



Historia Rakiet



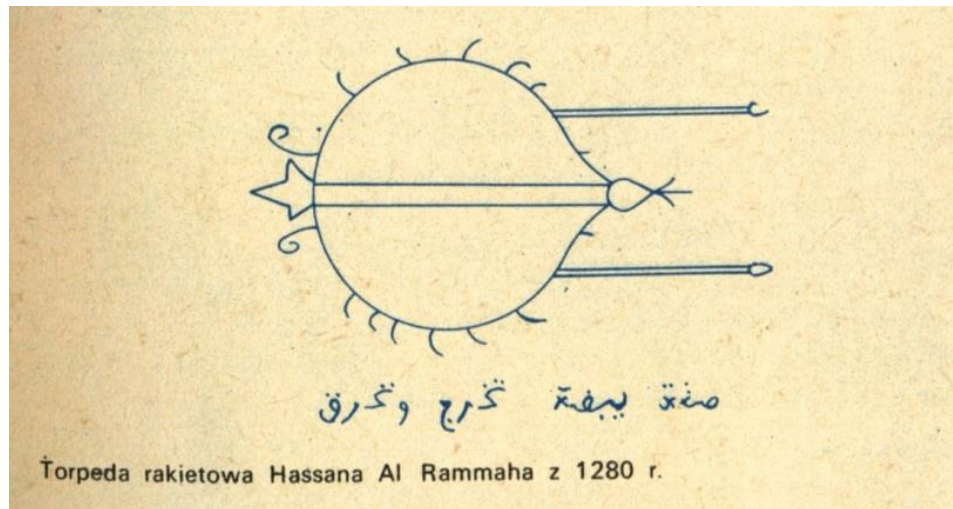
Chiny – najstarsze przekazy



- Chińczycy prawdopodobnie używali rakiet prochowych w postaci rac już w XIIw. Rakiety znane były w Chinach już przed naszą erą i używane były dla uświetniania uroczystości religijnych i zabaw.
- Zapis w kronice chińskiej z 1232 r. mówi o obronie Pekinu przed Mongołami rakietami, zwanymi przez Chińczyków "Strzałami latającego ognia".



Średniowiecze

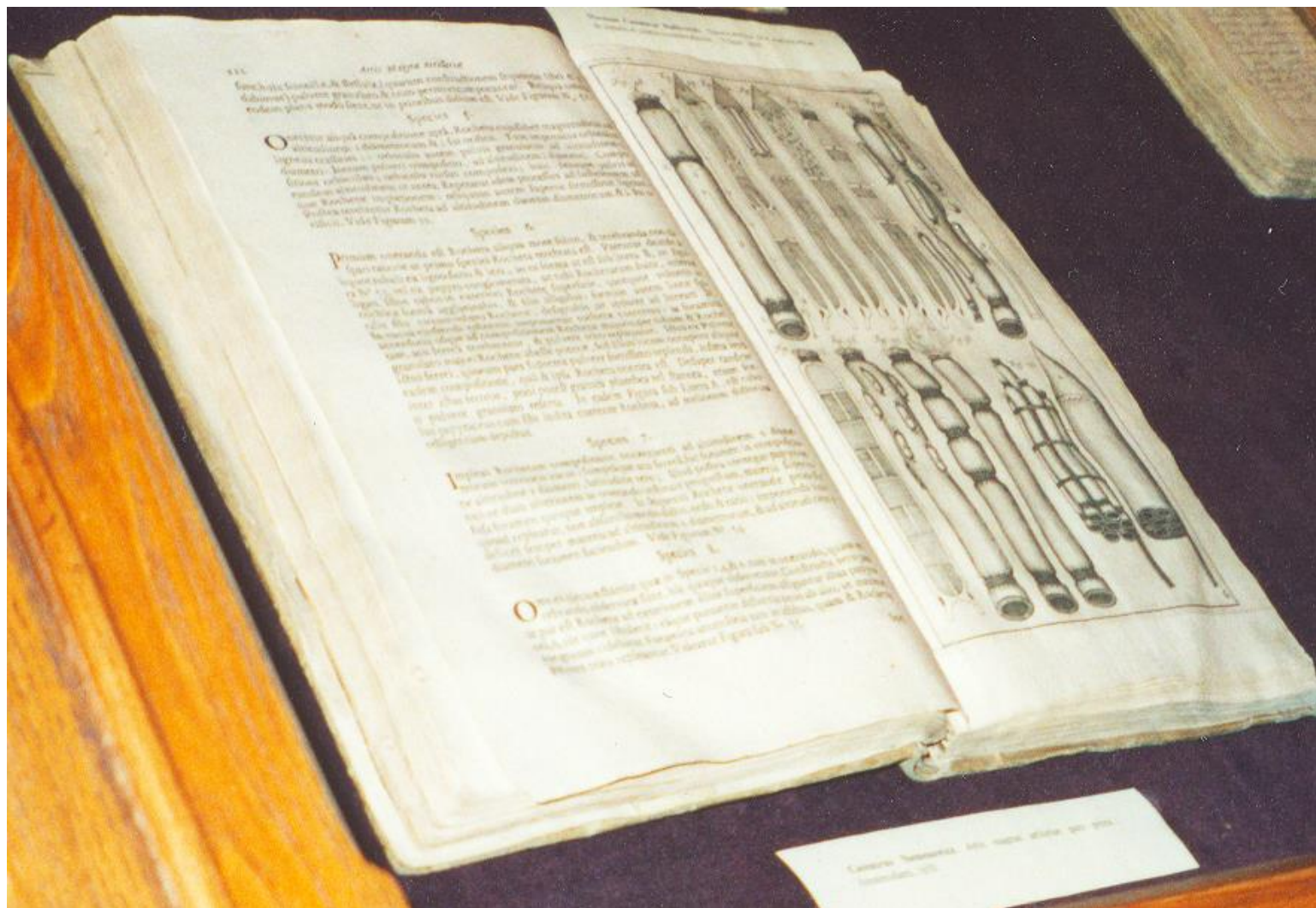


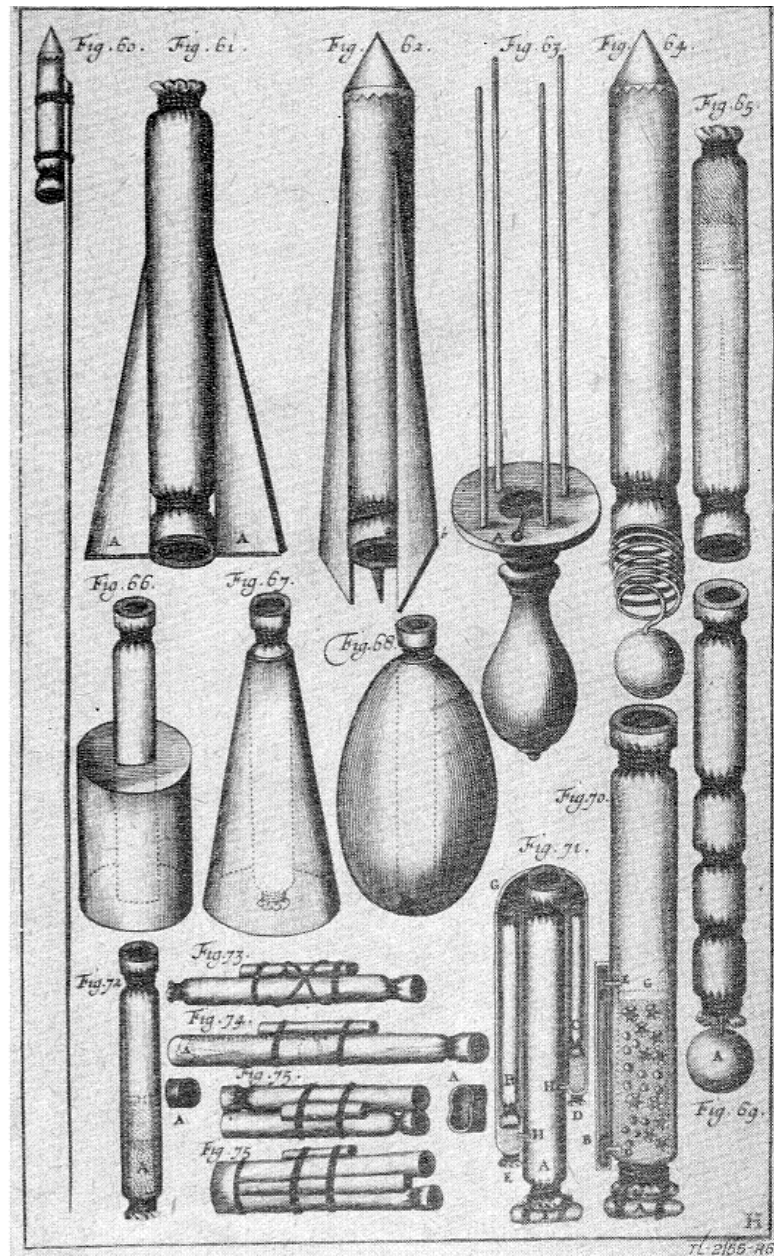
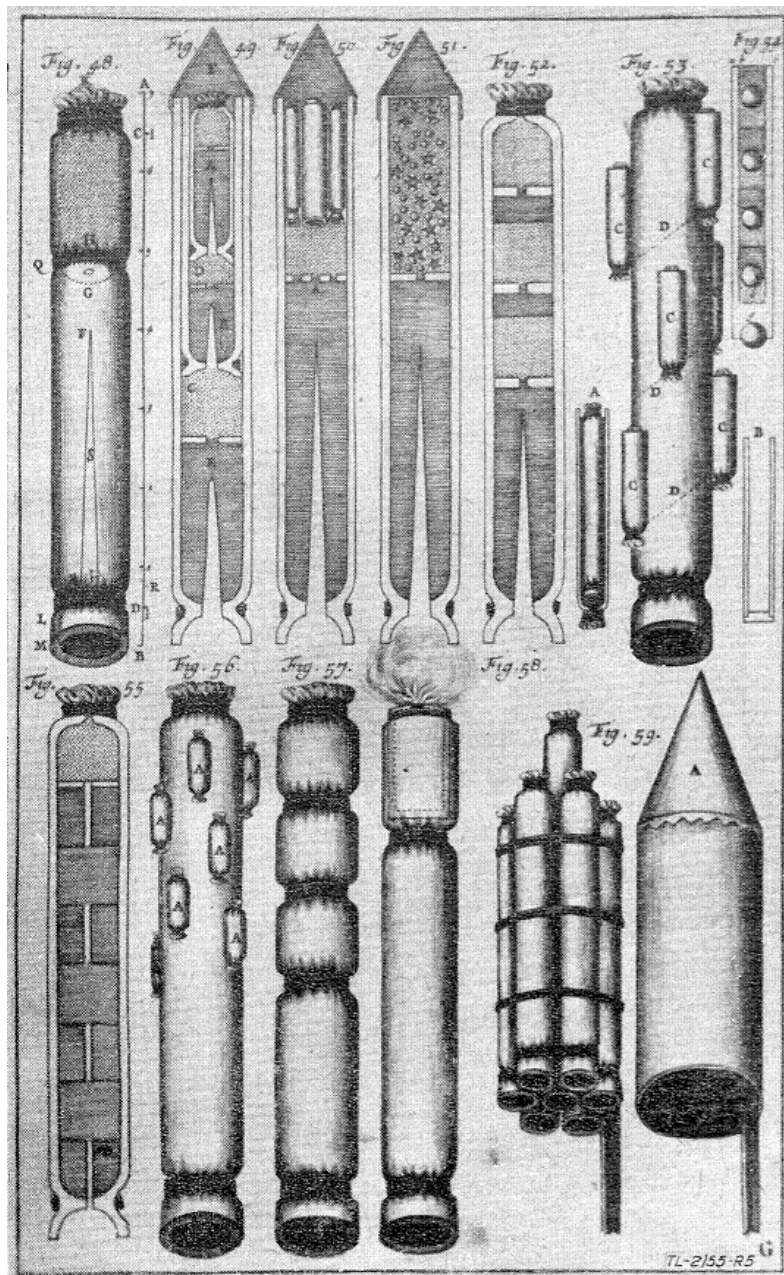
Torpeda rakietowa Hassana Al Rammaha z 1280 r.

- **1232 r.** - Od Chińczyków sztukę budowy rakiet przejęli Mongołowie
- **1249 r.** - Hindusi i Arabowie
- **1288 r.** - Arabowie zbombardowali rakietami Walencję.

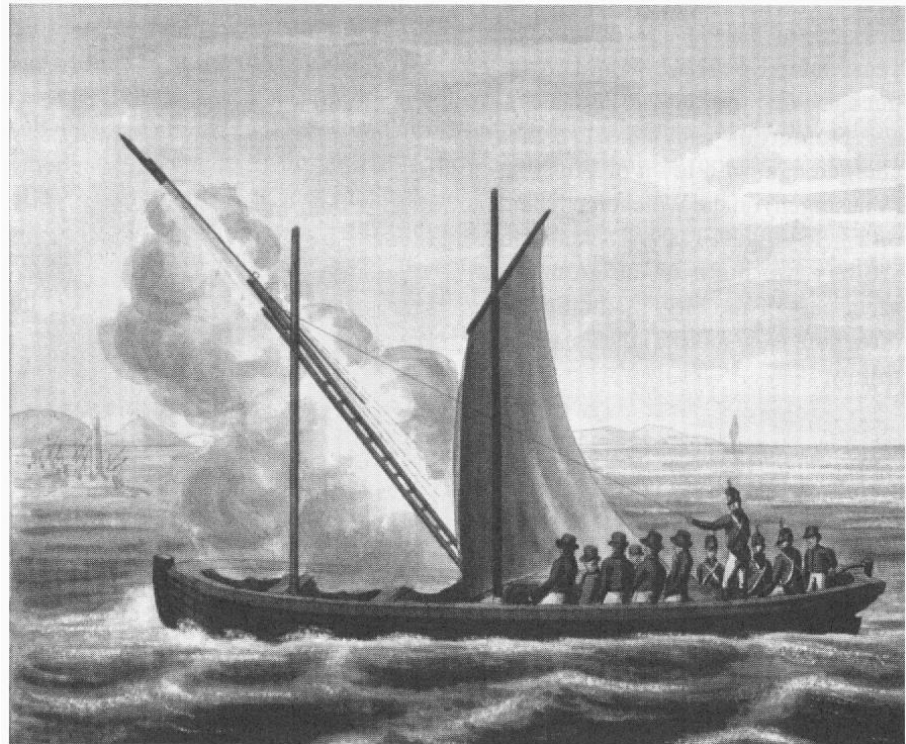
Kazimierz Siemienowicz

1650 "*Artis Magnae Artilleriae pars prima*"





1804 William Congreve



Przykłady zastosowań

1806 ostrzał Boulogne przez Royal Navy

1807 ostrzał Kopenhagi przez Royal Navy

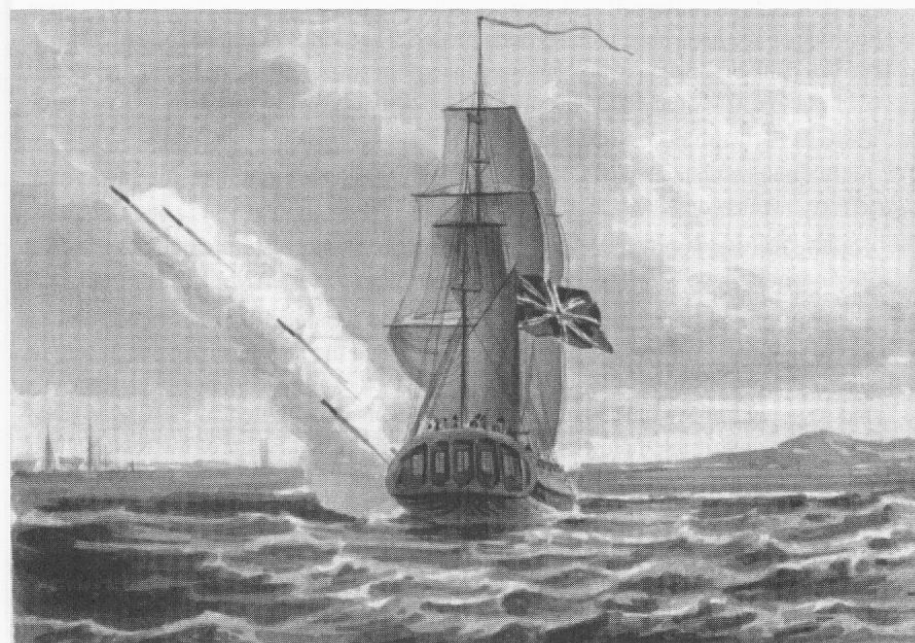
1809 ostrzał Callao

1810 ostrzał Cadiz

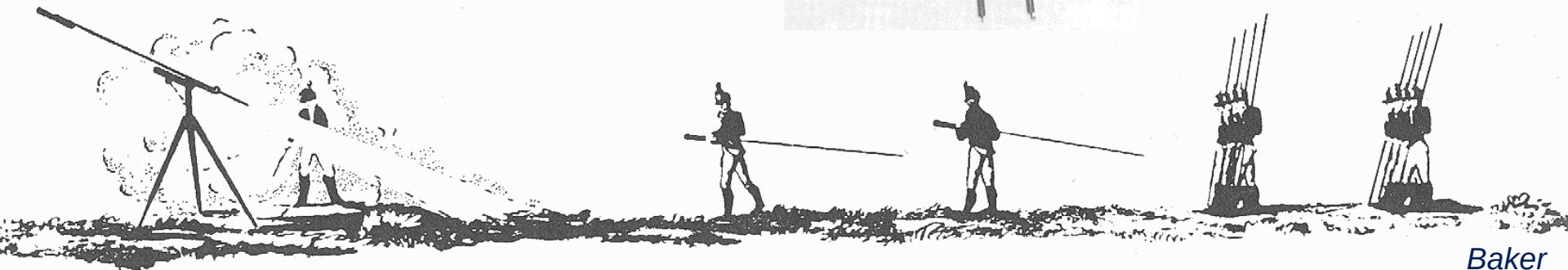
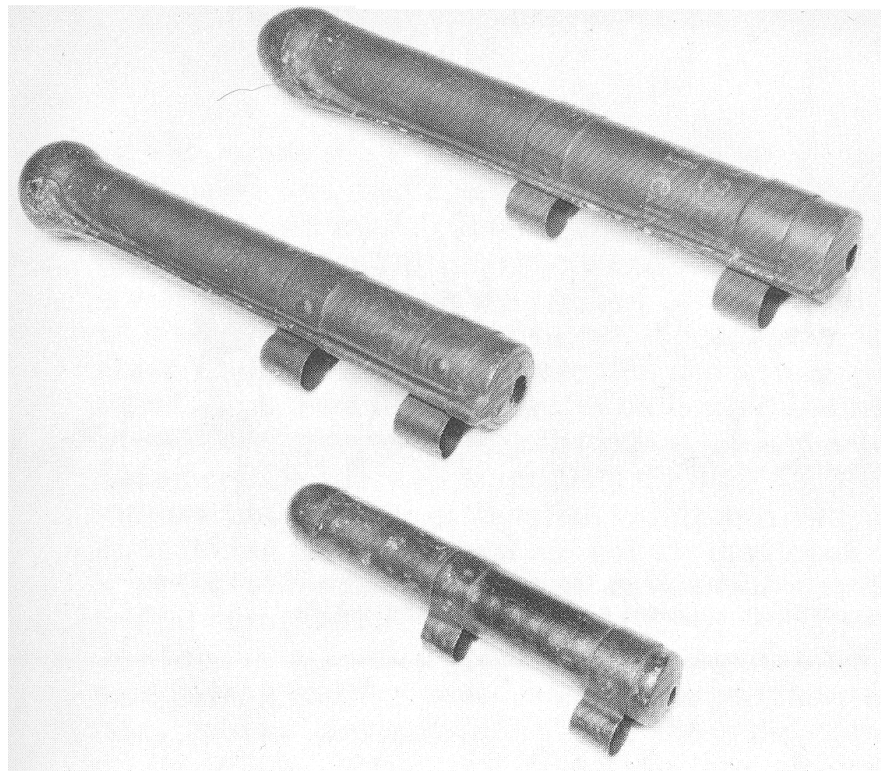
1813 ostrzał Lipska

1813 ostrzał Gdańska

1814 ostrzał Fort McHenry



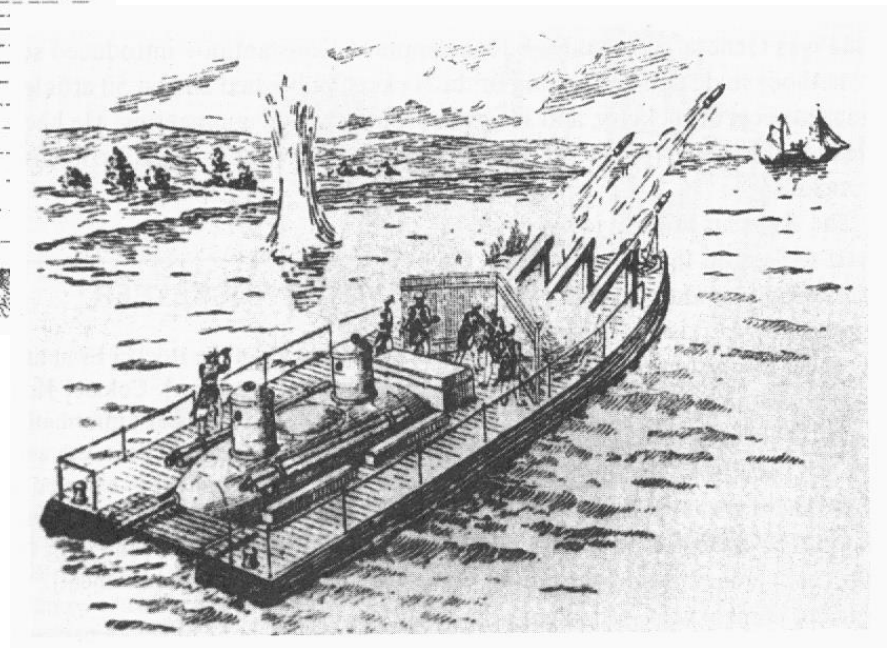
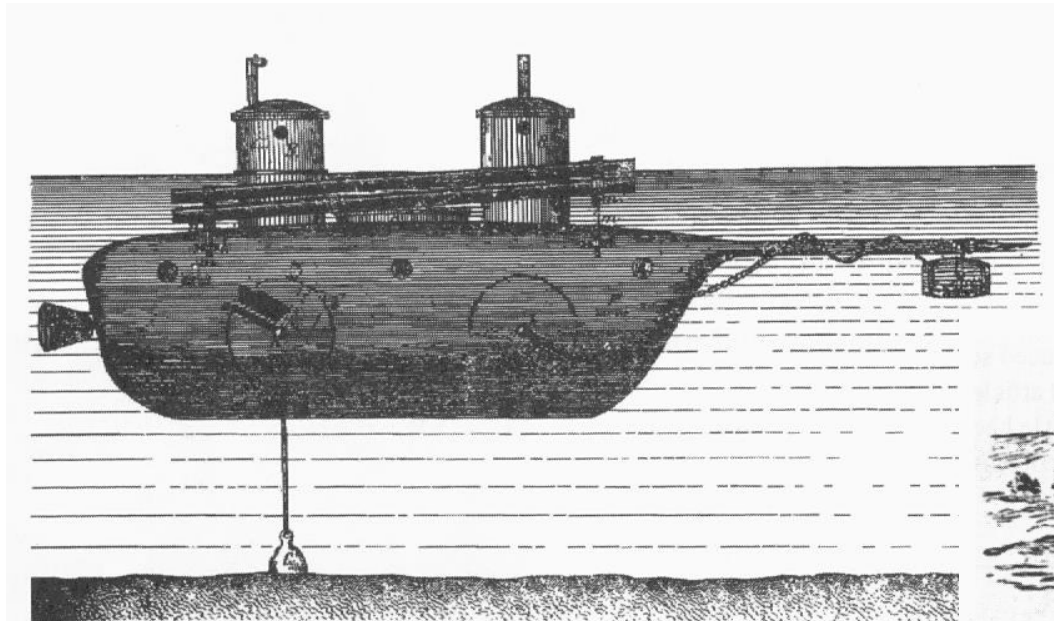
1831 bitwa pod Olszynką Grochowską



Kolejne wynalazki

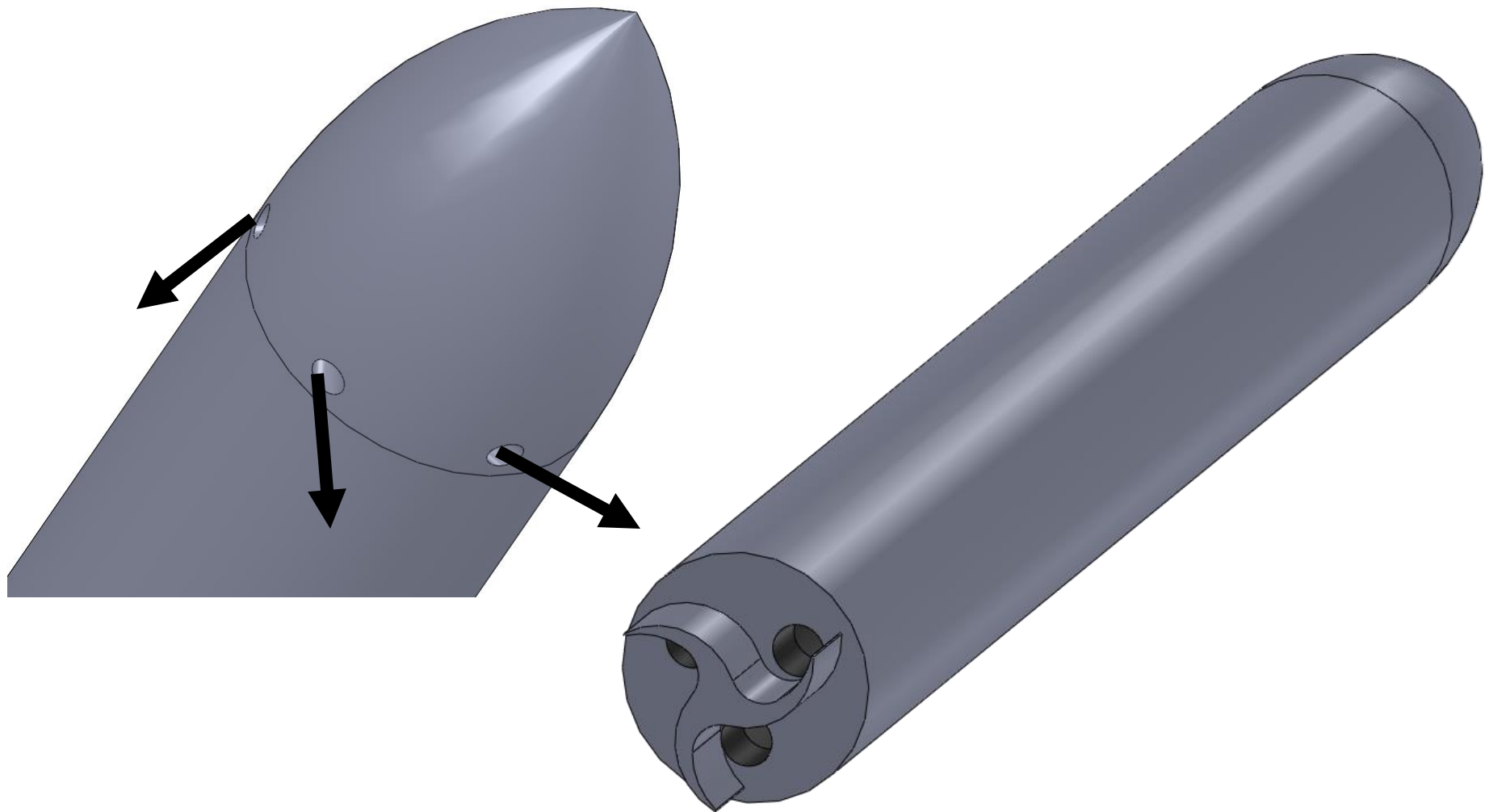
1826 Konstantinow – rakiety o zasięgu do 5km

1834 Shilder – torpeda raketowa



Kolejne wynalazki

1846 Hale – rakiety stabilizowane giroskopowo



Kolejne wynalazki

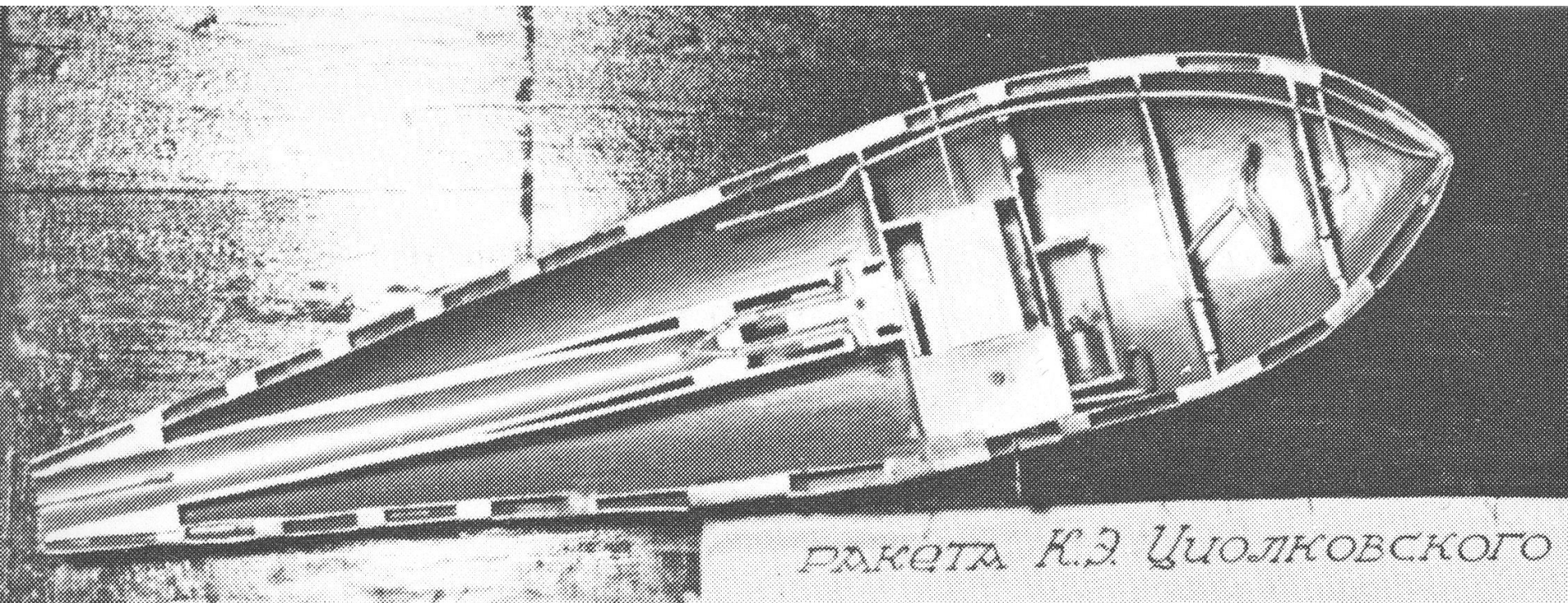
1881 Kibalchich – raketoplan, sterowanie wektorem ciągu

1883 Ciołkowski – pomysł wykorzystania rakiet do wysyłania sztucznych satelitów Ziemi na orbitę

1889 de Laval – dysza zbieżno - rozbieżna

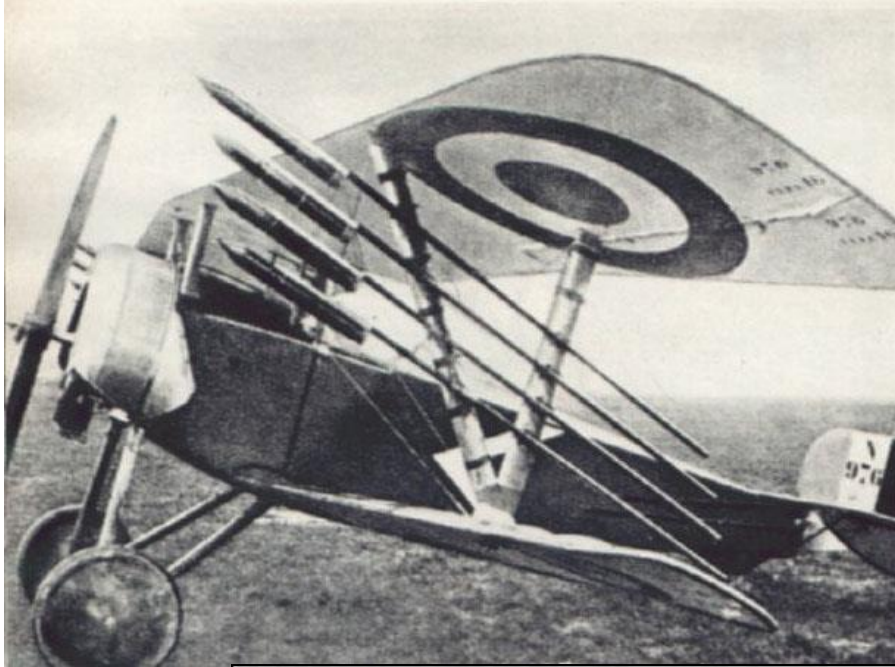
1891 Ganswind – pierwsze próby osiągnięcia 1 prędkości kosmicznej

1903 Konstanty Ciołkowski



Teoria lotu rakiety załogowej w kosmos. Rakietą miała być napędzana silnikiem wykorzystującym ciekły wodór i tlen

1916 Le Prieur



Robert Goddard

16.03.1926

Auborn 2,5s



1914 – pierwsze patenty dotyczące silników rakietowych na paliwo ciekłe

1917 – badania atmosfery rakietami na paliwo stałe

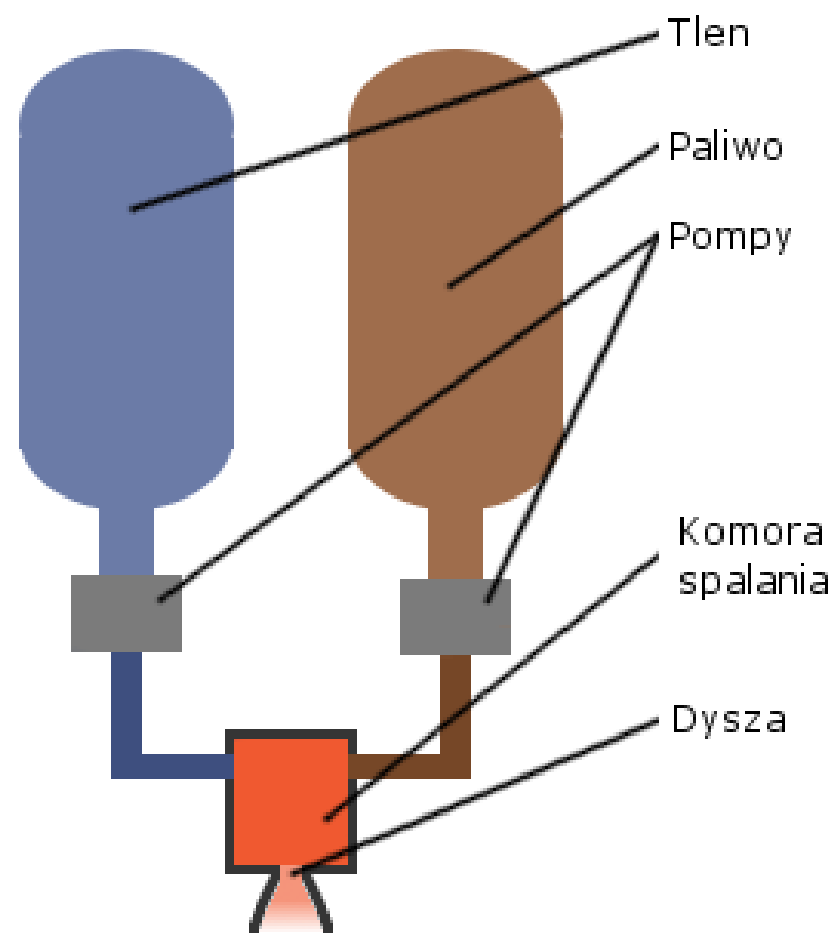
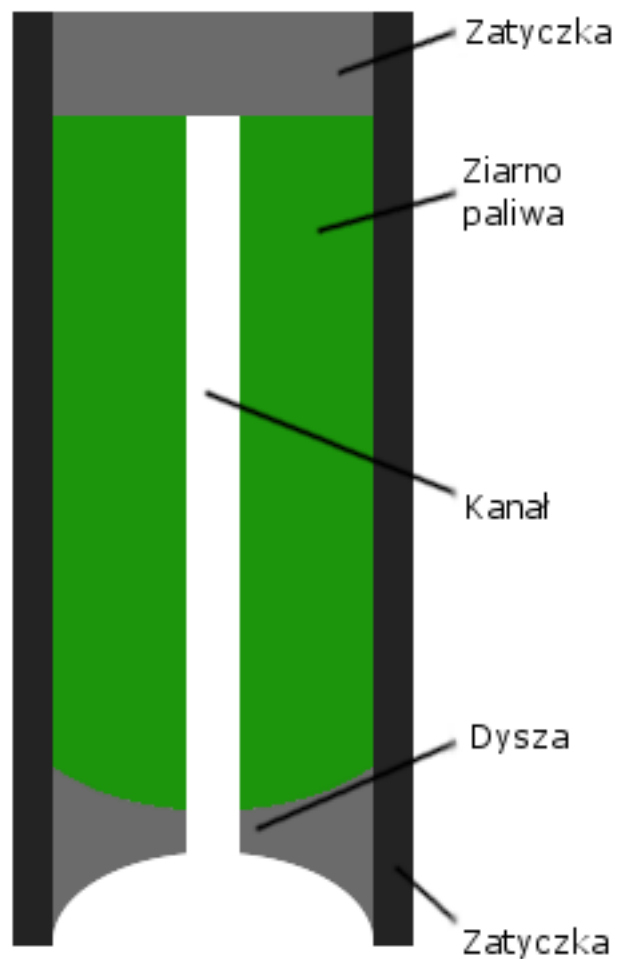


