



Konferencja Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym

**Zdarzenia lotnicze powodowane niesprawnościami instalacji
płatowcowych i zespołów napędowych - propozycje działań
podwyższenia poziomu bezpieczeństwa**

Warszawa, 18.04.2018

dr inż. Paweł Głowacki
dr inż. Leszek Lorocho

Plan prezentacji

1. Wstęp
2. Cel i źródła danych
3. Metoda analizy
4. Kategorie zdarzeń lotniczych wg ICAO
5. Niesprawności instalacji płatowcowych przyczyną zdarzeń lotniczych
6. Usterki zespołów napędowych
7. Propozycje działań podwyższających poziom bezpieczeństwa
8. Wnioski
9. Literatura

Wstęp

Zgodnie z porozumieniem pomiędzy ILOT i ULC, ILOT przedstawił od roku 2015:

10 opracowań dotyczących poziomu bezpieczeństwa lotniczego w krajowym lotnictwie i jakości pracy organizacji lotniczych.

Materiały zaprezentowano na spotkaniach z ULC , PKBWL i MIiB.

Na zaproszenie ULC wygłoszono 8 referatów zarówno na Konferencjach Bezpieczeństwa jak i na spotkaniach z użytkownikami techniki lotniczej.

Przedstawiono propozycje dotyczące sposobów analizy zdarzeń lotniczych i jakości pracy organizacji lotniczych.

Zaproponowano nowy sposób eksploatacji lotniczych silników tłokowych, umożliwiający podniesienie poziomu bezpieczeństwa ich użytkowania

Cel i źródła danych

Cel prezentacji – przedstawienie określenia ryzyka bezpieczeństwa wynikającego z niesprawności instalacji płatowcowych i silnikowych podczas wykonywania operacji lotniczych.

Przedstawienie metodyki z podziałem na samoloty o MTOM<5700 kg i MTOM>5700 kg.

Dotyczy samolotów zarejestrowanych w Polsce.

Baza danych ECCAIRS - European Coordination Center for Accident and Incident Reporting Systems, zawiera dane dotyczące zdarzeń lotniczych raportowanych przez różne organizacje.

Metoda analizy

Współczynnik:

$$K_{1000} = Ne * 1000 / N$$

gdzie:

Ne – liczba zdarzeń w specyficznej kategorii (ICAO lub ATA- 100)

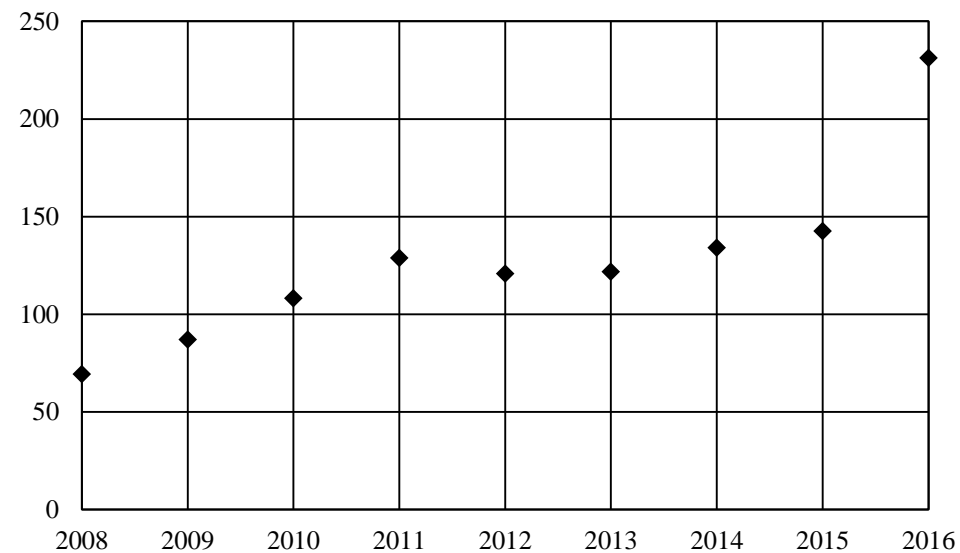
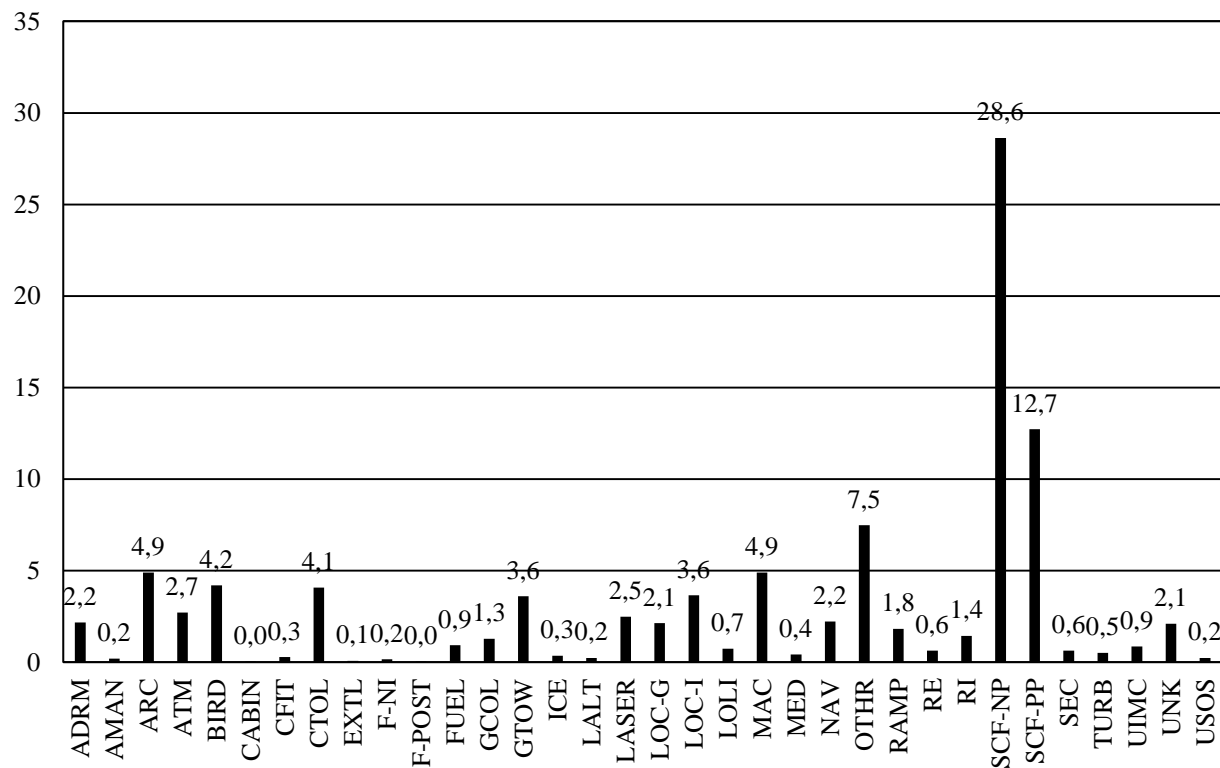
N – liczba samolotów zarejestrowanych w tym czasie (roku)

Kodowanie zgodnie z kategoriami zdarzeń lotniczych wg ICAO (37 kategorii)

Kodowanie zgodnie z ATA-100 („techniczne zdarzenia” SCF-NP & SCF-PP)

SAMOLOTY O MTOM<5700 KG

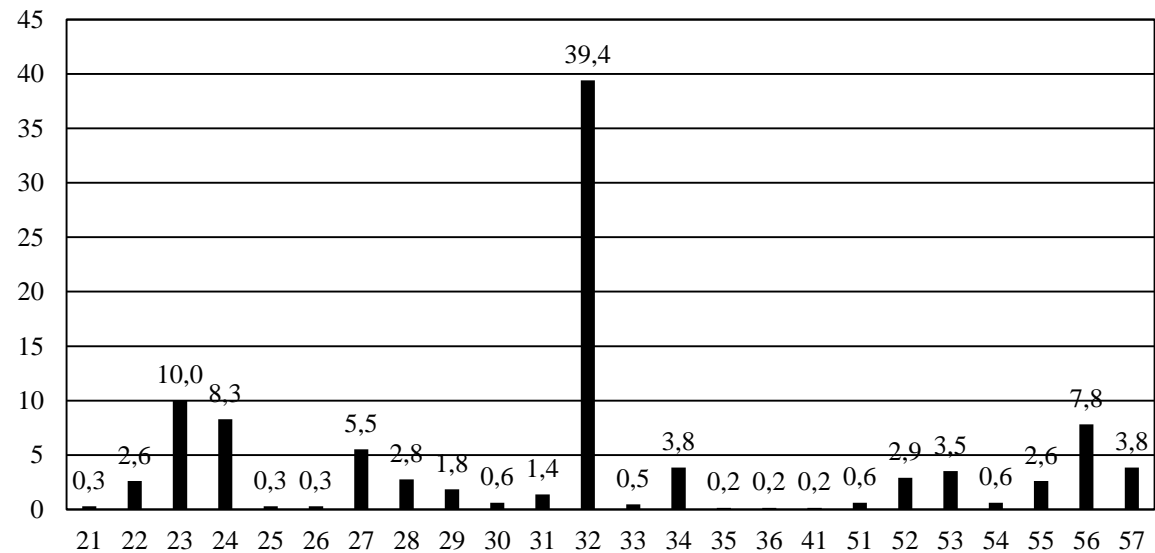
Kategorie zdarzeń lotniczych wg ICAO dla samolotów o MTOM < 5700 kg



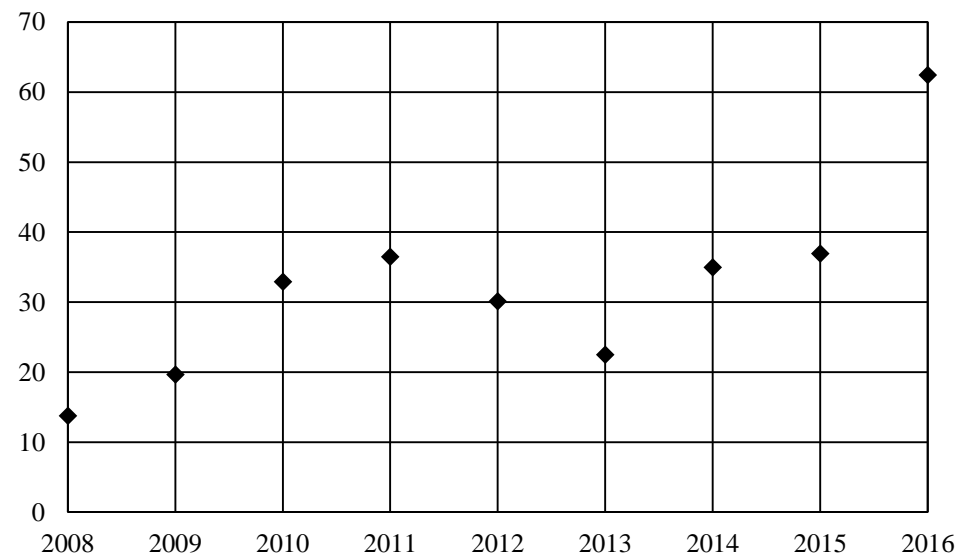
Zmiana wartości współczynnika K_{1000} dotyczącego wszystkich zdarzeń lotniczych

Procentowy „udział” raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016

Kategoria - System Component Failure – Non Powerplant (SCF-NP)

