

Nazwa przedmiotu:	SILNIKI LOTNICZE I KOSMICZNE			KATEDRA SAMOLOTÓW I SILNIKÓW LOTNICZYCH <small>POLITECHNIKA RZESZOWSKA</small> 	
Typ zajęć:	LABORATORIUM				
Temat sprawozdania:	PRZEGLĄD SILNIKÓW LOTNICZYCH				
Autor:	Szymon Koziarz			Nr indeksu:	163610
Kierunek studiów	ML2-DI	Cykl dydaktyczny	2020/2021 L	Nr grupy:	L6

Prowadzący:	dr inż. Arkadiusz Bednarz
Data zajęć:	30.03.2021
Data złożenia sprawozdania:	11.06.2021
Ocena:	

1. Kłap teoretyczny.

Tłokowe silniki spalające to silniki ciepłe, tzn. przetwarzające doprowadzoną do nich energię ciepłą na pracę mechaniczną. Energię ciepłą uzyskuje się w skutek spalania mieszanki paliwowo-powietrznej wykorzystywanej do zasilenia danego silnika. Z uwagi na to, że paliwo jest spalane wewnątrz silnika, są one określane jako silniki o spalaniu wewnętrznym. Charakterystyczną cechą działania silnika są okresowe zmiany objętości komory spalania wynikające ze zmianą położenia tłoka w cylindrze. Te zmiany mającej się zapewne mechanizm tłokowo-korbowy, sprężający ruch obrotowy wału korbowego z ruchem posunięto-zwrotnym tłoka w cylindrze. Główny produkt silników tłokowych:

- ze względu na rodzaj surowców w cyklach roboczym
 - dwusuwowe
 - czterosuwowe
- ze względu na sposób zapłonu
 - o zapłonie iskrowym
 - o zapłonie samoczynnym
- ze względu na układ cylindrów.
 - rzędowe
 - przeciwniebieżne (bokser)
 - wielorzędowe (skrzyniowe i V)
 - gwiazdowe.

Wyróżniamy się dwa podstawowe sposoby dotychczasowe:
mechaniczny, w którym sprężenie jest poprzedzone od
zeta korbowego silnika, oraz z poprzedzeniem turbiny,
wykorzystującej energię gazów spaliny. Istota
dotychczasowe polega, na doprowadzeniu większej masy
rodzinną do ugięcia w swoim napędzaniu.

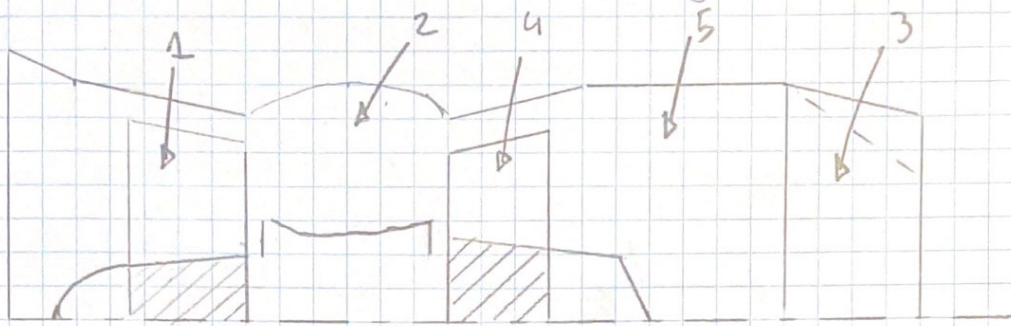
Silnik przepływowy, innej odnuty - jest
to silnik spaliny, w którym podciągane ze spalania
energii ciepłej jest przekształcane w energię kinetyczną
gazów wypływających przez dyszę. Wynikiem
z odnuty przedłożone gazy będące produktem spalania
tworzą siłę ciągu skierowaną w przeciwną stronę.
Silnik odnuty utworzonym jest często z silnikiem
turbodnuty, dmuchawowym lub turbowentylatorem
Do silników odnuty zalicza się takie silniki rakietowe
i silnik pulsacyjny.