1923 – projekt silnika rakietowego na paliwo ciekłe

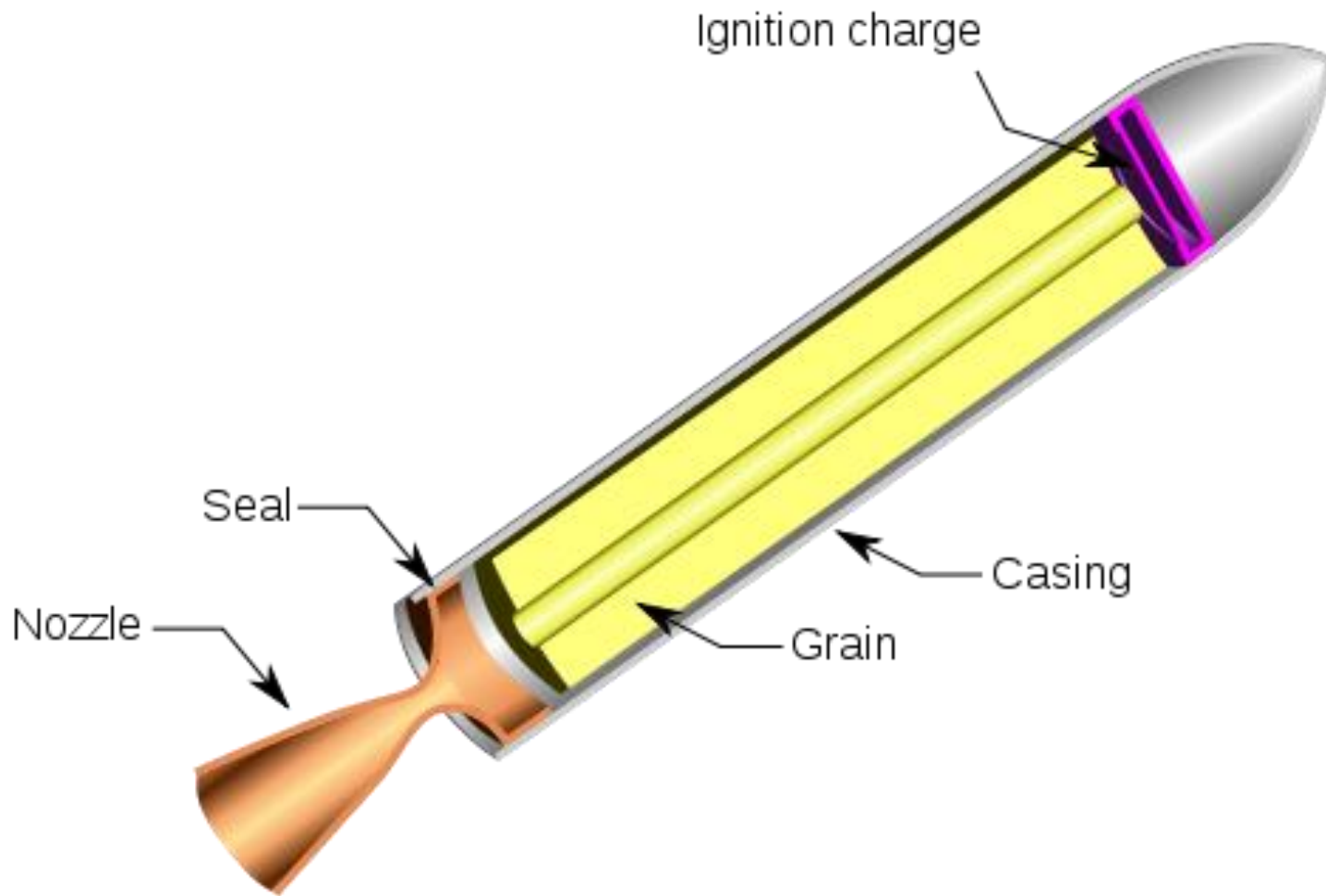
1924 – budowa pierwszych elementów

1925 – pierwsze próby silnika

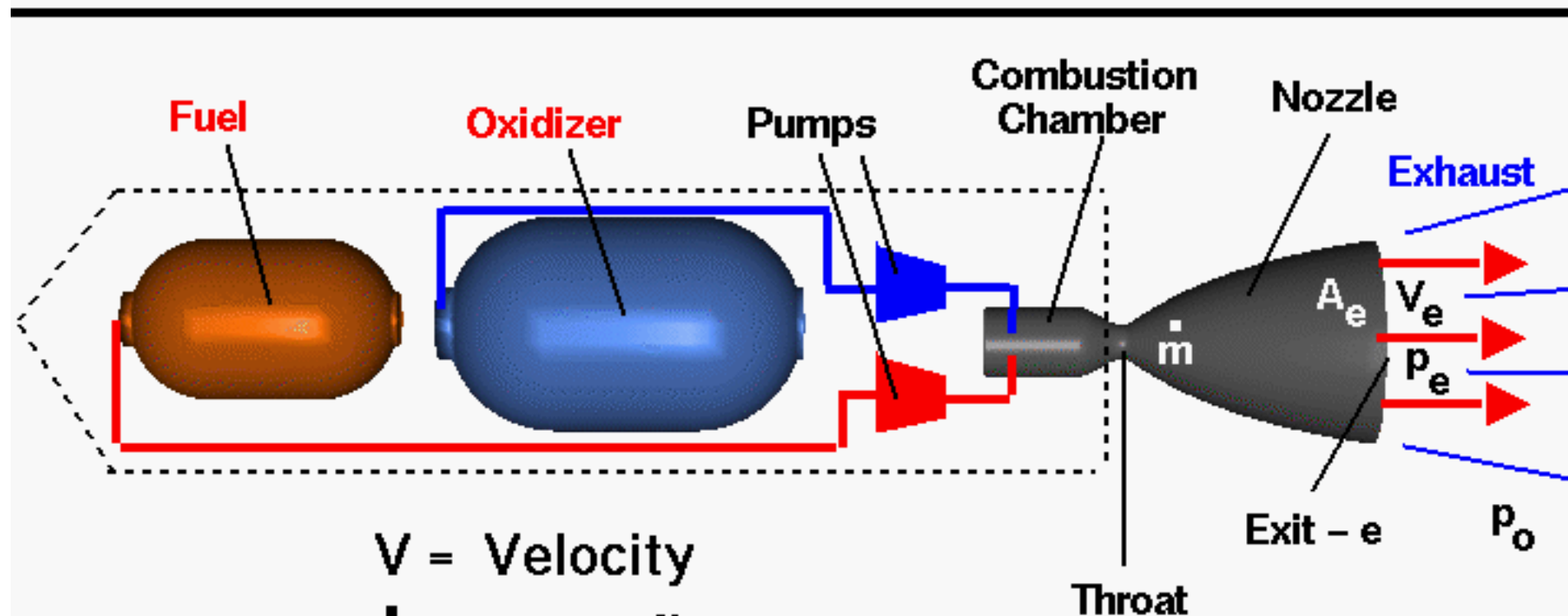
Paliwo stałe i ciekłe



Silnik rakietowy na paliwo stałe



Silniki rakietowy na paliwo ciekłe



V = Velocity

$\dot{m}$ = mass flow rate

p = pressure

$$\text{Thrust} = F = \dot{m} V_e + (p_e - p_o) A_e$$

Wady i zalety napędów

- paliwo stałe
- paliwo ciekłe

Wady i zalety napędów

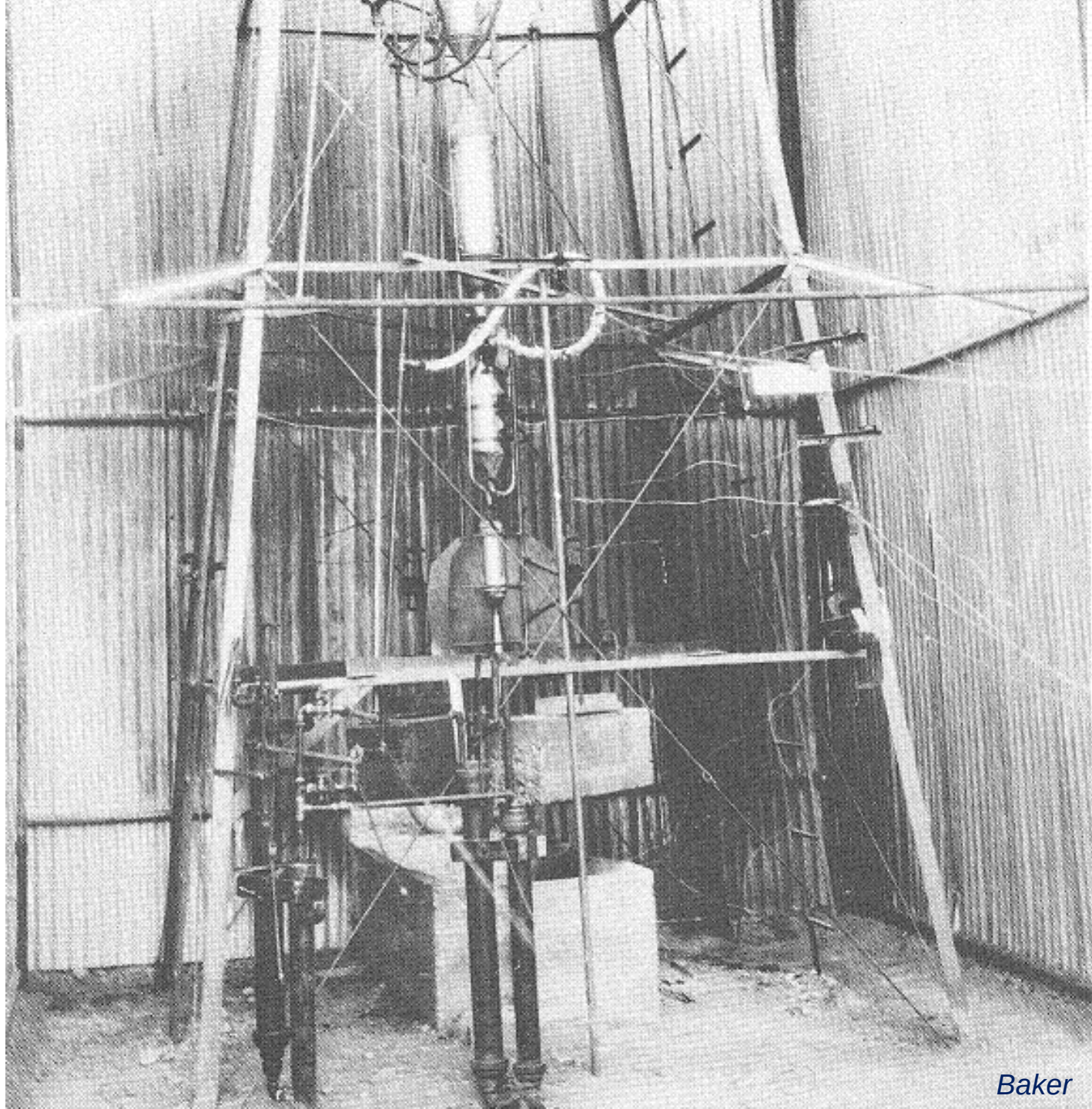
- paliwo stałe
 - prostsza budowa – tańsze
 - brak możliwości sterowania ciągiem – musi się wypalić
- paliwo ciekłe
 - drogie rozwiązanie – duże wymagania bezpieczeństwa
 - możliwość sterownia ciągiem

Robert Goddard

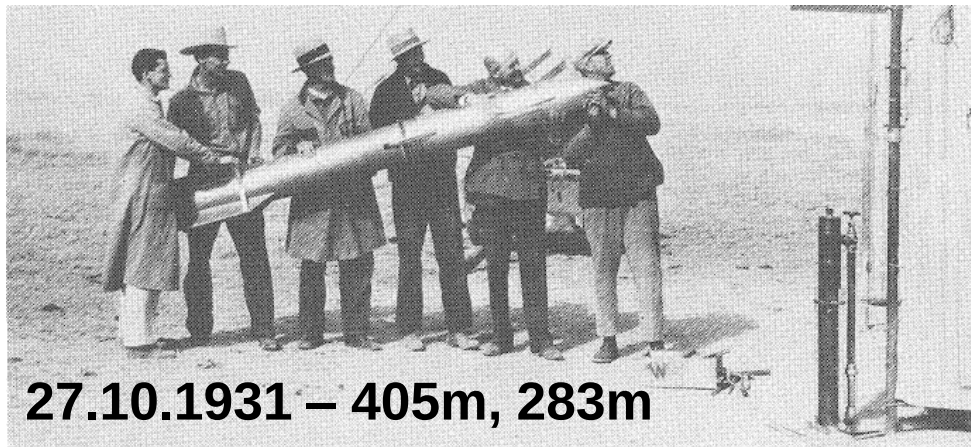
30.12.1930

Roswell

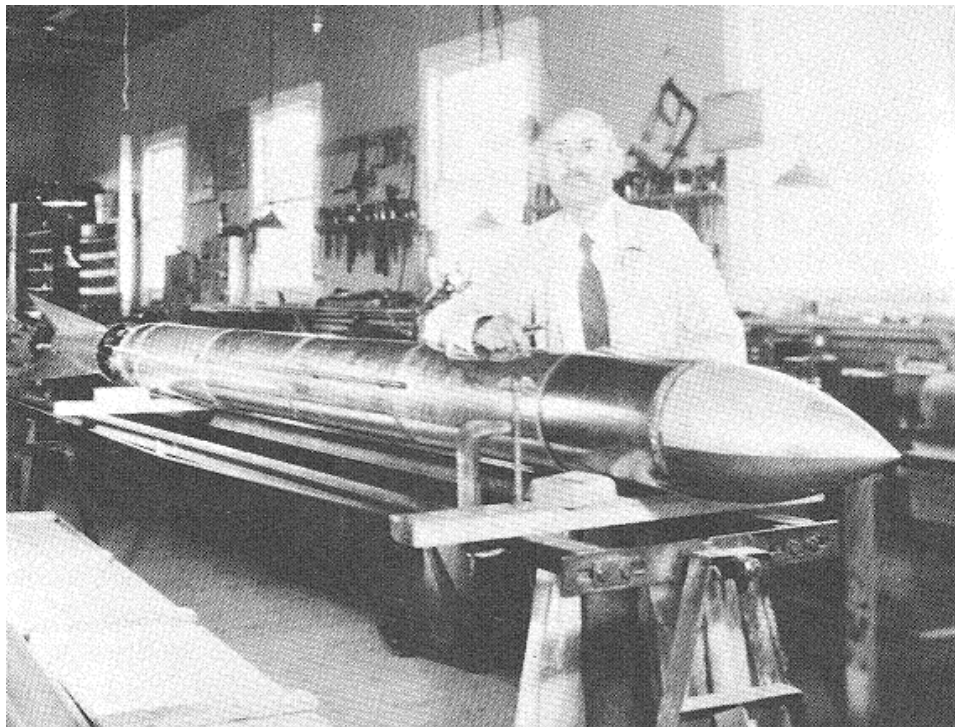
600m, 800km/h



Robert Goddard



**1931 – precyzyjne
wyłączanie silnika, oraz
sterowanie wektorem
ciągu przy pomocy
sterów umieszczonych
wewnątrz dyszy**



**1934 – giroskopowy
układ stabilizacji**

**1935 – pułap 2300m,
zasięg 4km**

Robert Goddard



**1931 – precyzyjne
wyłączanie silnika, oraz
sterowanie wektorem
ciągu przy pomocy
sterów umieszczonych
wewnątrz dyszy**

**1934 – giroskopowy
układ stabilizacji**

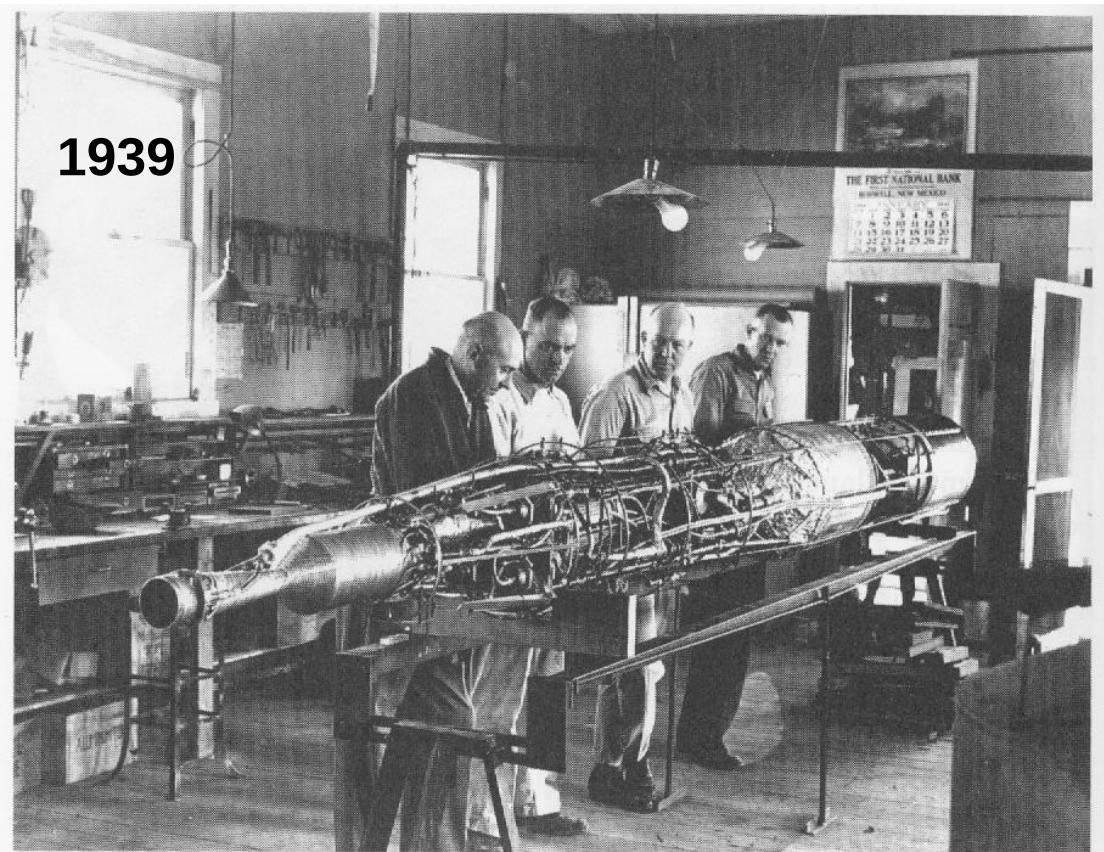


Robert Goddard

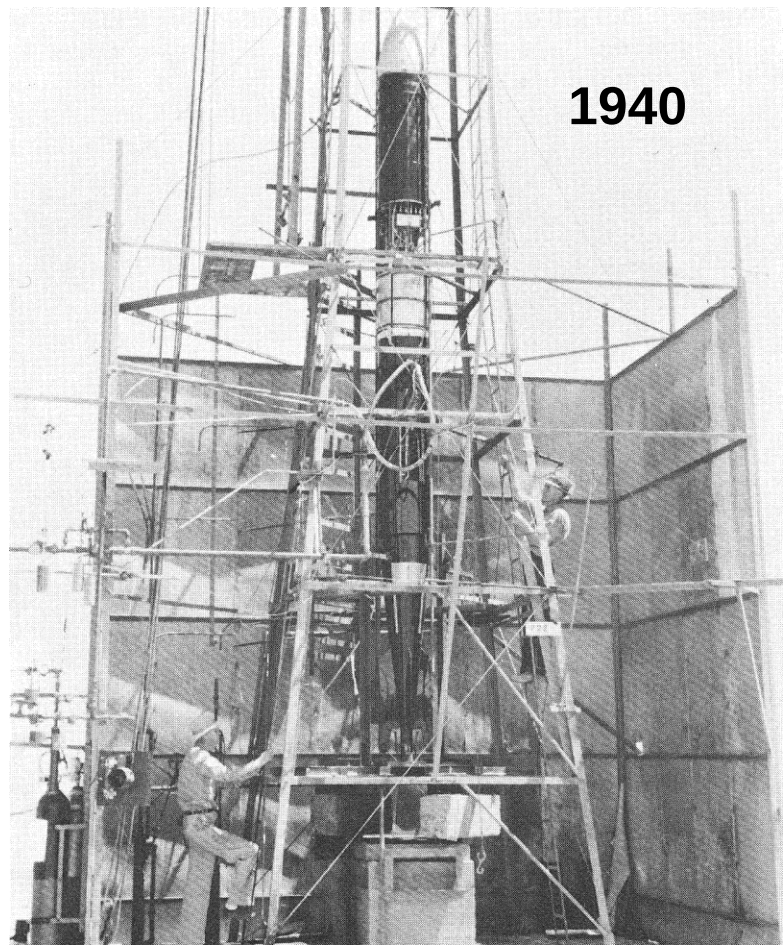
1938 – pomysł turbopompy

**1940 – pierwsze starty z
turbopompami, ciąg silnika
3,75kN**

1939



1940



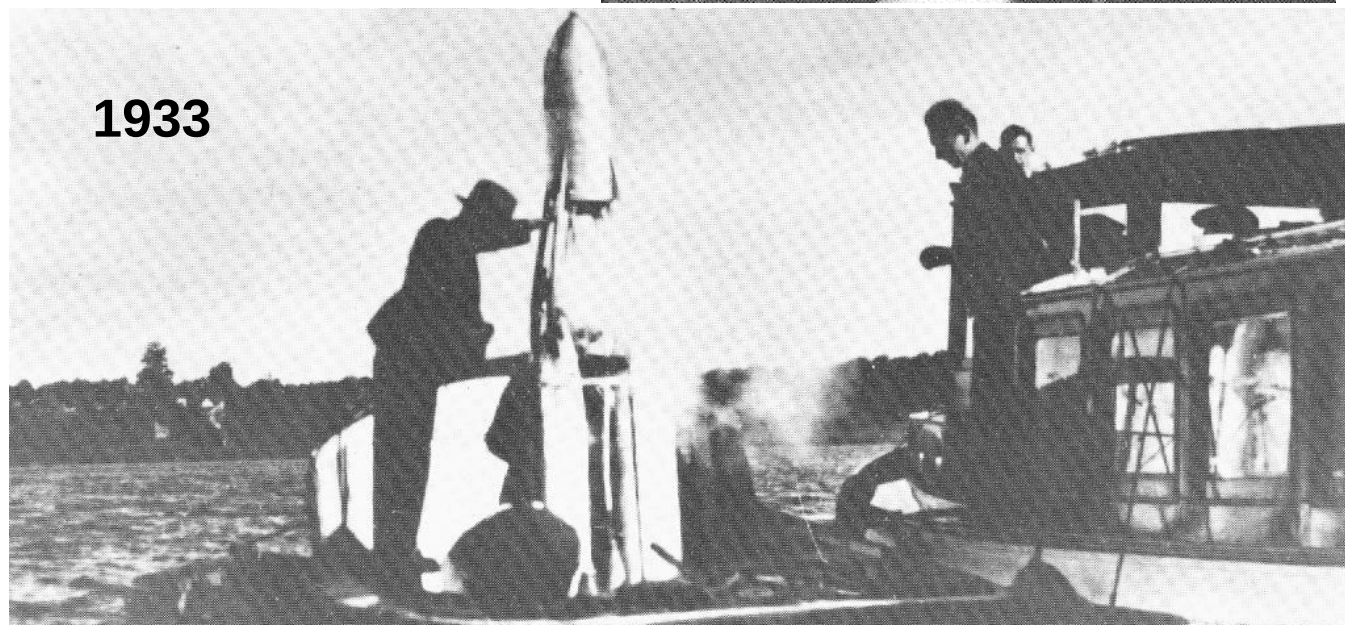
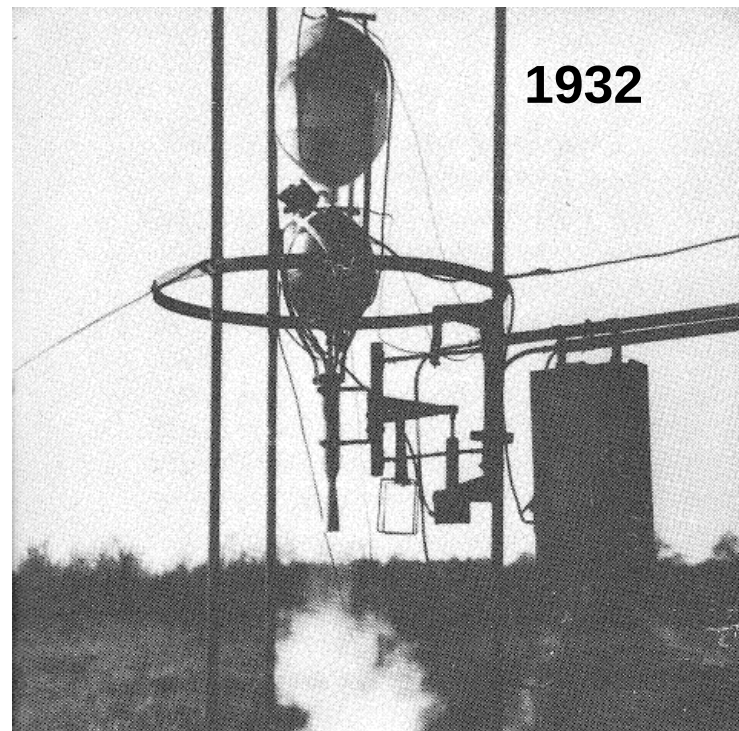
Niemcy

1918 – H. Oberth rozprawa doktorska na temat silników na paliwo ciekłe

1927 – Towarzystwo lotów kosmicznych

1930 – Pierwsza rakietą zniszczona w trakcie prób

1931 – pierwsze poza USA udane próby silnika raketowego na paliwo ciekłe



Niemcy

1933 – silnik o ciągu 2,95kN

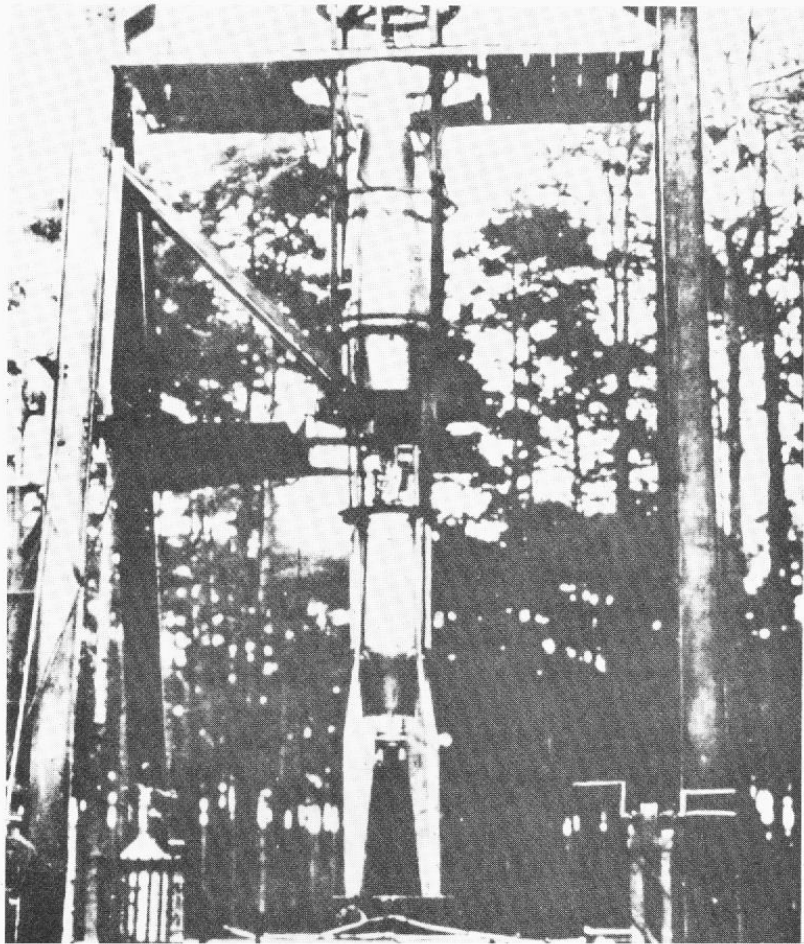
1933 – A1 –giroskop na szczycie rakiety, oraz chłodzenie dzięki umieszczeniu silnika wewnątrz zbiornika paliwa

1934 – A2 –giroskop pomiędzy zbiornikami

1934 – pułap 2200m

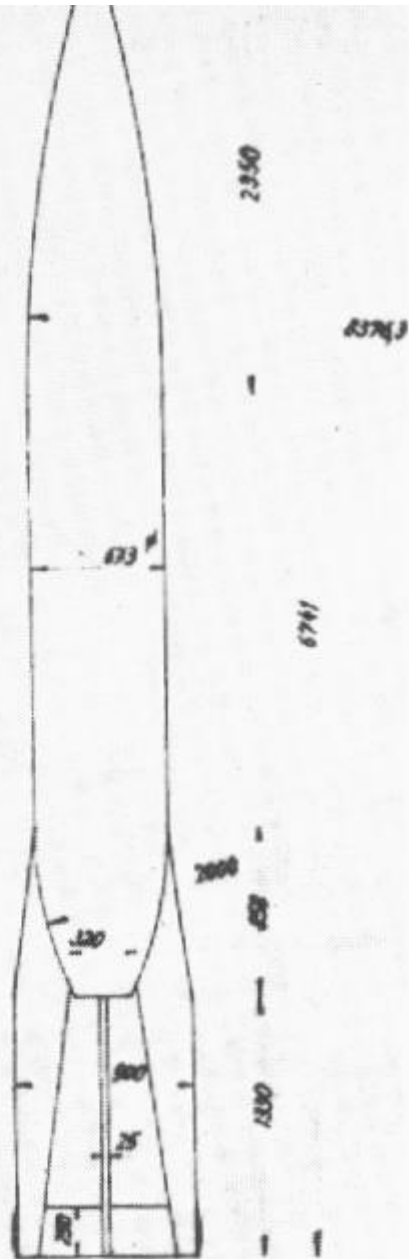
1934 – silnik o ciągu 16 kN

A3 - 1936



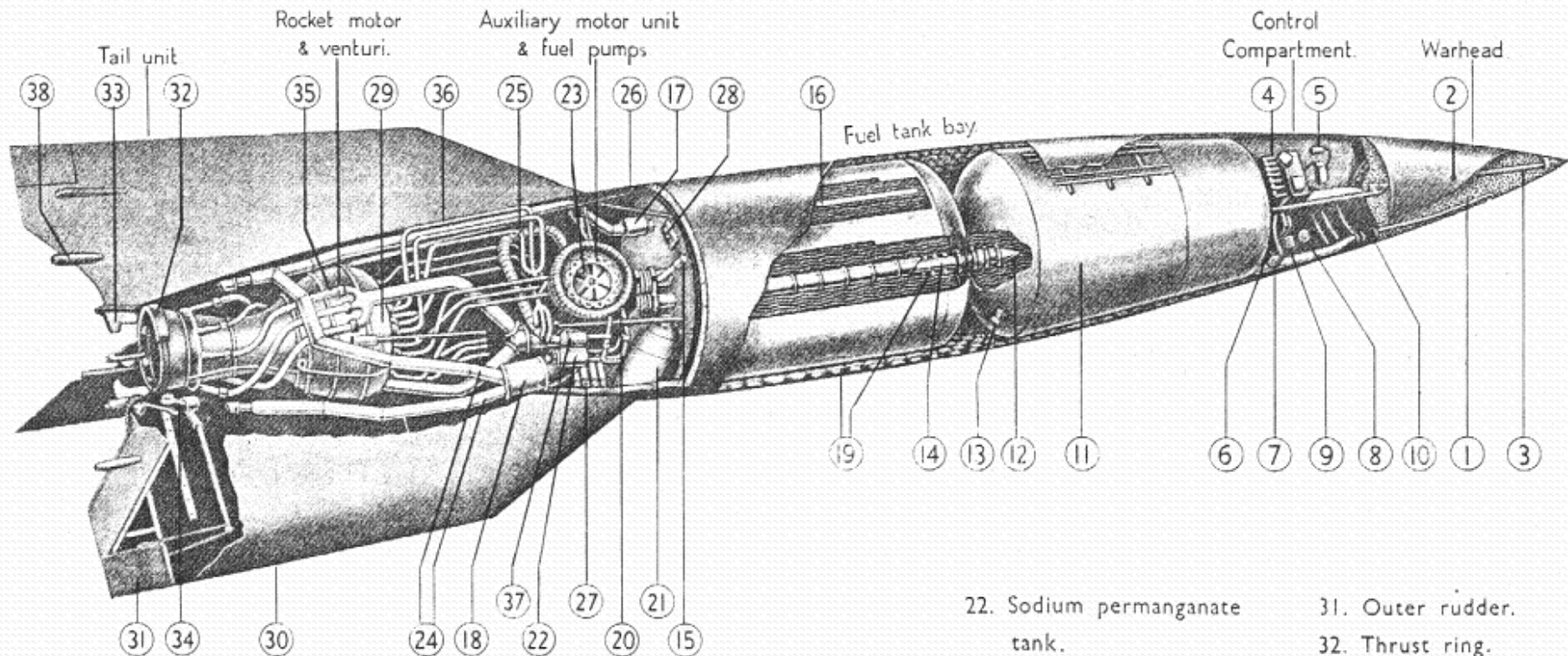
Geheimnis!
Verpflichtung beachten!

geheimer Gegenstand im
Geheimnisgesetz (Fassung
vom 1. April 1936). Man wird nach den
Bestimmungen dieses Gesetzes bestraft, sofern
nicht andere Strafbestimmungen in Frage
kommen.



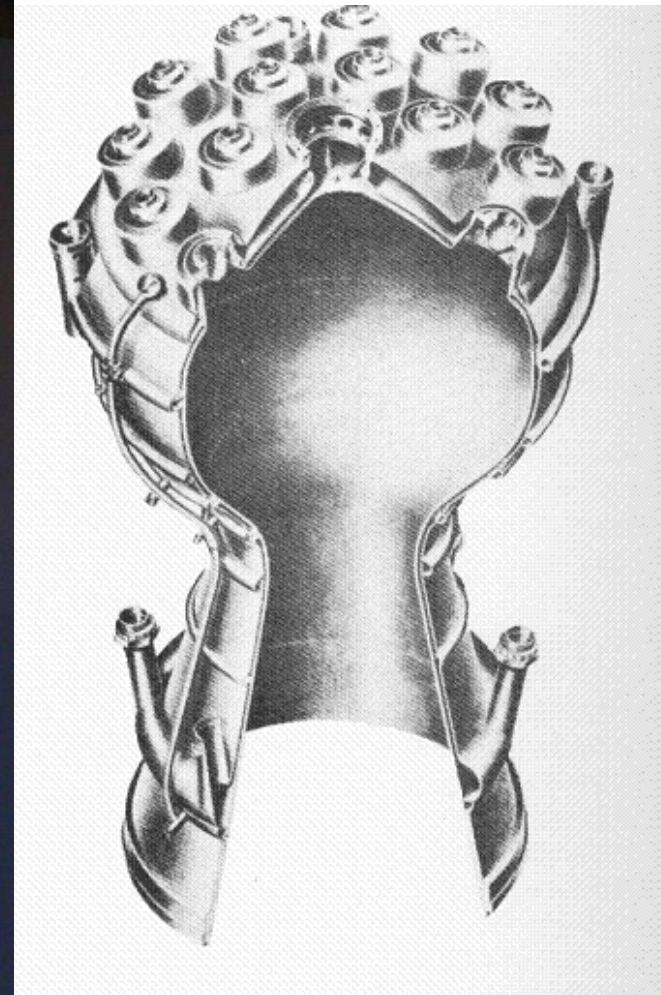
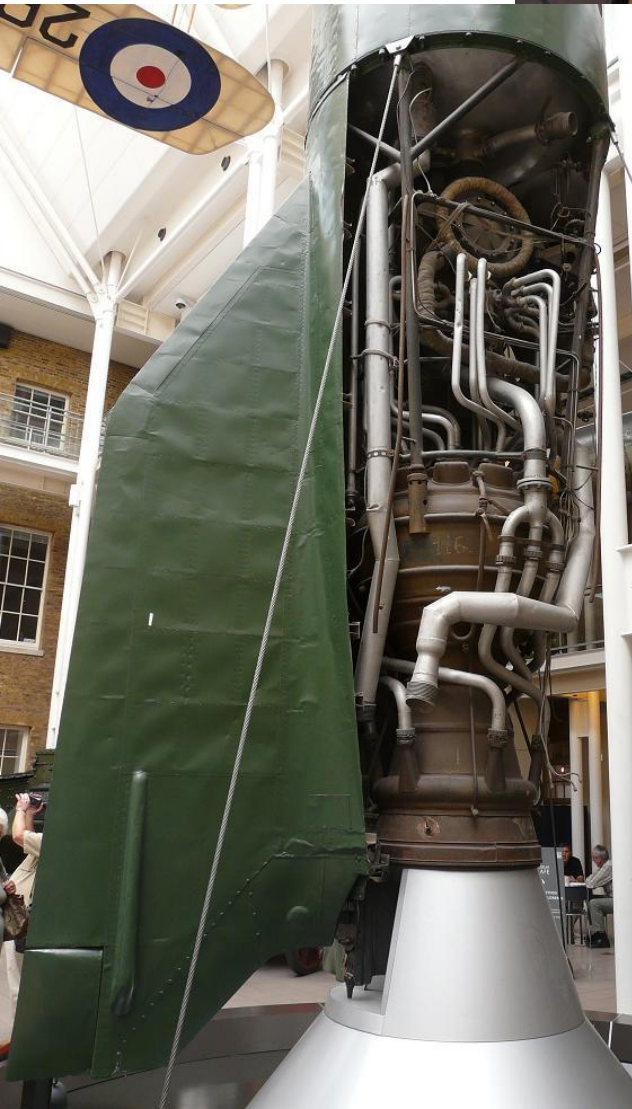
Niemcy A4

GERMAN LONG-RANGE A-4 ROCKET.