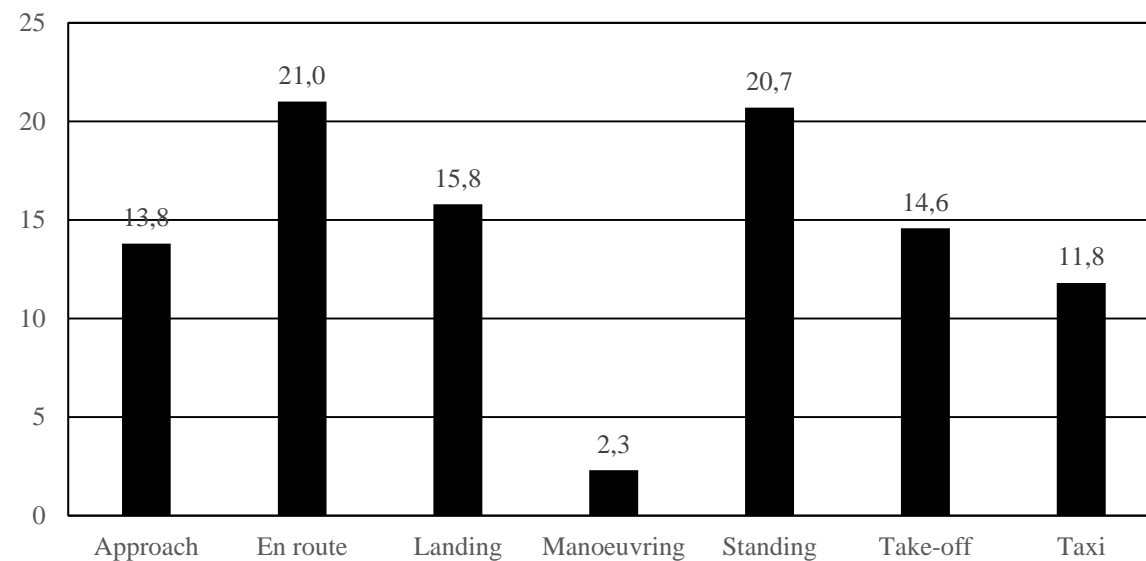


Procentowy „udział” raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016 w kategorii SCF-NP wg grup ATA - 100



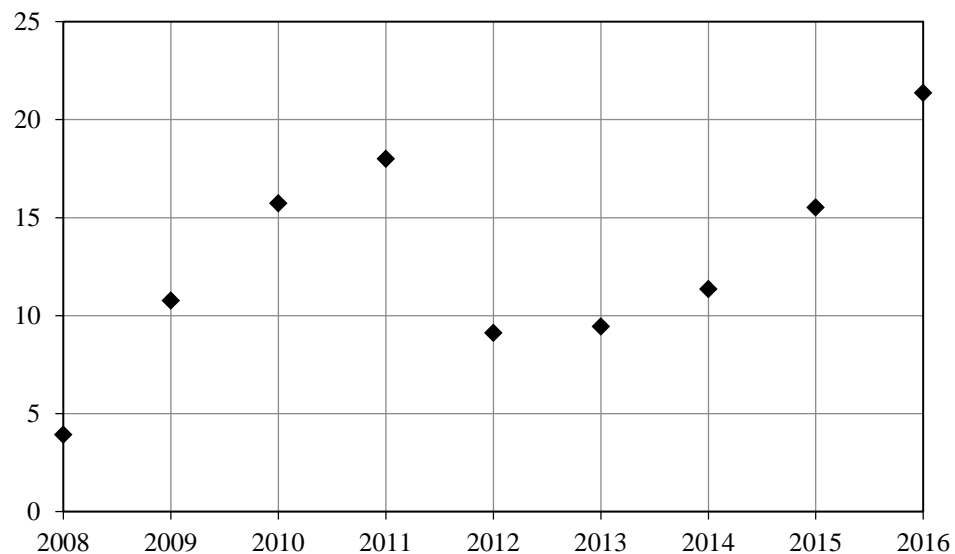
Zmiana wartości współczynnika K_{1000} dotyczącego zdarzeń lotniczych w kategorii SCF-NP

Kategoria - System Component Failure – Non Powerplant (SCF-NP)

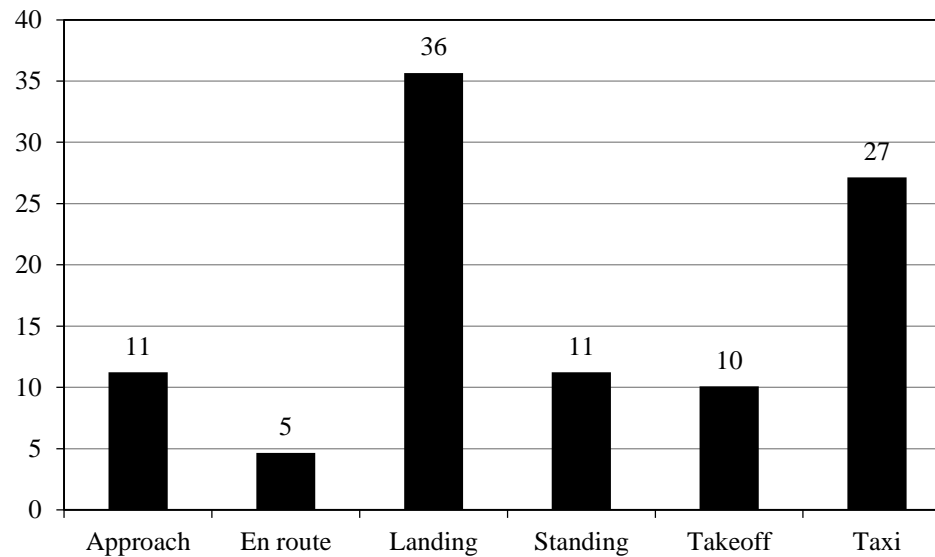


Procentowy „udział” poszczególnych manewrów samolotu dla raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016 w kategorii SCF-NP

Niesprawności podwozia (ATA – 100 grupa 32)

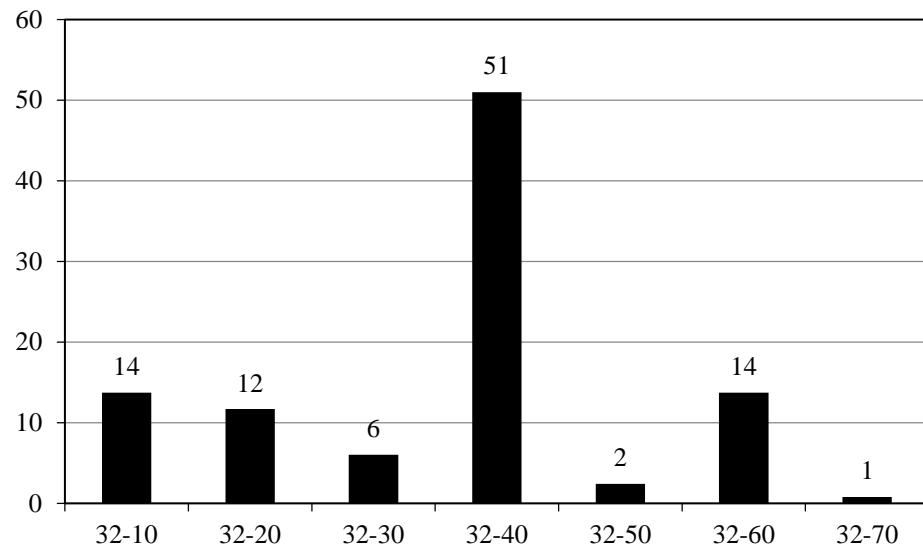


Zmiana wartości współczynnika K_{1000} dotyczącego zdarzeń lotniczych dla ATA-100 grupa 32



Procentowy „udział” poszczególnych manewrów samolotu dla raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016 w grupie 32 ATA-100

Szczegóły niesprawności ATA -100 grupa 32 (podwozie)



32-10 Podwozie główne/owiewki i osłony
32-20 Podwozie przednie/ogonowe/owiewki i osłony
32-30 Wypuszczanie/chowanie
32-40 Koła i hamulce
32-50 Sterowanie
32-60 Wskazania położenia
32-70 Płozy, pływaki

Procentowy „udział” poszczególnych podgrup raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016 w grupie 32 ATA-100

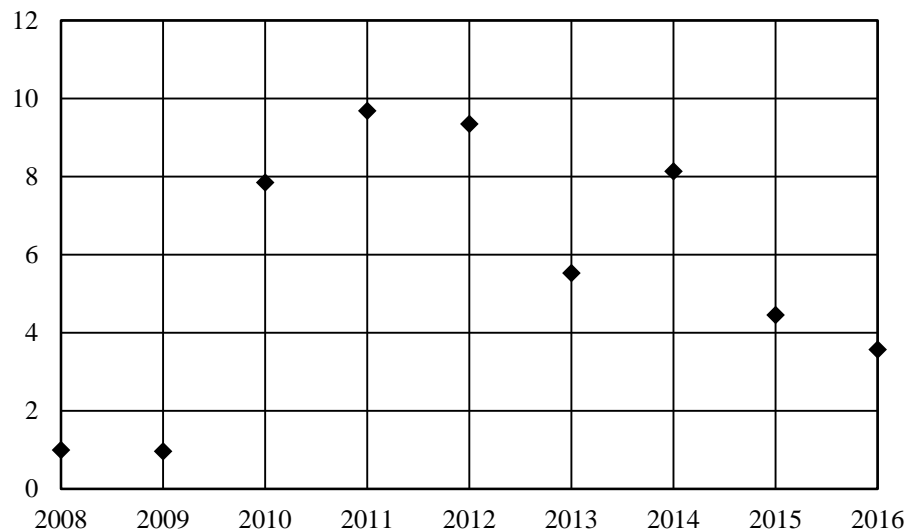
PODGRUPY 32-10 i 32-20

32 – przerwane operacje lotnicze
18 – uszkodzeń śmigła
10 – uszkodzeń skrzydła lub kadłuba

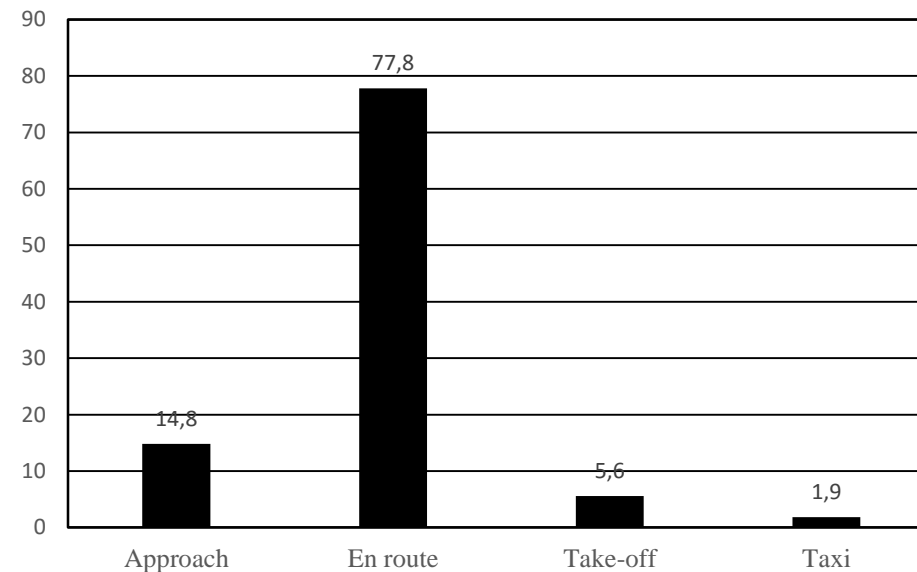
PODGRUPA 32-40

53 zdarzenia spowodowane brakiem ciśnienia w oponie
32 zdarzenia spowodowane uszkodzeniem opon

Raportowane zdarzenia spowodowane niesprawnościami instalacji łączności; ATA – 100 grupa 23