Typy silników odnuty:

- silnik rakietowy
- silniki odnuty prelatowe:
 - bezsprężarkowe
 - * s. strumieniowy
 - * s. pulsacyjny
 - sprężarkowe
 - * motorjet
 - * silnik turbodnuty
 - o ze sprężarką osiową
 - o ze sprężarką bionową
 - o silnik turbodnuty dmuchawowy

~ s. tuhowentylatorowy.

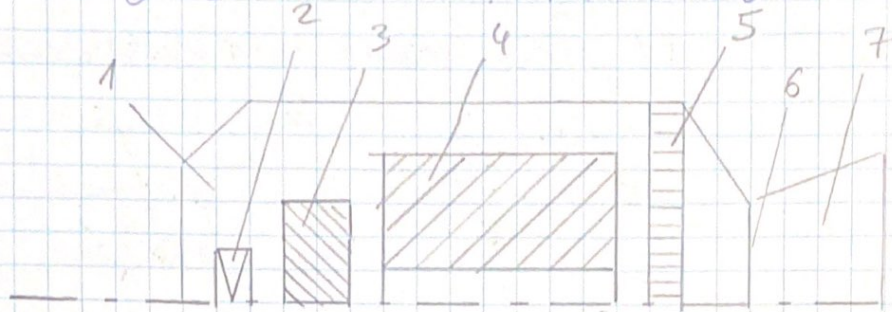
SCHEMAT SILNIKA OPISOWEGO JEDNOPRZEPŁYWOWEGO



1 - sprężarka, 2 - komora sprężenia, 3 - dysza wylotowa
4 - turbina, 5 - kompresor

Silnik rakietowy - rodzaj silnika odrzutowego, czyli wykorzystującego zjawisko odrzutu substancji roboczej, który ma pomiar v tłaćcie pracy cieplej substancji z obrotami, dzięki czemu może pracować w próżni kosmicznej. Substancją roboczą mogą być produkty spalania (gazy spalinowe) powstające przy utlenianiu paliwa (chemiczny silnik rakietowy), przy czym również pełno rakietowe, jak i utleniacz znajdujący się w zbiornikach napędowego urządzenia (ten nie jest pomocny z atmosfery). Może mieć być jonowy rozprężenie elektromagnetyczne (silnik jonowy) lub plazma, a nawet strumień fotonów (silnik fotonowy). Silnik rakietowy stosowany jest najczęściej w rakietach i promiennikach kosmicznych oraz pociskach rakietowych. Ogólne moce podziału silnika rakietowego zależnie od źródła ich energii i od substancji roboczej.

SCHEMAT SILNIKA RAKIETOWEGO



- 1 - komora spaleniowa 2 - zastrzykacz paliwa
 3 - podciężnik zapalający, 4 - łuski nozdzowa
 5 - uszczelnienie 6 - precooling 7 - dysza wydechowa

2. WZORY PO DANYCH W TABELKACH

- Ciężar silnika m_{sil} - masa silnika
 $Q = m_{sil} \cdot g$ g - przyspieszenie ziemskie
 ($g \approx 9,81 \frac{m}{s^2}$)

