https://www.youtube.com/watch?v=KjiUUJdPGX0>

# Odrzutowy silnik jednoprzepływowy



1. wlot, 2. sprężarka niskiego ciśnienia, 3. sprężarka wysokiego ciśnienia, 4. komora spalania, 5. zespół turbin i dysza wylotowa, 6. część gorąca silnika, 7. turbina silnika, 8. dyfuzor wlotowy do komory spalania, 9. część zimna silnika, 10. strumień powietrza na wlocie do silnika

# Silnik dwuprzepływowy o dużym stopniu dwuprzepływowości CFM 56

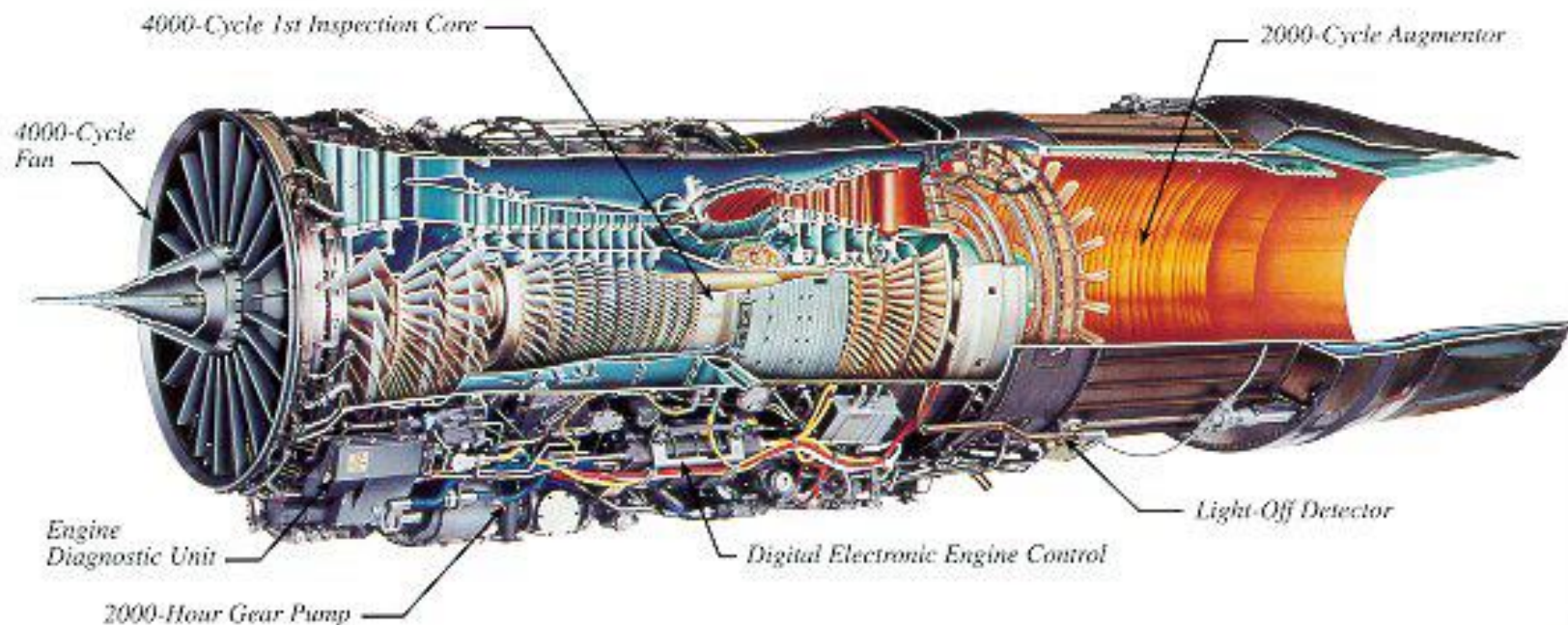


[https://www.youtube.com/watch?v=\\_LaKIE2h3Jw](https://www.youtube.com/watch?v=_LaKIE2h3Jw)