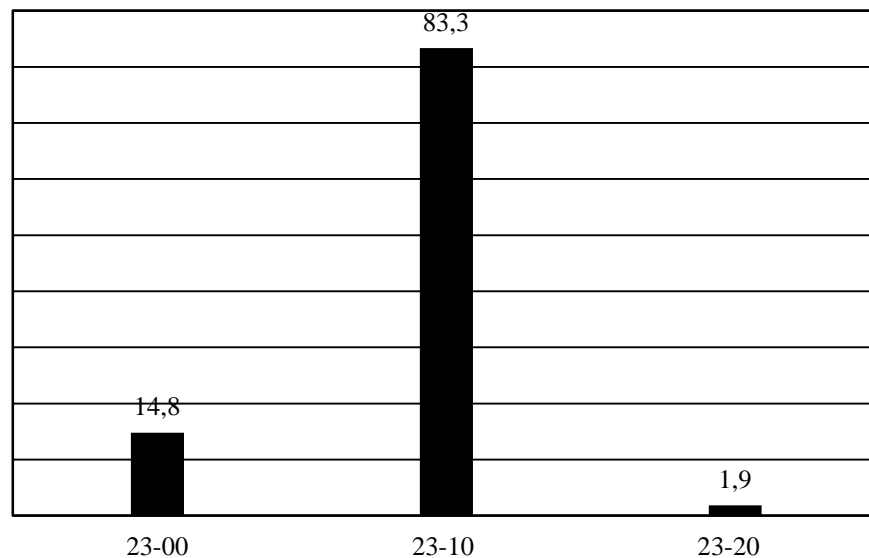


*Zmiana wartości współczynnika K_{1000}
dotyczącego zdarzeń lotniczych dla ATA-100 grupa 23*



*Procentowy „udział” poszczególnych manewrów samolotu
dla raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce
w latach 2008-2016 w grupie 23 ATA-100*

Szczegóły niesprawności ATA -100 grupa 23 (łącznie)



23-00 Ogólnie
23-10 Łączność głosowa
23-20 Transmisja danych , automatyczne
wywołanie

*Procentowy „udział” poszczególnych podgrup
raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach
2008-2016 w grupie 23 ATA-100*

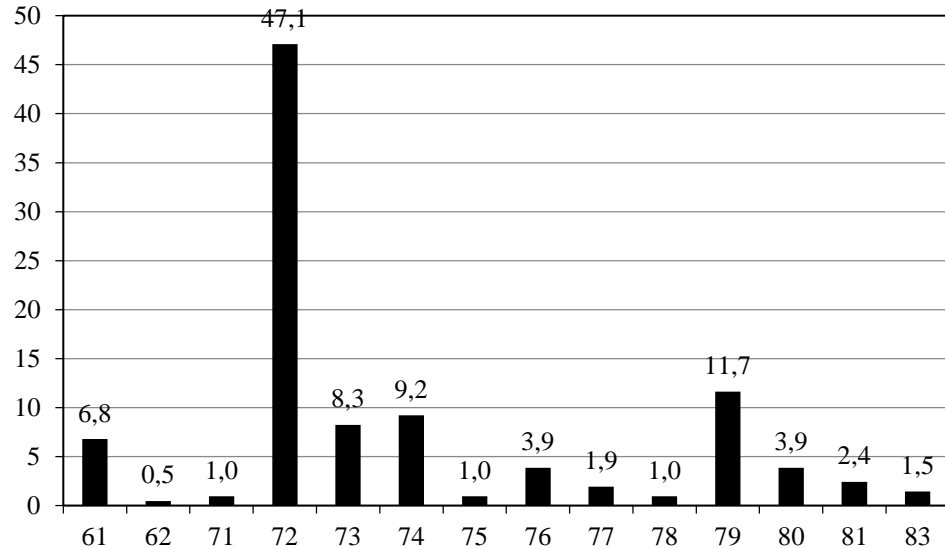
Ocena ryzyka bezpieczeństwa dla poszczególnych instalacji płatowcowych

27	Flight controls	3D
32	Landing gear	5C
24	Electrical Power	4D
21	Air conditioning	1E
31	Indicating/ recording system	2E
23	Communication	4D
29	Hydraulic power	3C
52	Doors	3D
22	Auto flight	3D
28	Fuel	2E
56	Windows	4D
57	Wings	2D
8	Leveling and weighing	1E
12	Servicing – routine maintenance	1D
25	Equipment/ furnishings	1E
26	Fire protection	1D
30	Ice and rain protection	1D
35	Oxygen	1E
46	Information systems	1E
53	Fuselage	1E
54	Nacelles/ pylons	1E
55	Stabilizers	1E

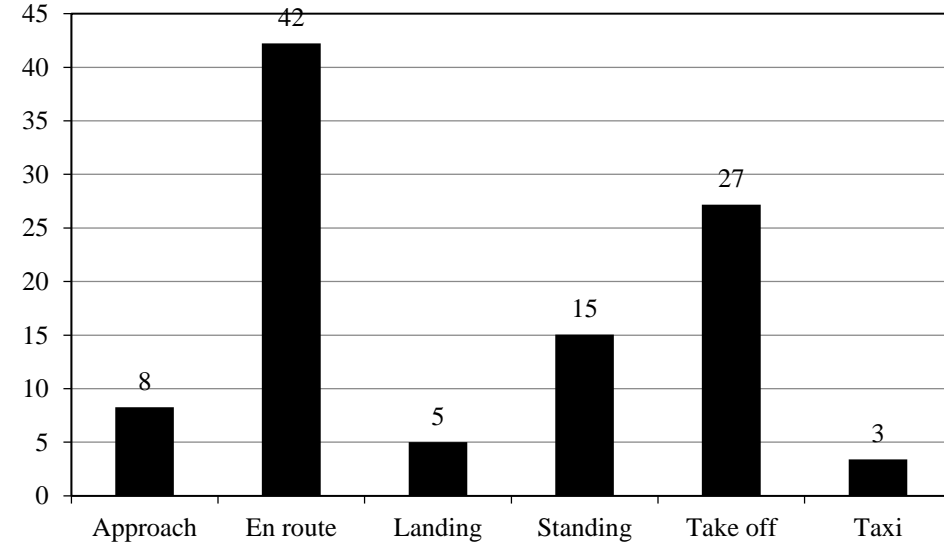
Silniki tłokowe

**Prognoza: silniki tłokowe pozostaną jeszcze długo podstawowym rozwiązaniem napędu małych samolotów.
Budowa tłokowego zespołu napędowego jest mniej skomplikowana niż napędu turbośmigłowego.
Samoloty napędzane silnikiem tłokowym - dla pięciu pasażerów podróżujących na odległości do 500 km.**

Kategoria ICAO: System Component Failure Powerplant (SCF-PP)

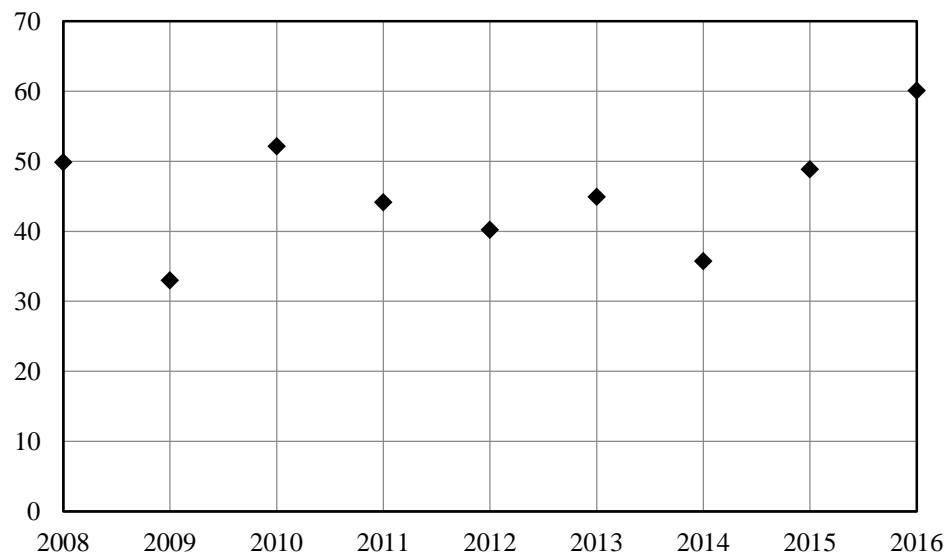


Procentowy „udział” raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016 w kategorii SCF-PP wg grup ATA - 100

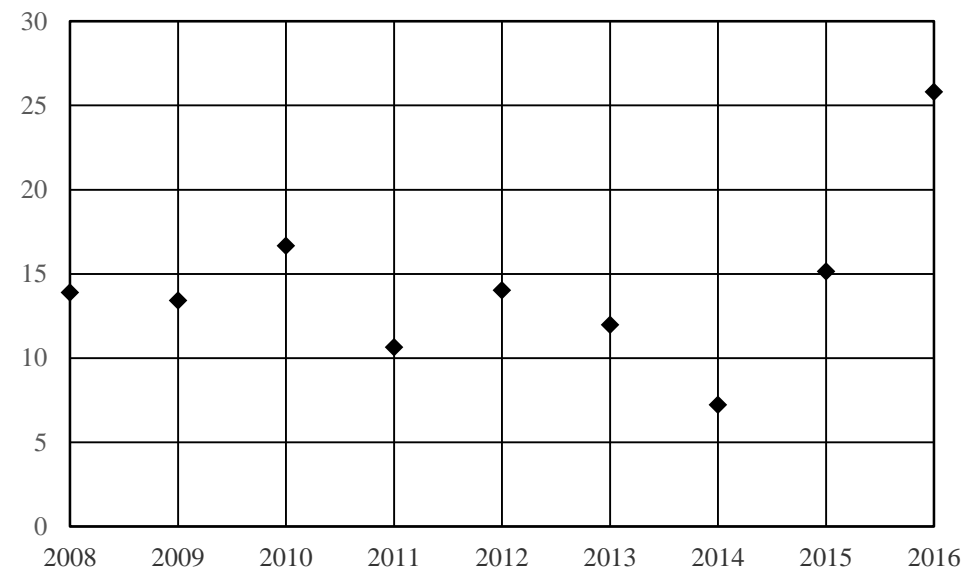


Procentowy „udział” poszczególnych manewrów samolotu dla raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016 w kategorii SCF-PP

Kategoria System Component Failure Powerplant (SCF-PP)



*Zmiana wartości współczynnika K_{1000}
dotyczącego zdarzeń lotniczych w kategorii SCF-PP*

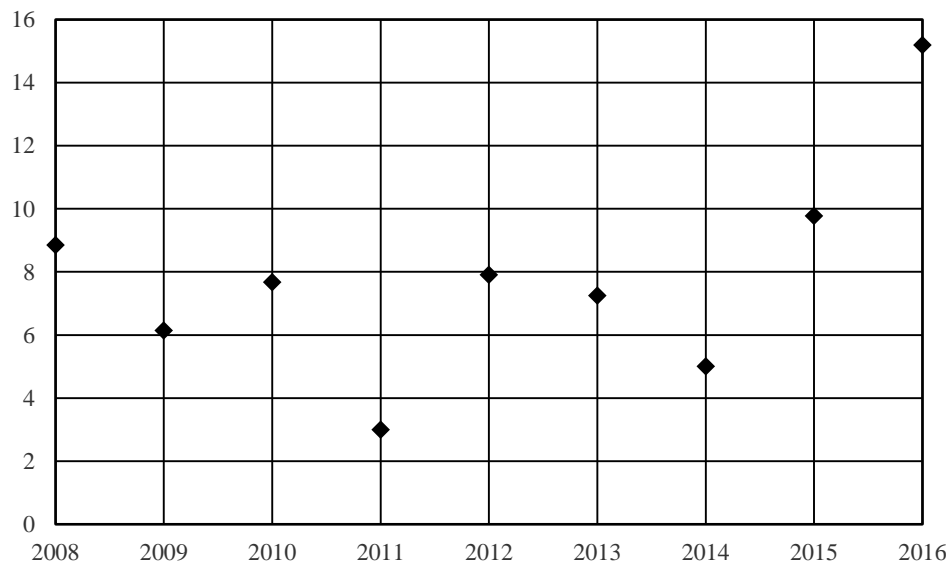


*Zmiana wartości współczynnika K_{1000}
dotyczącego zdarzeń lotniczych zakończonych procedurą awaryjną
w kategorii SCF-PP*