- Ciężar jednostkowy

$$q = \frac{Q}{\dot{m}} \quad \dot{m} = \text{strumień masy}$$

- Ciężar jednostkowy

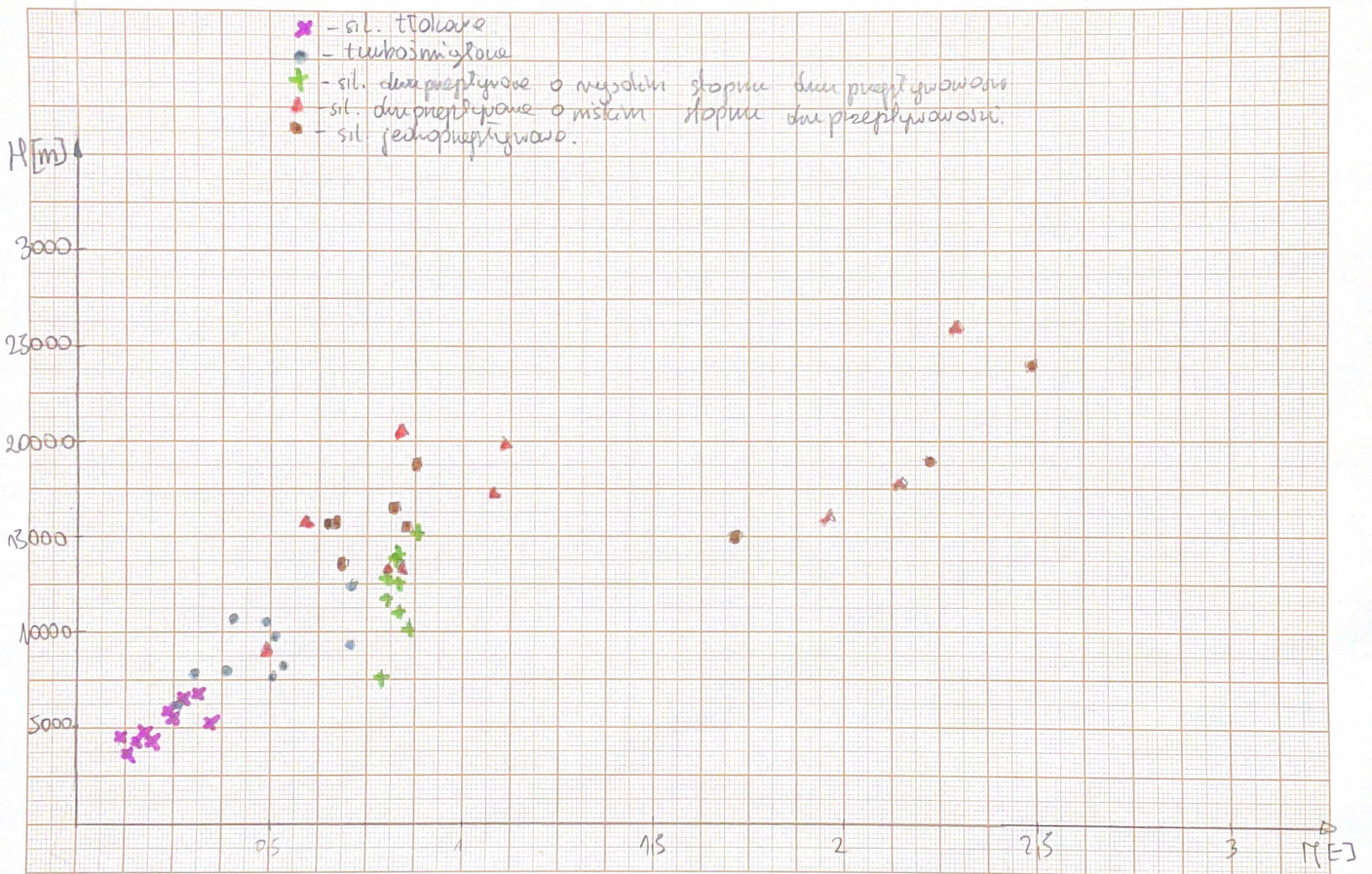
$$k_j = \frac{K}{\dot{m}} \quad K = \text{ciężar [kN]}$$