- | | | | | |
|--|--|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Alcohol tank pressurising pipe. | 7. Alcohol fuelling inlet. | 14. Alcohol delivery pipe. | 22. Sodium permanganate tank. | 31. Outer rudder. |
| 2. Slings point. | 8. Air pressure gauge & hand control cock. | 15. Oxygen fuelling inlet. | 23. Oxygen & alcohol pumps. | 32. Thrust ring. |
| 3. Central exploder tube. | 9. Automatic pilot. | 16. Stack pipe. | 24. Turbine exhausts. | 33. Carbon rudder. |
| 4. Main distribution box & ground control plug | 10. Control amplifier. | 17. Oxygen tank vent valve. | 25. Oxygen main valve. | 34. Servo motor. |
| 5. Alternator & regulator. | 11. Alcohol tank. | 18. Heat exchanger unit. | 26. Braced steel frame. | 35. Alcohol feed pipes. |
| 6. Time switch. | 12. Outlet valve. | 19. Glass wool. | 27. Compressed air bottles. | 36. Oxygen feed pipes. |
| | 13. Drainage valve. | 20. Turbine. | 28. Distribution box. | 37. Auxiliary combustion chamber. |
| | | 21. Hydrogen peroxide tank. | 29. Combustion chamber. | 38. Aerial supports. |
| | | | 30. Stabilising fin. | |

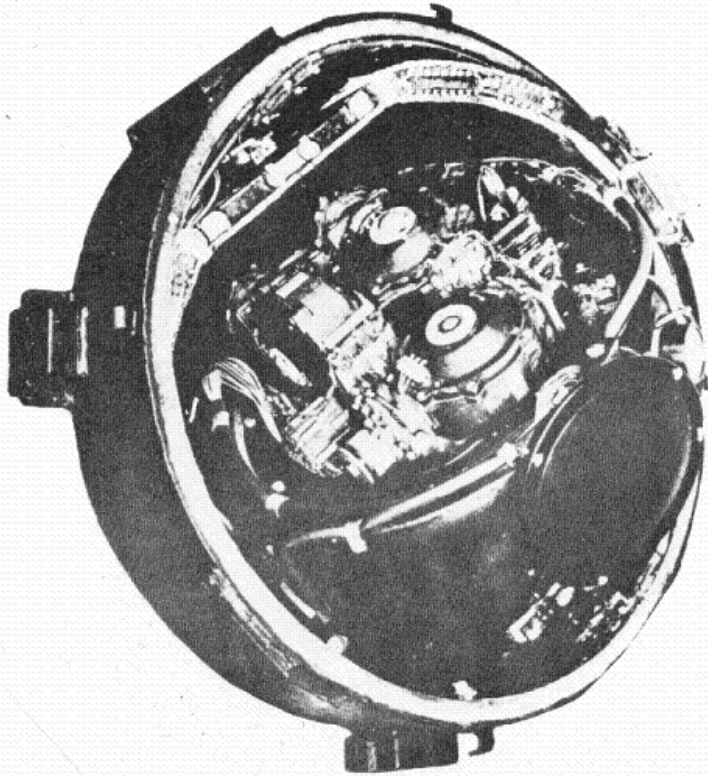
Niemcy A4



1936-42 - Walter Thiel – ciąg
~250kN, chłodzenie paliwem



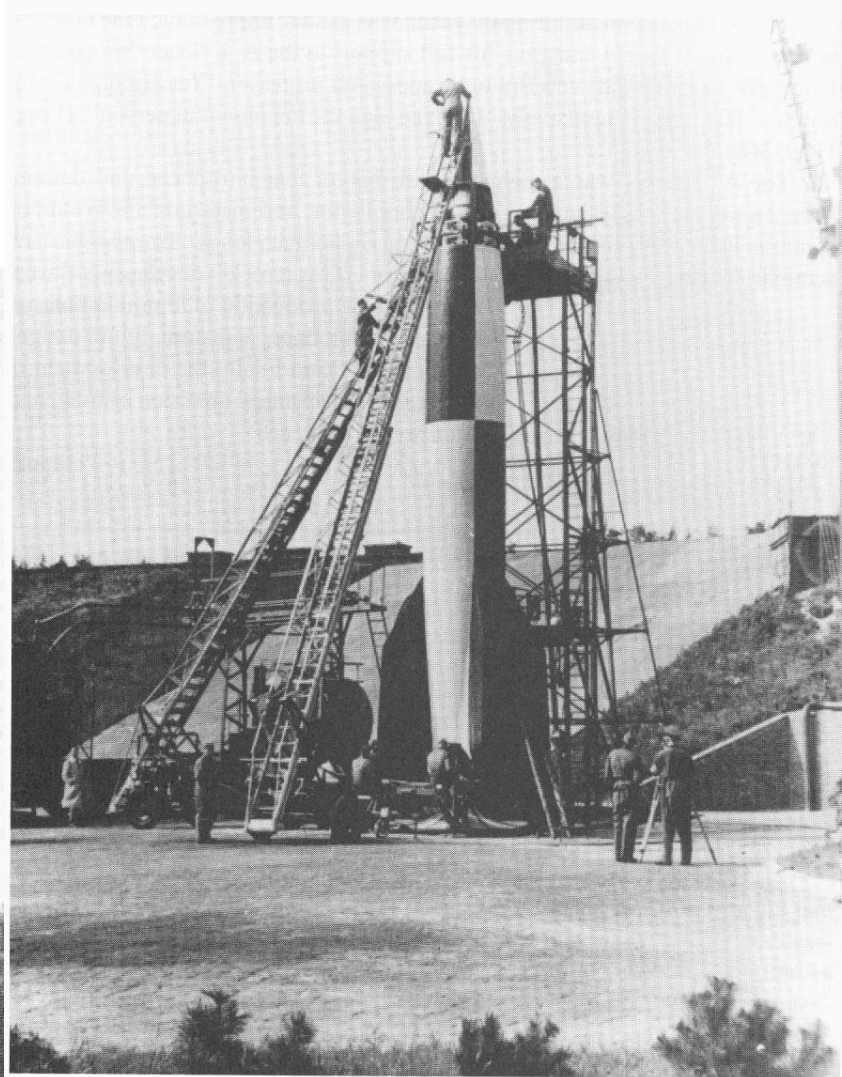
Niemcy A4



Niemcy A4

**Pułap ok. 90km,
Zasięg ok. 360km z
ładunkiem 750kg**

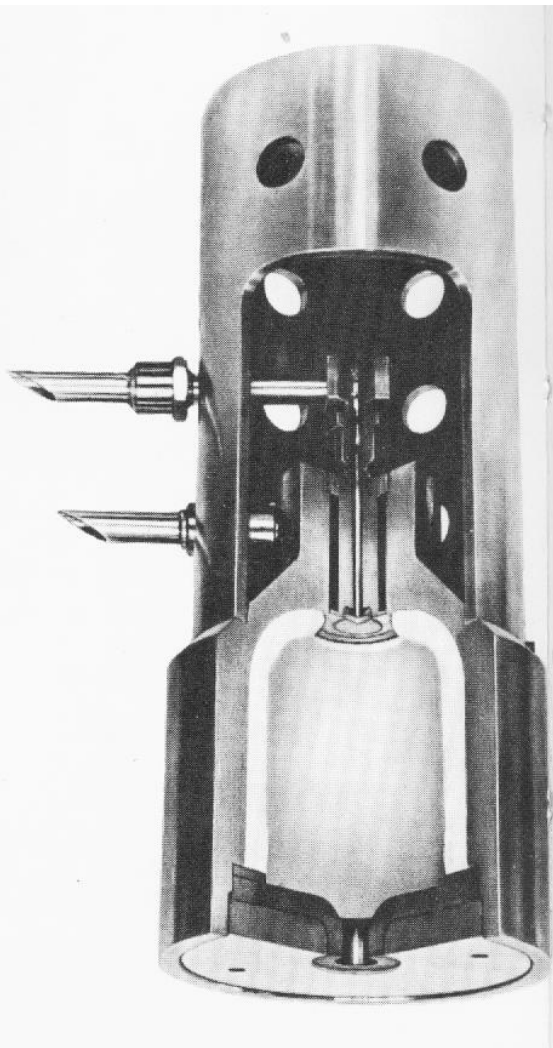
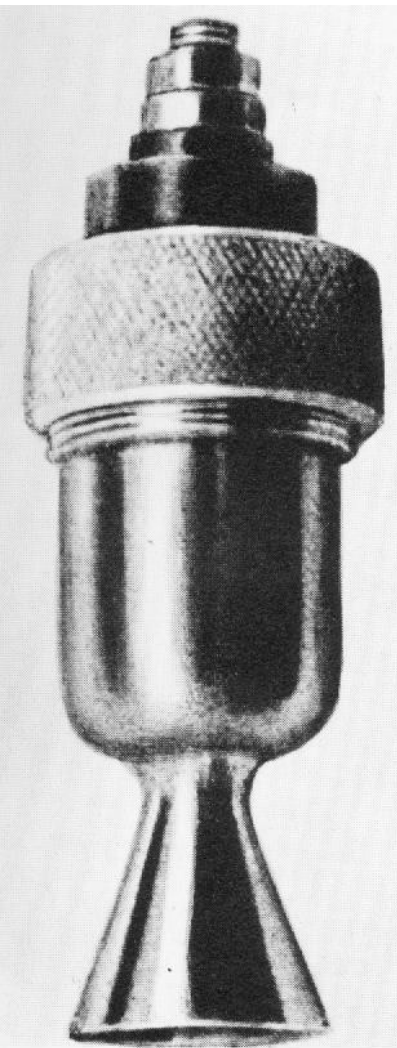
Baker



Gruntman

ZSRR lata 1931-35

Walentin Głuszko – sterowanie łożem silnika, silnik elektryczny

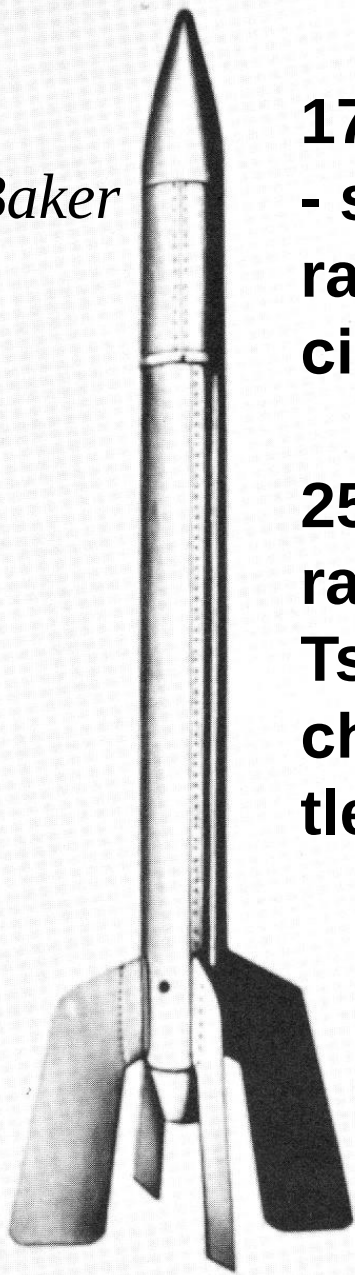


ZSRR lata 1931-35

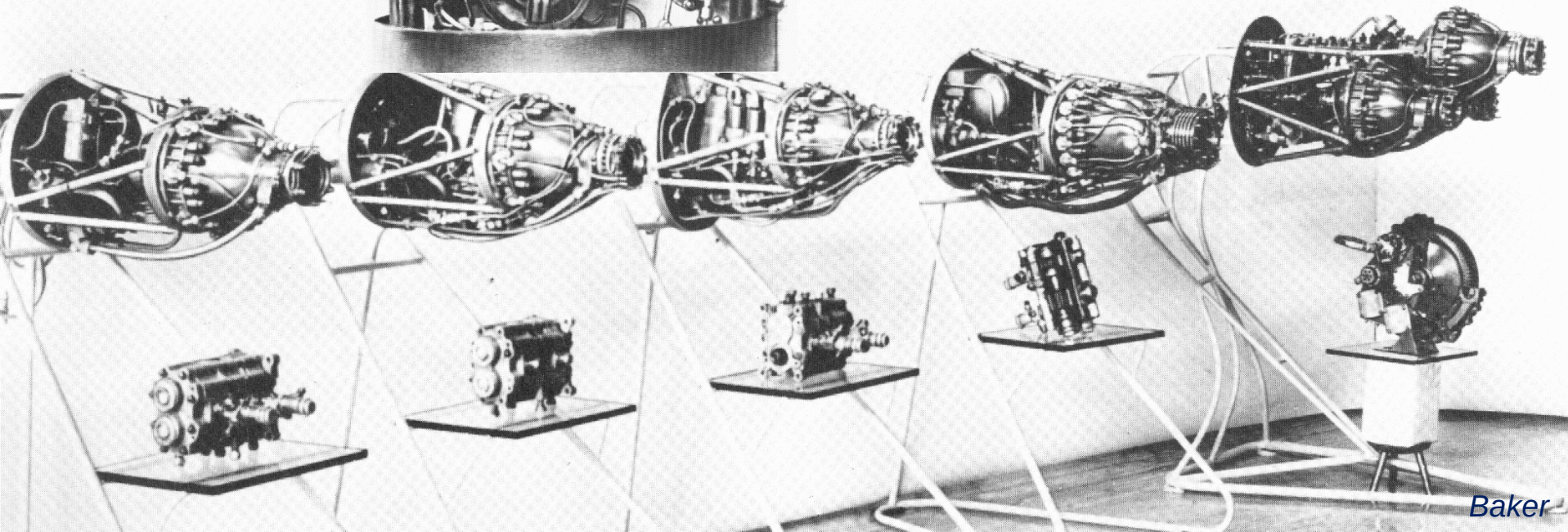
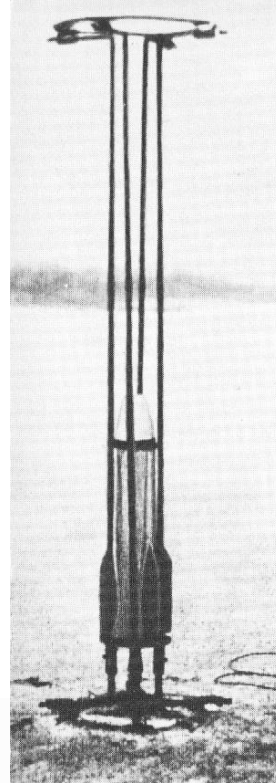
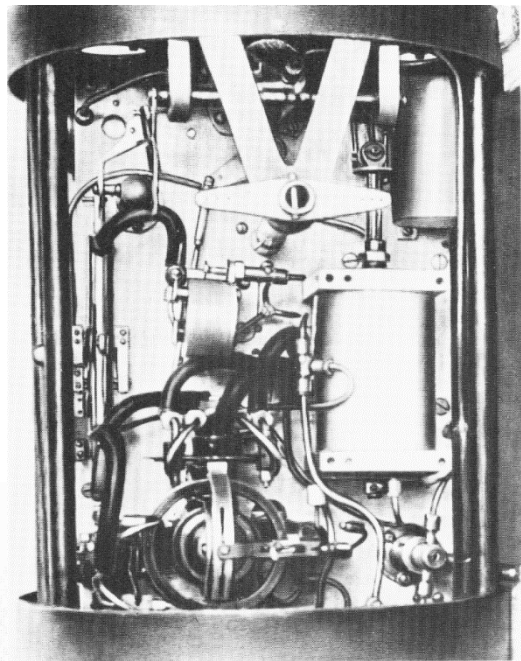
Baker

**17.08.1933 – Korolew
- start pierwszej
rakiety na paliwo
ciekłe, 18s, 400m**

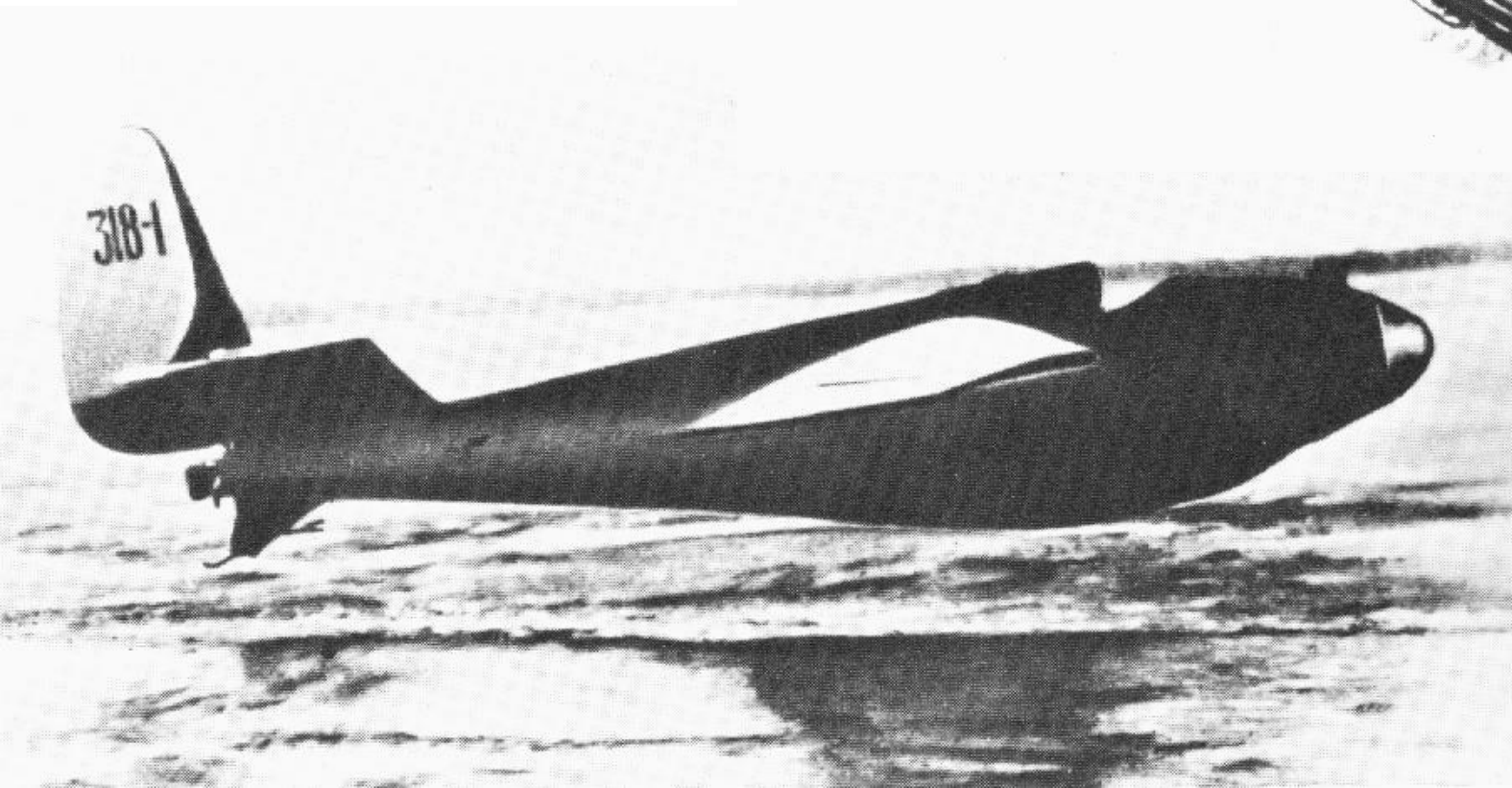
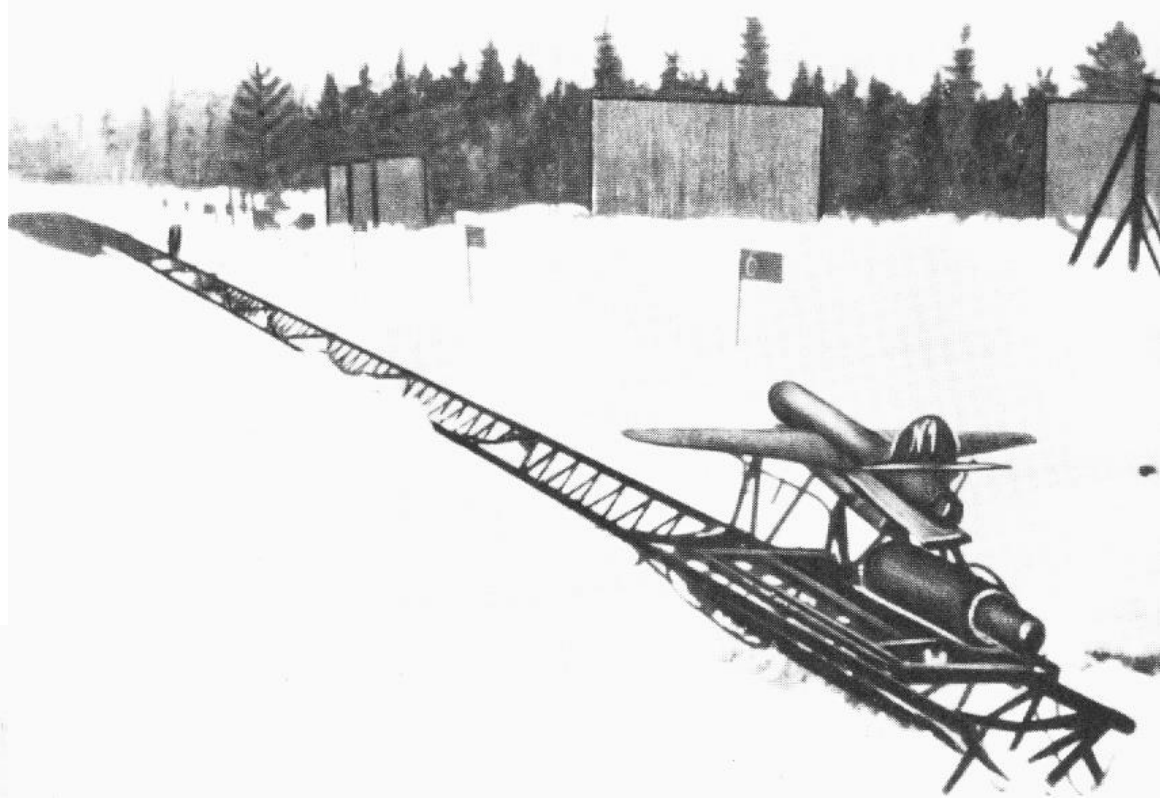
**25.11.1933 – start
rakiety z silnikiem
Tsandera,
chłodzonym ciekłym
tlenem, 80m**



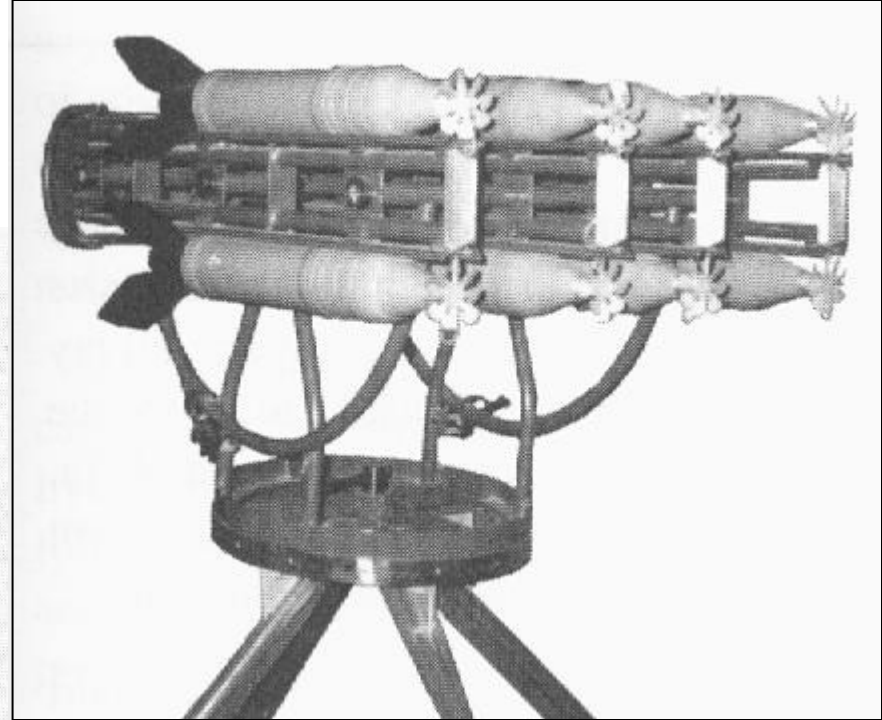
ZSRR lata 1935-45



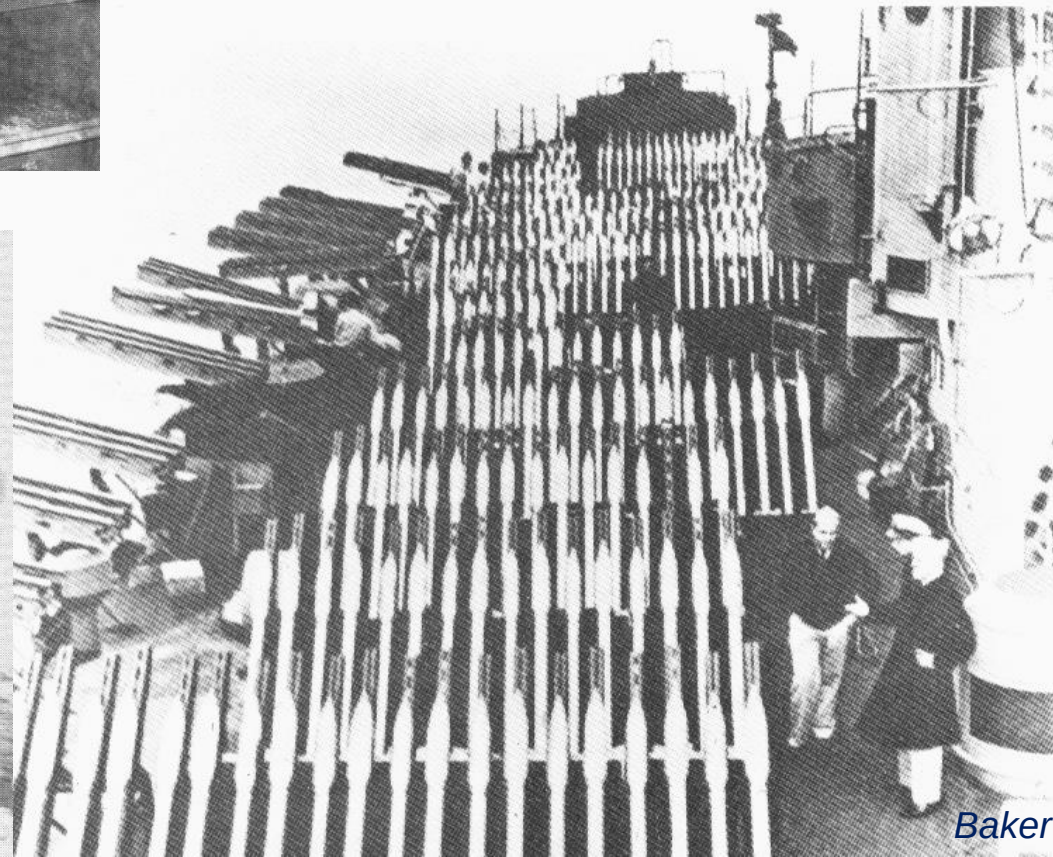
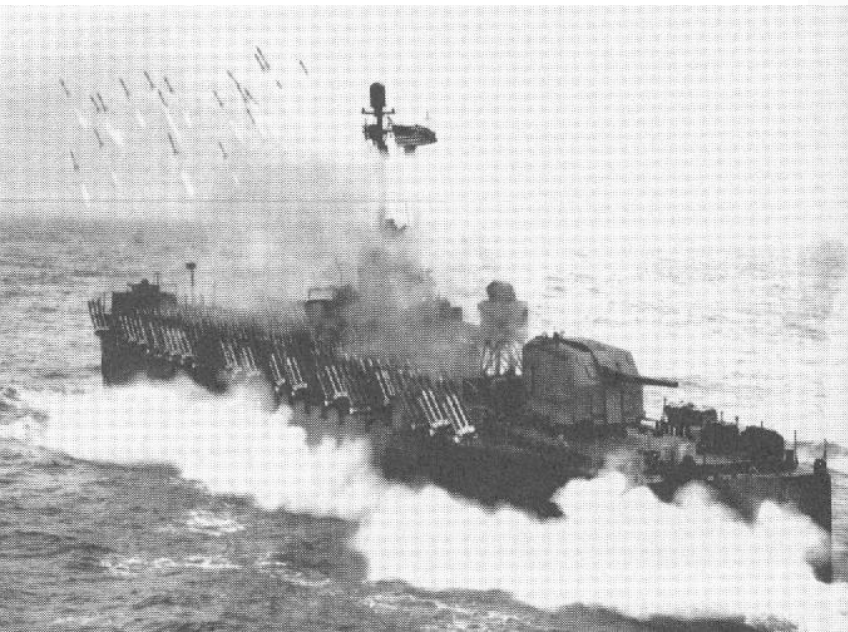
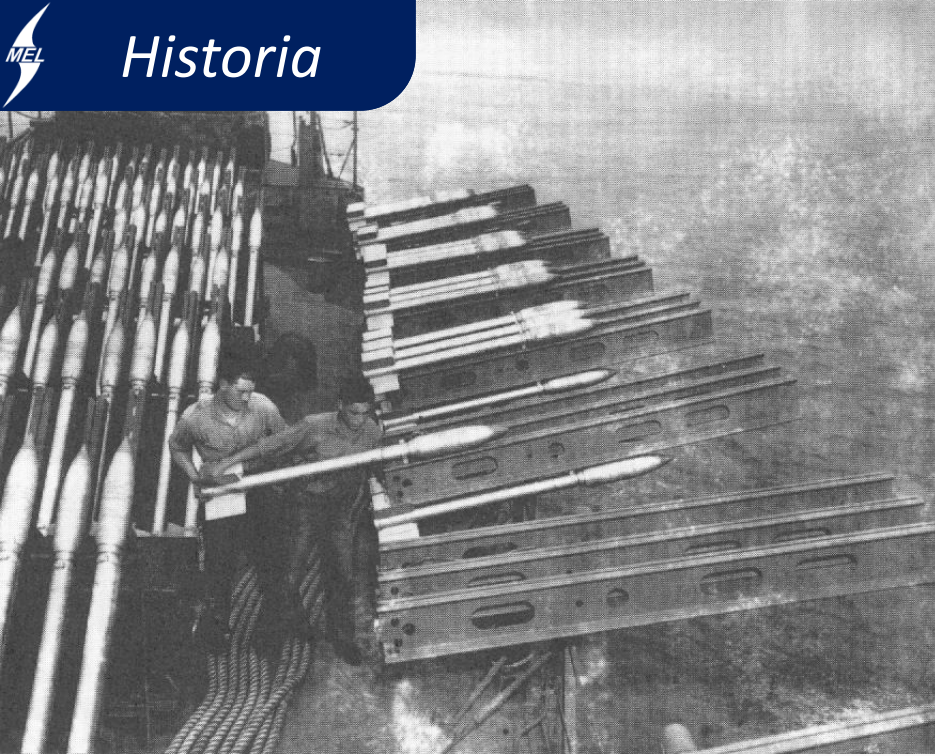
ZSRR lata 1935-45



ZSRR lata 1940-45



Wielka Brytania 1935-45



USA 1930-45

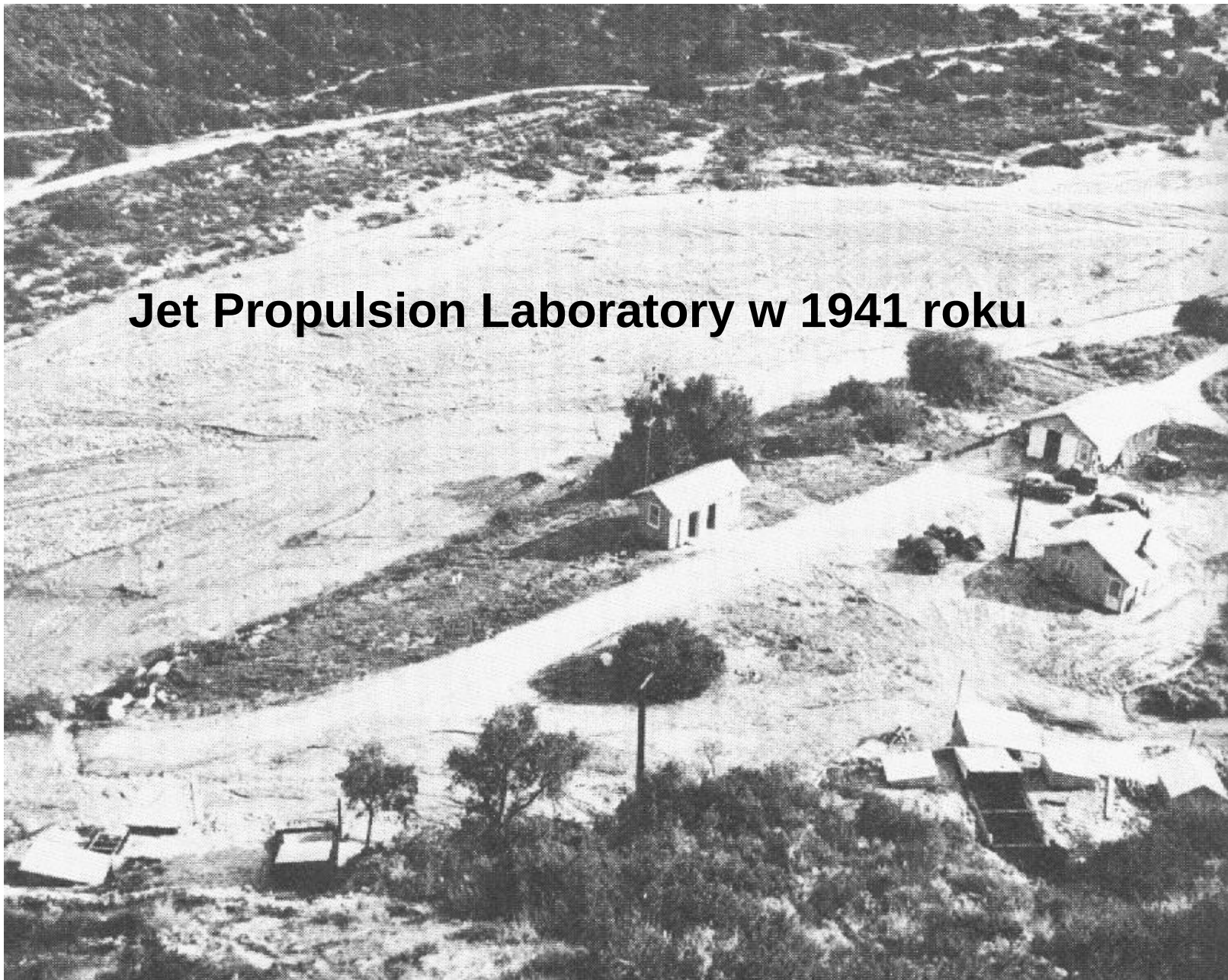


USA 1930-45



USA lata 1940-46

Jet Propulsion Laboratory w 1941 roku





1944 Private A – paliwo stałe; ciąg 4,5 kN; pułap 4,4km; zasięg 18,3km

1945 Private F –
raketoplan na bazie
Private A - niestateczny

USA lata 1940-45



USA lata 1944-46



**Corporal – rakietą
na paliwo ciekłe**

USA lata 1944-46

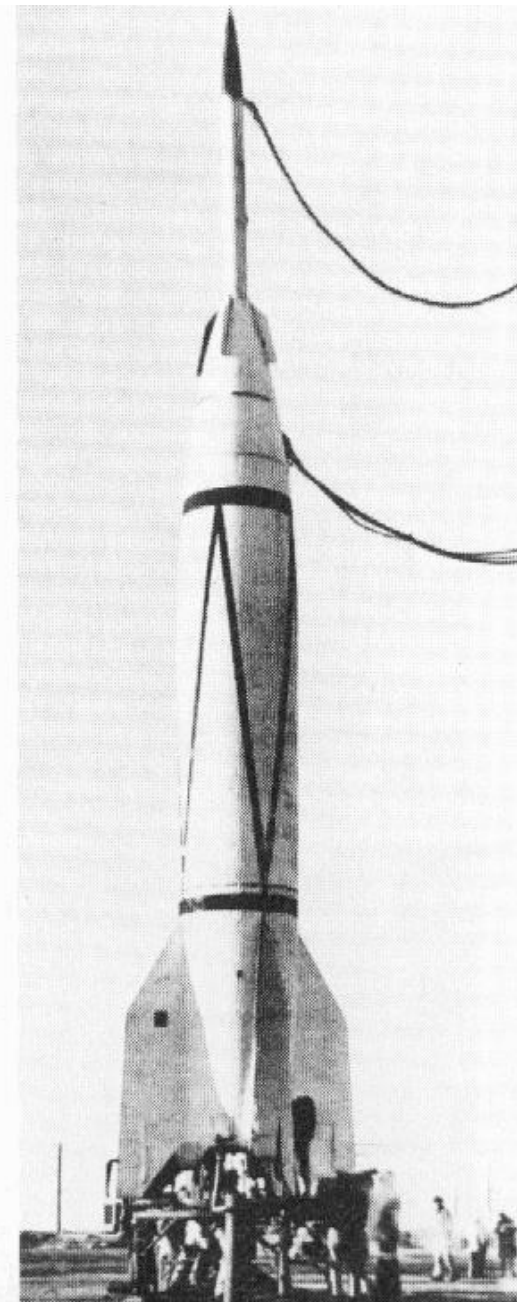
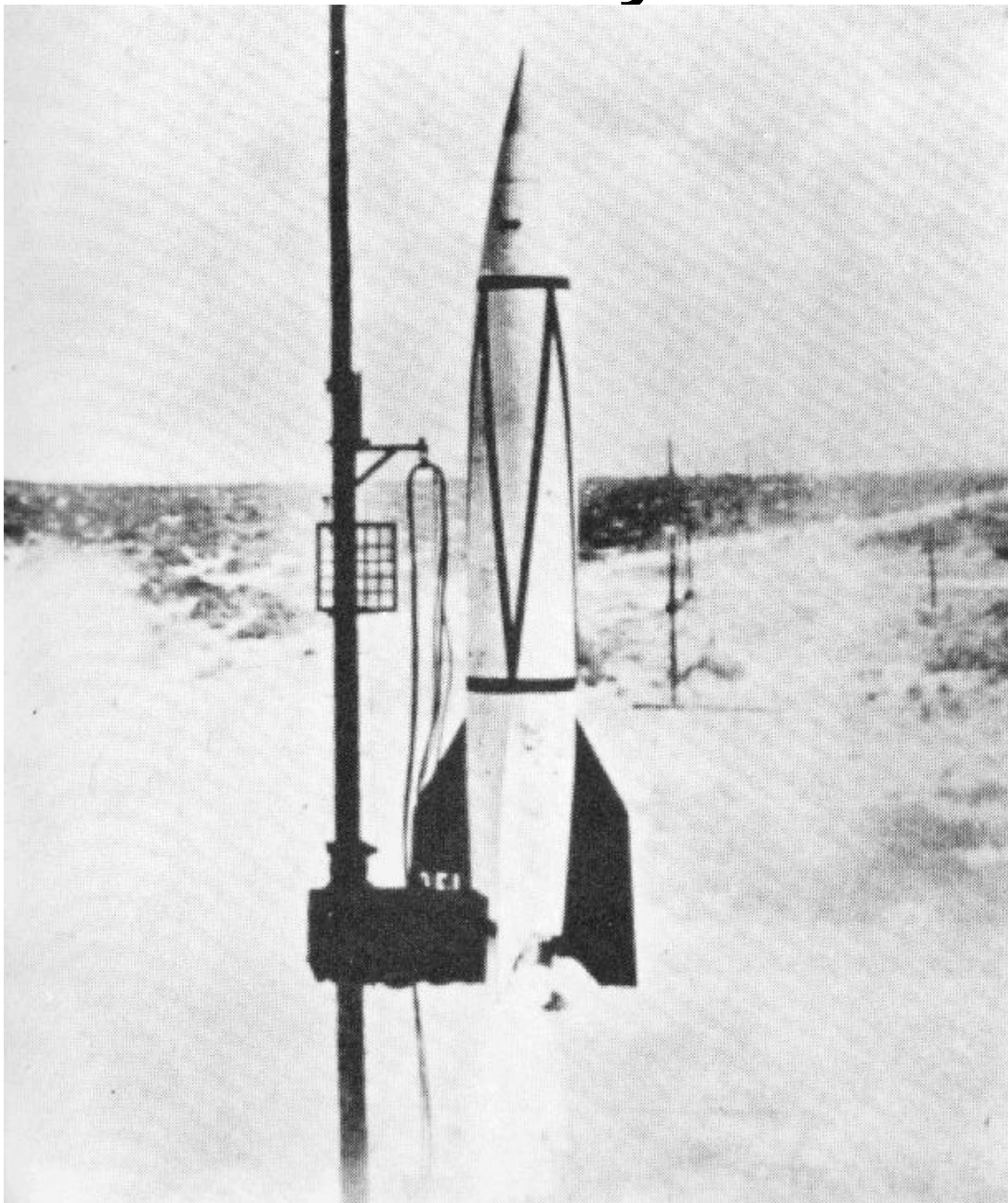