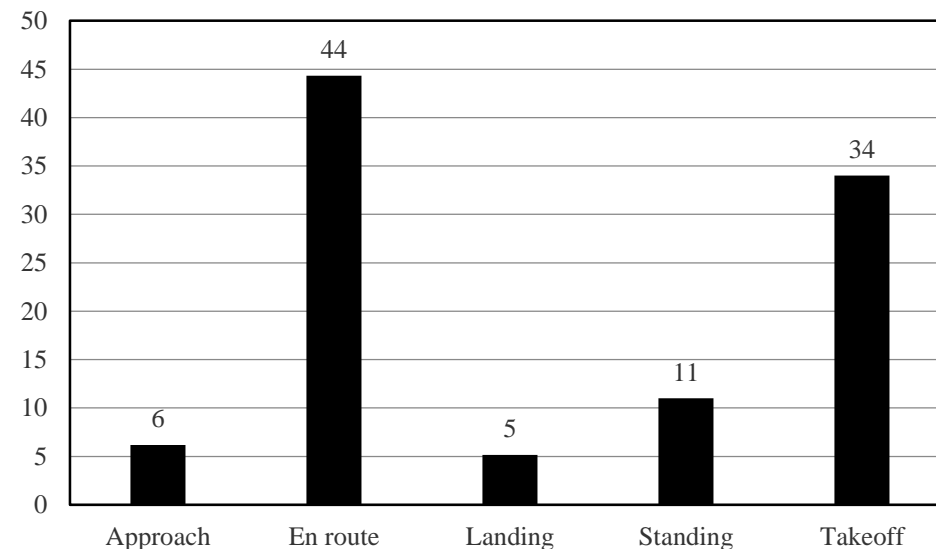
W 2016 roku

36% raportowanych zdarzeń lotniczych spowodowanych niesprawnościami zespołu napędowego zakończyło się procedurą awaryjną

Niesprawności silnika tłokowego; ATA – 100 grupa 72(R)



*Zmiana wartości współczynnika K_{1000}
dotyczącego zdarzeń lotniczych w kategorii SCF- PP
grupa 72 ATA - 100*



*Procentowy „udział” poszczególnych manewrów samolotu
dla raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce
w latach 2008-2016 w grupie 72 ATA - 100*

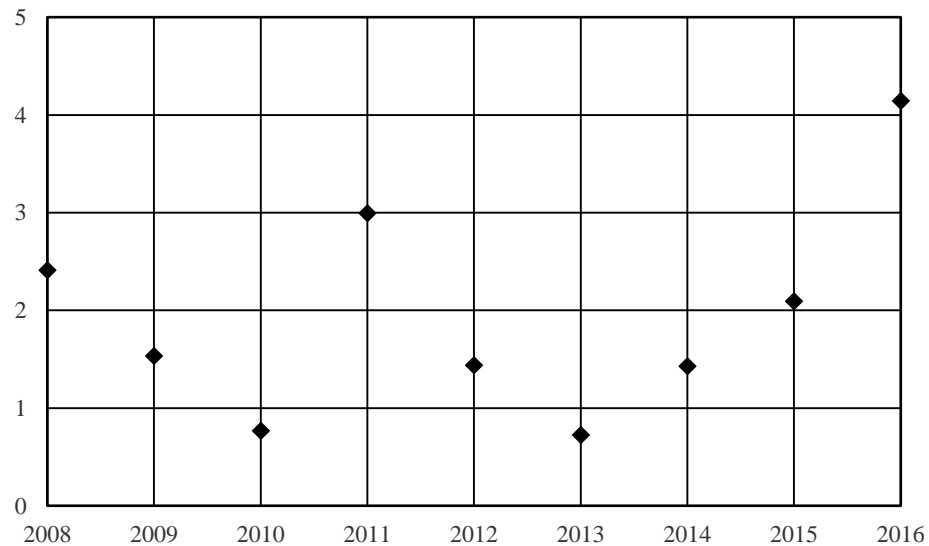
Niesprawności silnika tłokowego; ATA – 100 grupa 72(R)

Szczegóły niesprawności silników tłokowych w grupie 72 w latach 2008-2016

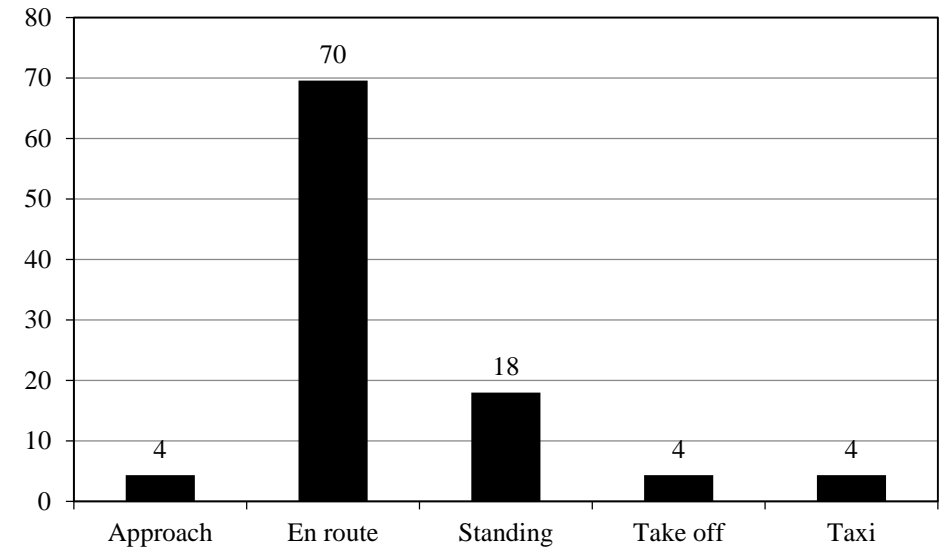
Liczba	Rezultat	Liczba	Objawy	Liczba	Przyczyna
14	Awaryjne lądowanie	27	Utrata mocy	4	Zawór wydechowy
51	Przerwany lot	24	Niestateczna praca silnika	5	Cylinder
3	Przerwany start	2	Przegrzanie silnika	5	Karter
2	Przerwane kołowanie	11	Wyłączenie w powietrzu	4	Wał korbowy
		1	Wibracja silnika	1	Wał rozrządu
				2	Korbowód

Okolo 80% zdarzeń spowodowanych niesprawnościami silników tłokowych zakończyło się przerwaniem lotu lub awaryjnym lądowaniem

Niesprawności instalacji olejowej; ATA – 100 grupa 79



*Zmiana wartości współczynnika K_{1000}
dotyczącego zdarzeń lotniczych w kategorii SCF- PP
grupa 79 ATA - 100*

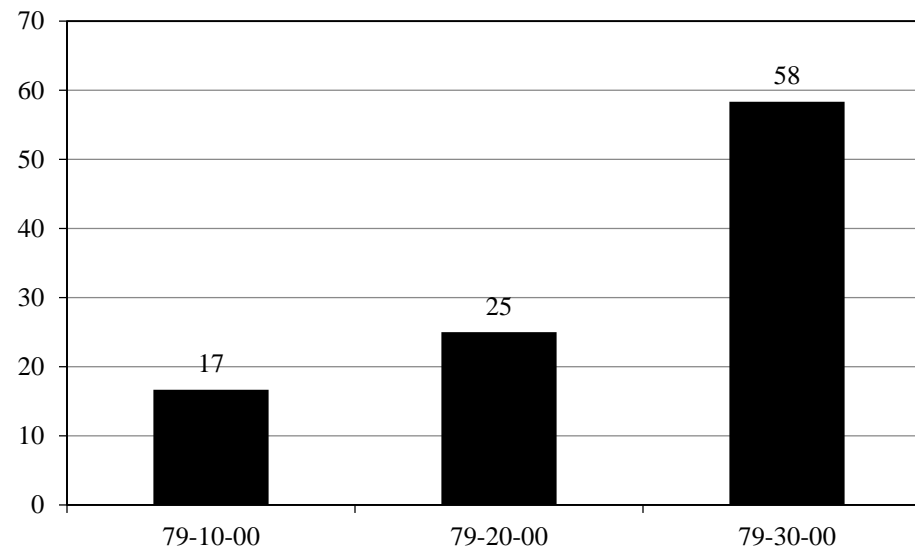


*Procentowy „udział” poszczególnych manewrów samolotu
dla raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce
w latach 2008-2016 w grupie 79 ATA - 100*

Niesprawności instalacji olejowej; ATA – 100 grupa 79

Szczegóły niesprawności silników w grupie 79 w latach 2008-2016

Liczba	Rezultat	Liczba	Objawy	Liczba	Przyczyna
15	Awaryjne lądowanie	3	Utrata mocy	6	Niewłaściwa obsługa
4	Przerwany lot	4	Niskie ciśnienie oleju	6	Opiłki metalu na korku magnetycznym lub filtry
1	Przerwane kołowanie	3	Wysoka temperatura oleju		
1	Zniszczenie elementów struktury płatowca	2	Wibracja silnika		
		1	Wysokie ciśnienie oleju		
		3	Wyciek oleju		
		1	Niewypuszczenie przedniego podwozia		
		1	Wskazania opiłków oleju		

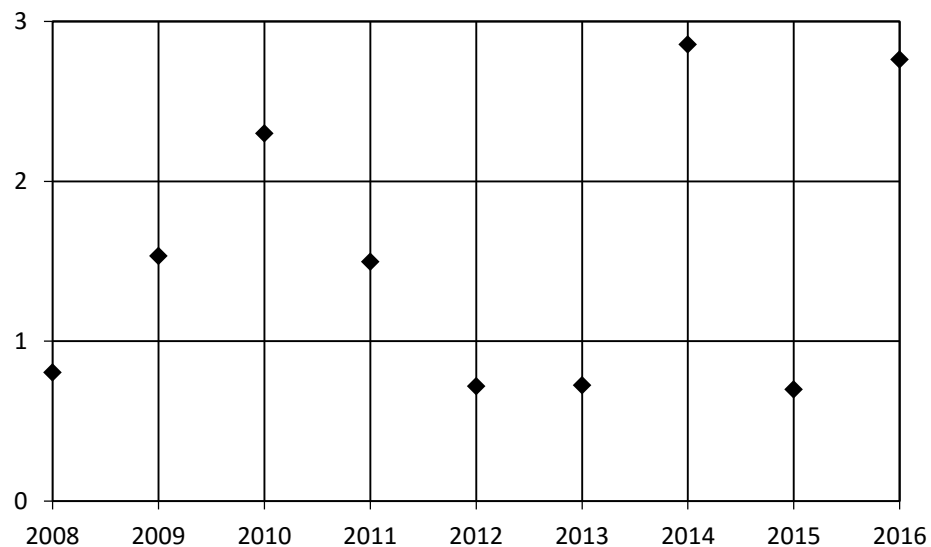


Procentowy „udział” poszczególnych podgrup raportowanych zdarzeń lotniczych w latach 2008-2016 w grupie 79 ATA-100

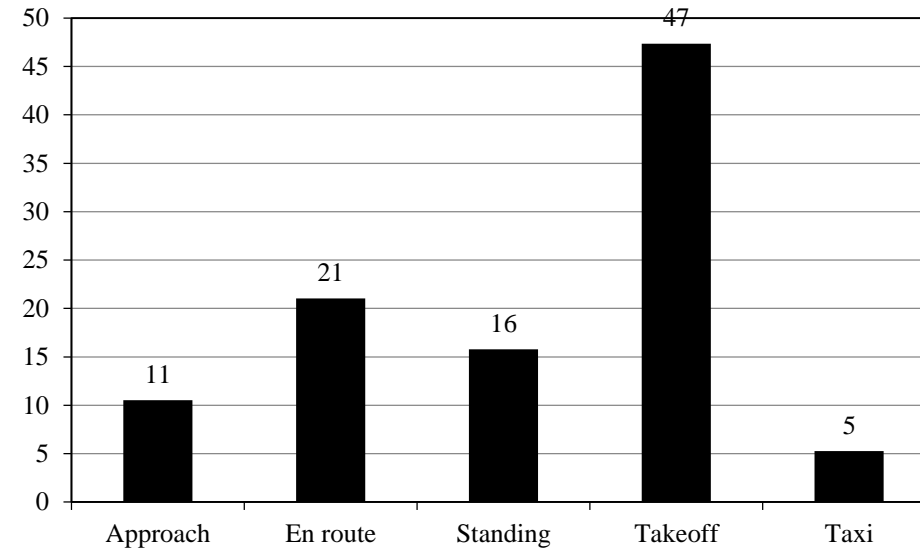
79-10 Zbiornik olejowy
79-20 Elementy instalacji
79-30 Wskazania