- Liczne Macha dla ISH

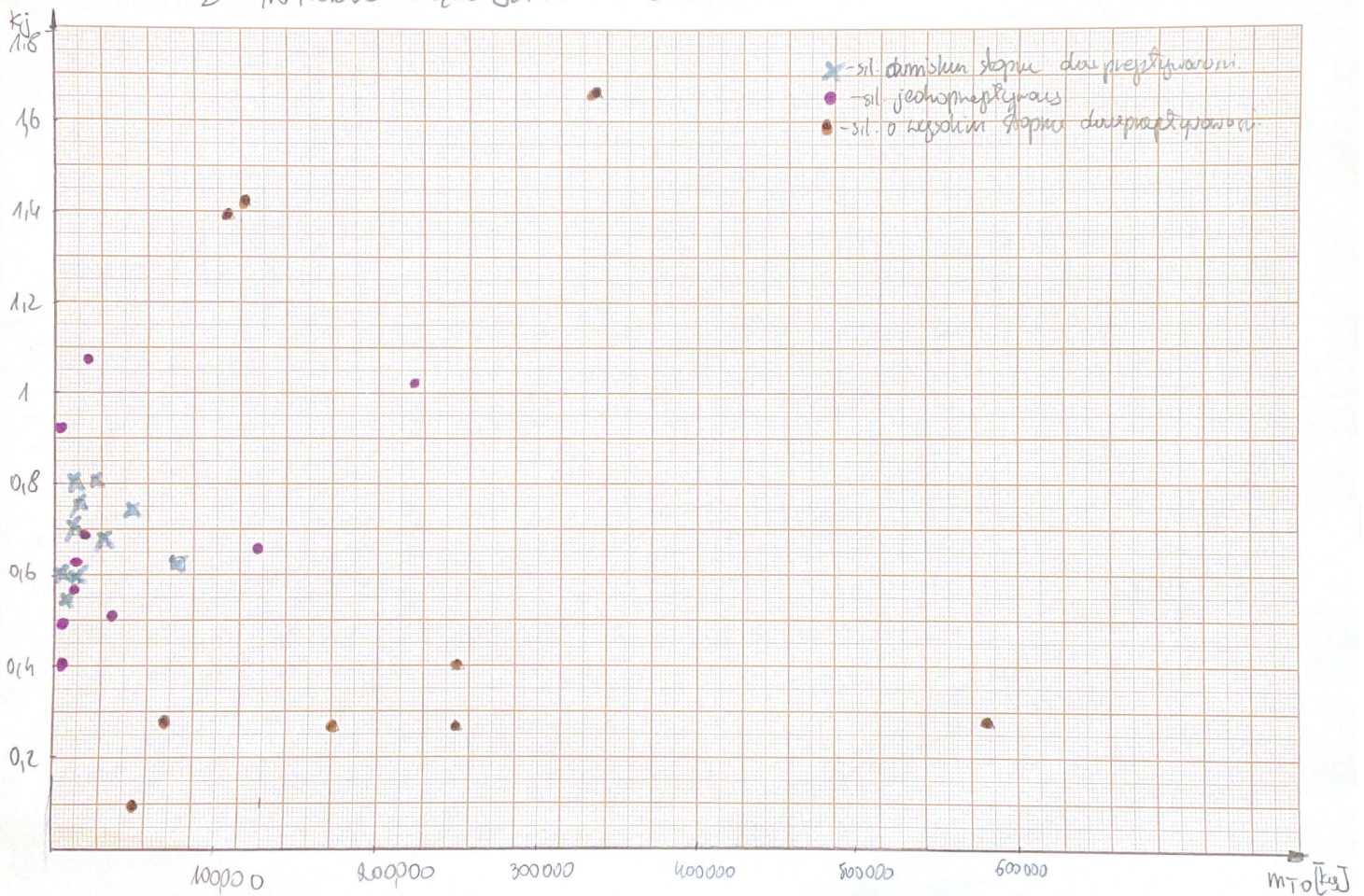
$$M = \frac{V}{a}$$

V - prędkość
 a - prędkość dźwięku
 dla temp. $15^\circ C$ $a \approx 340 \frac{m}{s}$
 $\approx 1223 \frac{km}{h}$