**1945 WAC Corporal
– rakietą na paliwo
ciekłe z silnikiem
startowym na
paliwo stałe o ciągu
220kN; pułap 72km**





US Army lata 1945-50



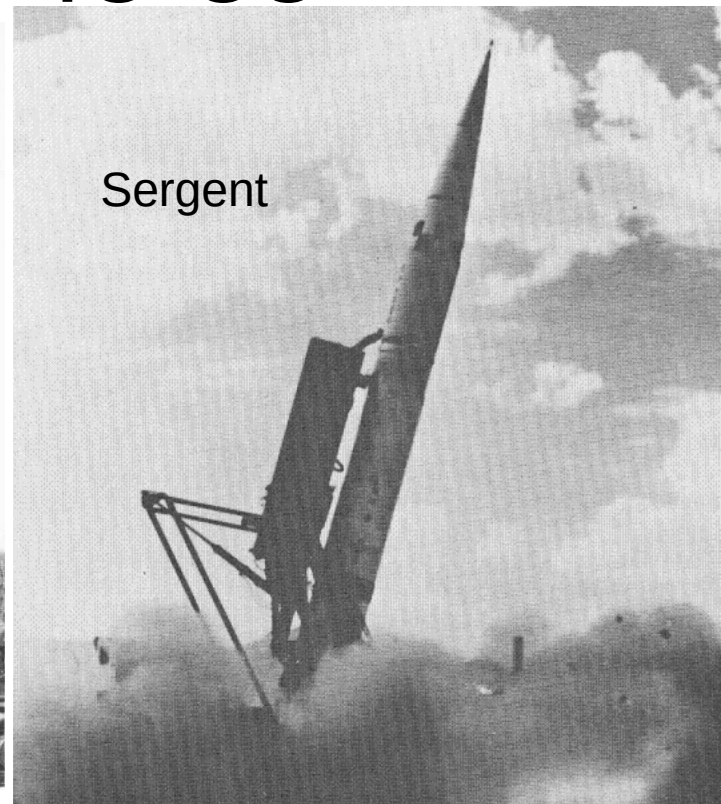


US Army lata 1945-55

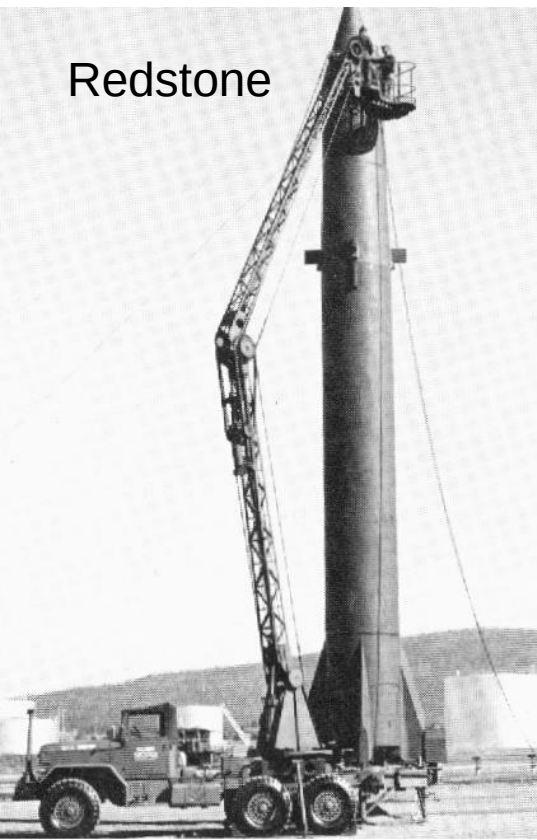
Corporal



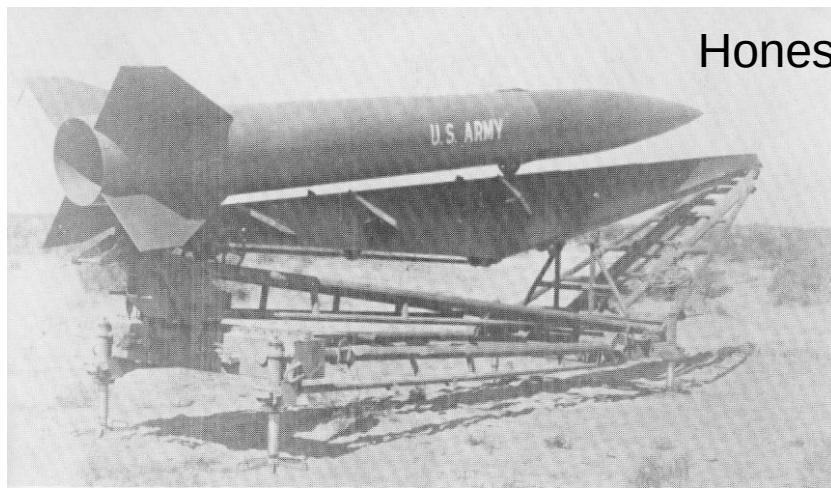
Sergeant



Redstone



Honest John

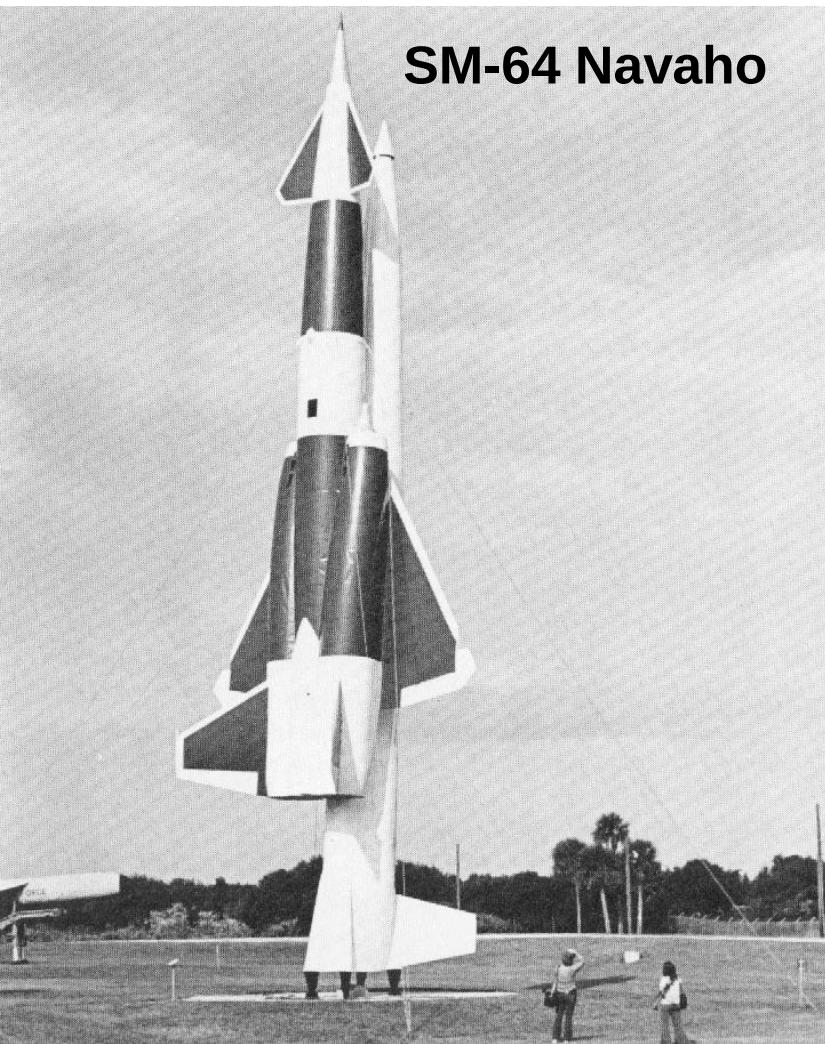


US Navy lata 1945-55

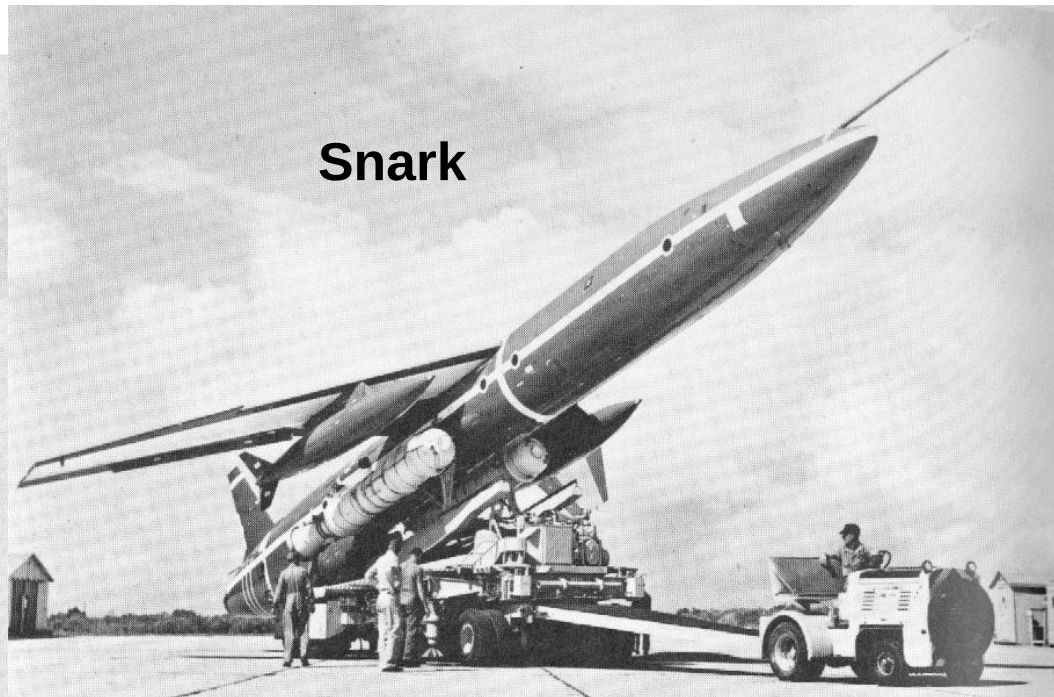


Aerobee

USAF lata 1945-50



SM-64 Navaho



Snark

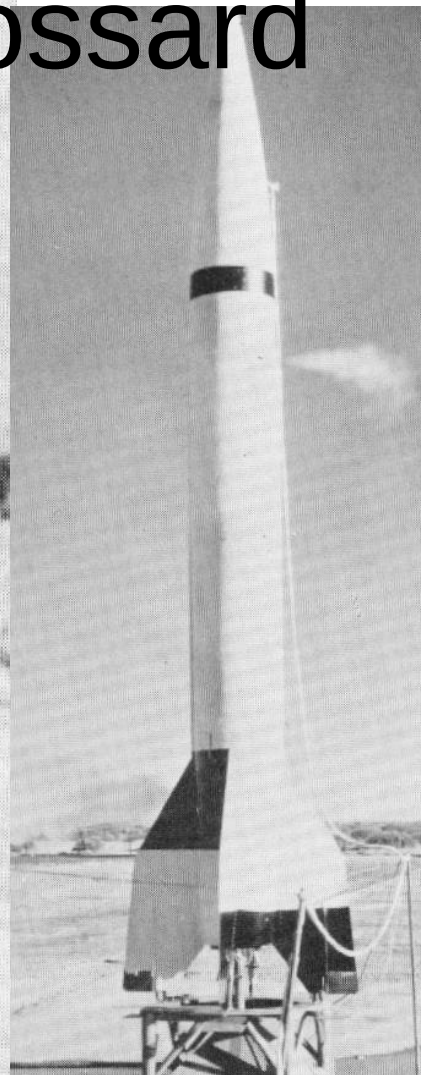
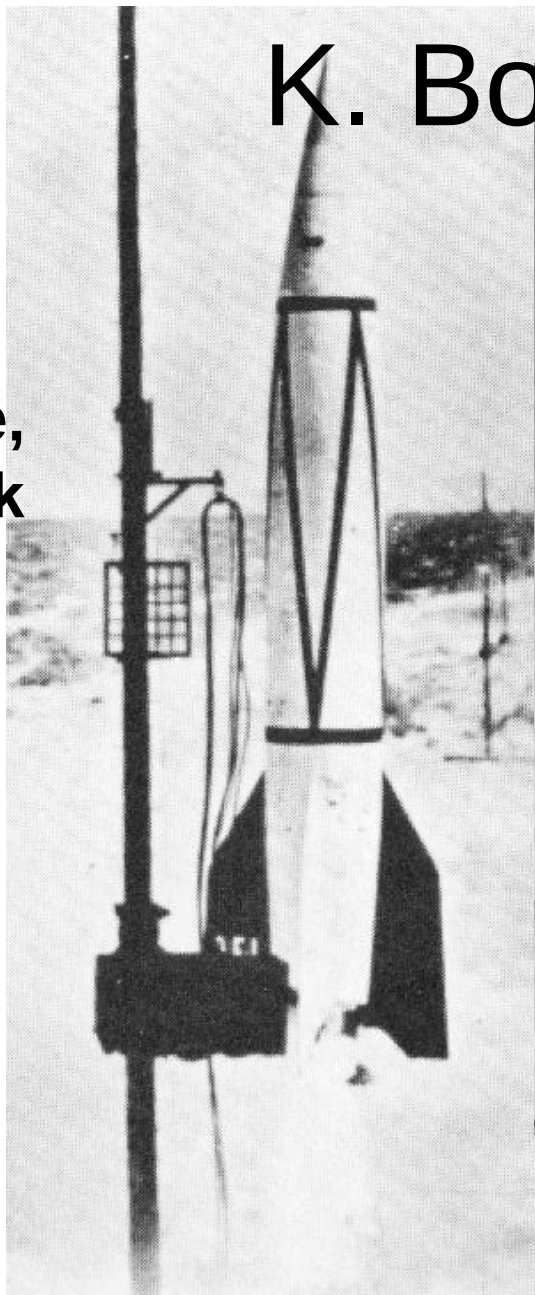


B-61 Matador

USAF lata 1945-50

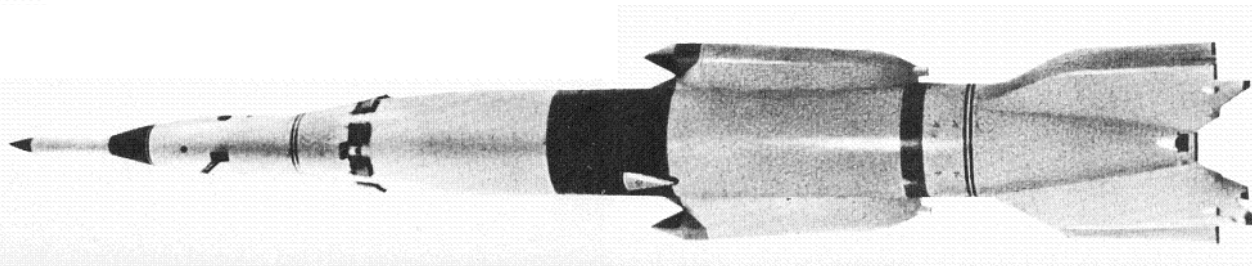
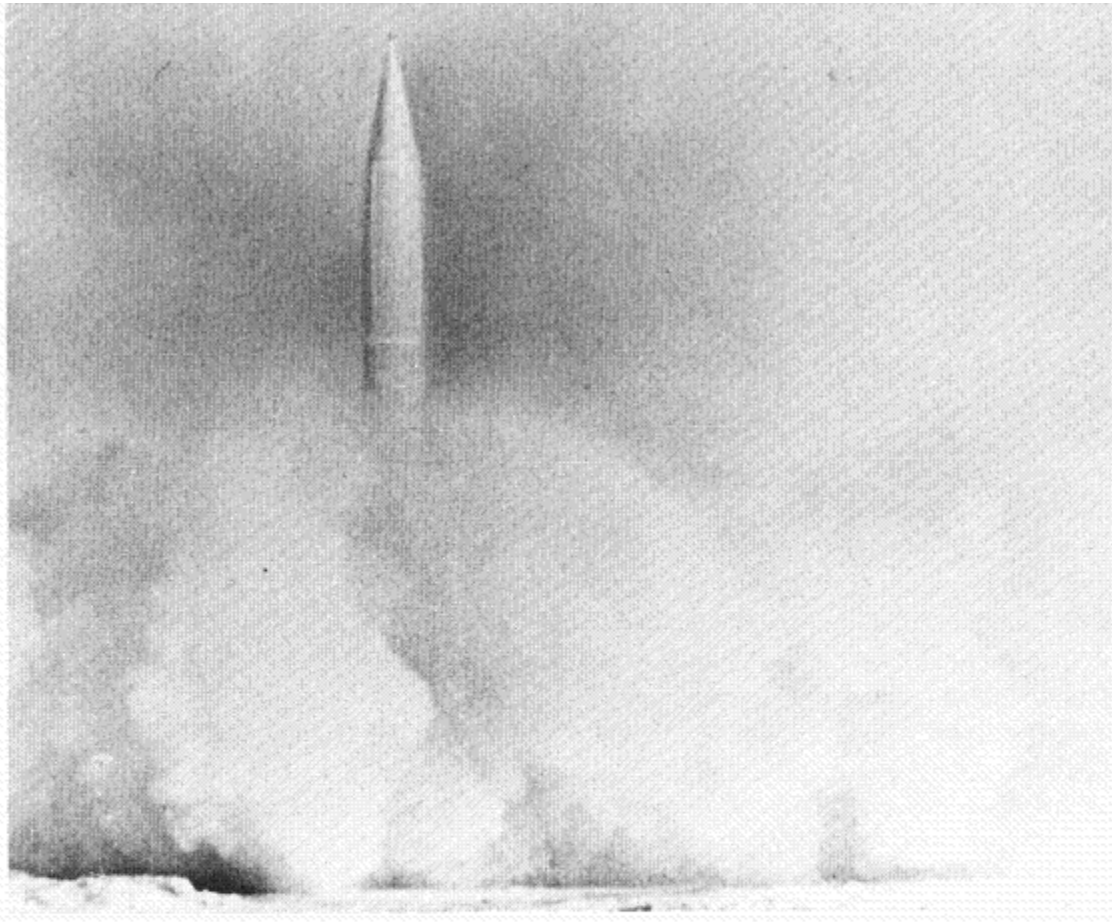
K. Bossard