Okolo 80% zdarzeń spowodowanych niesprawnościami instalacji olejowej zakończyło się przerwaniem lotem lub awaryjnym lądowaniem

Niesprawności instalacji zapłonowej; ATA – 100 grupa 74



*Zmiana wartości współczynnika K_{1000}
dotyczącego zdarzeń lotniczych w kategorii SCF- PP
grupa 74 ATA - 100*

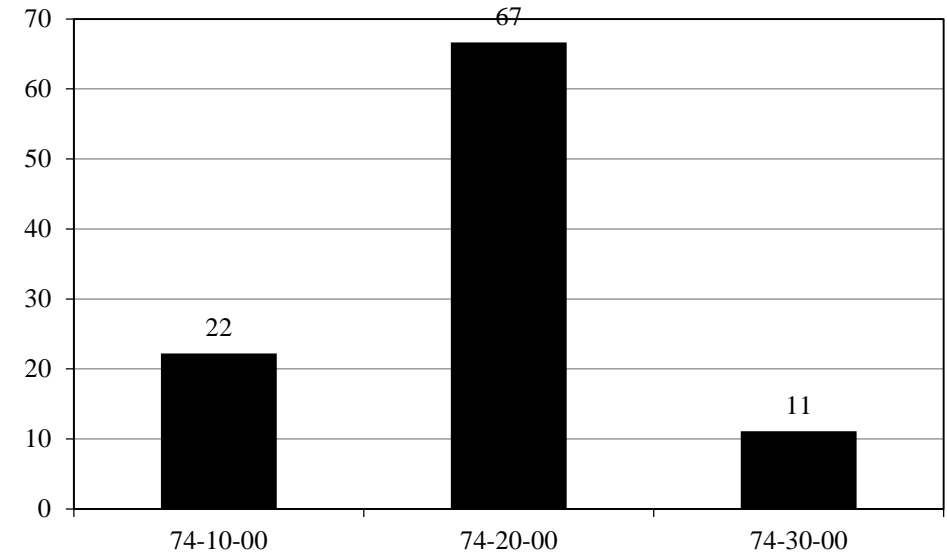


*Procentowy „udział” poszczególnych manewrów samolotu
dla raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce
w latach 2008-2016 w grupie 74 ATA - 100*

Niesprawności instalacji zapłonowej; ATA – 100 grupa 74

Szczegóły niesprawności silników w grupie 74 w latach 2008-2016

Liczba	Rezultat	Liczba	Objawy	Liczba	Przyczyna
3	Awaryjne lądowanie	8	Niestateczna praca silnika	10	Świeca zapłonowa
10	Przerwany lot	4	Utrata mocy	5	Iskrownik
		2	Wibracja silnika	1	Przewód elektryczny



Procentowy „udział” poszczególnych podgrup raportowanych zdarzeń lotniczych w latach 2008-2016 w grupie 74 ATA-100

74-10 Przewodzenie

74-20 Zapłon

74-30 Przełączniki

Okolo 70% zdarzeń spowodowanych niesprawnościami instalacji zapłonowej zakończyło się przerwaniem lotem lub awaryjnym lądowaniem

Ocena ryzyka bezpieczeństwa dla poszczególnych instalacji zespołu napędowego

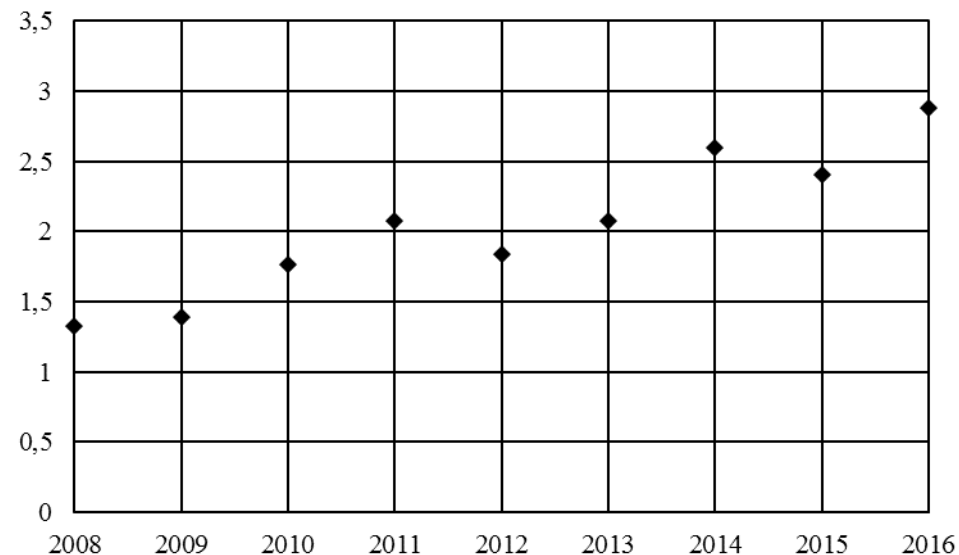
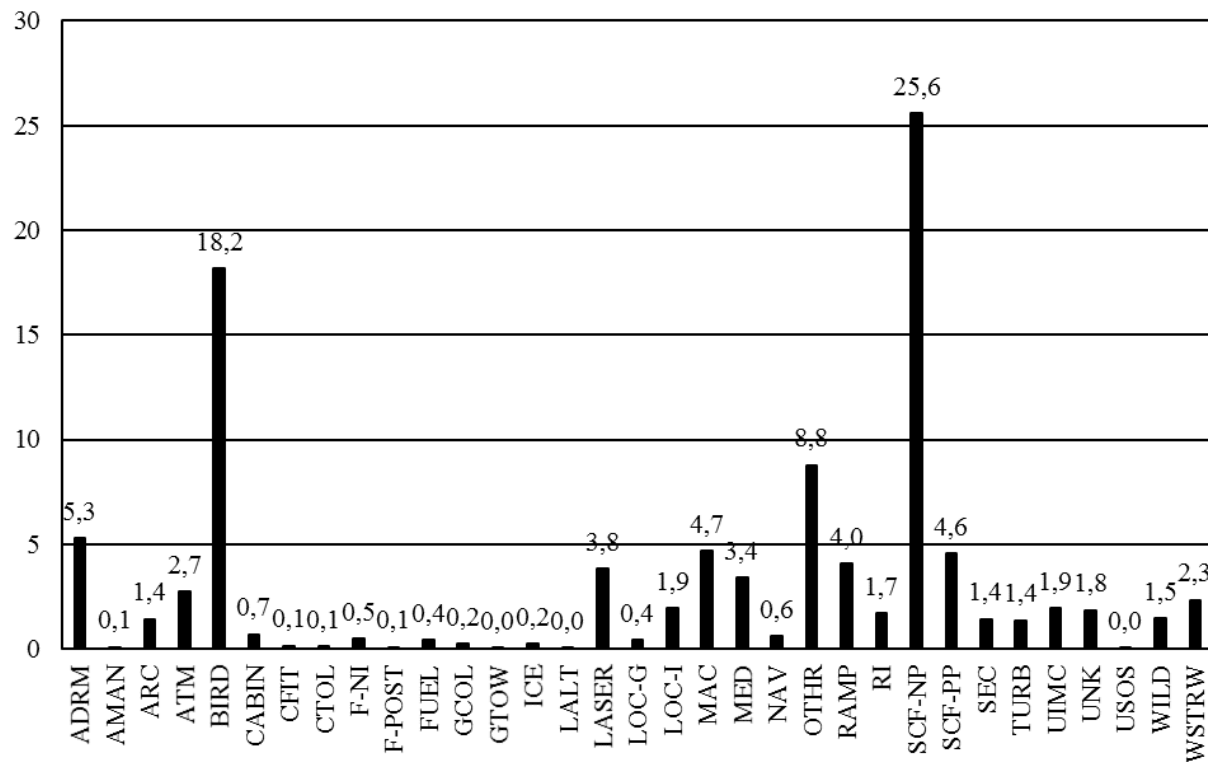
61	ŚMIGŁO	3C
62	WAŁ ŚMIGŁA	1D
71	ZESPÓŁ NAPĘDOWY	1C
72	SILNIK	5B
73	PALIWO I DYSTRYBUCJA	4C
74	ZAPŁON	4B
75	ODBIORY POWIETRZA	1E
76	STEROWANIE SILNIKIEM	2C
77	WSKAZANIA PRACY SILNIKA	1C
78	WYLOT	1E
79	INSTALACJA OLEJOWA	4B
80	ROZRUCH	2D
81	TURBINY	1E
83	SKRZYNKA NAPĘDU AGREGATÓW	1D

Wnioski

1. Obserwowany jest spadek wskaźników bezpieczeństwa wykonywania lotów samolotami o MTOM <5700 kg
2. Rekomendowane jest stosowanie dwusilnikowych zespołów napędowych lub wprowadzenie nowych metod oceny stanu technicznego silnika dla samolotów wykonujących loty komercyjne
3. Należy poprawić stan małych (przygodnych) lotnisk: jakość nawierzchni dróg startowych
4. Samolotowe instalacje łączności i nawigacji wymagają działań mających na celu poprawę ich niezawodności

SAMOLOTY O MTOM > 5700 KG

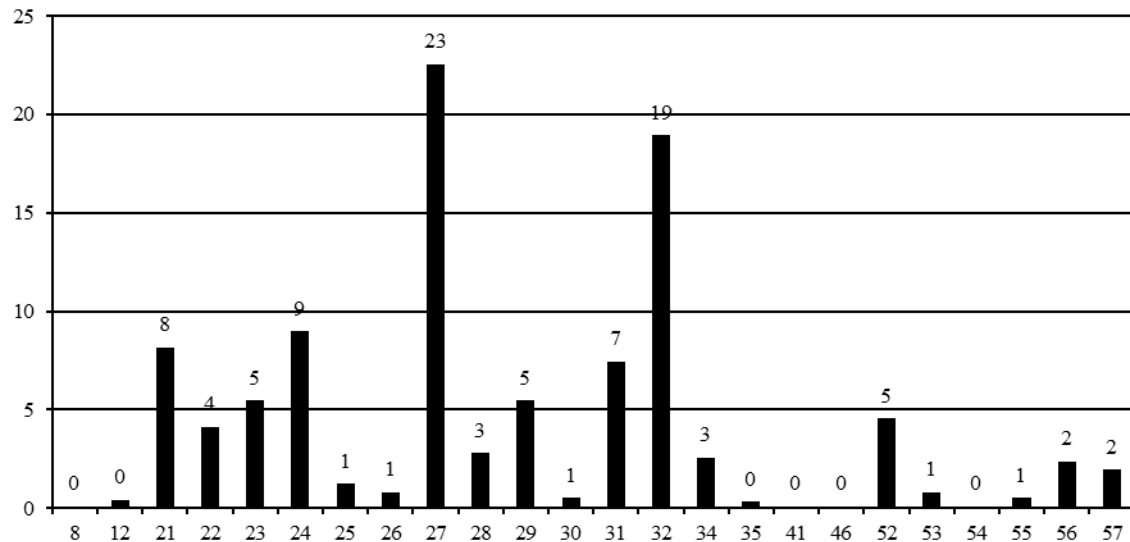
Kategorie zdarzeń lotniczych wg ICAO dla samolotów o MTOM > 5700 kg