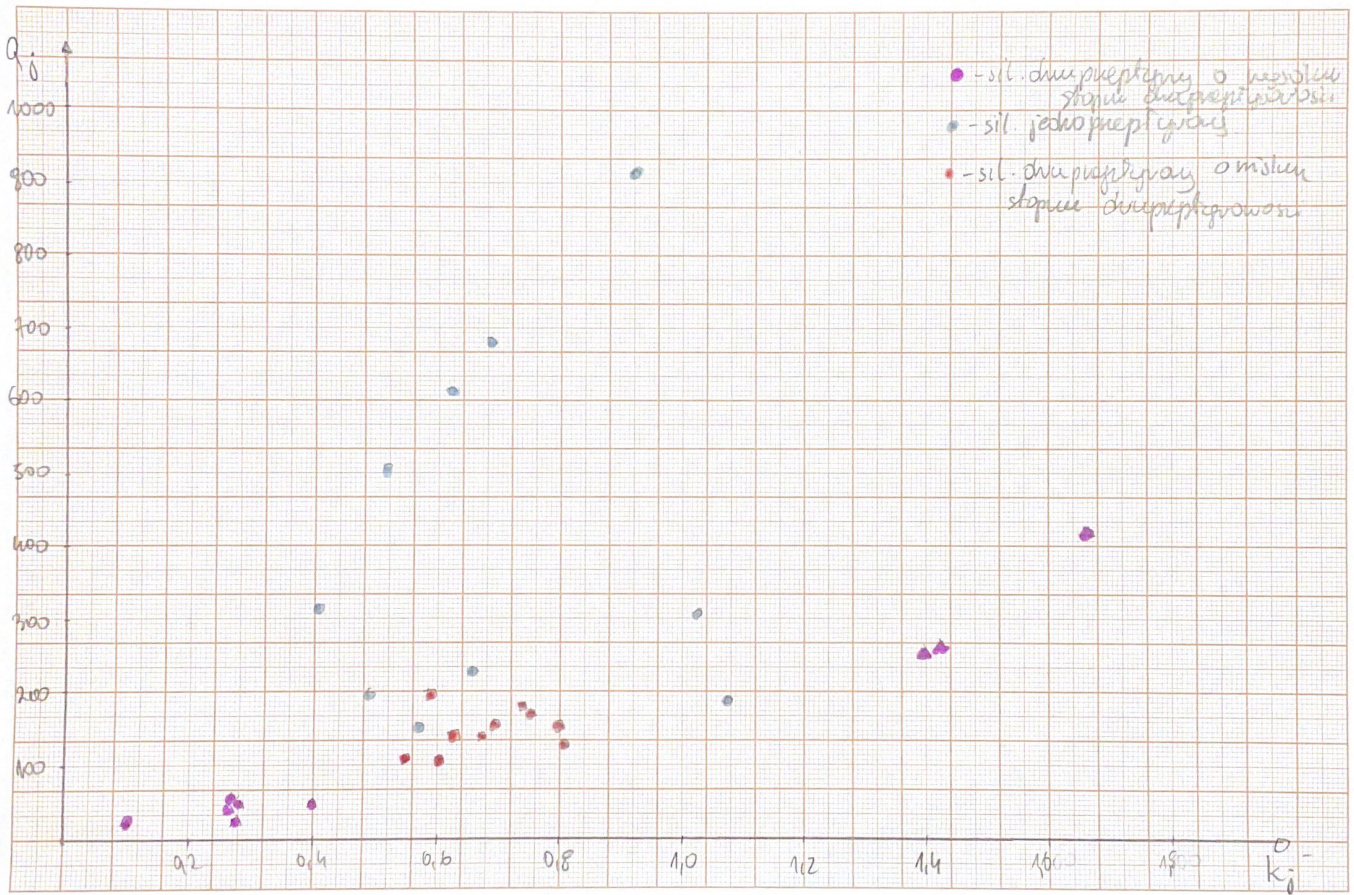
1- WYKRES PŁEAPU OD LICZBY MACHA



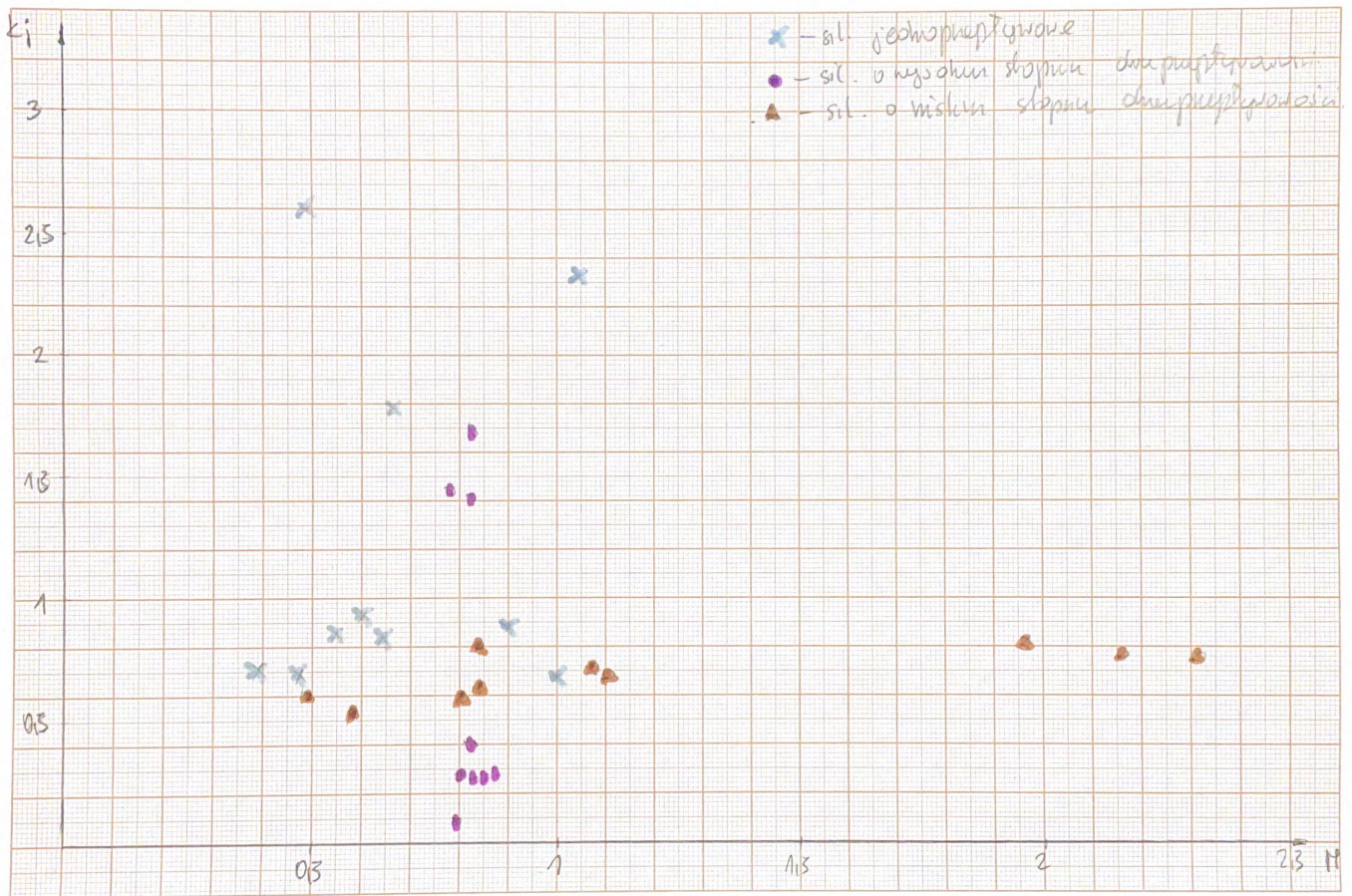
2- WYKRES CIĄGU JEDNOSTKOWEGO OD MASY SAMOLOTU



3 - WYKRES CIĘŻARU JEDNOSTKOWEGO OD CIĄGU JEDNOSTKOWEGO



u - WYKRES CIĄGU JEDNOSTKOWEGO OD LICZBY MACHA



Silniki jednoprzepływowe

Nazwa silnika	Płatowiec	Ilość silników	Pułap H[m]	Prędkość przelotowa V[km/h}	Liczba Macha M	masa silnika msil[kg]	mto [kg]	Strumień masowy m [kg/s]	Ciężar silnika [N]	Ciężar jednostkowy	Ciąg K[kN]	Ciąg jednostkowy kj
Snecma Atar 9C	Mirage 5F	1	18000	956	0,9	1456	13700	68	14283	617	42	0,618
Rolls-Royce Avon 301R	Lightning F.6	2	18000	2500	2,27	1310	20752	68	12851	189	72,8	1,071
Tumansky KR-15	Tu-123	1	22800	2700	2,54	2454	35610	144	24074	510	73,5	0,510
P&W J57-P-23	Boeing B-52H	8	15000	819	0,67	2347	219600	75	23024	307	76,5	1,020
Rolls-Royce RB.44	Lockhead F-94	1	15700	732	0,84	935	10970	60	9172	153	34	0,567
AL-21F3	Su-17	1	14200	1860	1,75	1700	19430	112	16677	682	76,4	0,682
Klimov RD-500	Jak-23	1	14800	923	0,869	580,7	3384	17	5697	917	15,6	0,918
Alissan J33	Lockhead T-33	1	15000	732	0,68	830	6832	41	8142	199	20	0,488
BMW 003	MiG-9	2	13000	864	0,7	623,7	4860	19,3	6118	317	7,8	0,404
P&W JT3C-7	Douglas DC-8	4	10000	895	0,82	1905	123800	81,65	18688	229	53,5	0,655