# Silnik dwuprzepływowy z mieszalnikiem

## F100-PW-220/F100-PW-220E TURBOFAN ENGINE

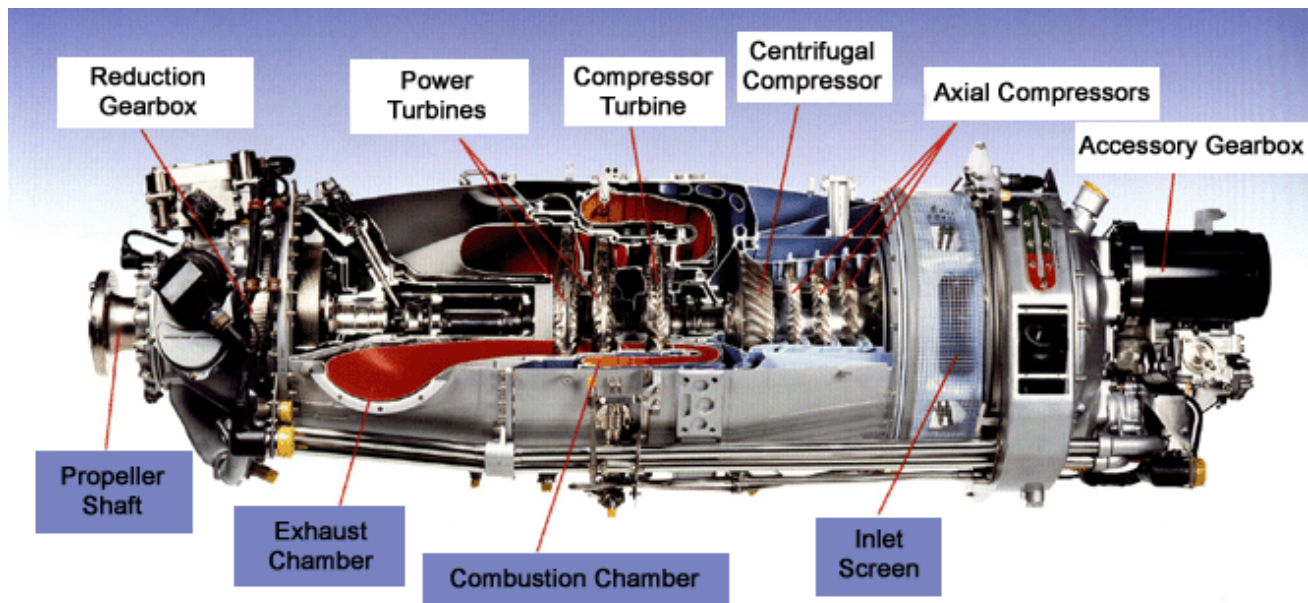


**Ciąg:**

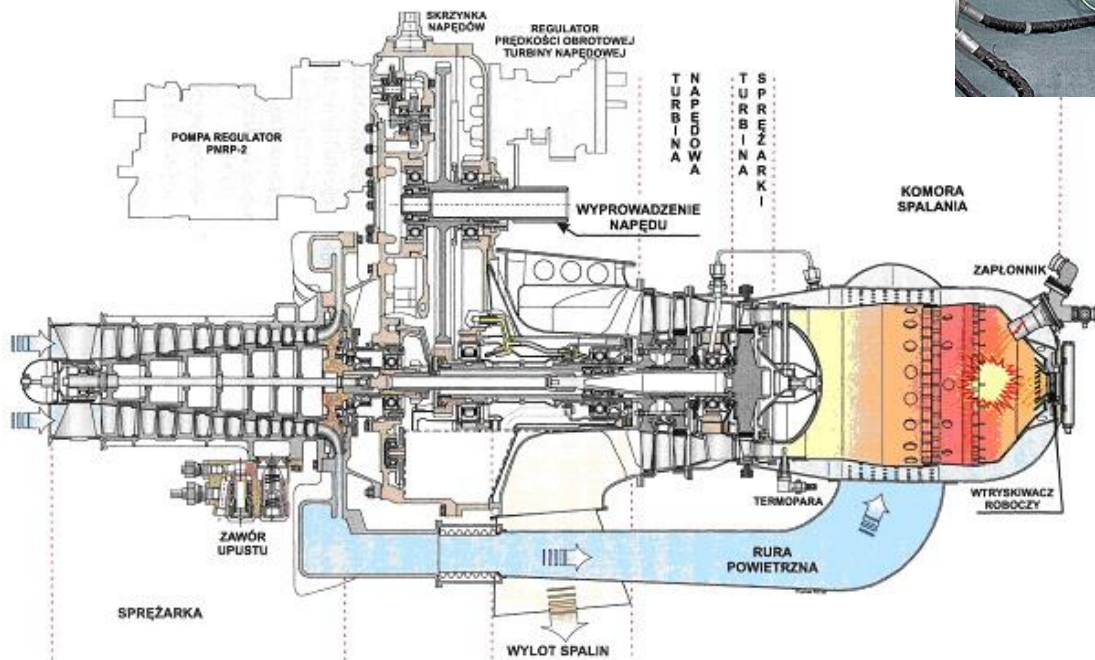
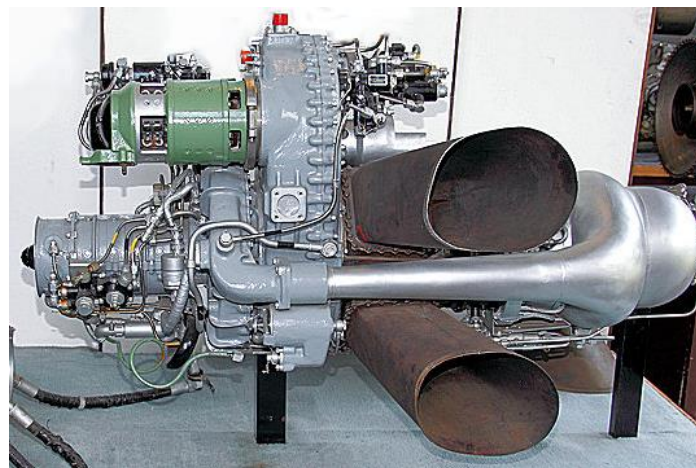
Z dopalaczem: 105,7 kN, bez dopalacza 65 kN