V-2
Zbiorniki
nieintegralne,
współczynnik
masy paliwa
do struktury
0,7

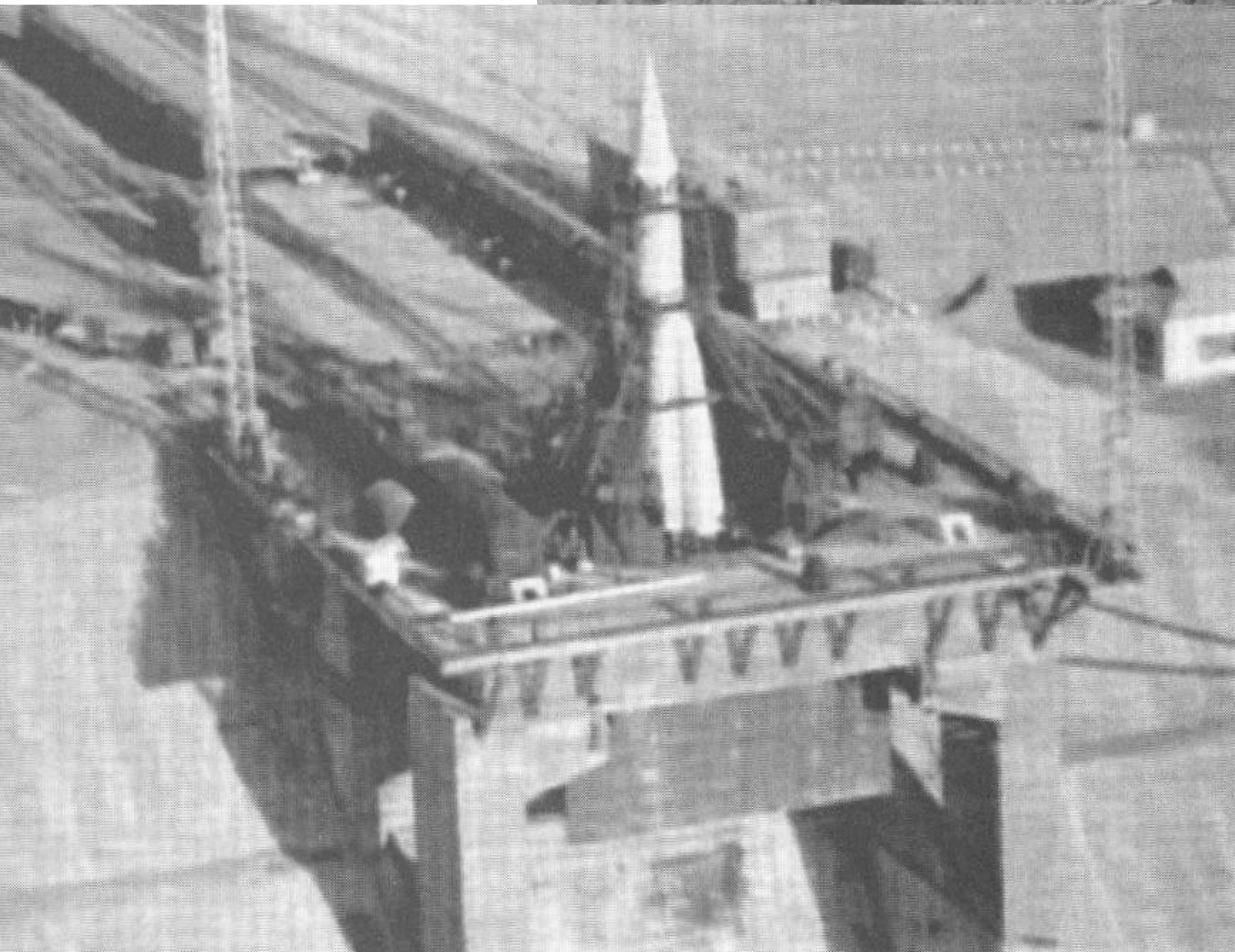


MX-774
Zbiorniki
integralne,
współczynnik
masy paliwa do
struktury 0,95

ZSRR lata 1945-50

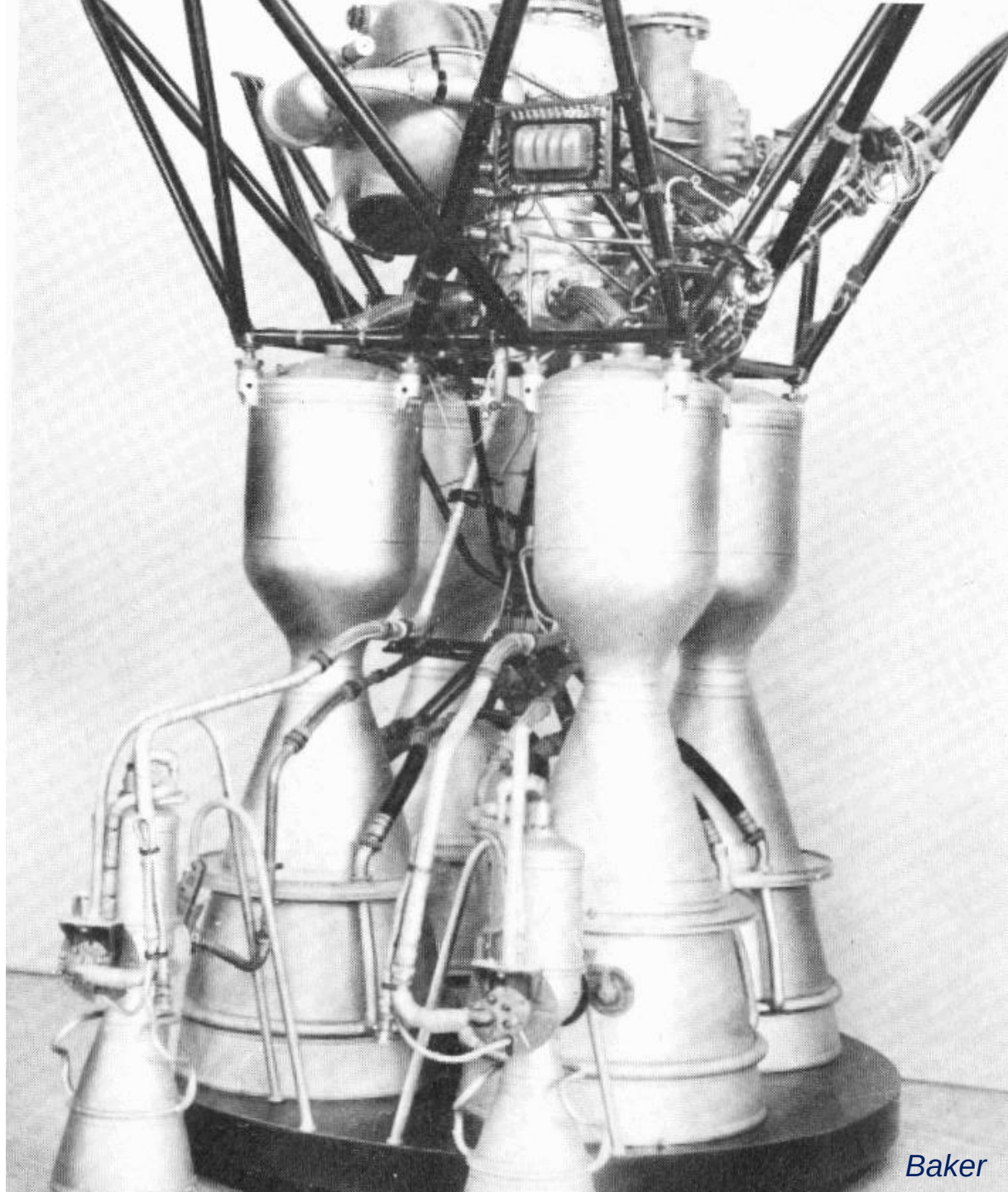


ZSRR 1950

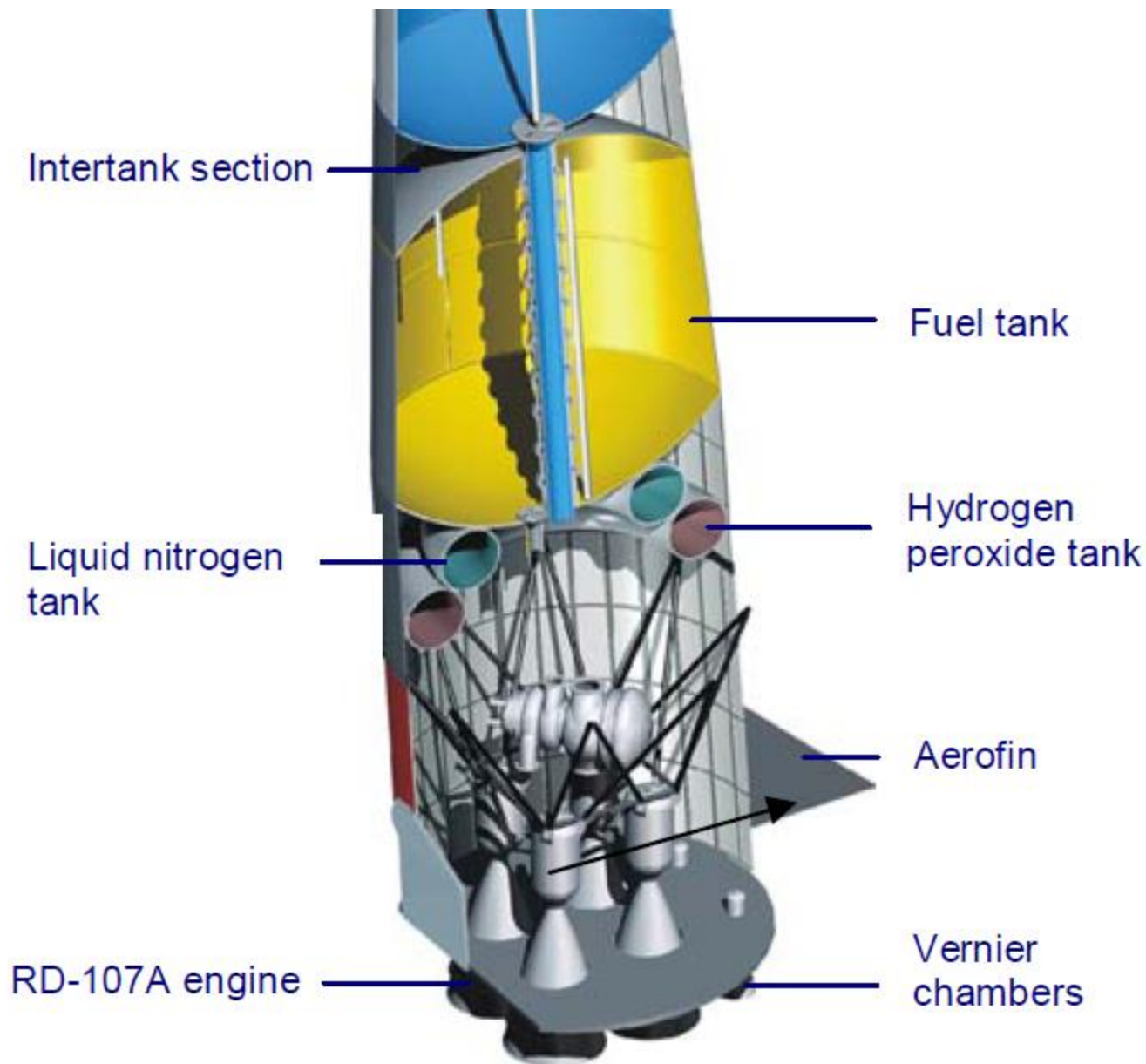


ZSRR lata 1950-55

**RD-107 – cztery
silniki główne i
cztery sterujące +
jedna turbopompa,
1020kN**



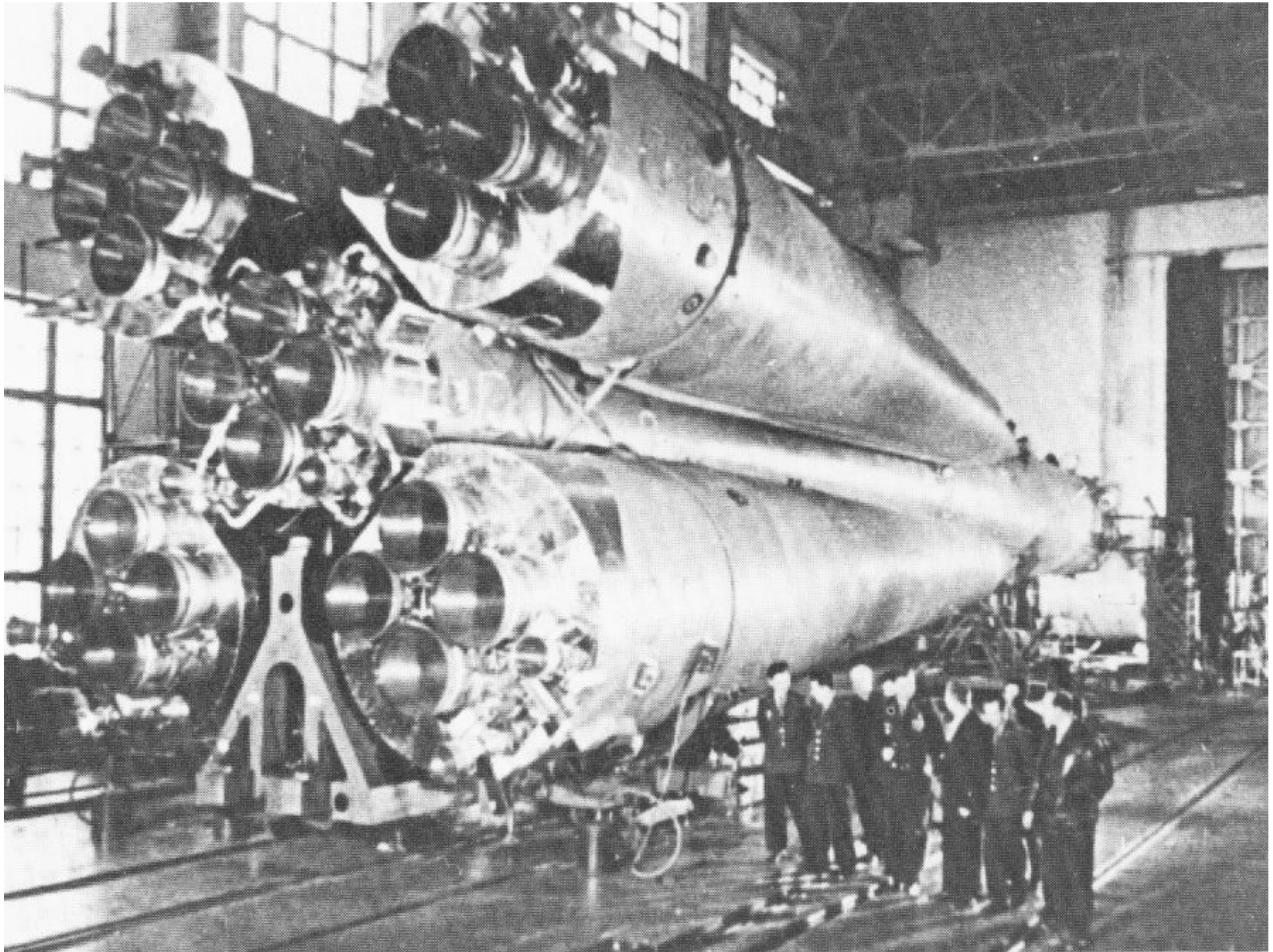
Mocowanie silników



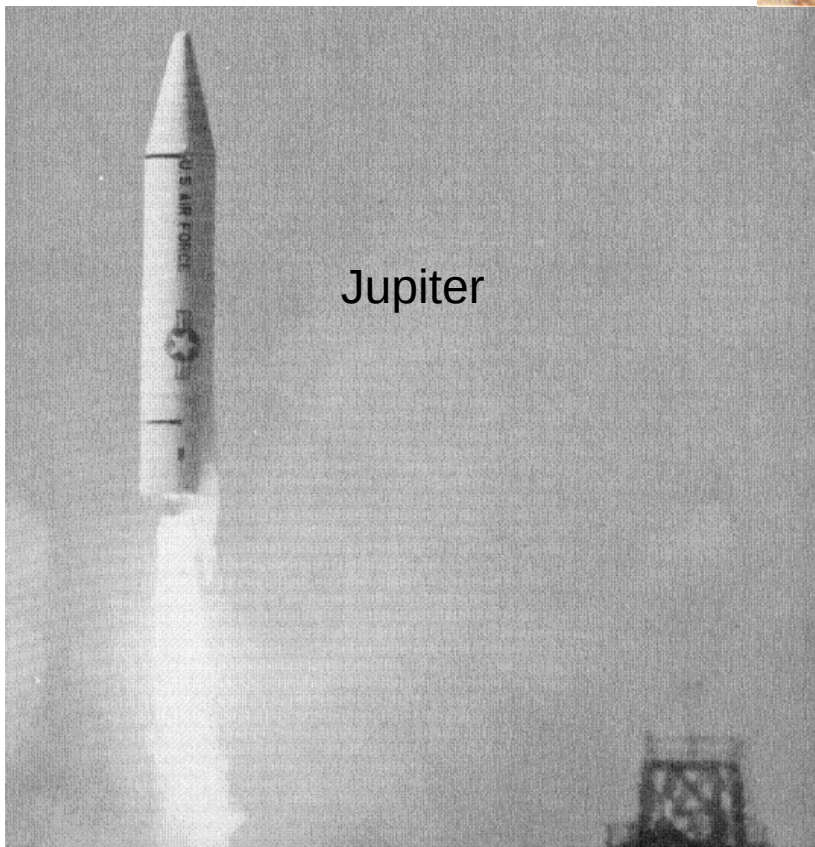
Sterowanie



ZSRR lata 1950-57 R-7



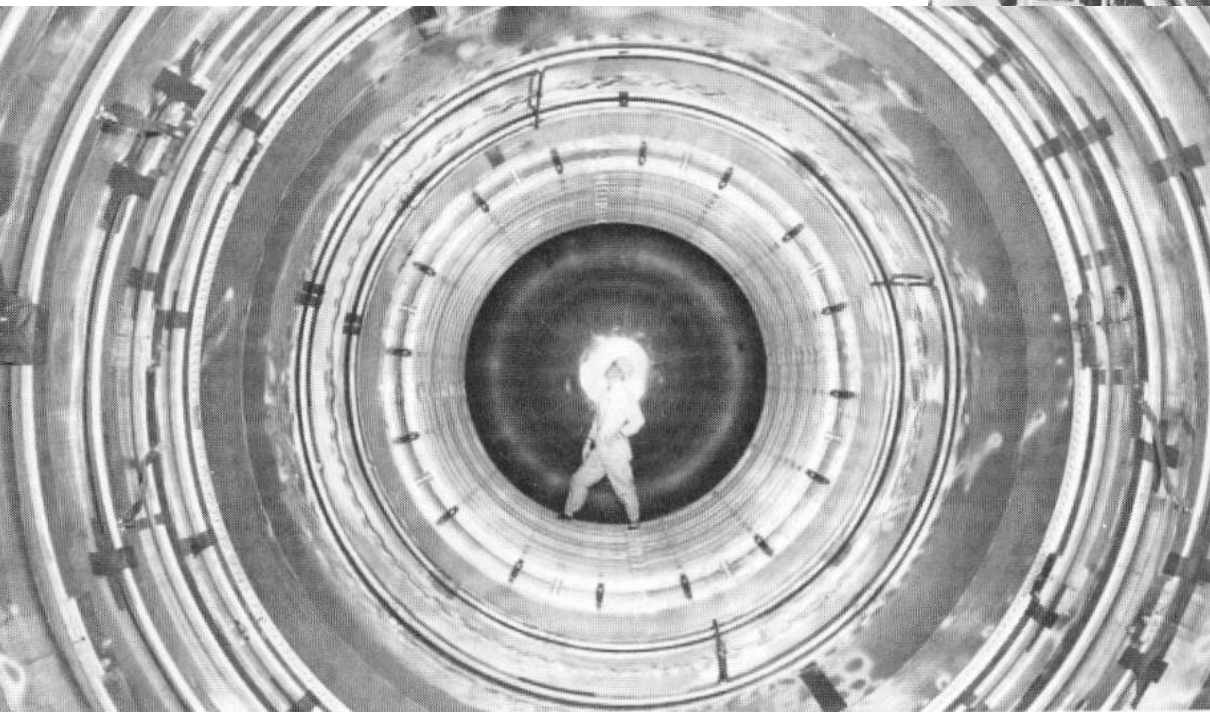
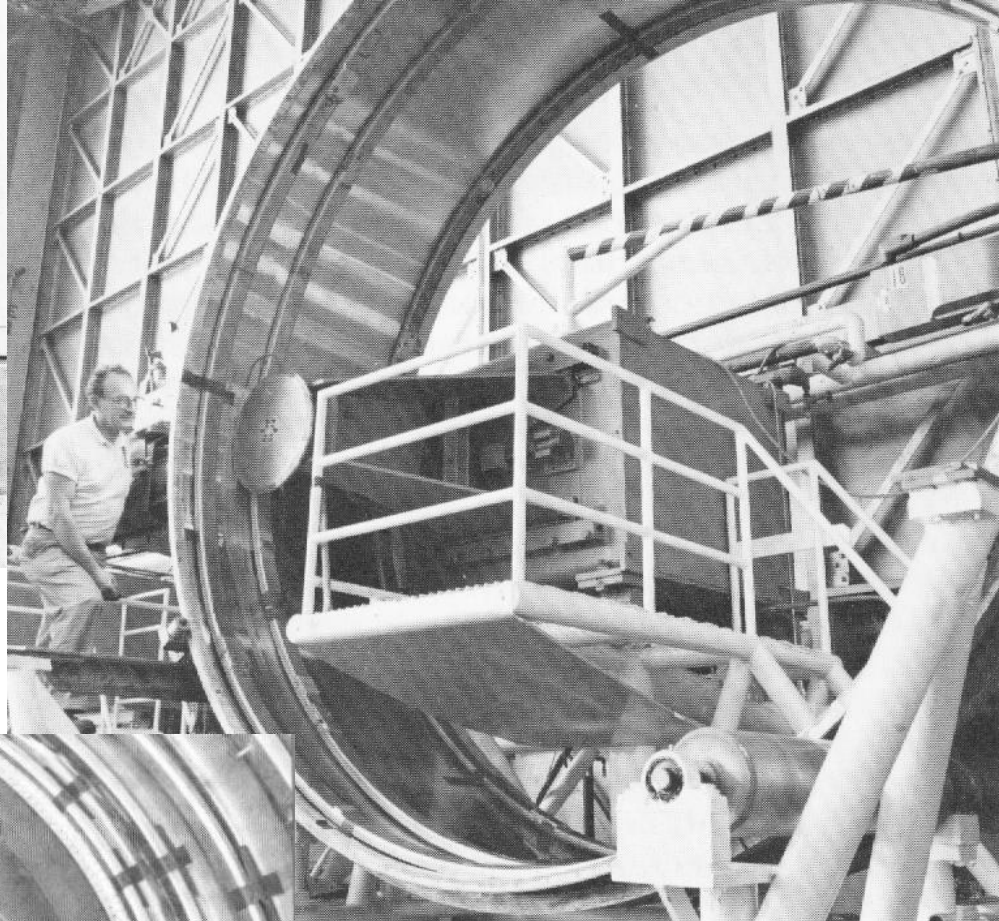
USAF lata 1950-55



Jupiter

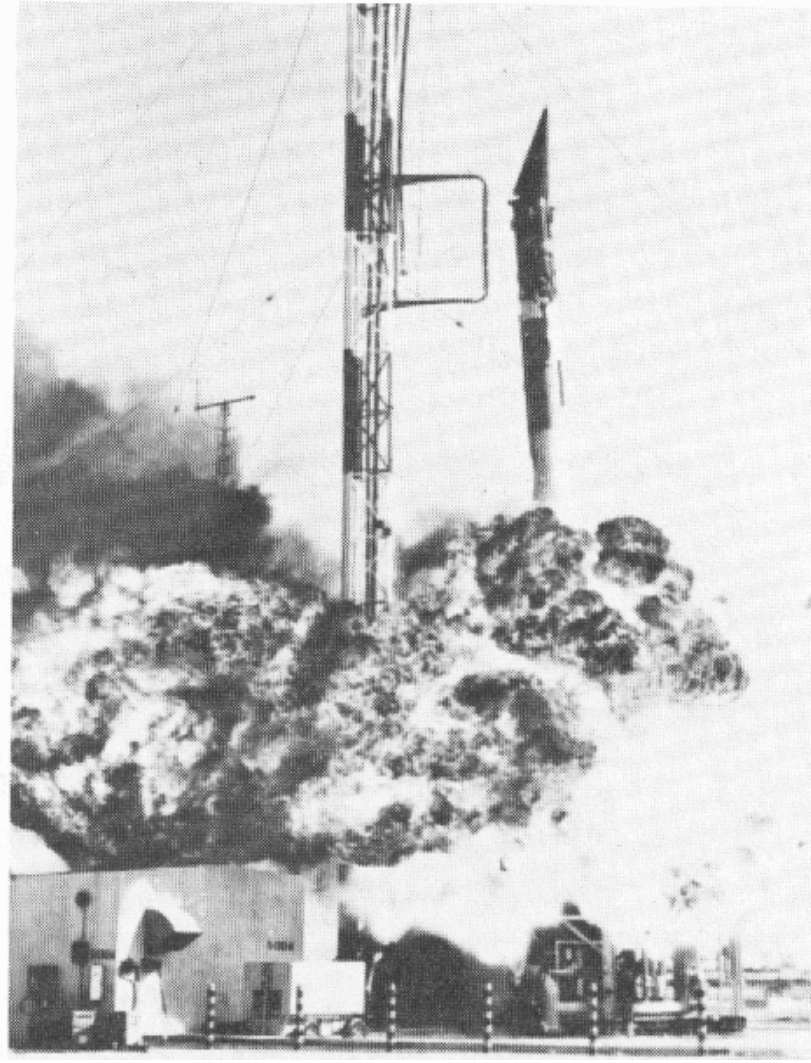
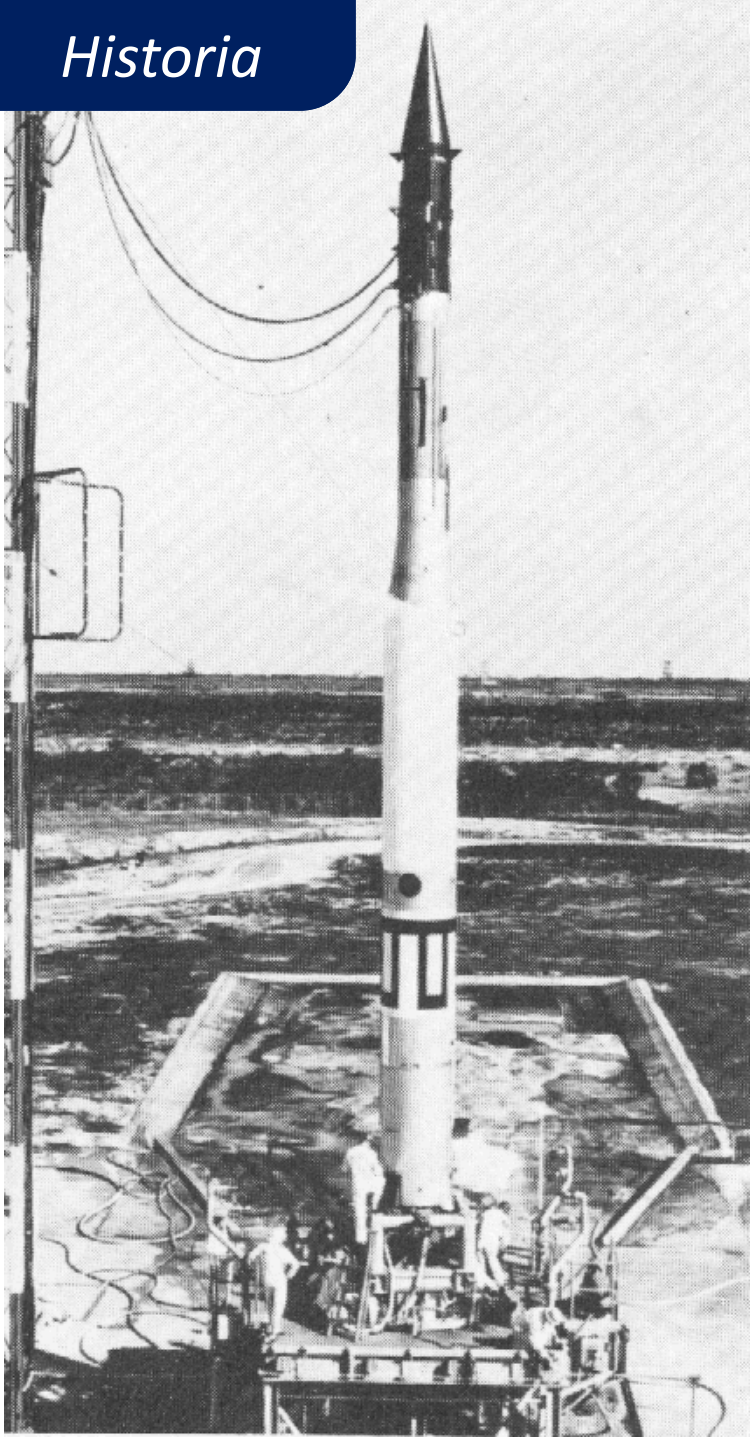


Thor



USA lata
1950-57

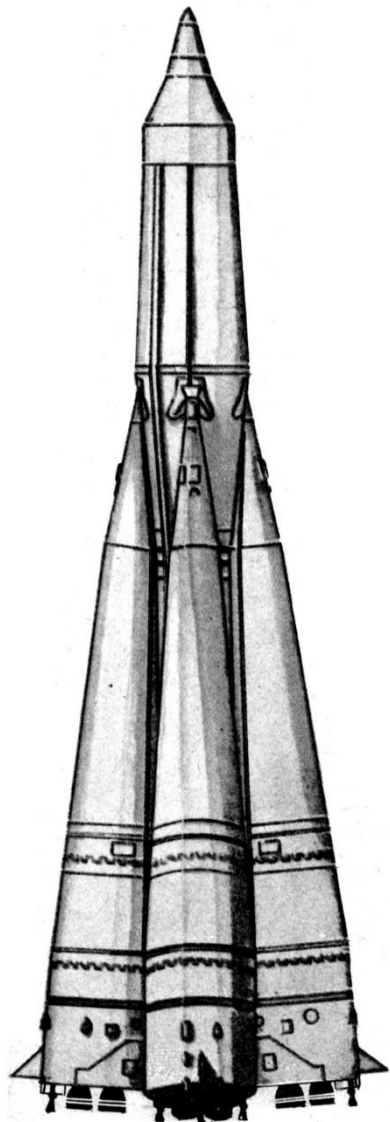
USA lata 1950-57



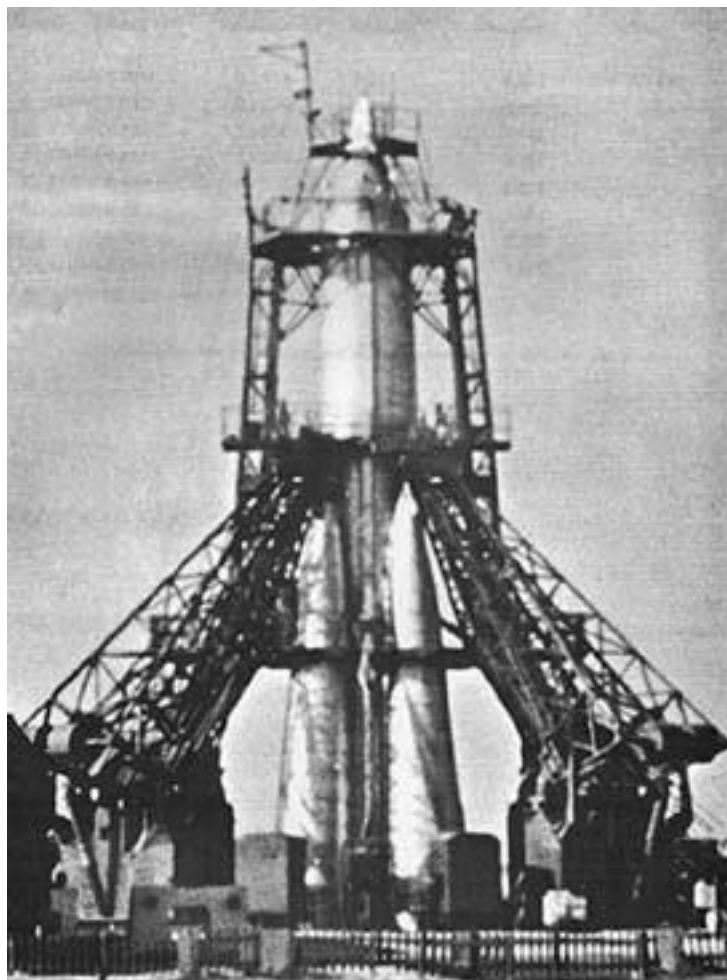
Główny trend – wyścig ZSRR $\leftrightarrow$ USA

- 4 października 1957 radziecka rakieta umieściła na orbicie okołoziemskiej pierwszego sztucznego satelitę - *Sputnik 1* o masie 83,6 kg (rakieta R7 - Wostok 2 st.)
- 3 listopada 1957 – radziecki Sputnik 2 – ostatni człon rakiety nośnej – pasażer pies Łajka – masa użyteczna 508,3 kg (R7 - Wostok 2st.)
- 31 stycznia 1958 – satelita Explorer 1 (rakieta Jupiter 1C) – masa 16,5 kg

Rakieta R-7 (Wostok 2-stopniowy)



Wostok dwustopniowy (Sputnik 1, 2, 3)



Rakieta Jupiter 1C



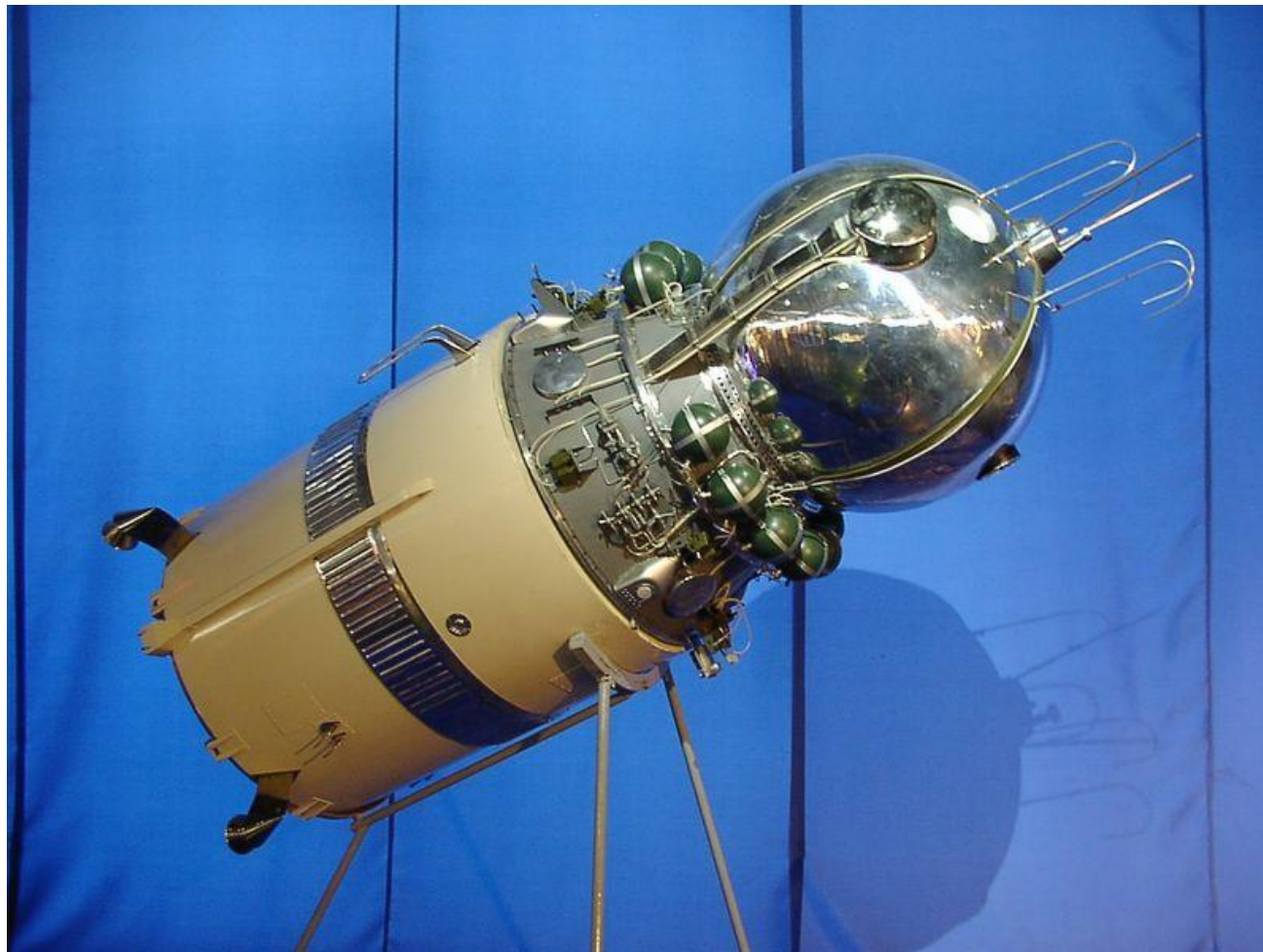
Dalszy wyścig

- Wostok 1 – pierwszy lot kosmiczny człowieka w kosmos. Pierwsza załogowa misja statku kosmicznego typu Wostok. Misja Wostoka miała miejsce 12 kwietnia 1961 roku. O godzinie 6:07 tego dnia, Jurij Gagarin wystartował z kosmodromu Bajkonur w pierwszym locie człowieka w przestrzeni kosmicznej. Przebywał w niej 108 minut. Lot Wostoka 1 był kierowany całkowicie z Ziemi, ponieważ nie wiadomo jak zachowa się organizm astronauty w przestrzeni kosmicznej. Przyrządy kontrolne były zablokowane, a kod odblokowujący umieszczono w załakowanej kopercie na Ziemi.
- Ciekawostka - przygotowano trzy wersje komunikatów prasowych, jeden mówiący o sukcesie i dwa, o porażce

Wostok - 1



J. Gagarin



23 dni później

- Amerykańska odpowiedź - misja „Mercury-Redstone 3” (MR-3) miała miejsce 5 maja 1961 roku i była drugą załogową misją w historii astronautyki. Alan B. Shepard został pierwszym Amerykaninem jaki znalazł się w kosmosie, choć był to tylko lot suborbitalny.
- Kapsuła statku Mercury nazwana przez jego pilota Freedom 7 wykonała jedynie lot balistyczny. Nie planowano w czasie tej misji osiągnięcia orbity okołoziemskiej. Nie było to możliwe z uwagi na fakt, iż przekraczało to możliwości użytej rakiety nośnej o nazwie Redstone.
 - * Osiągnięta wysokość: 187,4 km
 - * Odległość od miejsca startu: 487,3 km
 - * Maksymalna prędkość: 8 262 km/h
- Ciekawostka – program Mercury oznaczał upadek programu samolotu kosmicznego X-20 – przyczyna – priorytetem jest wyścig
- Rakieta Redstone jest bezpośrednim spadkobiercą V-2

Księżycowy wyścig

- 25 maja 1961 prezydent Stanów Zjednoczonych Kennedy ogłosił, że Ameryka wyśle do końca dziesięciolecia ludzi na Księżyc. W tym czasie jedynym załogowym lotem kosmicznym USA był 15 minutowy suborbitalny Freedom 7 z Alanem Shepardem na pokładzie. Na świecie wówczas nie było rakiety zdolnej wynieść załogową kapsułę w kierunku Księżyca. Projektowano rakietę Saturn I lecz była ona za słaba by móc wynieść ludzi na srebrny glob.

Co było po drodze ?

20 lutego 1962 –
pierwszy amerykański
lot orbitalny; rakietą
nośną Atlas D; statek
kosmiczny Mercury 6,
załoga: John Glenn



Rakiety programu Mercury



Co było po drodze ?

23 marca 1965 – pierwszy amerykański
lot programu Gemini (3);

rakieta nośna Titan;

załoga:

- * Virgil I. Grissom (2) - Command Pilot
- * John W. Young (1) - Pilot



Rakiety programu Gemini



Sojuz



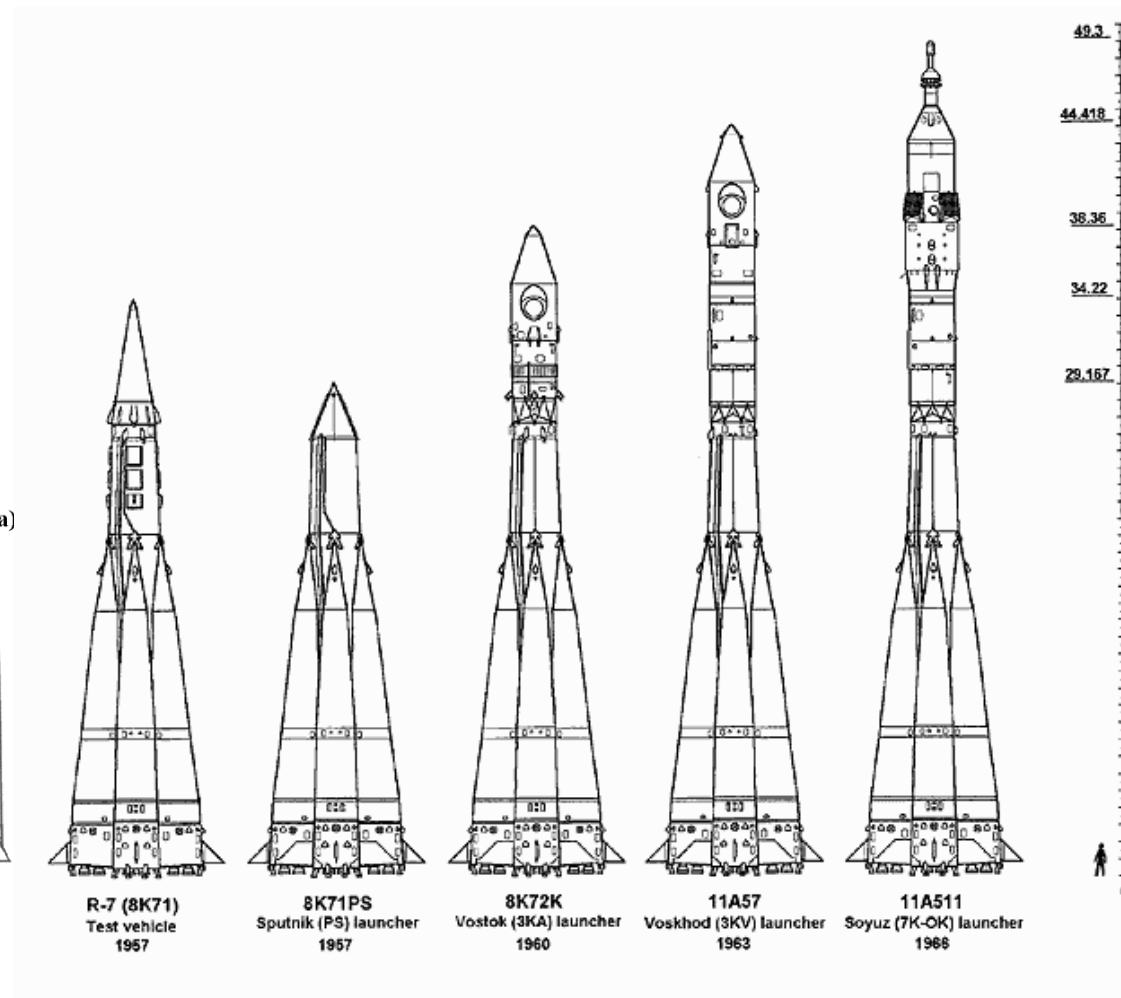
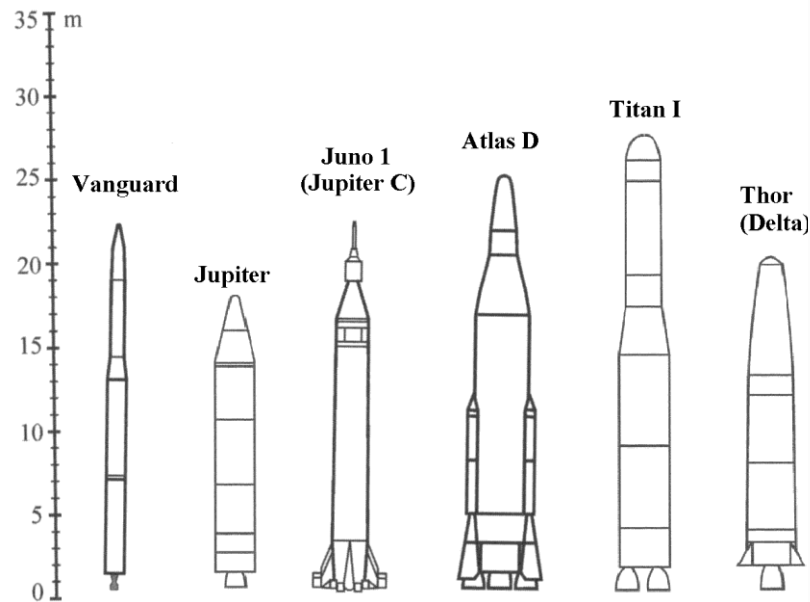
Program księżycowy

- podstawowa różnica z programami kosmicznymi
 - rakiety są projektowane specjalnie do tego programu
 - dotychczas wszystkie rakiety były wersjami rakiet międzykontynentalnych zaprojektowanych do celów wojskowych