Silniki dwuprzepływowe o niskim stopniu dwuprzepływowości

Nazwa silnika	Płatowiec	Ilość silników	Pułap H[m]	Prędkość przelotowa V[km/h}	Liczba Macha M	masa silnika msil[kg]	mto [kg]	Strumień masowy m [kg/s]	Ciężar silnika [N]	Ciężar jednostkowy	Ciąg K[kN]	Ciąg jednostkowy kj
Soloviev D30F6	MiG-31	2	25000	2500	2,35	2346	46200	126,8	23014	182	93	0,733
Saturn AL-31	Su-27	2	19000	1400	1,13	1604	30430	112	15735	140	74,6	0,666
Eurojet EJ200	Eurofajter Typhoon	2	19812	889	0,86	989	23500	75	9702	129	60	0,800
NPO Saturn AL-55	HAL HJT-36 Sitara	1	9000	600	0,5	315	5400	28,5	3090	108	17	0,596
Ishikawajima-Harima F3	Kawasaki T-4	2	15240	730	0,6	340	7500	30,2	3335	110	16,4	0,543
P&W JT8D	Boeing 727	3	13000	917	0,86	2150	76700	150	21092	141	93	0,620
GTRE GTX-35VS Kaveri	HAL Tejas	1	16500	1347	1,1	1236	13500	78	12125	155	53,9	0,691
Volvo RM12	Saab JAS39 Gripen	1	15240	2460	2	1050	14000	68	10301	151	54	0,794
Snecma M53	Mirage 2000	1	17060	2336	2,2	1500	17000	86	14715	171	64,3	0,748
Rolls-Royce Spey 807	AMX International	1	13000	915	8,83	1856	13000	92,53	18207	197	54	0,584

Silniki dwuprzepływowe o wysokim stopniu dwuprzepływowości

Nazwa silnika	Płatowiec	Ilość silników	Pułap H[m]	Prędkość przelotowa V[km/h}	Liczba Macha M	masa silnika msil[kg]	mt0 [kg]	Strumień masowy m [kg/s]	Ciężar silnika [N]	Ciężar jednostkowy	Ciąg K[kN]	Ciąg jednostkowy kj
PowerJet SaM146	Sukhoi Superjet 100	2	12500	870	0,81	2260	49450	747	22171	30	71,6	0,096
General Electric CF6	AIRbus A300	2	10650	897	0,85	4003	171700	874	39269	45	230	0,263
Rolls-Royce Trent 900	Airbus A380	4	14800	903	0,89	6246	575000	1204	61273	51	334	0,277
P&W PW4000	Boeing 777	2	13100	892	0,84	4273	247200	864	41918	49	343	0,397
CFM56-3	Boeing 737	2	11300	876	0,82	1940	68000	653	19031	29	178	0,273
P&W PW2000	Boeing 757-200	2	7250	854	0,8	3221	115660	120	31598	263	170	1,417
GE90	Boeing 777	2	9700	924	0,87	7893	247200	1350	77430	57	360,6	0,267
Aviadvigatel PS-90	Tu-204	2	12100	850	0,84	2950	105000	113	28939	256	157	1,389
RB211	Boeing 747	4	13000	893	0,84	5411	333390	125	53082	425	207	1,656
Rolls-Royce Trent 1000	Boeing 787	2	9700	924	0,87	7893	247200	1350	77430	57	360,6	0,267

Silniki turbośmigłowe

Nazwa silnika	Płatowiec	Ilość silników	Pułap H[m]	Prędkość przelotowa V[km/h}	Liczba Macha M	masa silnika msil[kg]	mto [kg]	Strumień masowy m [kg/s]	Ciężar silnika [N]	Ciężar jednostkowy
Walter M-601E	PZL-130 Orlik	1	6000	300	0,2635	203	2700	7,33	1991	271,67
Kuzniecowa NK-12	Tu-114	4	12000	770	0,7248	1155	171000	65	11330	174,3
Europrop TP400	Airbus A400M Atlas	4	9000	781	0,72	1938	141000	26,3	19012	723
PW123B	Bombardier Q400	2	7800	602	0,54	450	29260	15	4415	294,3
Rolls-Royce Tyne RB-109	C-27A Spartan	2	7620	439	0,3946	1085	28000	21	10643	506,8
Walter M602	Let L-610	2	10250	438	0,408	570	14500	7,33	5591	762,7
Allison T56-A-15	Lockheed C-130 Hercules	4	10000	541	0,5	880	70307	23,2	8633	372
Bristol Proteus	Bristol Britannia	4	7300	575	0,513	1293	83915	20	12684	634
PT6A-135A	REIMS F406 CaraVan II	2	9145	370 km/h	0,52	153	4468	4	1500	375
PT6A-114/A	Cessna 208	1	7600	344	0,3085	160	3600	2	1569	784,5