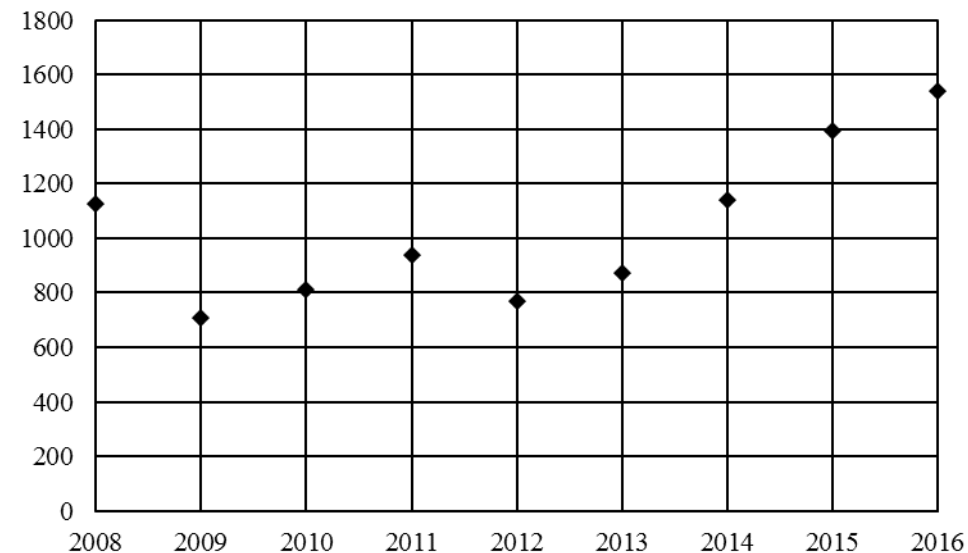
Zmiana wartości współczynnika K_{1000} dotyczącego wszystkich zdarzeń lotniczych

Procentowy „udział” raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016

Kategoria - System Component Failure – Non Powerplant (SCF-NP)

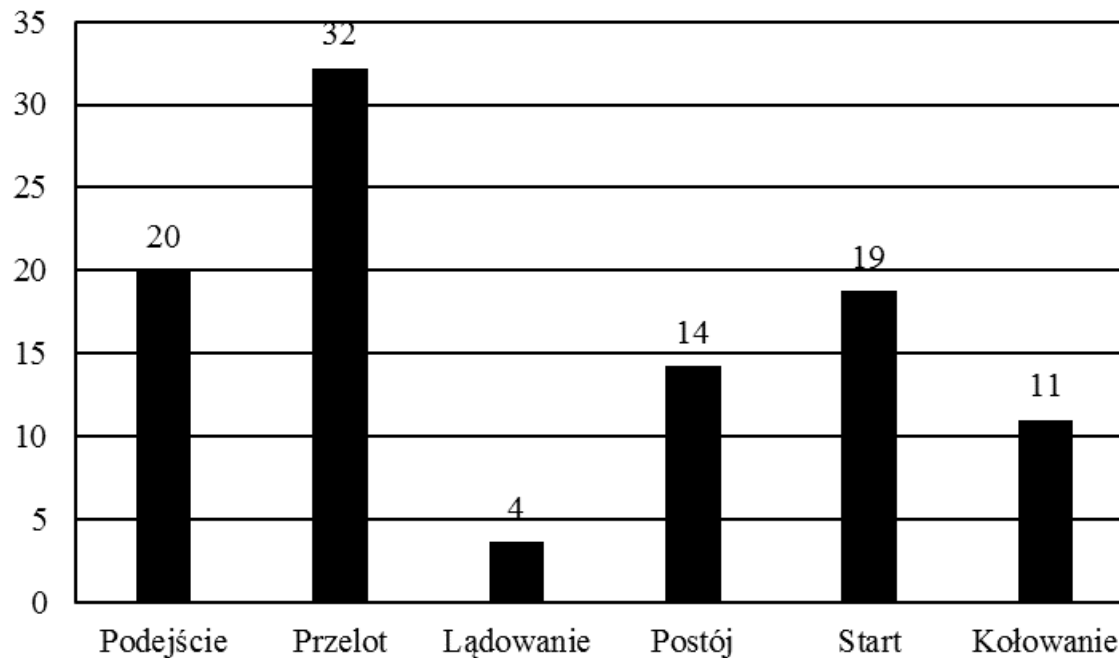


Procentowy „udział” raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016 w kategorii SCF-NP wg grup ATA - 100



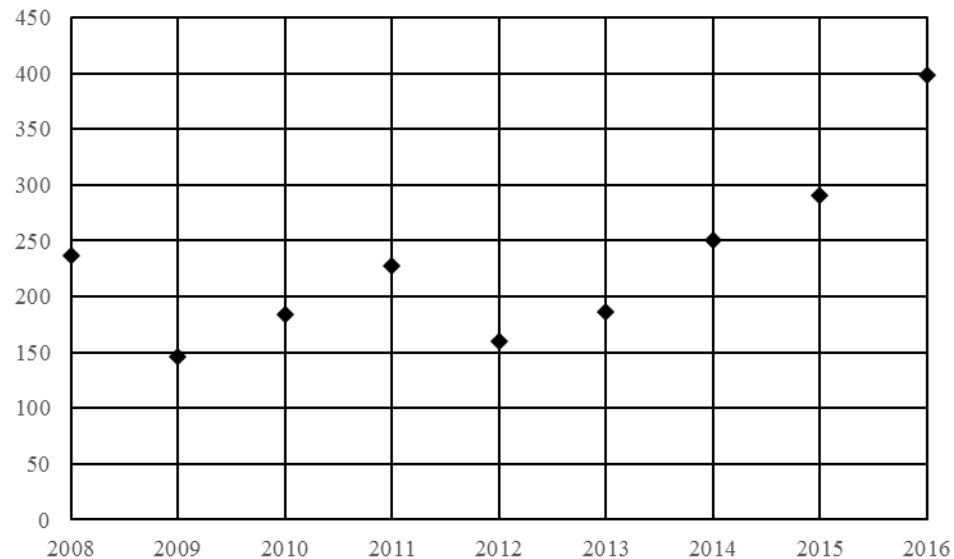
Zmiana wartości współczynnika K_{1000} dotyczącego zdarzeń lotniczych w kategorii SCF-NP

Kategoria - System Component Failure – Non Powerplant (SCF-NP)



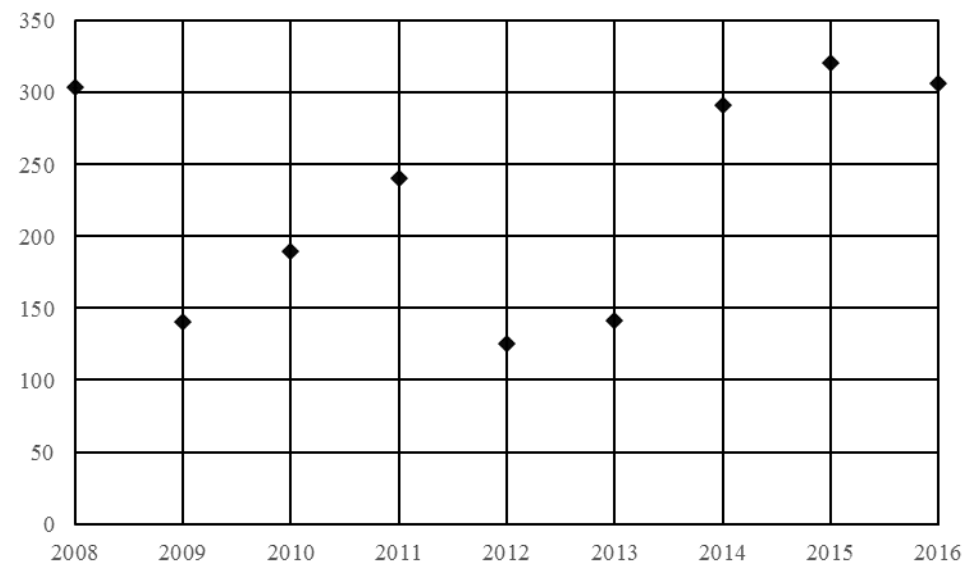
Procentowy „udział” poszczególnych manewrów samolotu dla raportowanych zdarzeń lotniczych w Polsce w latach 2008-2016 w kategorii SCF-NP

Niesprawności podwozia (ATA – 100 grupa 32)



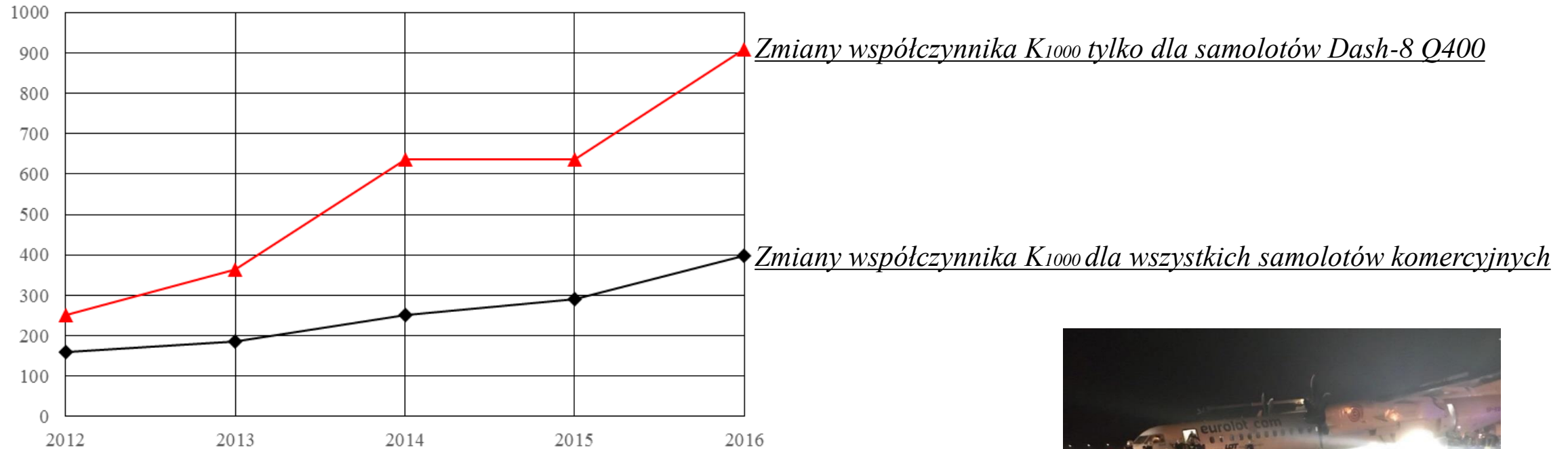
*Zmiana wartości współczynnika K_{1000}
dotyczącego zdarzeń lotniczych dla ATA-100 grupa 32*

Niesprawności instalacji sterowania lotem (ATA – 100 grupa 27)



*Zmiana wartości współczynnika K_{1000}
dotyczącego zdarzeń lotniczych dla ATA-100 grupa 27*

Uszkodzenia podwozi – wnioski z analizy bezpieczeństwa struktur płatowców, a zdarzenie z dn. 10 stycznia br. na Okęciu



*Zmiana wartości współczynnika K_{1000}
dotyczącego zdarzeń lotniczych w kategorii SCF-NP
w grupie ATA 32 - podwozie*



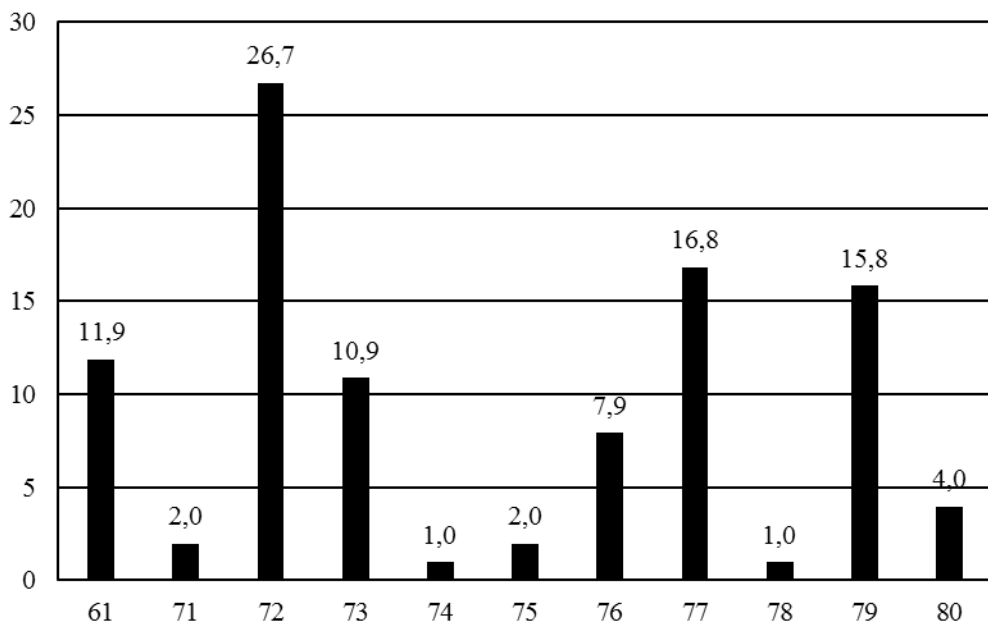
/Samoloty Bombardier Dash-8 Q-400 są w eksploatacji od 2012 roku./