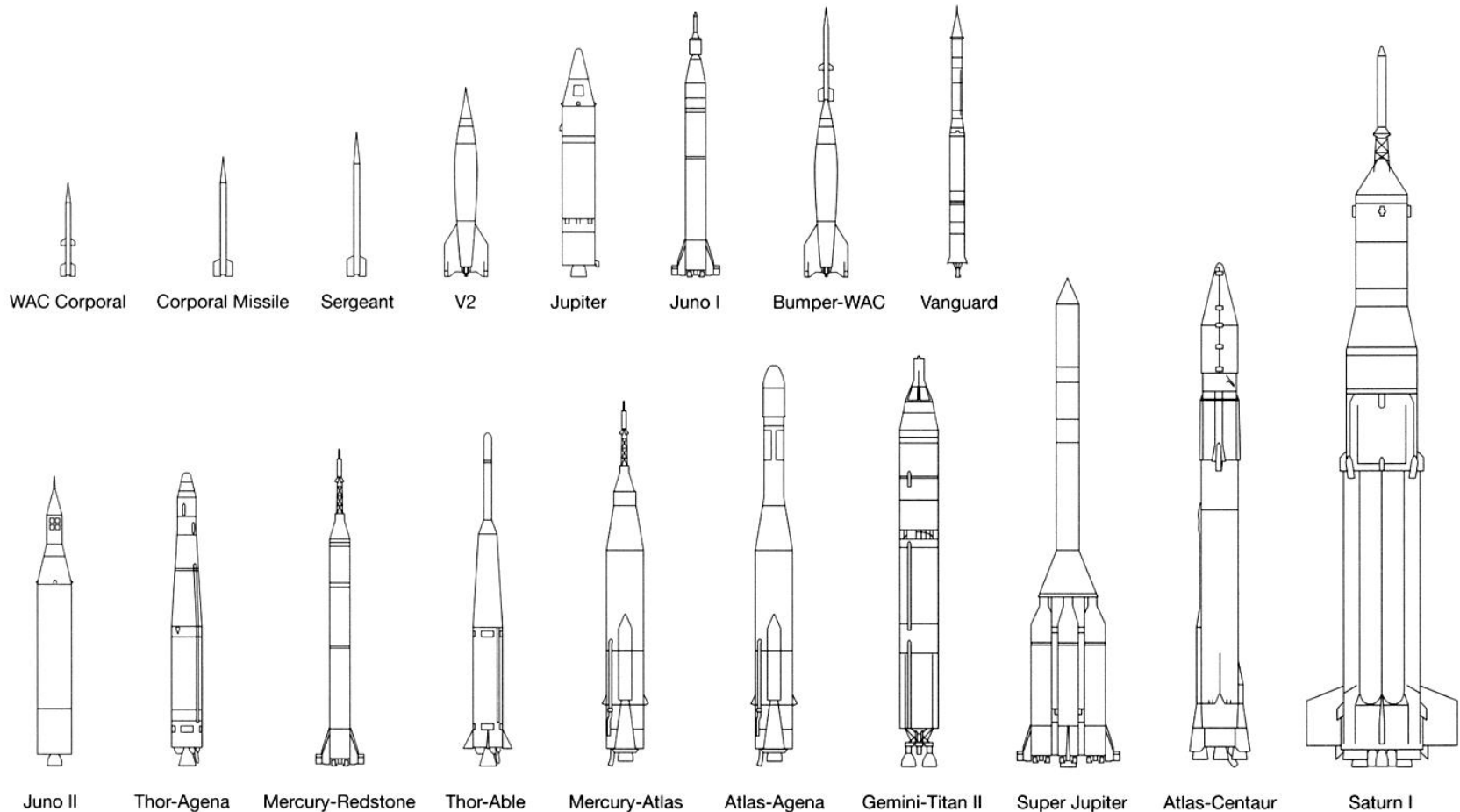
ZSRR lata 1957-1989

USA

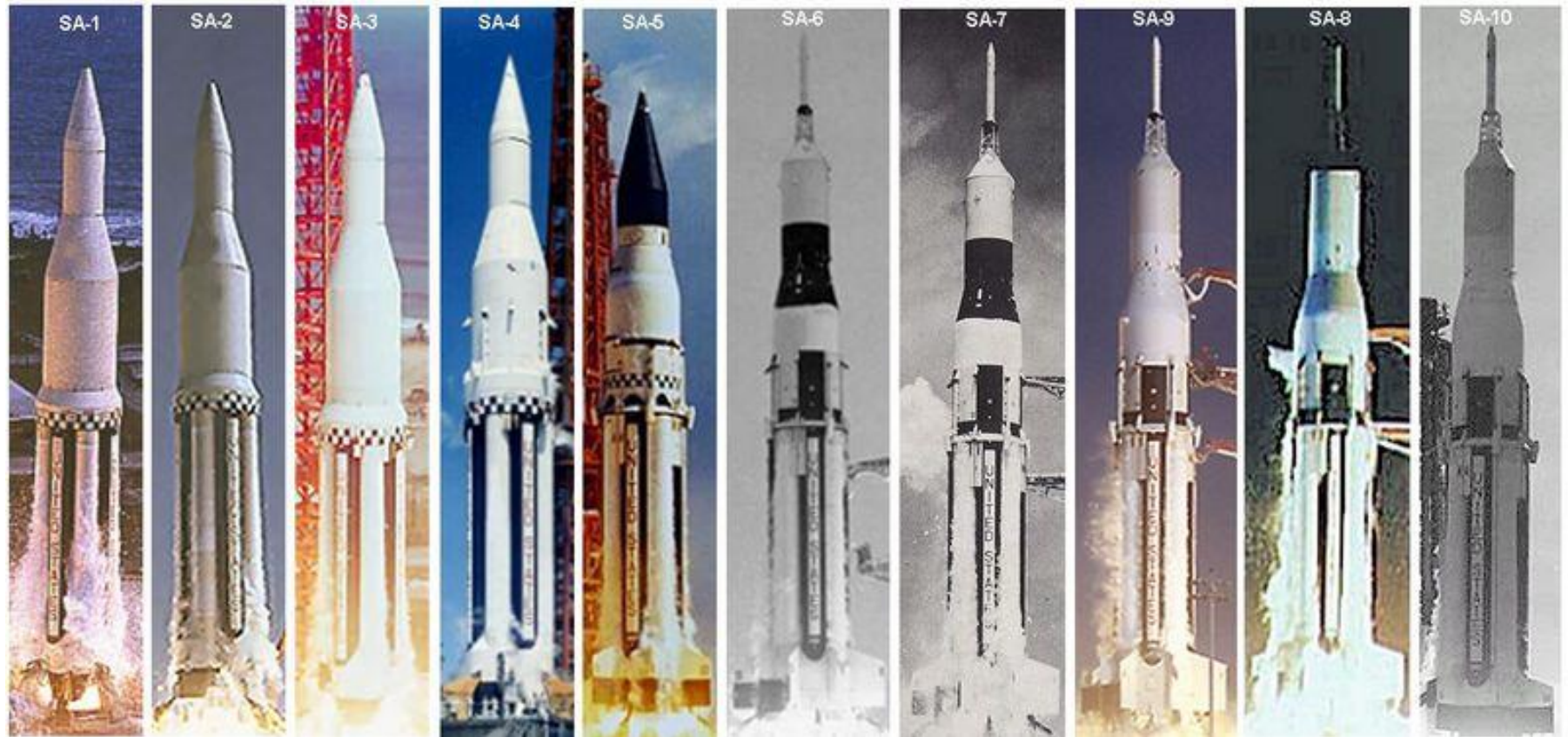
lata 1950-57



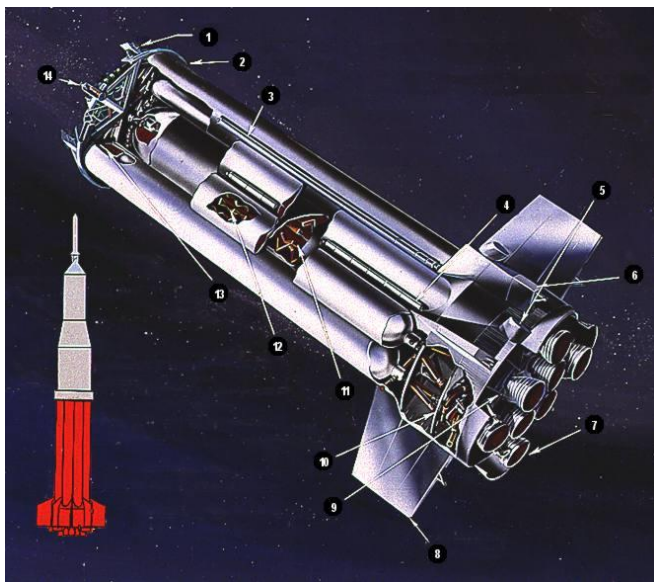
USA lata 1957-67



Saturn I



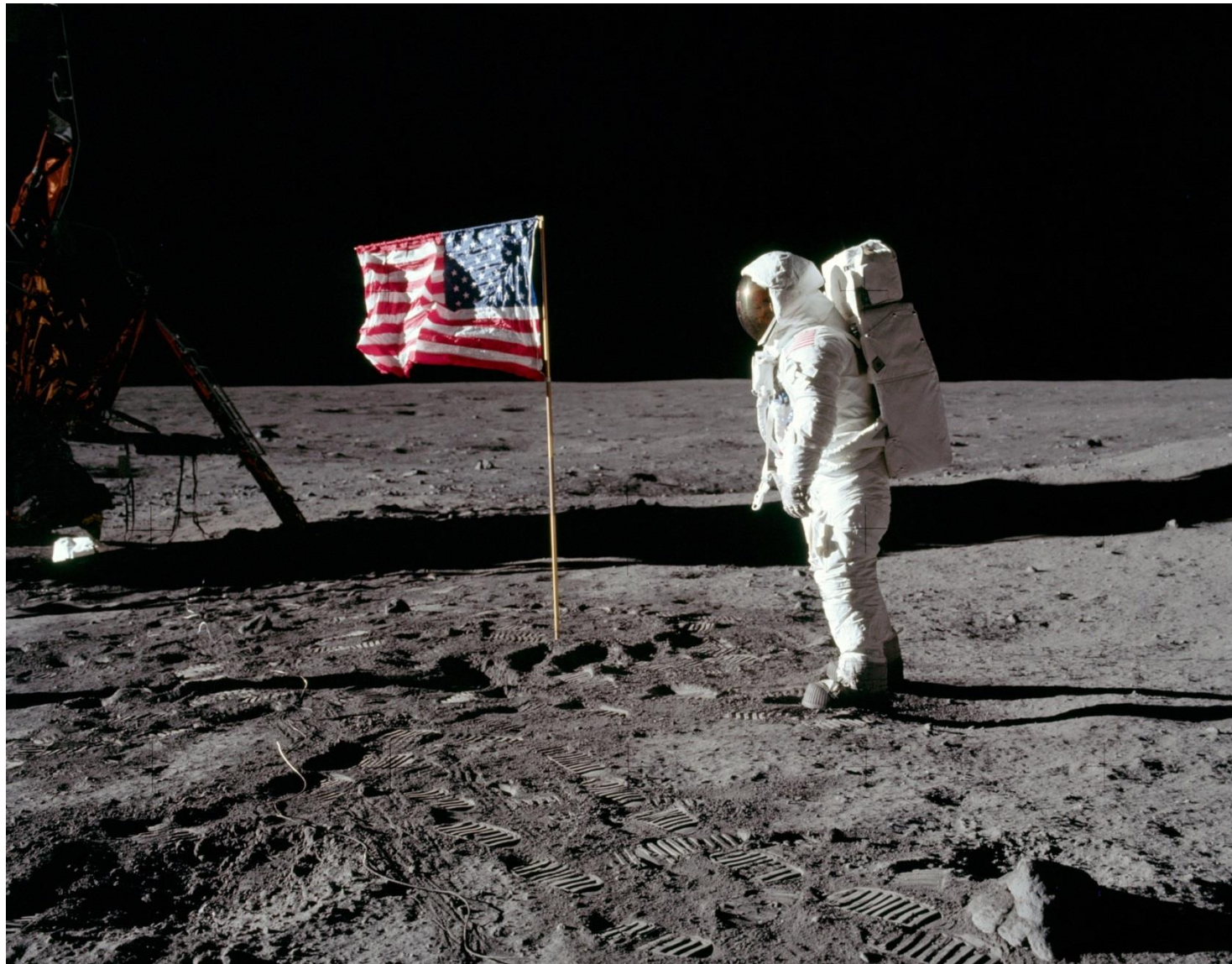
Saturn I



16 lipca 1969

- Start nastąpił w dniu 16 lipca 1969 r. z Centrum Lotów Kosmicznych na Przylądku Canaveral. Początek lotu Apollo 11 spędził na orbicie okołoziemskiej, następnie udał się w trasę liczącą 384400 km. Ponieważ lądownik znajdował się pod modułem załogowym, wykonano operację polegającą na tymczasowym odłączeniu modułu księżycowego, obrocie reszty statku o 180° i ponownym przyłączeniu lądownika, który teraz umieszczony był z przodu. Po trzech dniach Apollo 11 wszedł na orbitę Księżyca. Armstrong i Aldrin przeszli do modułu księżycowego, który został odłączony i rozpoczął historyczne lądowanie. Astronauci wylądowali na Księżycu 20 lipca 1969 roku. Wkrótce Neil Armstrong przekazał Ziemi radosną wiadomość – "Orzeł wylądował".

Lądowanie na Księżycu 1969



Program Apollo – rakiety Saturn 1, 1B, 5

Lot	Start	Uwagi
Apollo 11	16 lipca 1969	Pierwsze lądowanie na Księżycu; Neil Armstrong, Edwin Aldrin, Michael Collins; Miejsce lądowania: Mare Tranquillitatis
Apollo 12	14 listopada 1969	Lądowanie w pobliżu sondy Surveyor 3, która wylądowała w 1967; Charles Conrad, Richard F. Gordon, Alan L. Bean; Miejsce lądowania: Oceanus Procellarum
Apollo 13	11 kwietnia 1970	Wybuch w module napędowym statku Apollo, powrót bez lądowania na Księżycu; James A. Lovell, John L. Swigert, Fred Haise
Apollo 14	31 stycznia 1971	Shepard gra w golfa na Księżycu; Alan Shepard, Stuart A. Roosa, Edgar D. Mitchell; Miejsce lądowania: Fra Mauro
Apollo 15	26 lipca 1971	Pierwsza misja z pojazdem LRV; David R. Scott, James B. Irwin, Alfred M. Wordem; Miejsce lądowania: Hadley Rinne
Apollo 16	16 kwietnia 1972	Pierwsze badanie wyżyny księżycowej, użycie kamery ultrafioletowej, Lunar Rover; John W. Young, Thomas K. Mattingly, Charles M. Duke; Miejsce lądowania: Descartes
Apollo 17	7 grudnia 1972	Ostatnie lądowanie na Księżycu, Lunar Rover; Eugene Andrew Cernan, Ronald E. Evans, Harrison H. Schmitt; Miejsce lądowania: Taurus-Littrow

Rakiety nośne programu Apollo



Saturn 1



Saturn 1B

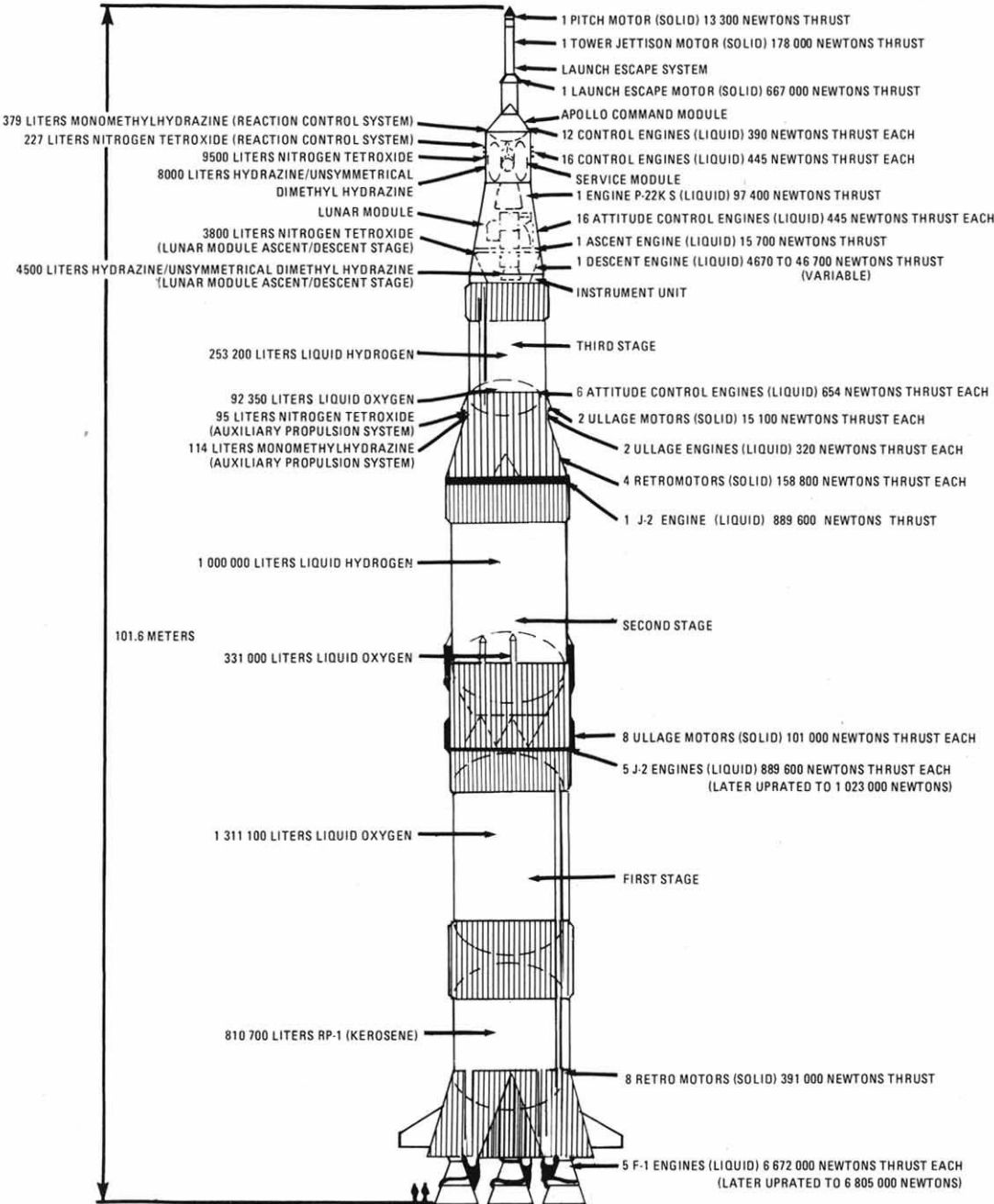


Saturn V

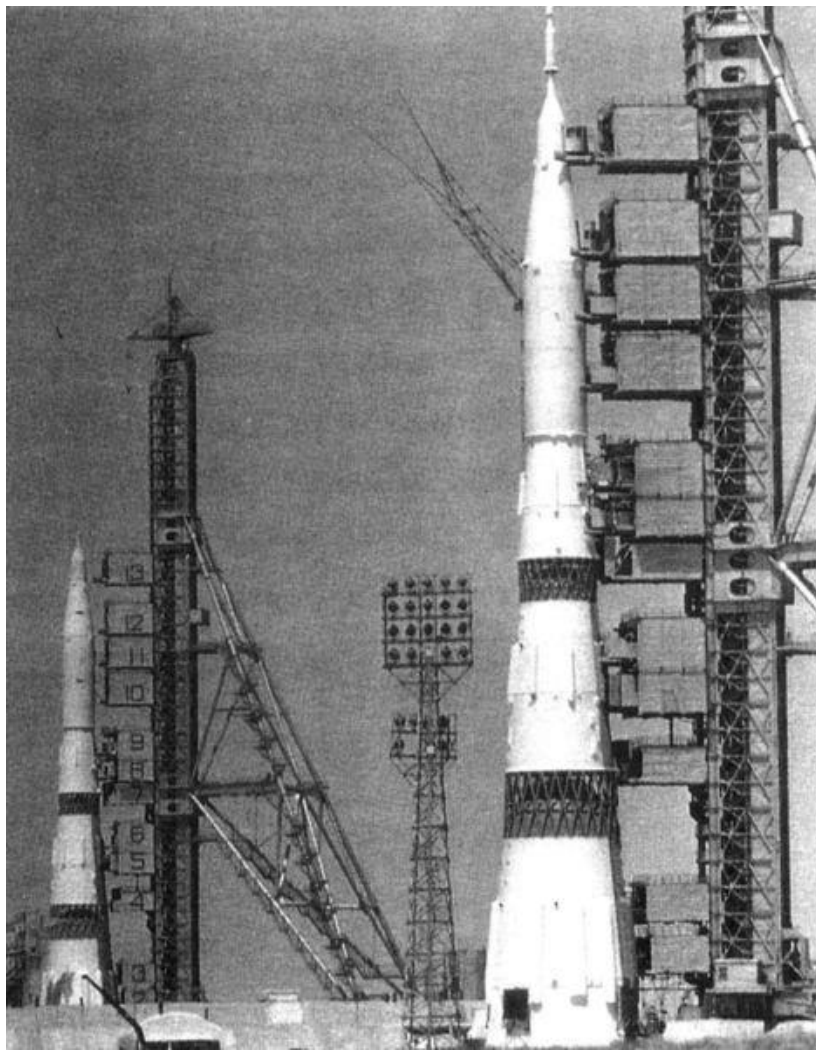
Rakieta Saturn V

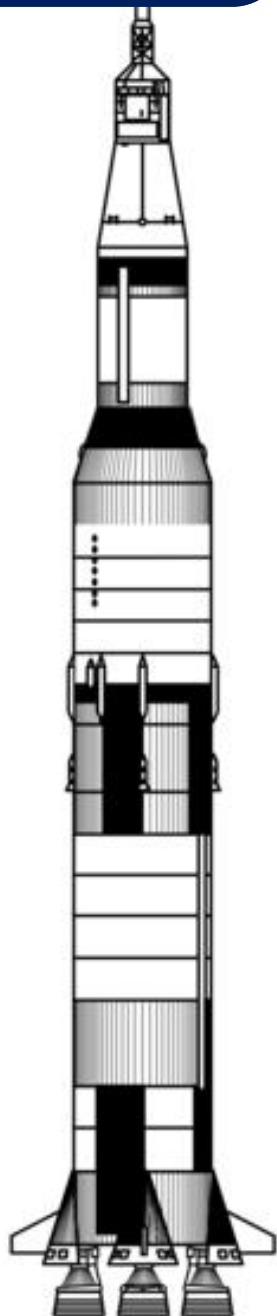


I stopień



Radziecki konkurent – N1

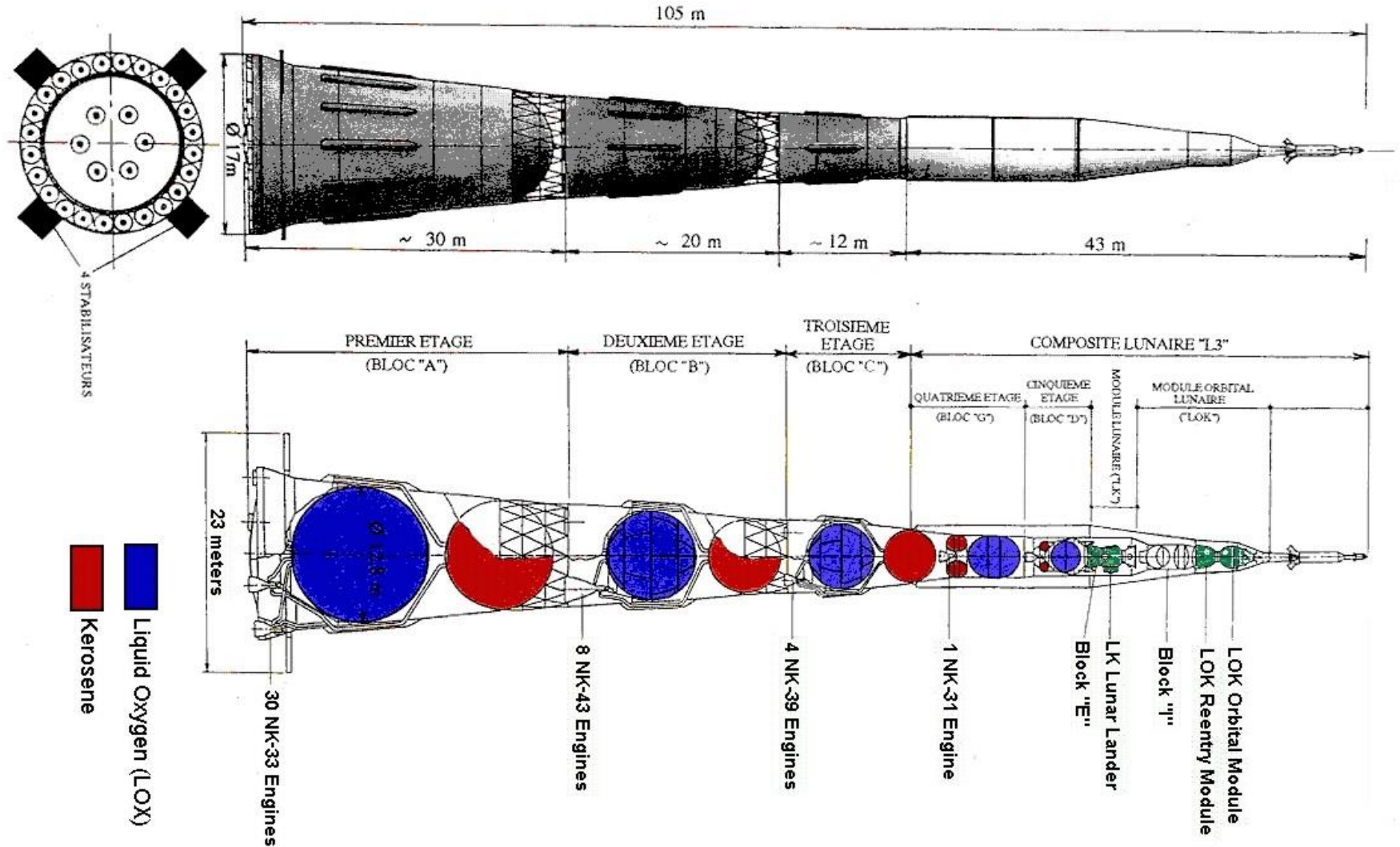




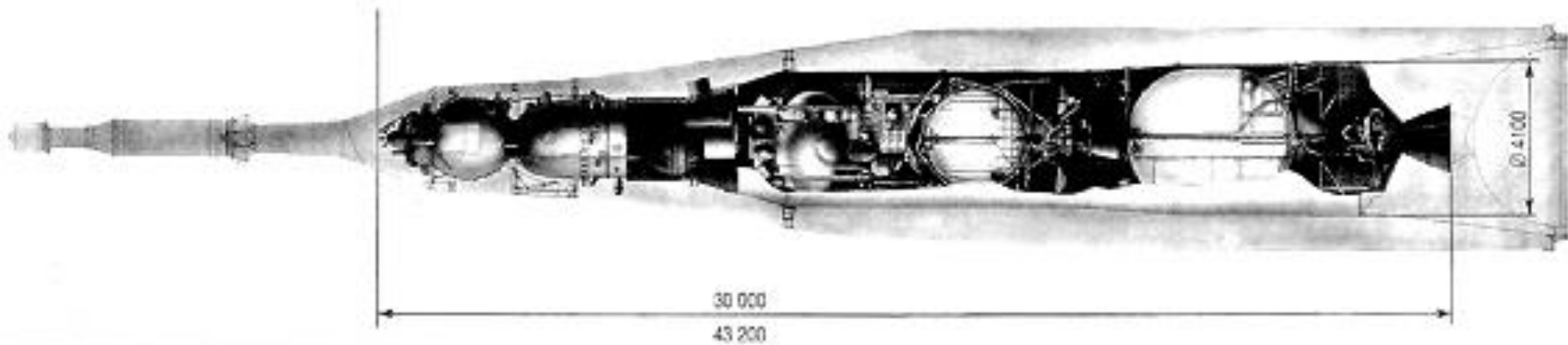
Porównanie

	N1	Saturn
Wysokość [m]	105	110,6
średnica [m]	10,1	17
masa startowa	2,735	3 tys. ton
udźwig LEO	75	118 ton
udźwig	??	46 ton
liczba stopni	5	3

Rakieta N1 - stopnie



N1 - Stopnie 4-5



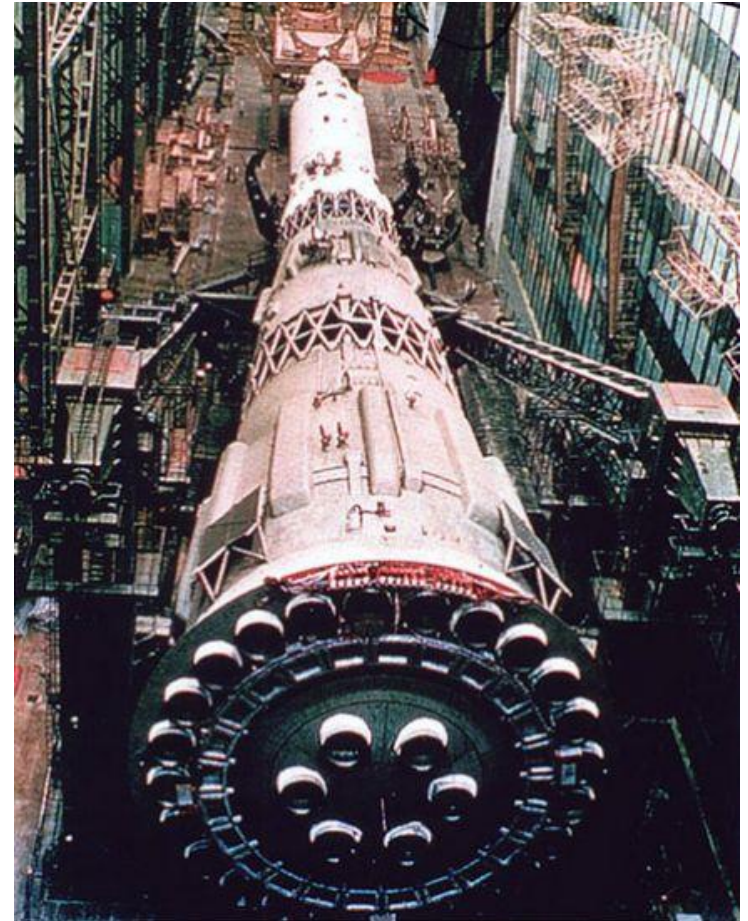
N1 – historia prób

- * 21 lutego 1969: Eksplozja na wysokości 12200 metrów
 - * 3 lipca 1969: Awaria silników stopnia 1 podczas startu na wysokości ok. 150 m. Ten nieudany start był przyczyną rezygnacji z wystrzelenia na Księżyc statku załogowego z Leonowem na pokładzie. Przygotowywana gorączkowo ekspedycja miała na celu wyprzedzenie NASA w wyścigu ku Księżycowi.
 - * 27 czerwca 1971: Niekontrolowany obrót 7 sekund po starcie
 - * 23 listopada 1972: Oscylacje na 10 sekund przed wyłączeniem stopnia pierwszego
- Program został przerwany w 1974 roku, przed ostatnim lotem testowym, który – zdaniem inżynierów – miał szanse powodzenia.

Porównanie napędu I stopnia



Saturn V



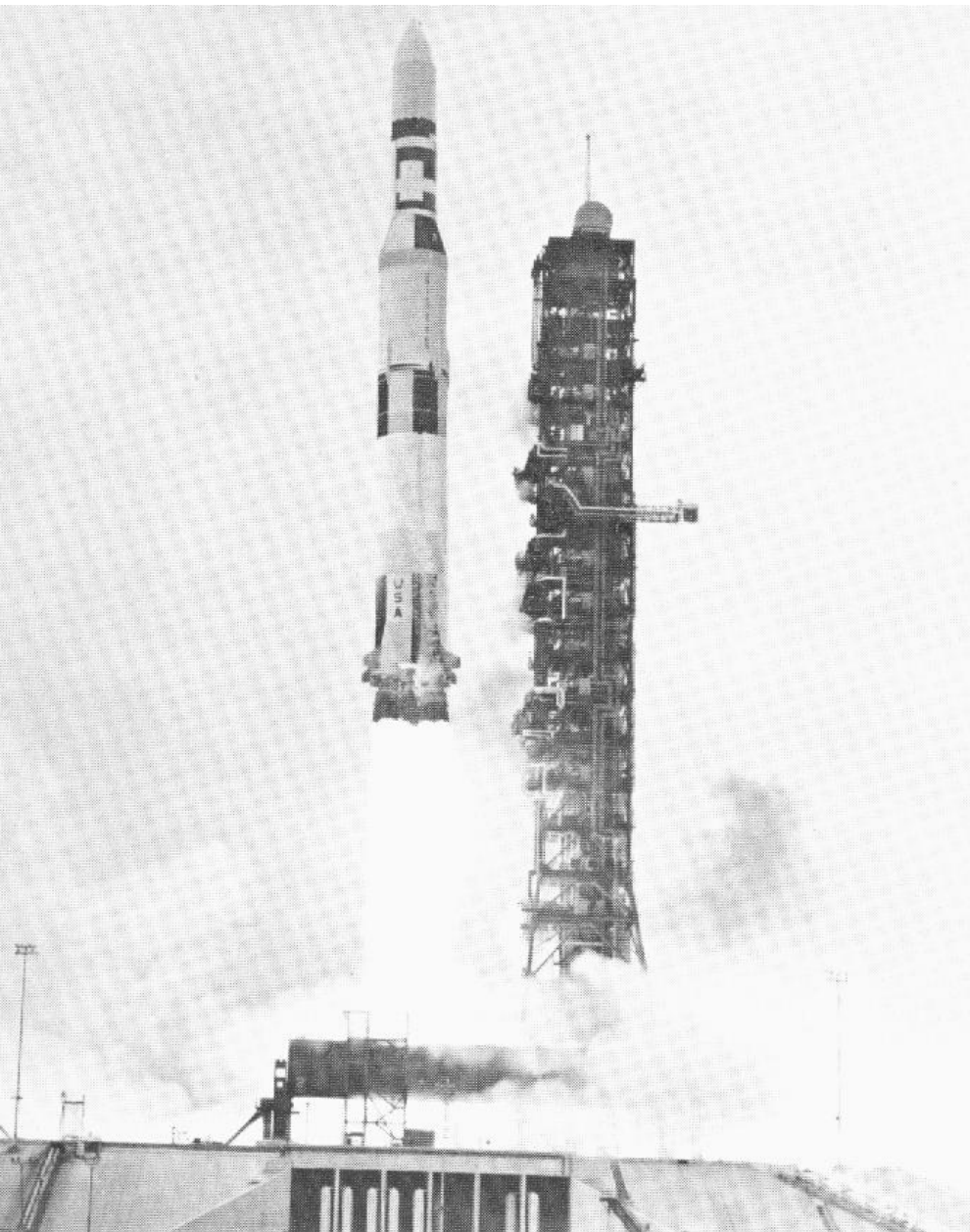
N1

Co dalej z rakietami – made in Russia

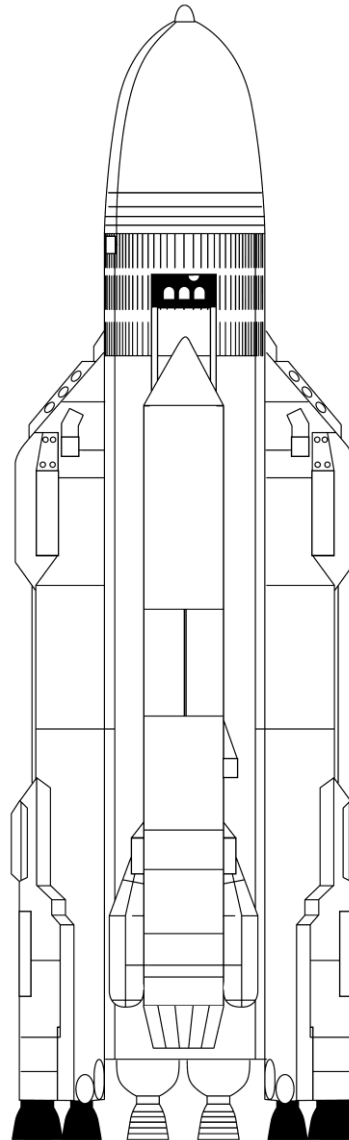
- Sojuz – bardzo udana rakietą, stosowana do dziś
- Proton – większy brat Sojuza – początkowo zawodna, później dopracowana
- Energia – próba rakiety wielkiego udźwigu, w pełni odzyskiwalna

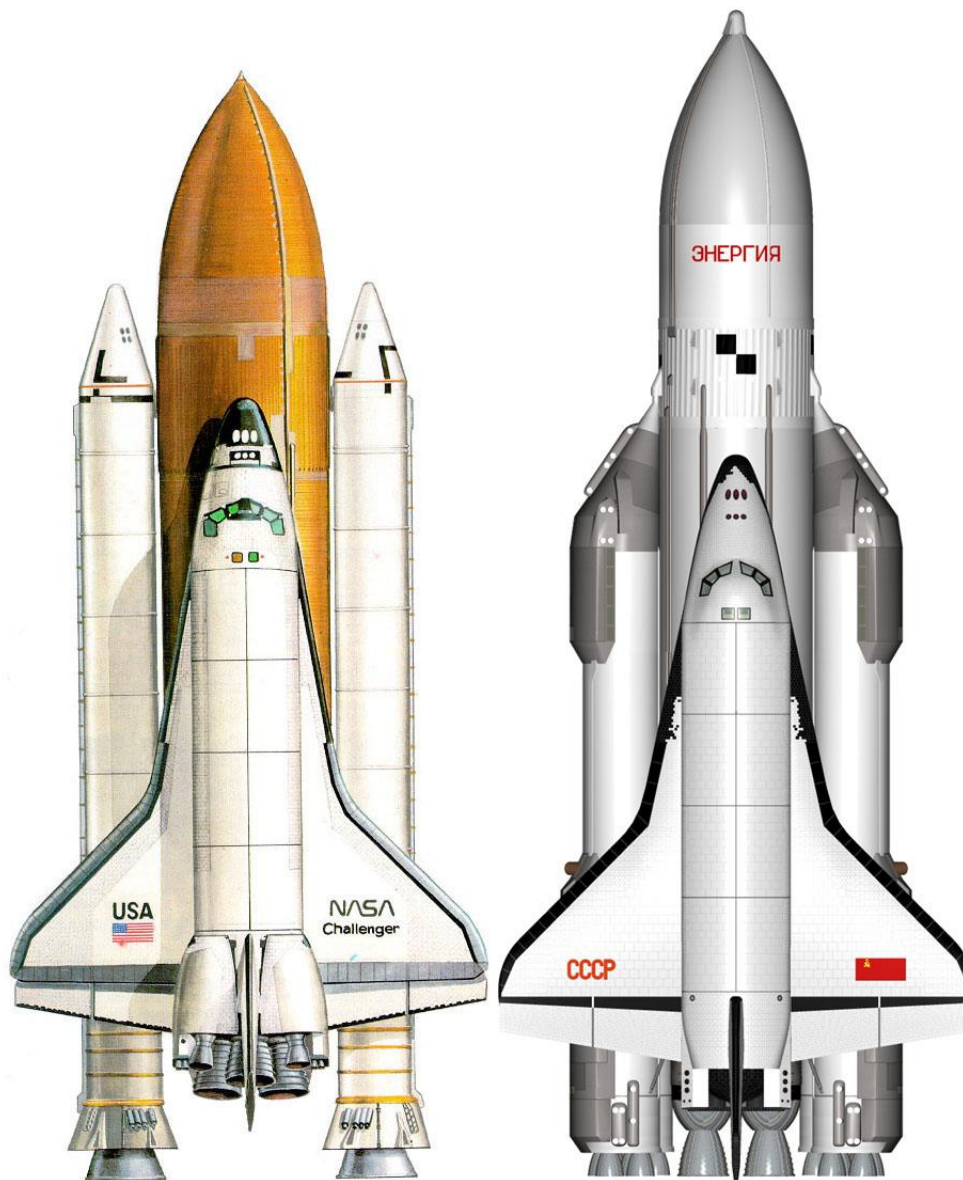


lata 1975-80



Energia





STS

Buran

Co na to Europa

- Program Europa I – zakończony fiaskiem
- Programy Ariane 1-5 – udany program, aczkolwiek miały miejsce liczne katastrofy



Ariane 1 - 24 grudnia 1979



ARIANE 1



ARIANE 2



ARIANE 3



ARIANE 4



ARIANE 5



ARIANE 5 Evolution

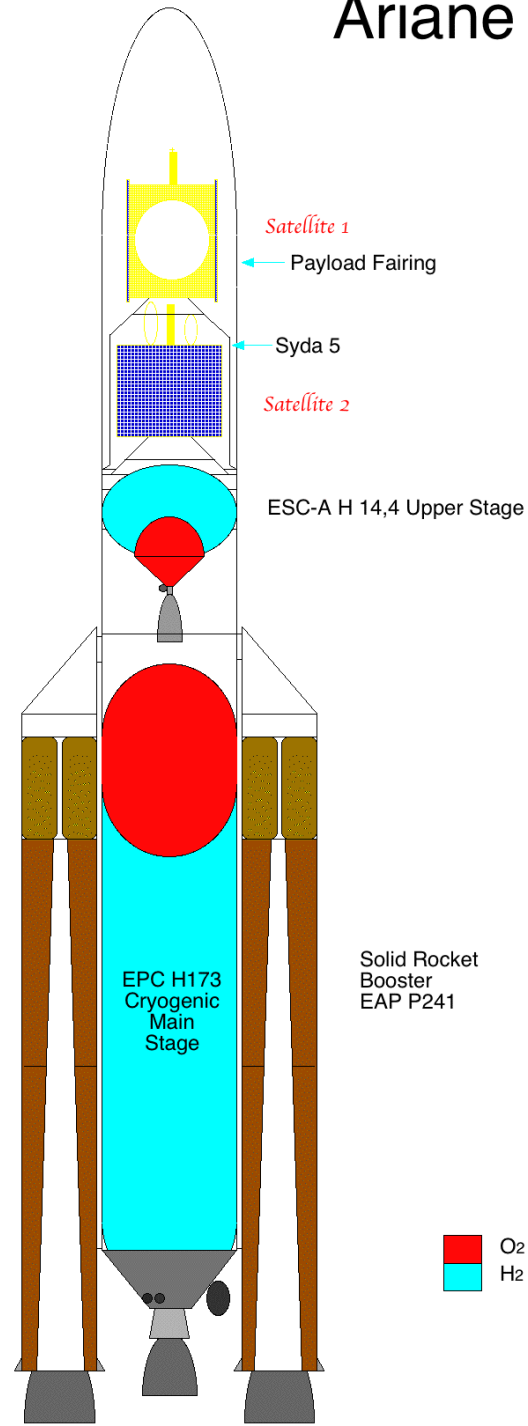
Ariane 5 ECA

- Ariane 5 ECA — pierwsza poważna modyfikacja europejskiej rakiety nośnej Ariane 5. Najcięższy i najsilniejszy wariant rakiet serii Ariane. Do użytku wszedł w roku 2002, jednak pierwszy lot zakończył się katastrofą. Rakieta wróciła do pracy w roku 2005.
- Modyfikacje pozwoliły zwiększyć udźwig rakiety niemal o 60%, z 6 000 kg do 9 600 kg na orbitę GTO.
- ostatni udany start - 20 sierpnia 2015
- w sumie 50 udanych startów (tylko pierwszy nieudany)