Silniki tłokowe

Nazwa silnika	Płatowiec	Ilość silników	Pułap H[m]	Prędkość przelotowa V[km/h}	Liczba Macha M	masa silnika msil[kg]	mto [kg]
Lycoming O-360	Cessna 172	1	4100	226	0,19	117	1111
Lycoming O-540	Cessna 182	1	5500	269	0,24	199	1406
Rotax 912	Tecnam P2008	1	4265	215	0,18	60	630
Rolls-Royce Merlin 24	Avro York	4	6400	380	0,31	744	29484
Lycoming O-320-D1D	GA-7 Cougar	2	5300	300	0,25	111	1150
PZL-Franklin 4A-235B31	PZL-110 Koliber	1	3500	150	0,12	70	850
P&W R-1830	Bristol Beaufort	2	5080	425	0,35	567	5940
Continental IO-346-A	A23A Musketeer	1	4000	189	0,15	135	1089
Continental O-470-B	Cessna 310	2	6100	330	0,27	177	2087
Jrchenko AI-14	Jak-12	1	4160	127	0,11	197	1450

WNIOSKI - WYKRES 1

Analizując wykres, możemy postawić kilka wniosków. Jest to zauważalne, że samoloty z różnym typem silnika tworzą pewne „grupy punktów” na wykresie. Wyjątkiem są grupy silników o niskim stopniu dwupneptwowości i silników jednopneptwowych, które to wynika z zestawienia różnego typu samolotów (różnego przeznaczenia) - komercyjnie i wojskowe (bojowe). Największe predkosci osiągnięte samoloty odrutowe. Wśród predkosci, różne osiągnięte przez. Najmiej, elastycznymi grupami silników są tłokowe i turbosmigłowe, które z dużym przybliżeniem różnią się od siebie o skok na zależności liniowej, która tworzą - samoloty turbosmigłowe osiągnęły niekiedy predkosci i pułapy.

WNIOSKI - WYKRES 2

Mozemy zauważyć zbliżenie punktów dla silników o niskim stopniu dwupneptwowości i jednopneptwowych (z pewnym wyjątkiem). Do zbliżenia najprawdopodobniej wynika z przeznaczenia samolotu, tutaj stwierdzamy, że widać z masą różne grupy jednostkowe. Pomimo tego, że dla silników o wysokim stopniu dwupneptwowości analizujemy głównie dla samolotów pasażerskich, punkty są od siebie oddalone.

WNIOSKI - WYKRES 3

Noszą się wnioski, których spełniono się dla każdej grupy silników. Wartości ciężaru jednostkowego tonownicy limity wzrost ciężaru jednostkowego.

WNIOSKI - WYKRES 4

Punkty tworzą jedną grupę z parą wyjątkami. Wyłącza się, że nie ma zależności między limity maso a ciężarem jednostkowym.

WNIOSKI OGÓLNE

Podnieś na dzień w tabelkach i wykresy mozeby zawierać:

- silniki z silnikiem tłokowym mechanicznym na misie ptery i dławicy w stosunku do misie prędkości. Są to głównie motory samoloty szkoleniowe lub do prywatnego użytku.
- silniki o niskim stopniu dwupiętrowości zwrócić uwagę głównie w samolotach bojowych, które osiągnęły znaczne ptery i limity maso.
- silniki o wysokim stopniu dwupiętrowości są głównie do podwoju produkcyjnego, użytku komercyjnego.
- silniki turboładowane były wykorzystywane głównie w samolotach transportowych, które osiągnęły misie prędkości.
- Samoloty z silnikami jedno piętrowymi są najczęściej zwrócić uwagę. Zależy powieści o misie coś więcej heling doohi więcej przytłoczyć.