Ocena ryzyka bezpieczeństwa dla poszczególnych instalacji płatowcowych

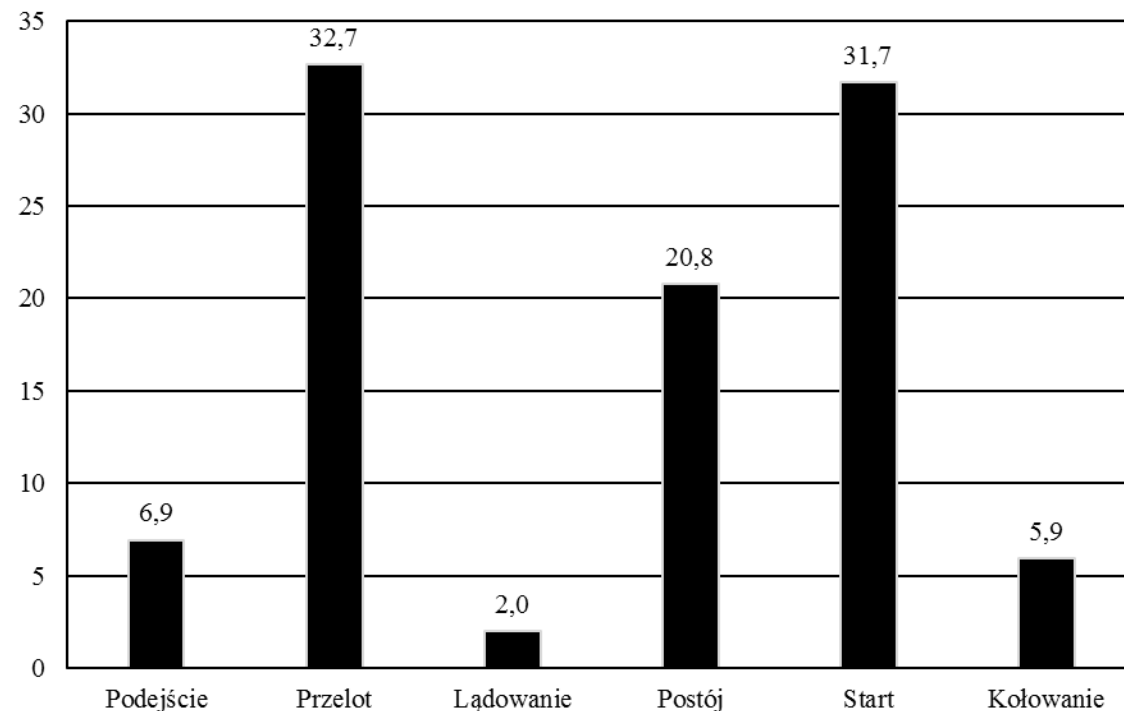
Grupa ATA		Indeks
Kod	Opis	
27	Sterowanie lotem	5D
32	Podwozie	5C
24	Instalacja elektryczna/energetyka	4D
21	Klimatyzacja	4E
31	Wskazania/ zapisy	4E
23	Komunikacja	3D
29	Hydraulika	3C
52	Drzwi	3D
22	Pilot automatyczny	3D
28	Paliwo	2E
56	Okna	2D
57	Skrzydła	2D
8	Niwelacja i ważenie	1E
12	Obsługa – standardowe czynności	1D
25	Wyposażenie	1E
26	Instalacja ppoż.	1D
30	Instalacja przeciw oblodzeniowa	1D
35	Tlen	1E
46	Systemy informacji	1E
53	Kadłub	1E
54	Gondole/ pylony	1E
55	Stabilizatory	1E

TURBINOWE SILNIKI ŚMIGŁOWE

Kategoria ICAO: System Component Failure Powerplant (SCF-PP) silniki turbośmigłowe

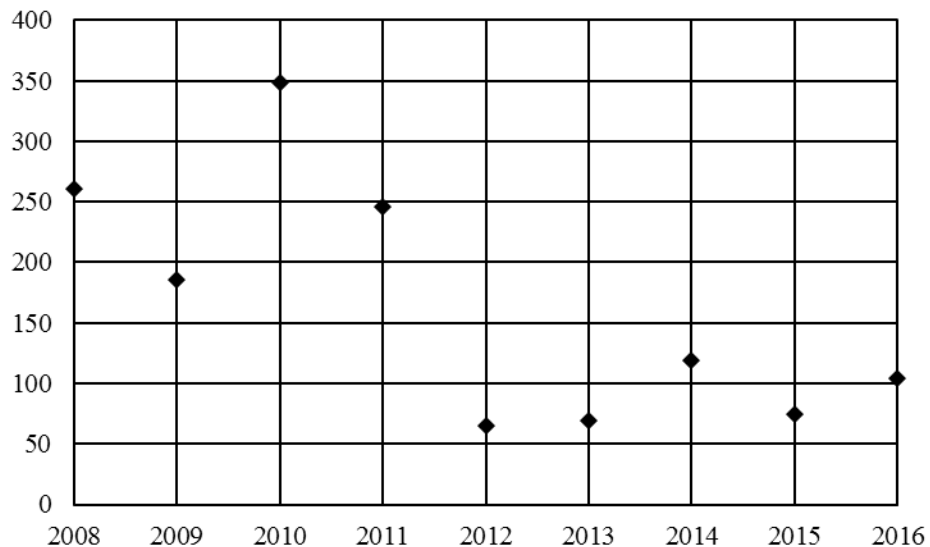


Procentowe „udziały” poszczególnych systemów silników turbośmigłowych (wg grup ATA – 100) w raportowanych zdarzeniach lotniczych w latach 2008÷2016 w kategorii SCF-PP



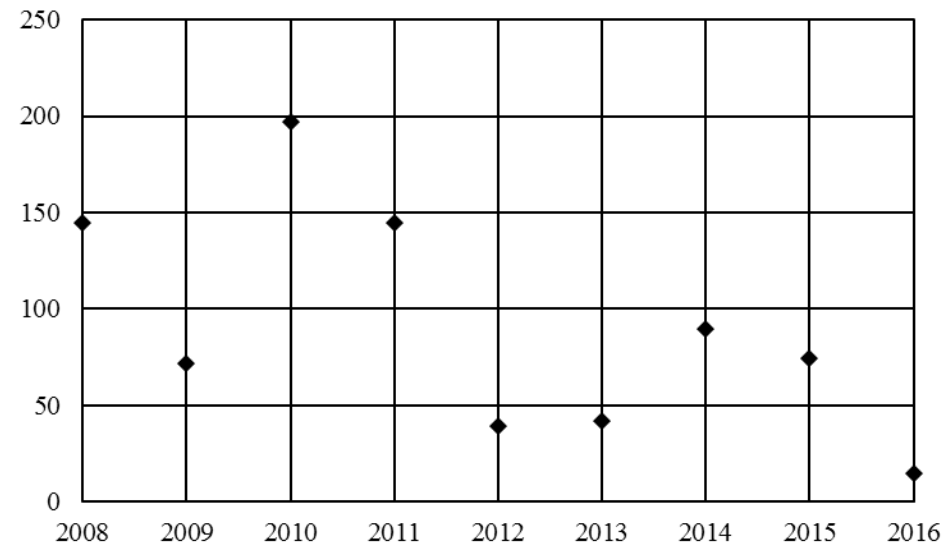
Fazy ruchu samolotów napędzanych silnikami turbośmigłowymi podczas których raportowano zdarzenia lotnicze w latach 2008÷2016 w kategorii SCF-PP

System Component Failure Powerplant (SCF-PP) silniki turbośmigłowe



Zmiana wartości współczynnika K_{1000} dotyczącego zdarzeń lotniczych w kategorii SCF-PP dla silników turbośmigłowych

Od 2012 roku zaobserwowano skokowy spadek wartości współczynnika K_{1000} spowodowany wymianą floty samolotów (inne silniki)



Zmiana wartości współczynnika K_{1000} dotyczącego zdarzeń lotniczych zakończonych procedurą awaryjną w kategorii SCF-PP dla silników turbośmigłowych

W 2016 roku tylko jedno z raportowanych zdarzeń lotniczych spowodowanych niesprawnościami zespołu napędowego zakończyło się procedurą alarmową

Silniki turbośmigłowe

Ze względu na bardzo małą liczbę zdarzeń nie dokonano analizy wg podziału na grupy ATA

Szczegóły niesprawności silników turbośmigłowych w latach 2008÷2016

Liczba	Rezultat	Liczba	Objawy	Liczba	Przyczyna
25	Przerwany lot	12	Wyłączenie silnika w powietrzu	6	Automat przestawiania w chorągiewkę
19	Przerwany start	12	Niestabilna praca silnika	4	Prądnico-rozrusznik
6	Awaryjne lądowanie	5	Niskie ciśnienie oleju	5	Wskazania wartości momentu
4	Przerwane kołowanie	1	Wysokie ciśnienie oleju	4	Wskazania temperatury gazów wylotowych
		2	Wibracja silnika	7	Niewłaściwy montaż uszczelnień lub przewodów
				6	Usterki PCU/HMU/EEC
				3	Uszkodzenia łopatek sprężarki
				1	Uszkodzenia łopatek turbiny

55% zdarzeń raportowanych w latach 2008÷2016 zakończyło się procedurami awaryjnymi

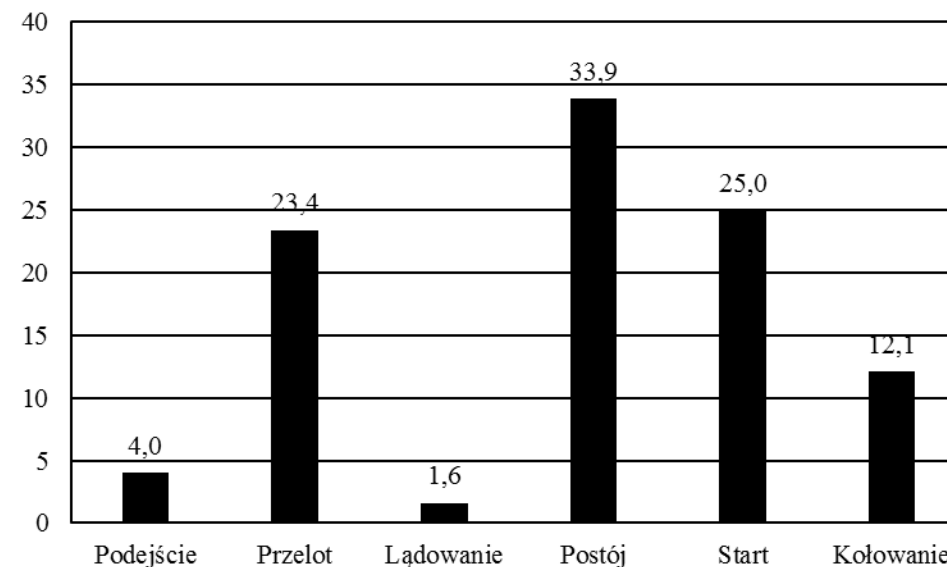
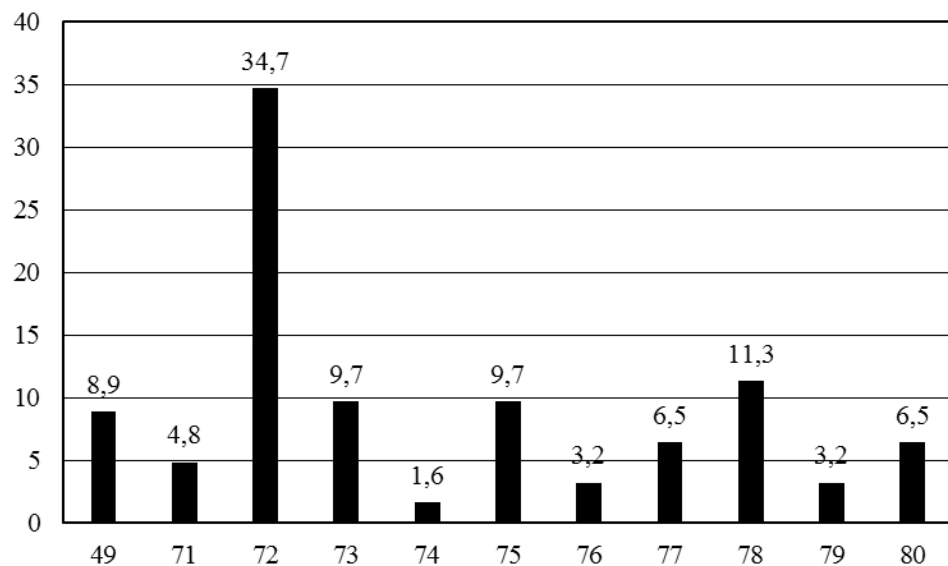
Silniki turbośmigłowe