Ariane 5 ECA

Solid Rocket
Booster
EAP P241



Satellite 1

Payload Fairing

Syda 5

Satellite 2

ESC-A H 14,4 Upper Stage

EPC H173
Cryogenic
Main
Stage

Solid Rocket
Booster
EAP P241

O₂
H₂

Chiny – Chang Zheng 2-3



Chang Zheng 2D



Chang Zheng 3A

Chang Zheng 2F – loty załogowe

Chang Zheng 4



CZ4

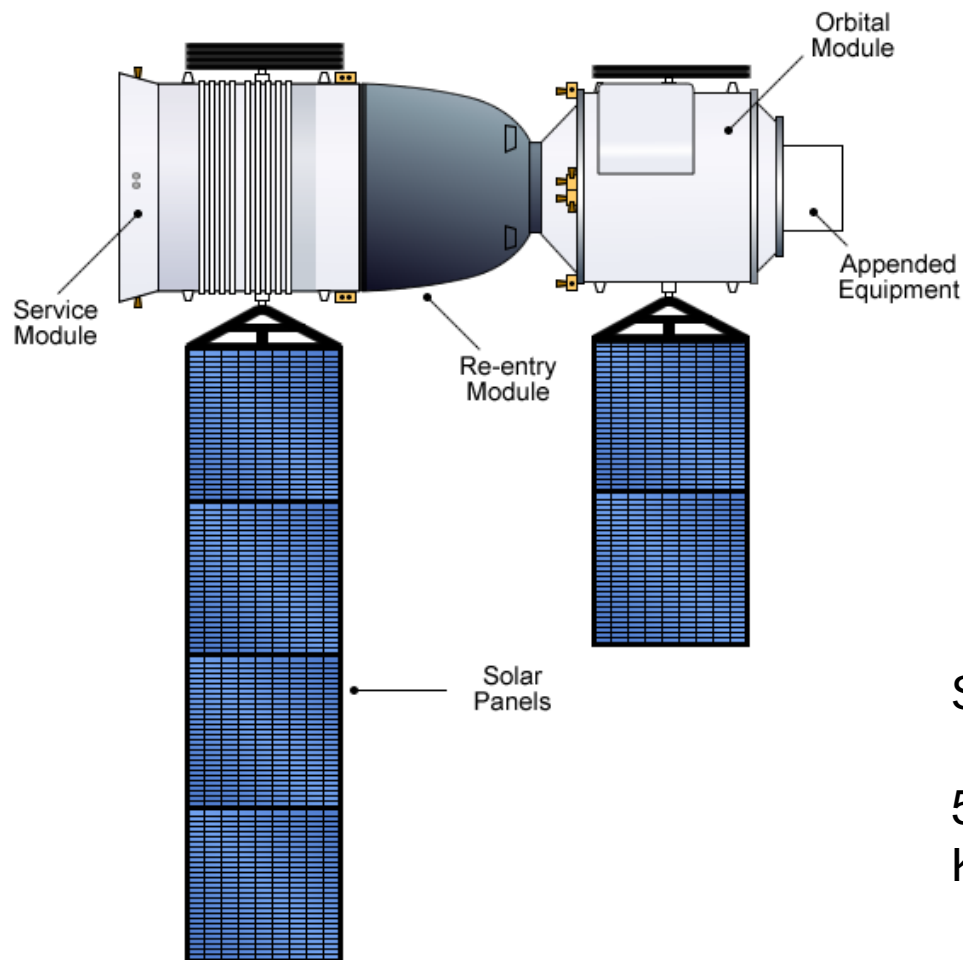


CZ-4B



CZ-4C

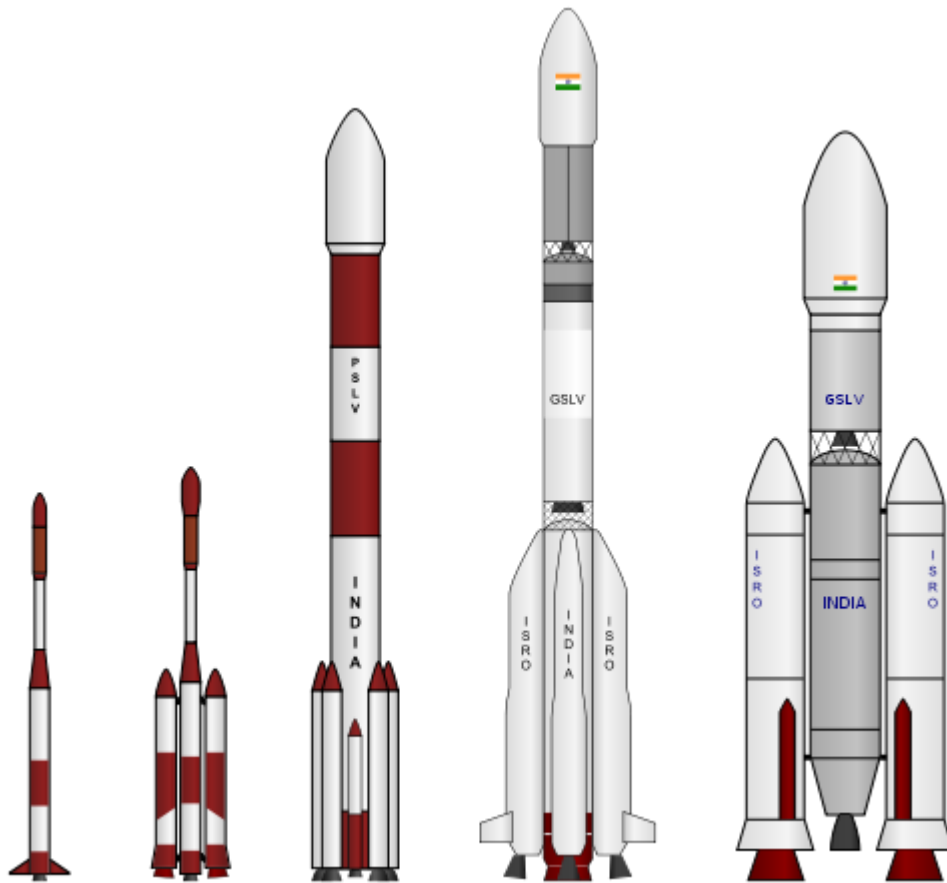
Shenzhou - chiński program kosmiczny



Schemat pojazdu Shenzhou

5 misji załogowych
Kolejna planowana na 2016

Indyjska Organizacja Badań Kosmicznych

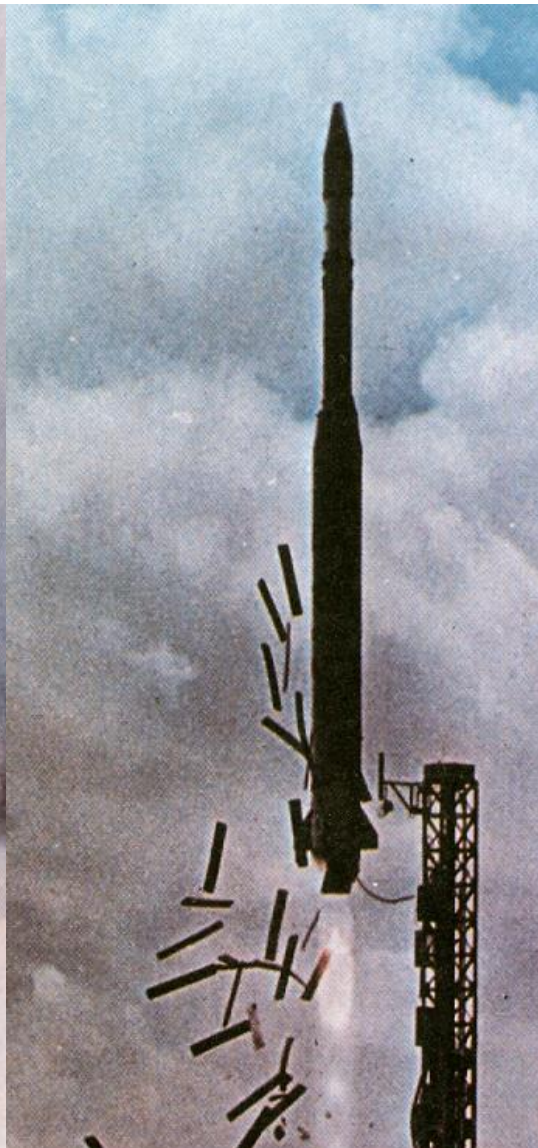


lata 1970-80

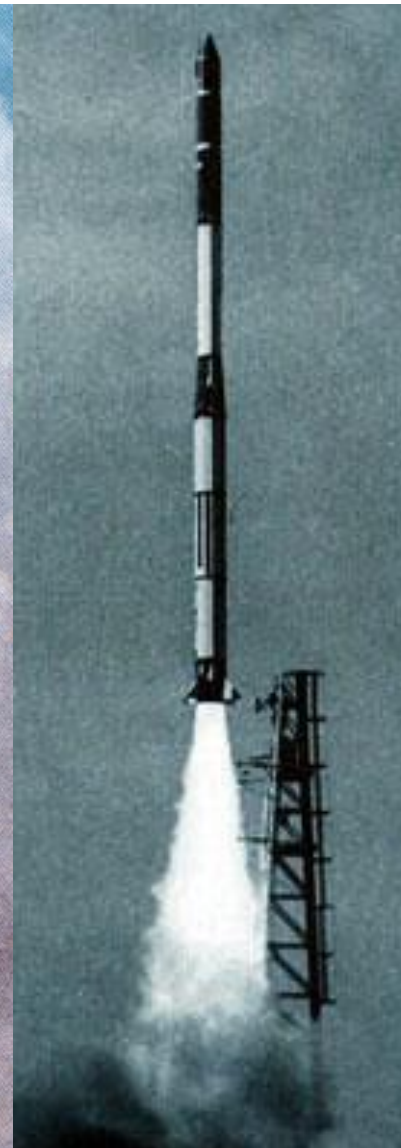
Wielka Brytania



Francja



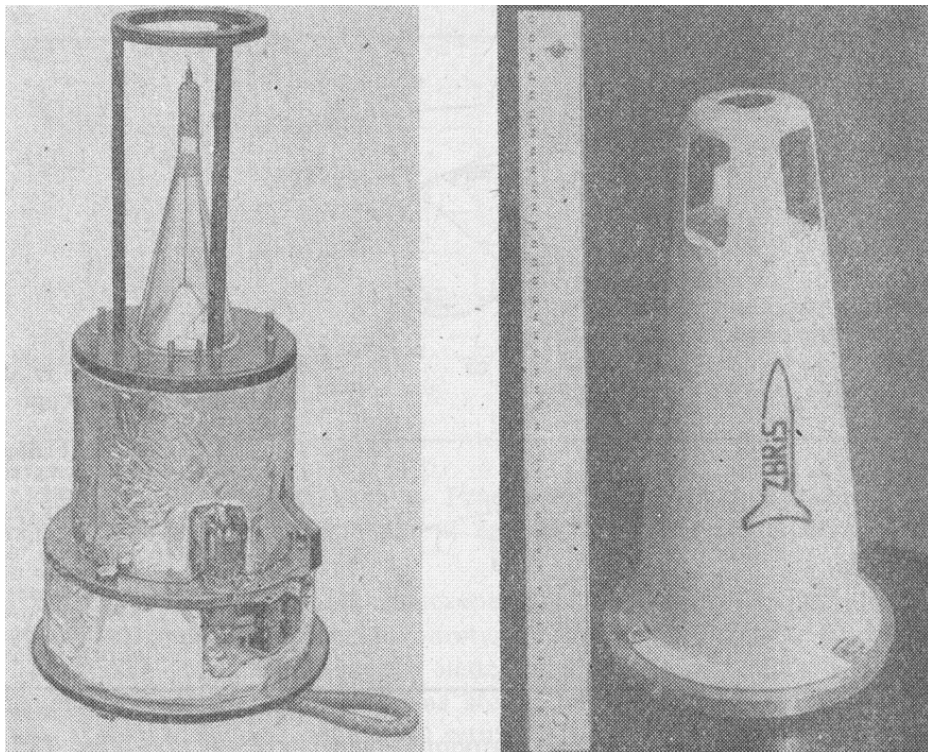
Indie



Chiny



lata 1958-72



Czujniki



Rakietoplany

Messerschmitt Me 163 Komet





BI -1



MIG I-270





Dryden Flight Research Center E49-0039 Photographed 9/49
XS-1 with crew, L to R: Eddie Edwards; Bud Rogers;
Dick Payne, crew chief; Henry Gaskins. NASA photo



NASA Dryden Flight Research Center Photo Collection
<http://www.dfrc.nasa.gov/Gallery/Photo/index.html>
NASA Photo: ED06-0174-1 Date: 1954/1956 Photo By: Bell Aircraft Company



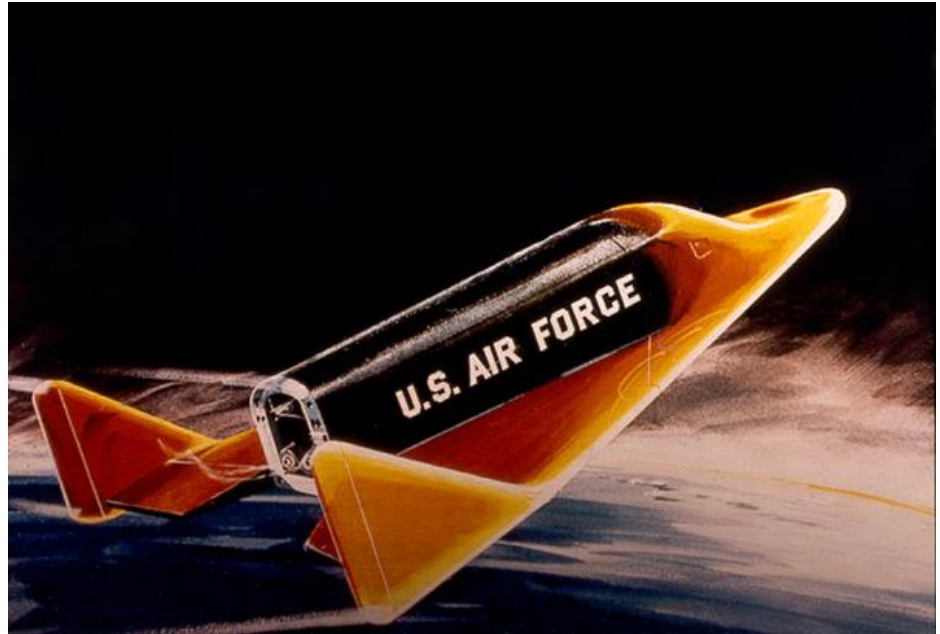
X-2 Number 1 (#674) landing with skids deployed



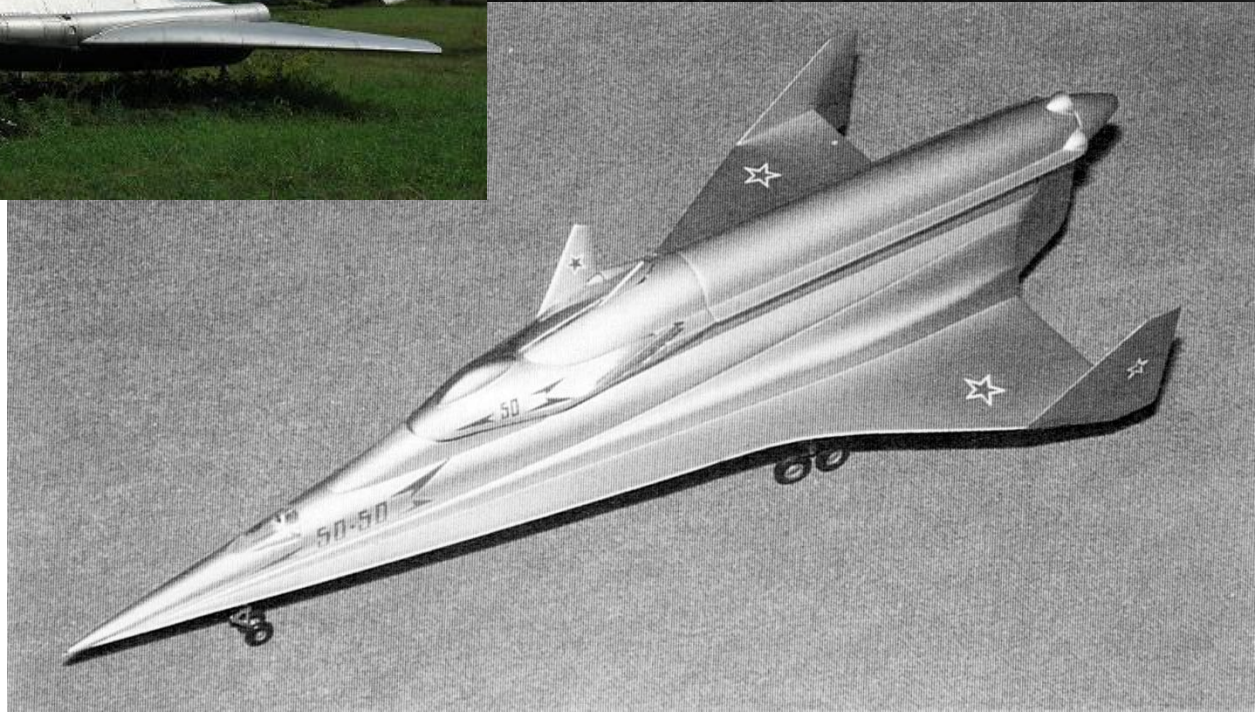
NASA Dryden Flight Research Center Photo Collection
<http://www.dfrc.nasa.gov/gallery/photo/index.html>
NASA Photo: EC88-0180-9 Date: early 1960s



X-15 #3 and F-104A chase plane landing



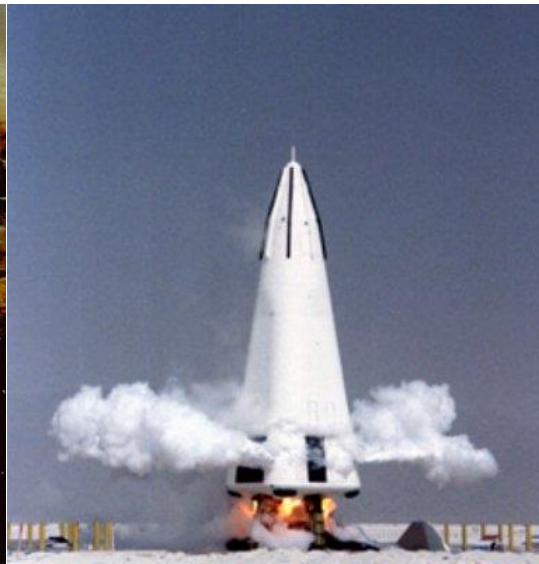
MiG-105



lata 1980

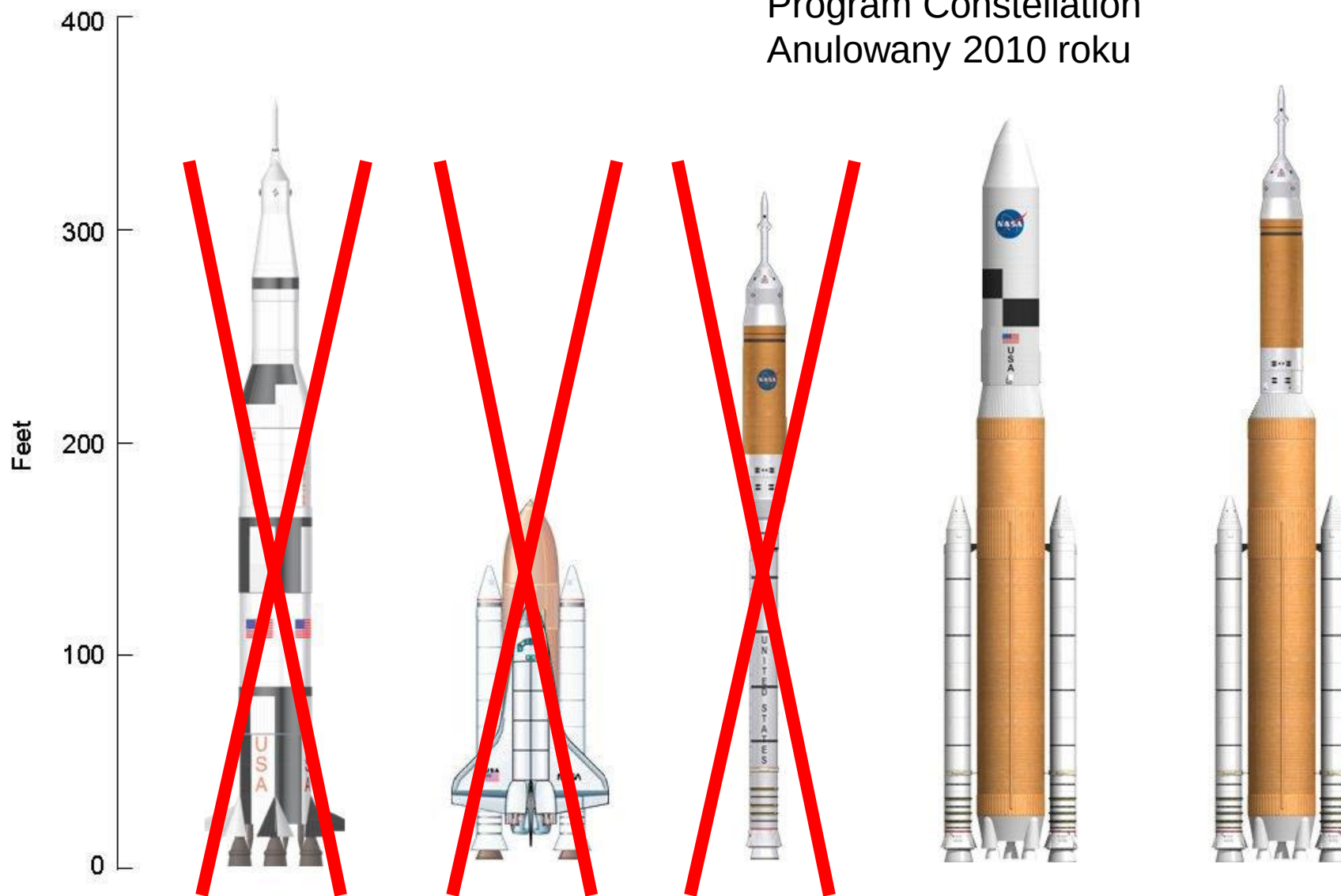


lata 1990



Program Constellation

Program Constellation
Anulowany 2010 roku



Stan obecny

Pegasus

https://www.youtube.com/watch?v=o5Z_YvjBuGE



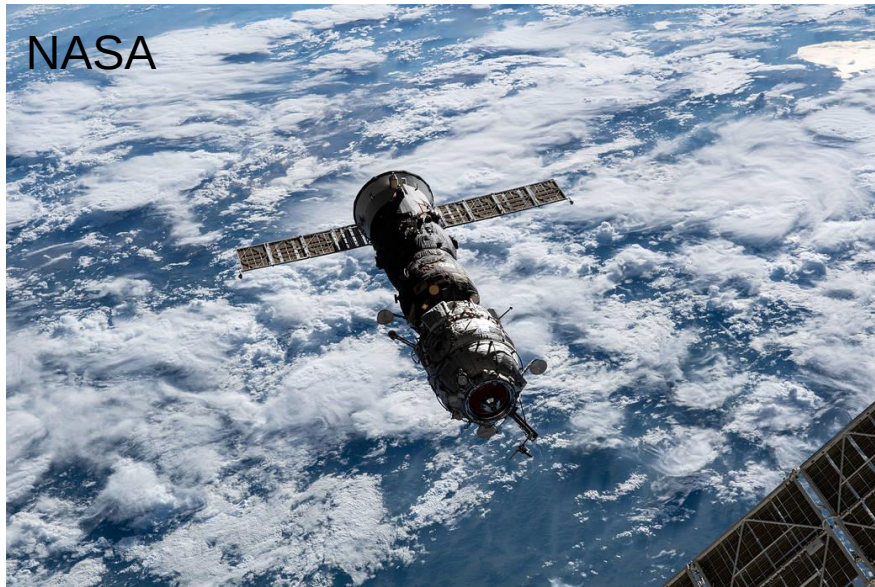
Zdolność wynoszenia do 453,59 kg na niską orbitę (LEO), obecnie rakietą jest wynoszona przez Lockheed L-1011 TriStar (Stargazer)

Stratolaunch



<https://www.youtube.com/watch?v=VFHAz4AG-no>

Stan obecny



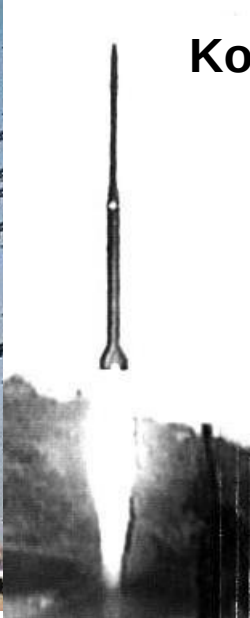
© ESA/D. Ducros - 2010

Stan obecny

Chiny



Korea



Iran



Izrael



Japonia



Brazylia



Indie

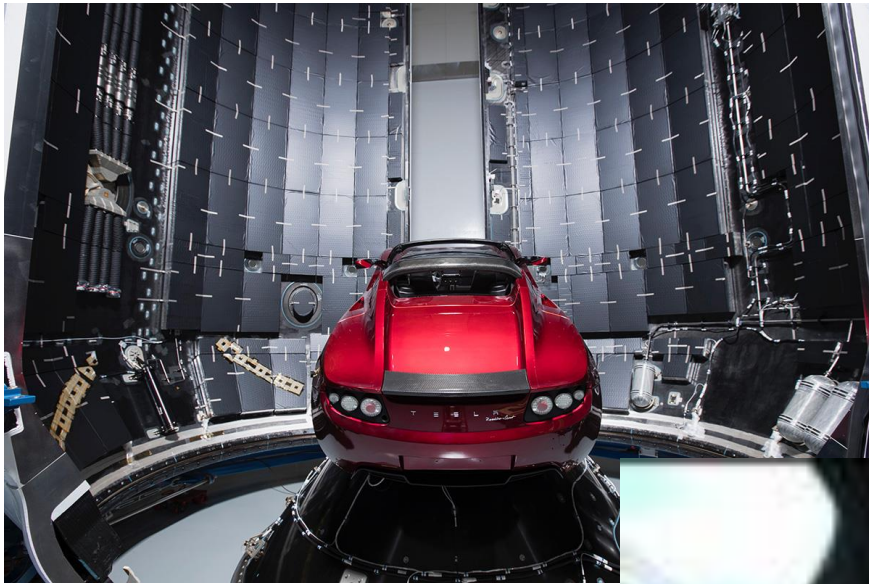


Cygnus



Rakieta nośna Antares

Space X



space.com



https://www.youtube.com/watch?v=reMTcjlw_Tcw

Space X



https://www.youtube.com/watch?v=sYmQQn_ZSys

Dragon



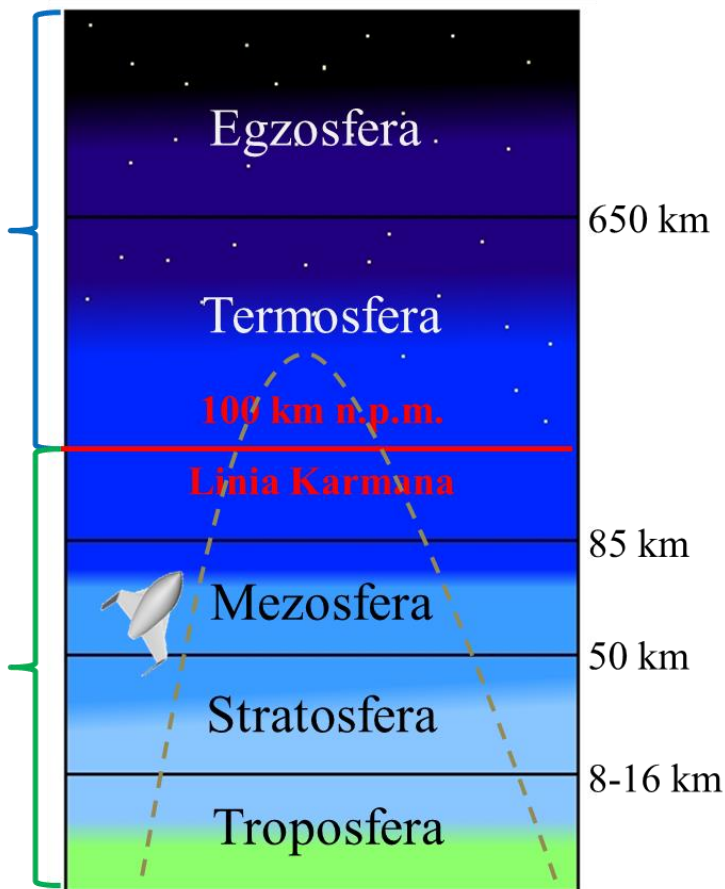
Crew 1: 16.11.2020 – 02.05.2021

Crew 2: 23.04.2021 – trwa

Komercyjne loty kosmiczne

Suborbitalne

Atmosfera ziemską Przestrzeń kosmiczną



Natomiast, Federalna Administracja Lotnictwa (ang. FAA - Federal Aviation Administration) uznaje wysokość 50 mil (80.5km) za granicę kosmosu

Ansari X-Prize



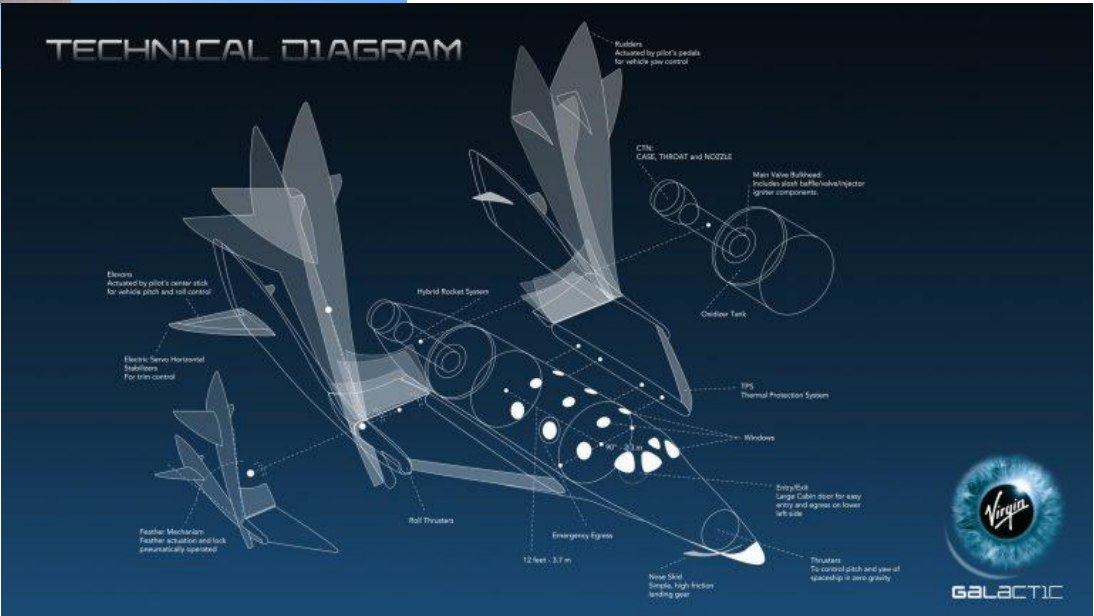
Komercyjne loty kosmiczne



Suborbitalne

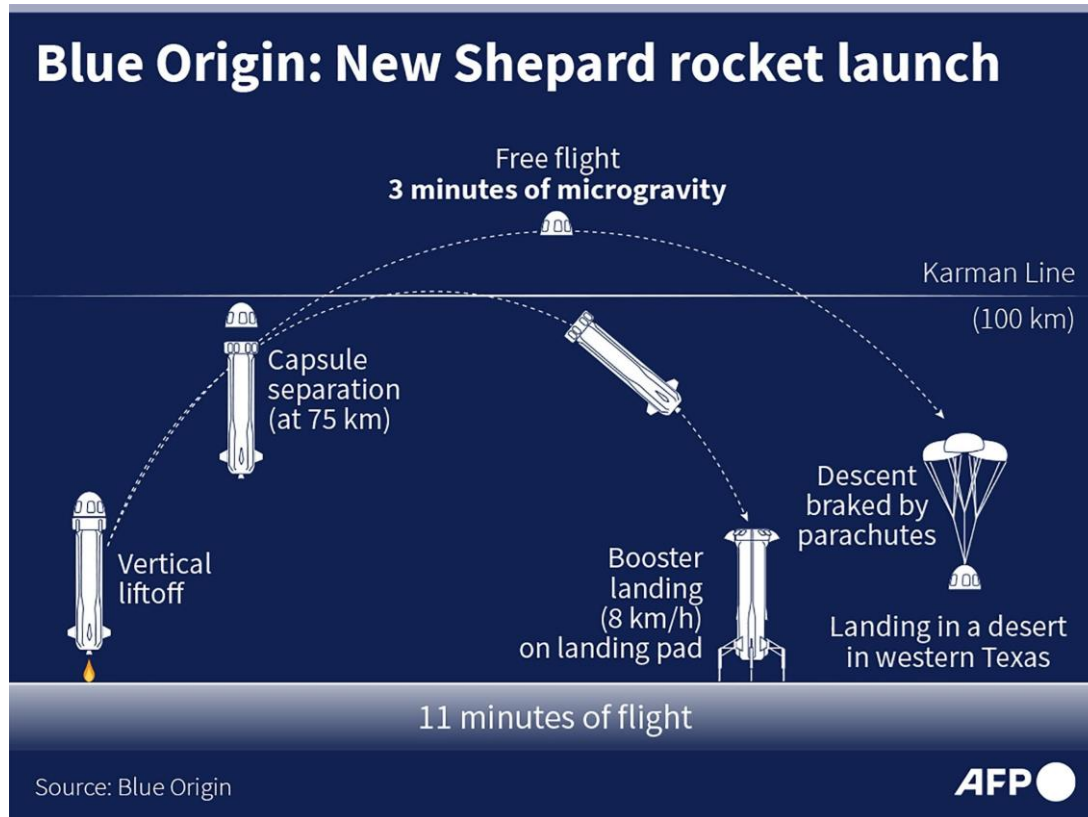
Virgin Galactic

11 lipca 2021



Komercyjne loty kosmiczne

Suborbitalne



Blue Origin

Komercyjne loty kosmiczne

Orbitalne

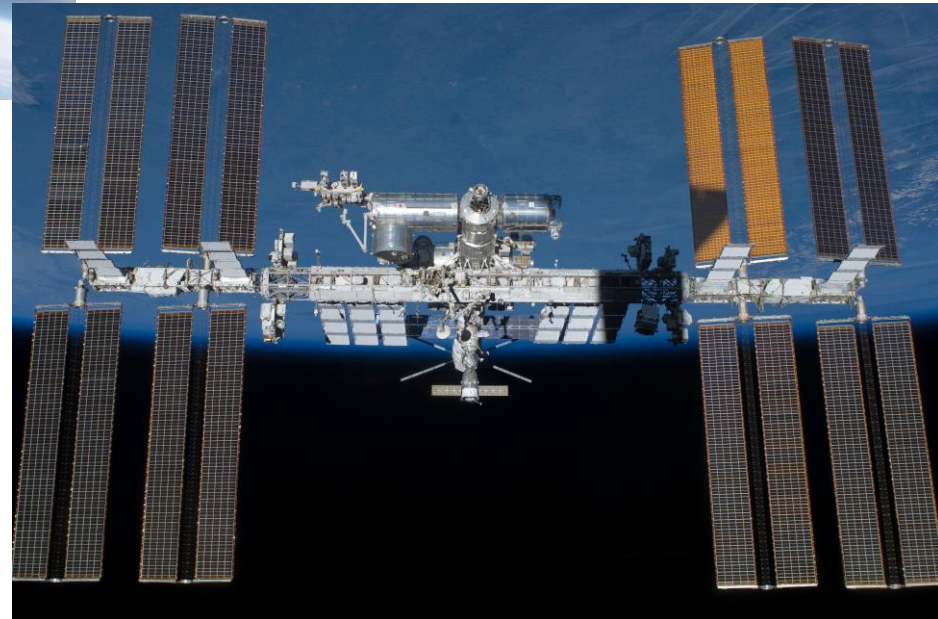


nasaspaceflight.com

Inspiration4

28.04.-06.05.2001 -
Dennis Anthony Tito,
pierwszy turysta

NASA



Starship



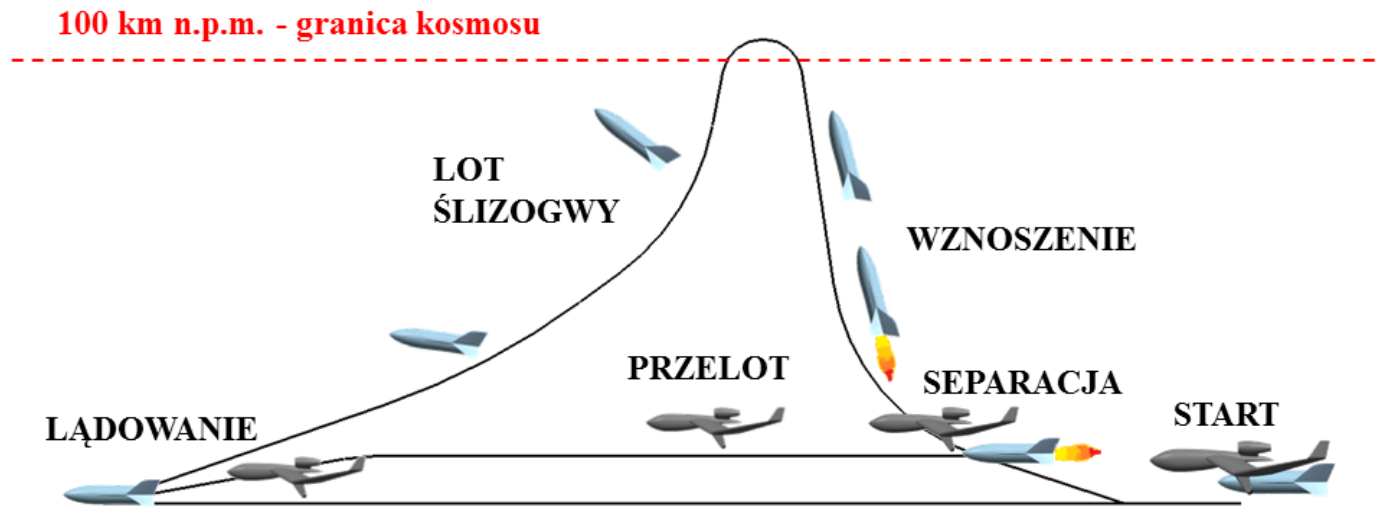
<https://www.youtube.com/watch?v=gA6ppby3JC8>