# Budowa i zasada pracy silnika turbinowego z wolną turbiną



# Turbinowy silnik śmigłowiec



# Śmigłowce



NAPĘD – dwa silniki PZL  
– 10W , moc startowa 900  
kW,  
moc krótkotrwała 1150  
kW.



Śmigłowiec **PZL W-3A Sokół** –  
prędkość maksymalna 260 km/h, pułap  
6000 m

# Wektorowanie ciągu



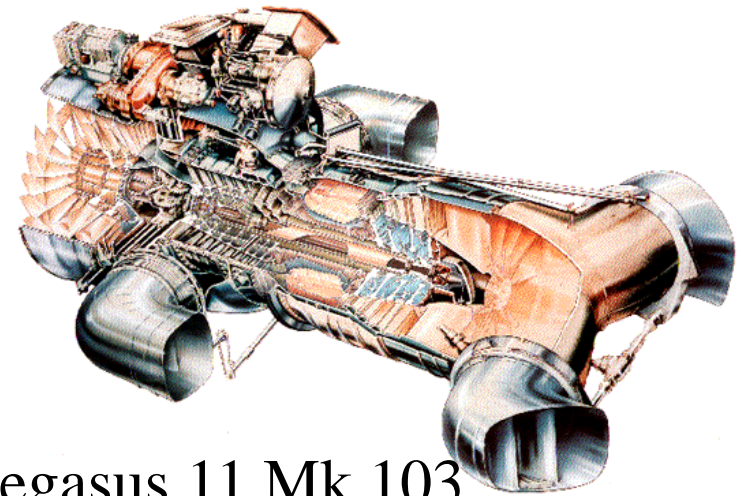
<https://www.youtube.com/watch?v=uiLNuzfSh5E>