Starship



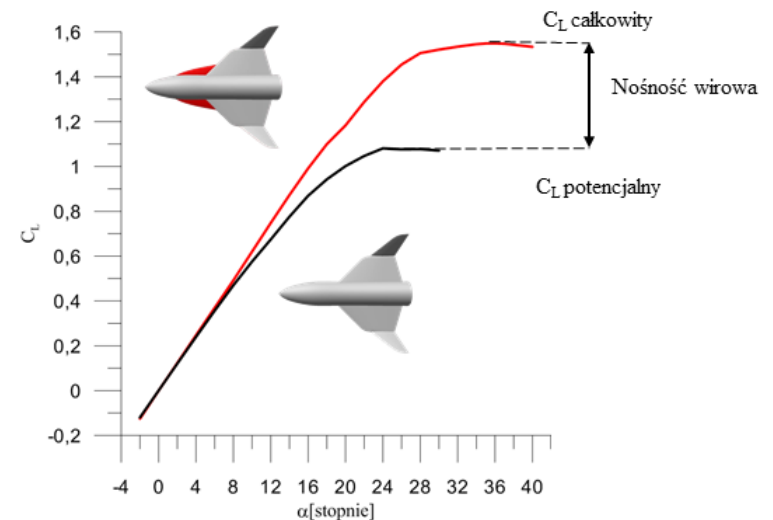
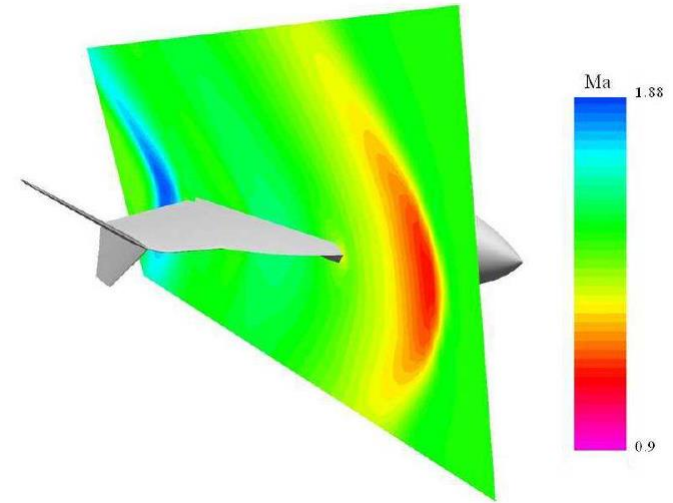
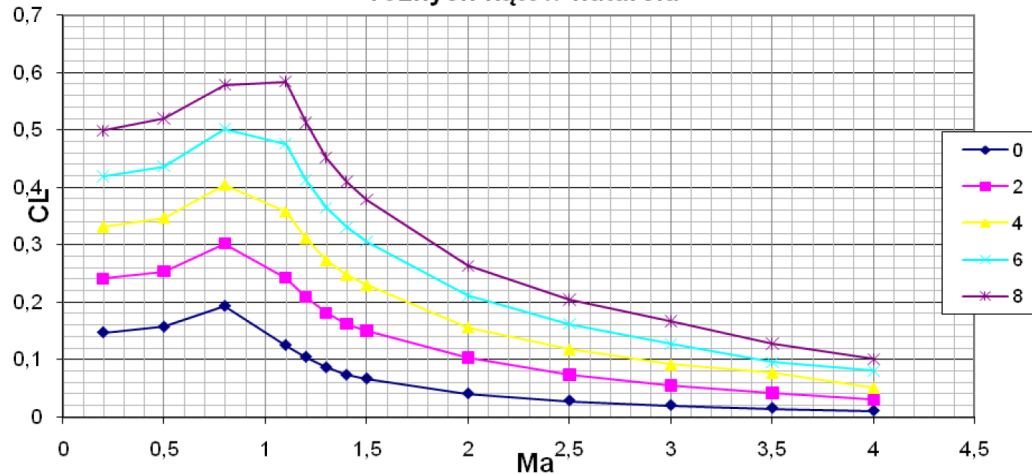
<https://www.youtube.com/watch?v=zqE-ultsWt0>

Rakietoplan Lolek



Rakietoplan Lolek

Wykres współczynnika siły nośnej w funkcji liczby Macha dla różnych kątów natarcia

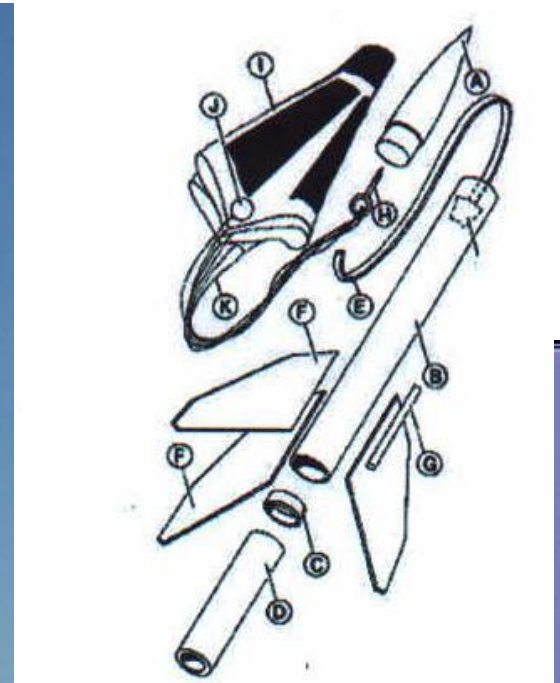


Zastosowanie Rakiet

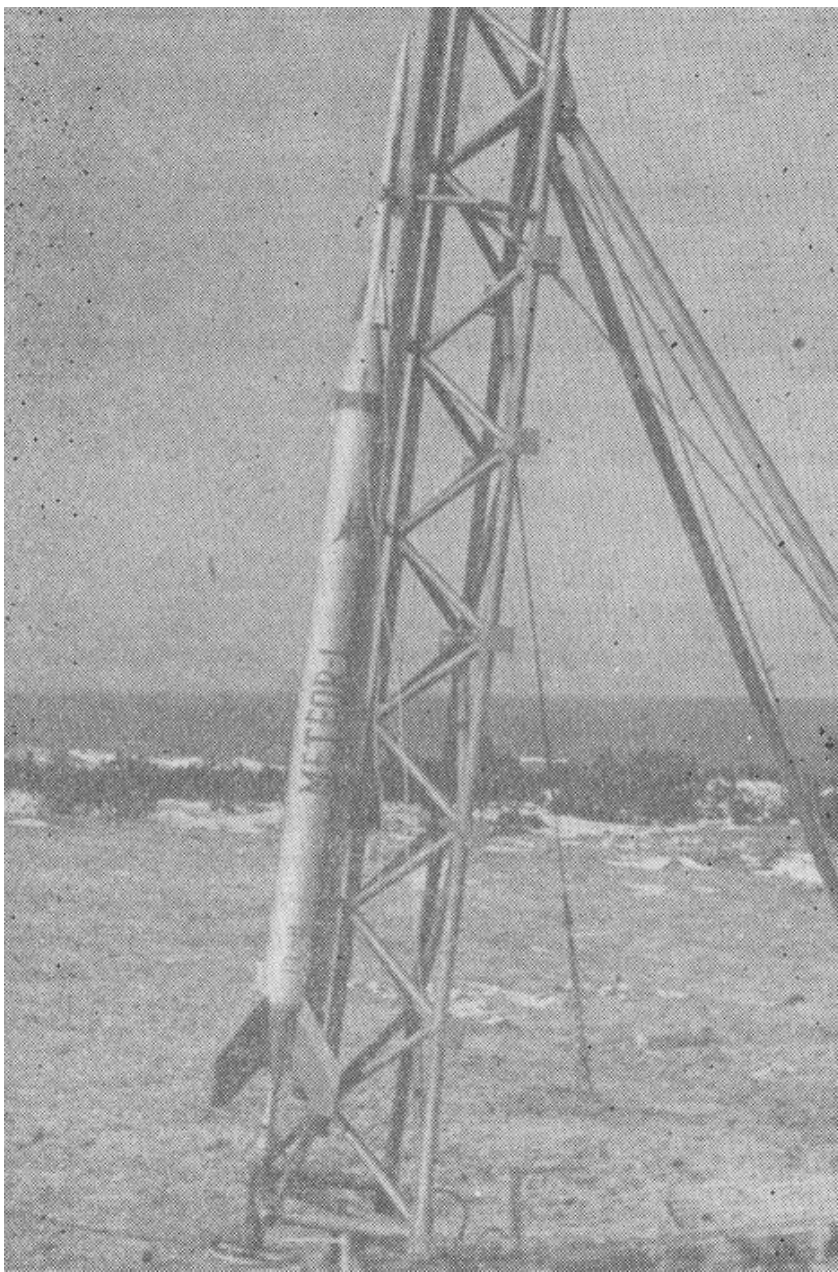
Ognie sztuczne, rakiety sygnałowe, flary oświetlające



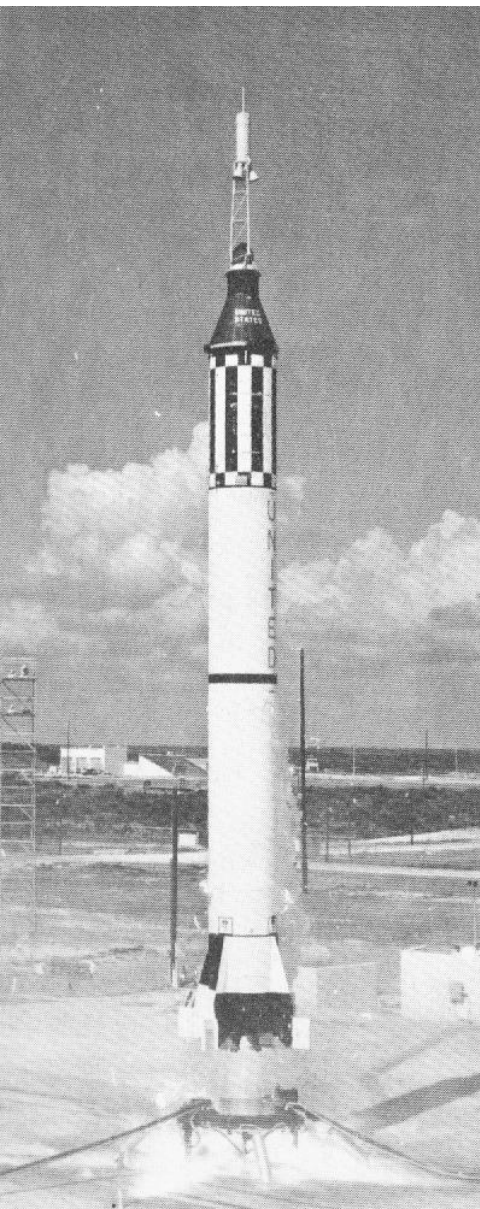
Modelarstwo rakietowe



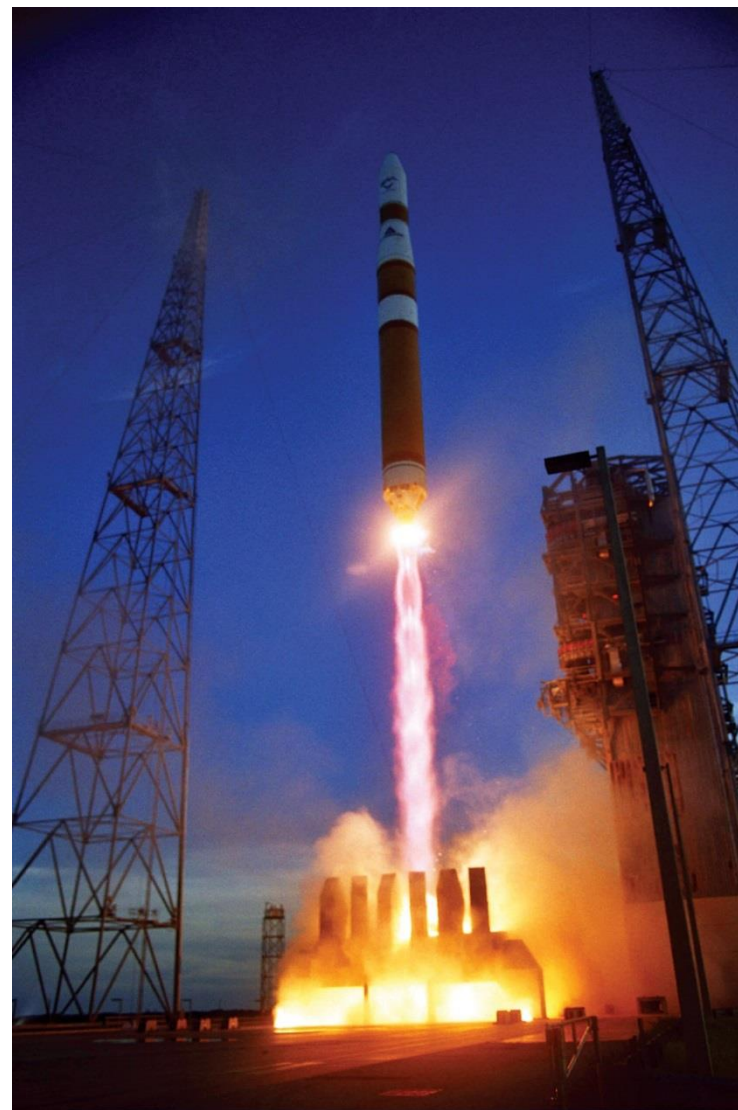
Sondaż atmosfery



Rakiety nośne „suborbitalne”



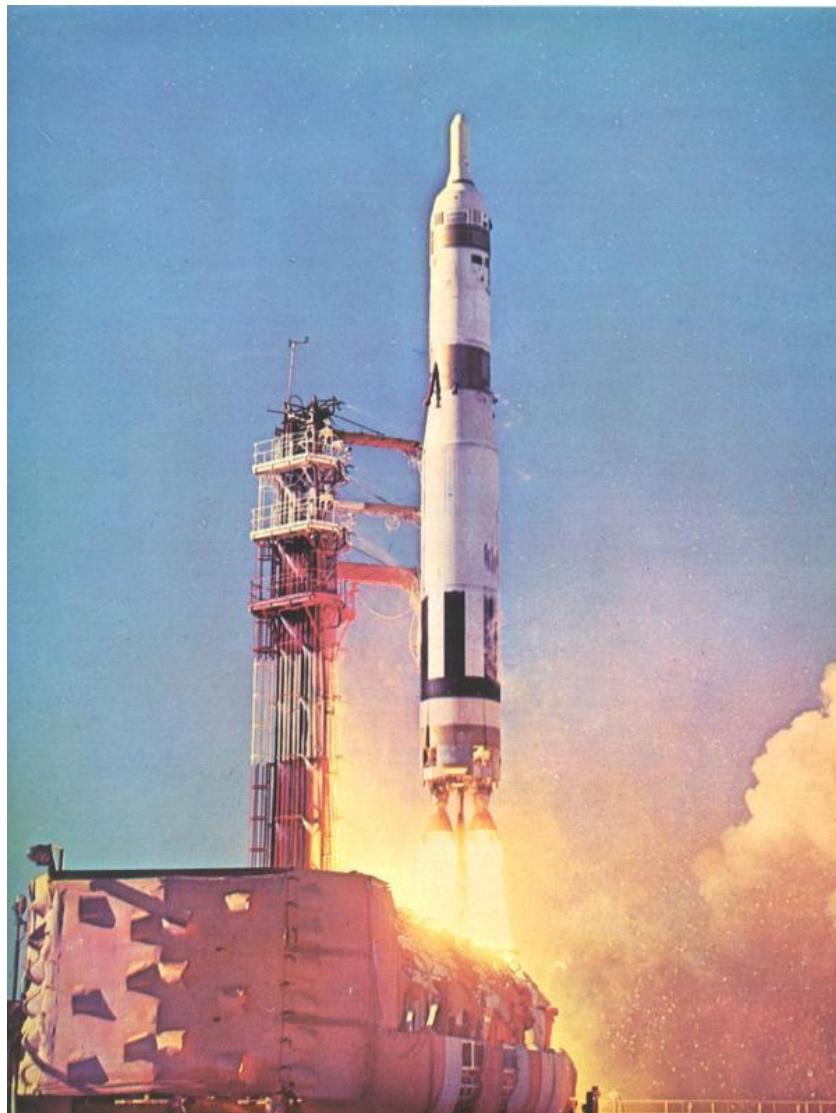
Rakiety nośne „orbitalne”



Rakiety nośne „międzyplanetarne”



Rakiety międzykontynentalne



Start z silosu



Rakiety strategiczne



Rakiety taktyczne

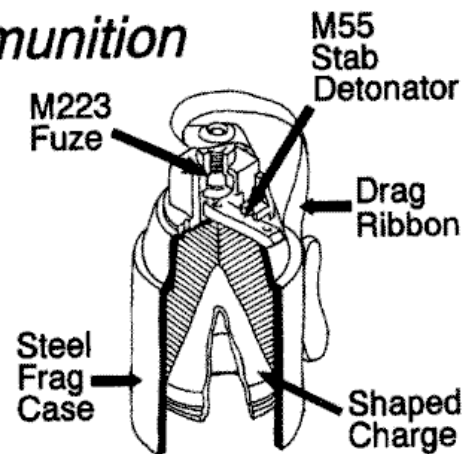


Głowice kasetowe



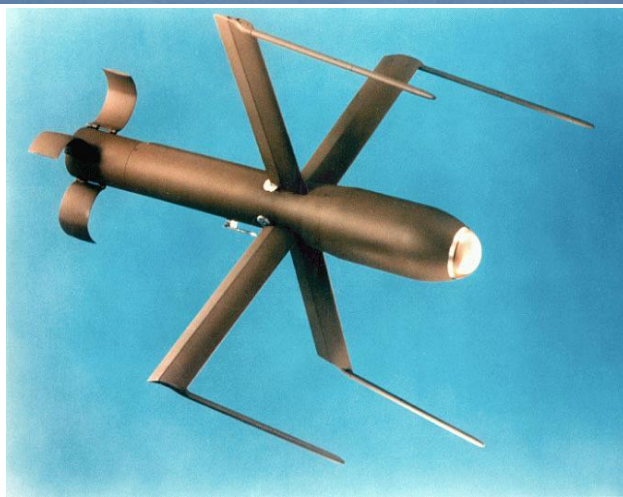
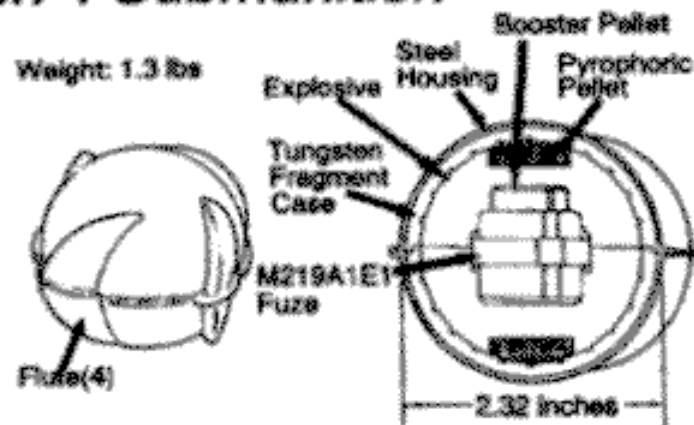
M77 Submunition (DPICM)

Height: 81mm
Diameter: 38mm

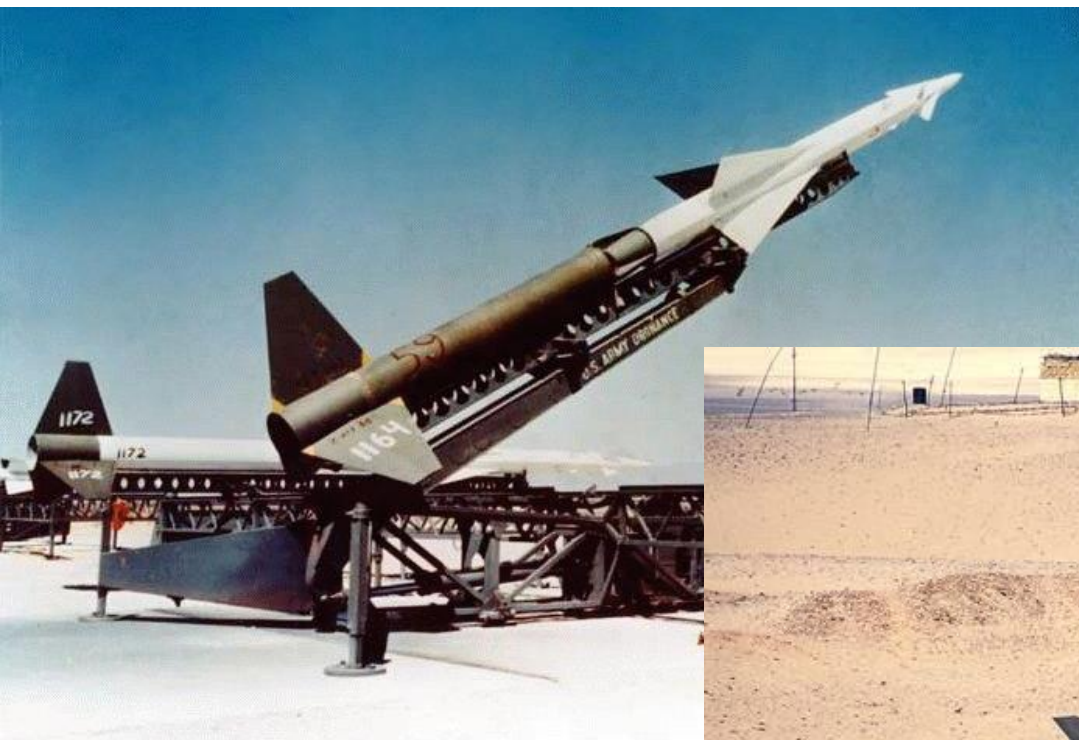


M74 Submunition

Weight: 1.3 lbs



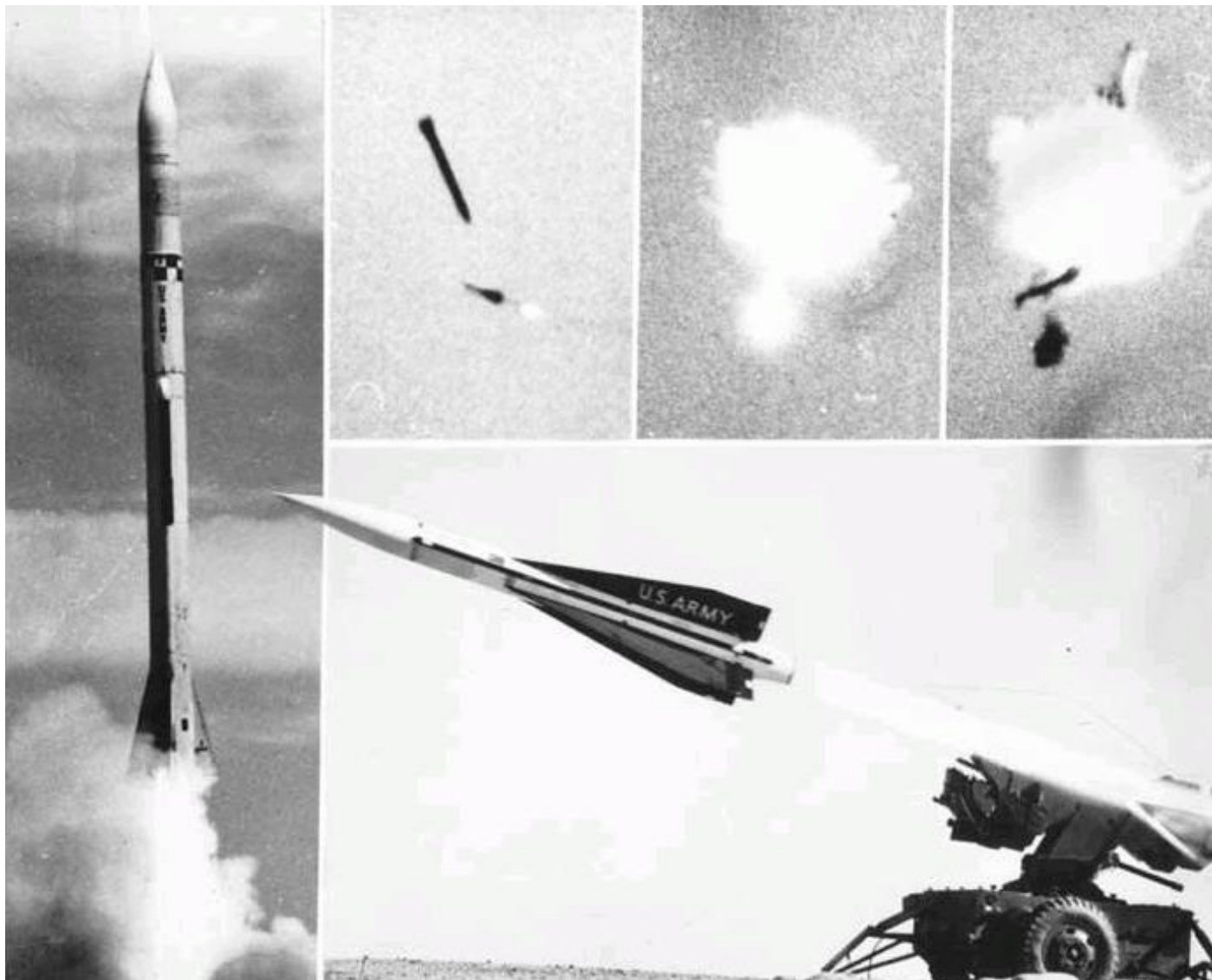
Rakiety przeciwlotnicze



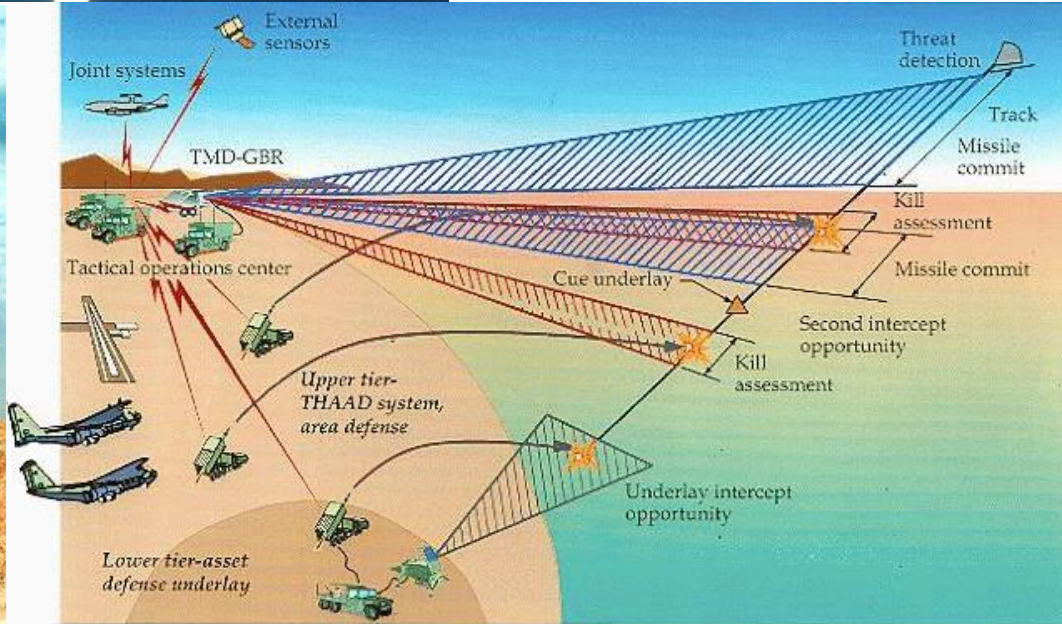
Rakiety przeciwlotnicze



Rakiety antyrakietowe



Rakiety antyrakietowe



Rakiety lotnicze



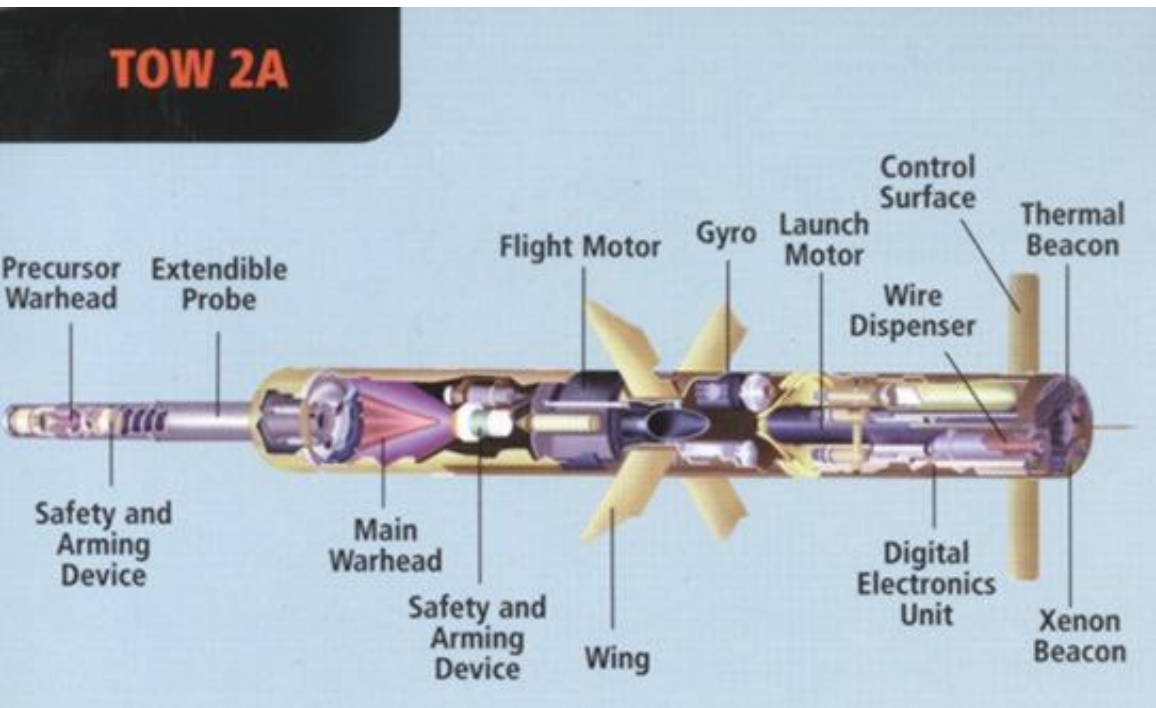
Rakiety powietrze - ziemia



Rakiety powietrze - ziemia



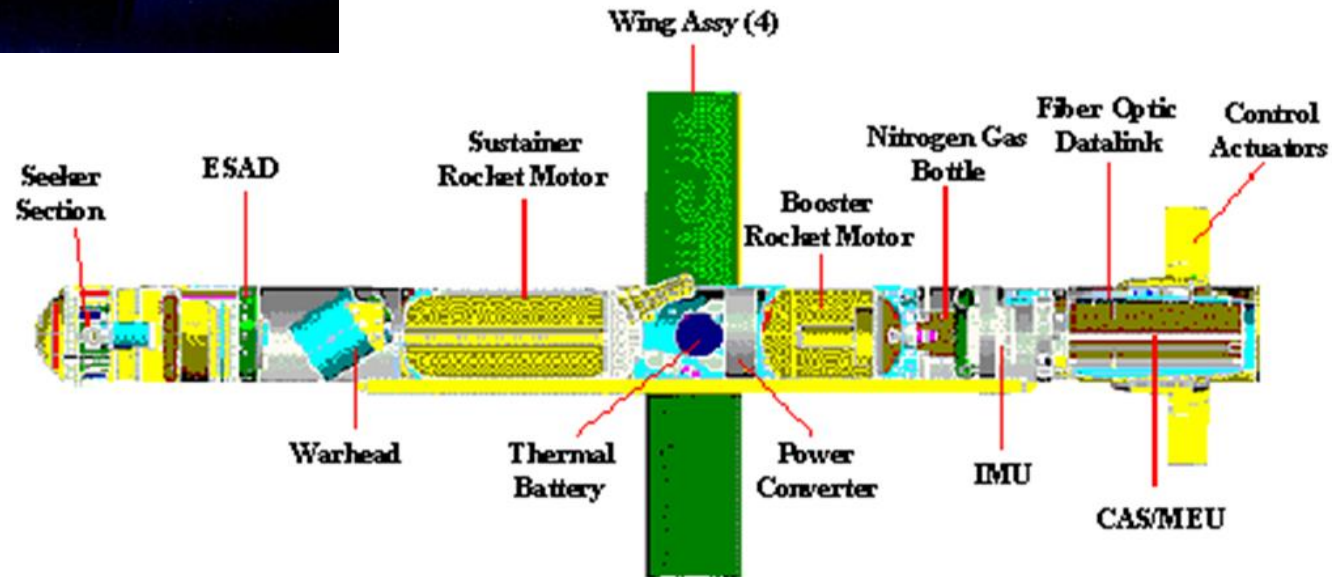
Rakiety przeciwpancerne



TOW guided missile.

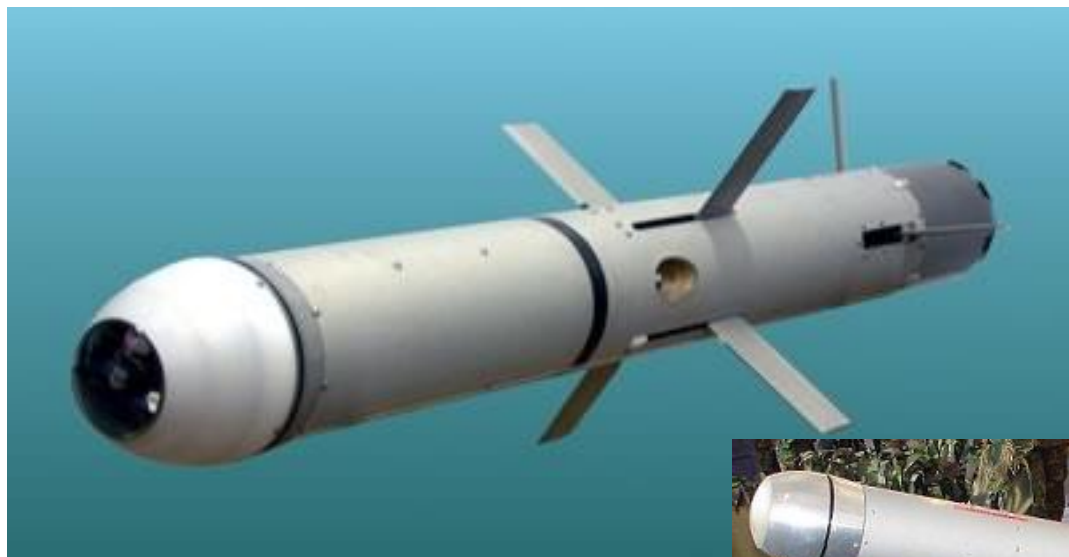
Rakiety przeciwpancerne

EFOGM MISSILE



Dimensions	
Length	76.9 in.
Diameter	6.55 in.
Weight	117 lbs.

Rakiety przeciwpancerne



Raporty NASA <http://ntrs.nasa.gov/search.jsp>

S. Isakowitz, J. Hopkins, J. Hopkins „International Reference Guide to Space Launch Systems”

W. Hammond „Space Transportation: A Systems Approach to Analysis and Design”

W. Hammond „Design Methodologies for Space Transportation Systems”

D. Baker „The Rocket, The History and Development of Rocket and Missile Technology

M. Gruntman „Blazing the Trail”

A. Young „The Saturn V F-1 Engine. Powering Apollo into History”

J. Walczewski „Polskie rakiety badawcze”

J. Nowicki, K. Zięcina „Samoloty Kosmiczne”

THE END