# Samoloty pionowego startu i lądowania



Joint Strike Fighter **F-35 B** Lightning II

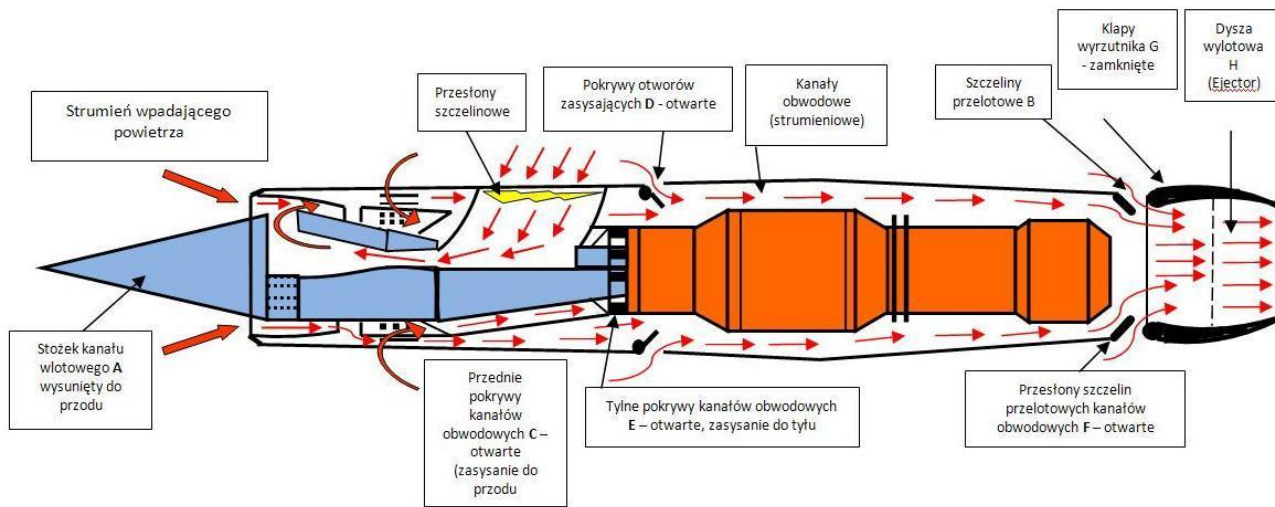


Pegasus 11 Mk.103

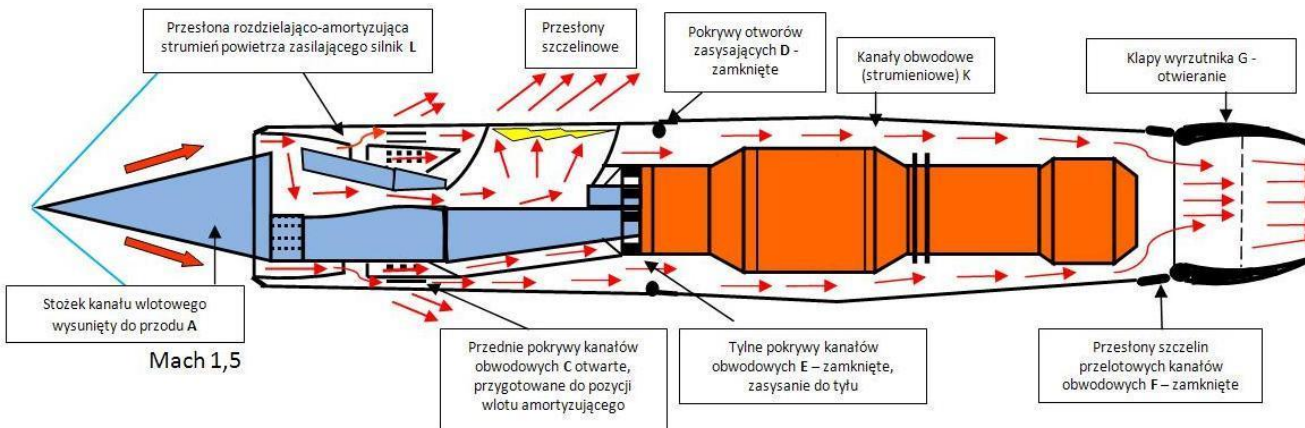


Harrier

# Silnik samolotu SR 71 Black Bird



Mach 0,0

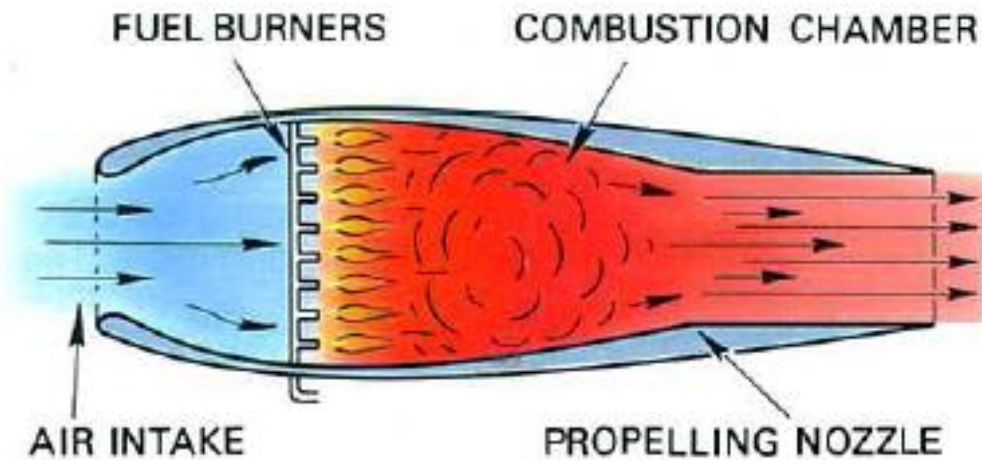


Mach 1,5



<https://www.youtube.com/watch?v=F3ao5SCedIk>

# Silniki odrzutowe – strumieniowe



X-43A – M=6.83  
(27.03.2004)



Silnik HYPOSED III 7,6 Ma

Pojazd X-43A osiągnął z silnikiem strumieniowym prędkość 9,6 Ma

**Dziękuję za uwagę**