Ocena ryzyka bezpieczeństwa dla poszczególnych instalacji zespołu napędowego

61	ŚMIGŁO	3D
71	ZESPÓŁ NAPĘDOWY	1E
72	SILNIK	5D
73	PALIWO I DYSTRYBUCJA	3D
74	ZAPŁON	1E
75	ODBIORY POWIETRZA	1E
76	STEROWANIE SILNIKIEM	3D
77	WSKAZANIA PRACY SILNIKA	4D
78	WYLOT	1E
79	INSTALACJA OLEJOWA	4C
80	ROZRUCH	2E

TURBINOWE SILNIKI ODRZUTOWE

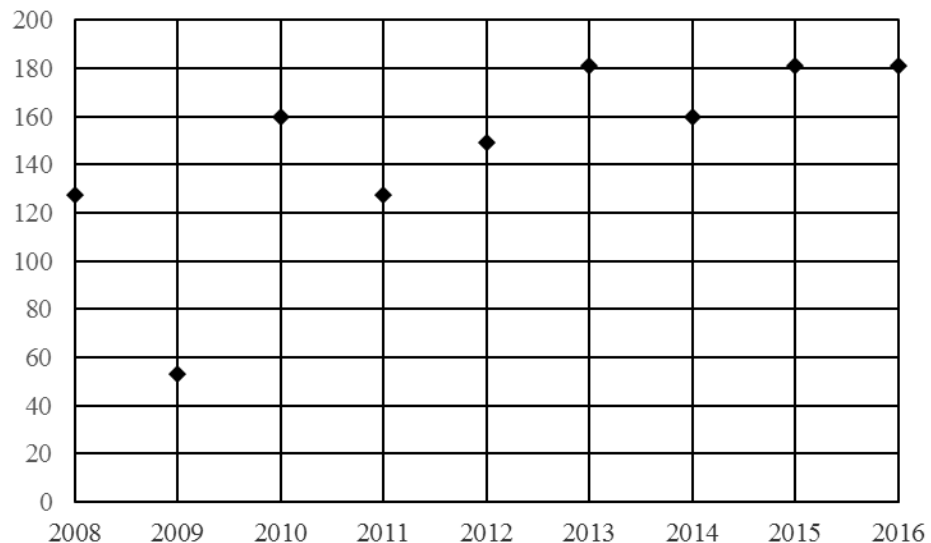
Kategoria ICAO: System Component Failure Powerplant (SCF-PP) turbinowe silniki odrzutowe



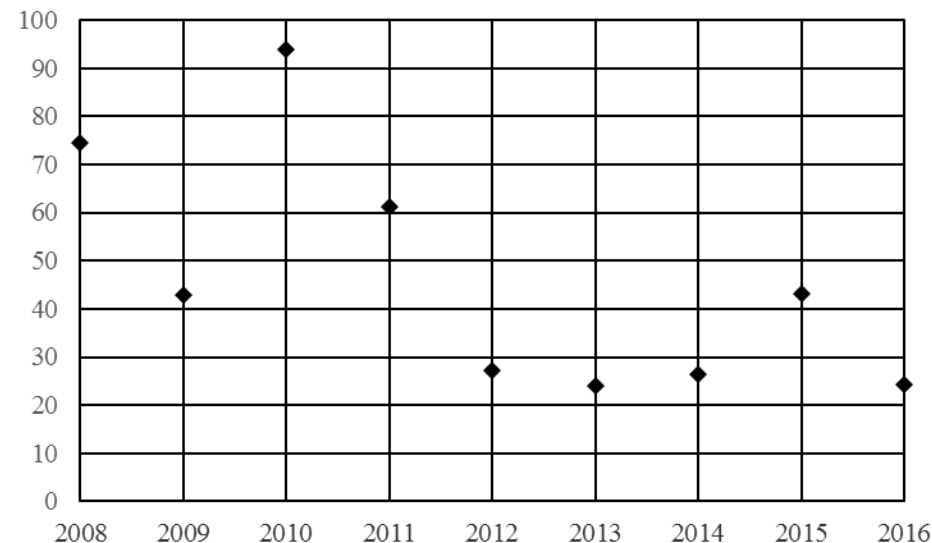
Fazy ruchu samolotów napędzanych turbinowymi silnikami odrzutowymi podczas których raportowano zdarzenia lotnicze w kategorii SCF-PP

Procentowe „udziały” poszczególnych systemów turbinowych silników odrzutowych (wg grup ATA – 100) w raportowanych zdarzeniach lotniczych w latach 2008÷2016 w kategorii SCF-PP

System Component Failure Powerplant (SCF-PP) turbinowe silniki odrzutowe



Zmiana wartości współczynnika K_{1000} dotyczącego zdarzeń lotniczych w kategorii SCF-PP dla turbinowych silników odrzutowych



Zmiana wartości współczynnika K_{1000} dotyczącego zdarzeń lotniczych zakończonych procedurą awaryjną w kategorii SCF-PP dla turbinowych silników odrzutowych

Turbinowe silniki odrzutowe

Szczegóły niesprawności turbinowych silników odrzutowych w latach 2008÷2016

Liczba	Rezultat	Liczba	Objawy	Liczba	Przyczyna
24	Przerwany lot	9	Niesymetryczne położenie odwracacza ciągu	15	Uszkodzenie czujnika położenia odwracacza ciągu
18	Przerwane kołowanie	7	Wysoka temperatura gazów wylotowych	8	Zatarcie zaworu odbioru powietrza
15	Przerwany start	5	Duża wartość wibracji silnika	4	Uszkodzenie obcym ciałem
5	Awaryjne lądowanie	5	Usterka FADEC		
		7	Zapchany filtr paliwa lub uszkodzenie zaworu instalacji paliwowej		

35% zdarzeń raportowanych w latach 2008÷2016 zakończyło się procedurami awaryjnymi

Turbinowe silniki odrzutowe

Ocena ryzyka bezpieczeństwa dla poszczególnych instalacji zespołu napędowego

49	POMOCNICZY ZESPÓŁ NAPĘDOWY	4D
71	ZESPÓŁ NAPĘDOWY	3E
72	SILNIK	5D
73	PALIWO I DYSTRYBUCJA	4D
74	ZAPŁON	1E
75	ODBIORY POWIETRZA	4C
76	STEROWANIE SILNIKIEM	2B
77	WSKAZANIA PRACY SILNIKA	3B
78	WYLOT	4D
79	INSTALACJA OLEJOWA	2B
80	ROZRUCH	3D

Wnioski:

Usterki instalacji silników turbinowych i turbośmigłowych powodujące zdarzenia lotnicze nie miały – w rozpatrywanym okresie - istotnego wpływu na bezpieczeństwo operacji lotniczych.

Wnioski:

1. Przetwarzanie danych statystycznych dotyczących raportowanych zdarzeń jest ważne dla:
 - a. oszacowania istotnych wskaźników ryzyka bezpieczeństwa
 - b. zarządzania krajowym systemem bezpieczeństwa (annex 19 ICAO)
 - c. zarządzania bezpieczeństwem w organizacjach lotniczych
 - d. konstruowania nowych samolotów – jako narzędzie wspierające, a także w opracowywaniu nowych wymagań niezawodnościowych i bezpieczeństwa

PROPOZYCJE DZIAŁAŃ PODWYZSZAJĄCYCH BEZPIECZEŃSTWO OPERACJI LOTNICZYCH

EKSPLOATACJA SILNIKÓW TŁOKOWYCH WEDŁUG STANU TECHNICZNEGO

Określenie ograniczeń eksploatacyjnych wybranych parametrów z lotu i startu dla eksploatacji lotniczych silników tłokowych według stanu technicznego

Ciśnienie oleju
 Temperatura głowic cylindrów
 Temperatura gazów wylotowych
 Zużycie paliwa
 Ciśnienie paliwa
 Temperatura oleju

Z lotu poziomego i wznoszenia

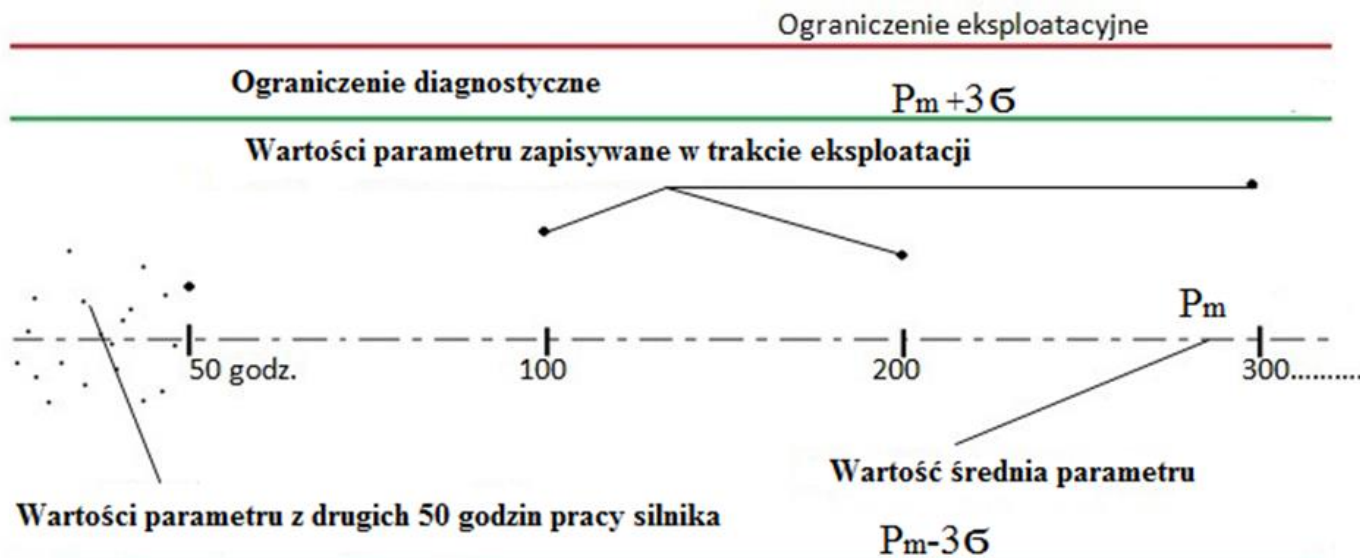
$$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{m}$$

wartość średnia dla każdego parametru

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_m)^2}{m - 1}}$$

odchylenie standardowe

m – liczba lotów
 P_i – wartość parametru
 P_m – średnia wartość parametru



$$P_i = \frac{\sum_{s=1}^{140} P_{i/s}}{140}$$

Przez 140 sekund, po przekroczeniu określonej prędkości podczas startu samolotu, co sekundę zapisywana jest wartość parametru pracy silnika ($P_{i/s}$).

EKSPLOATACJA SILNIKÓW TŁOKOWYCH WEDŁUG STANU TECHNICZNEGO

Widok tablicy przyrządów samolotu DA20-C1



Przed
zainstalowaniem
rejestratora
EDM-900



Po
zainstalowaniu
rejestratora
EDM-900

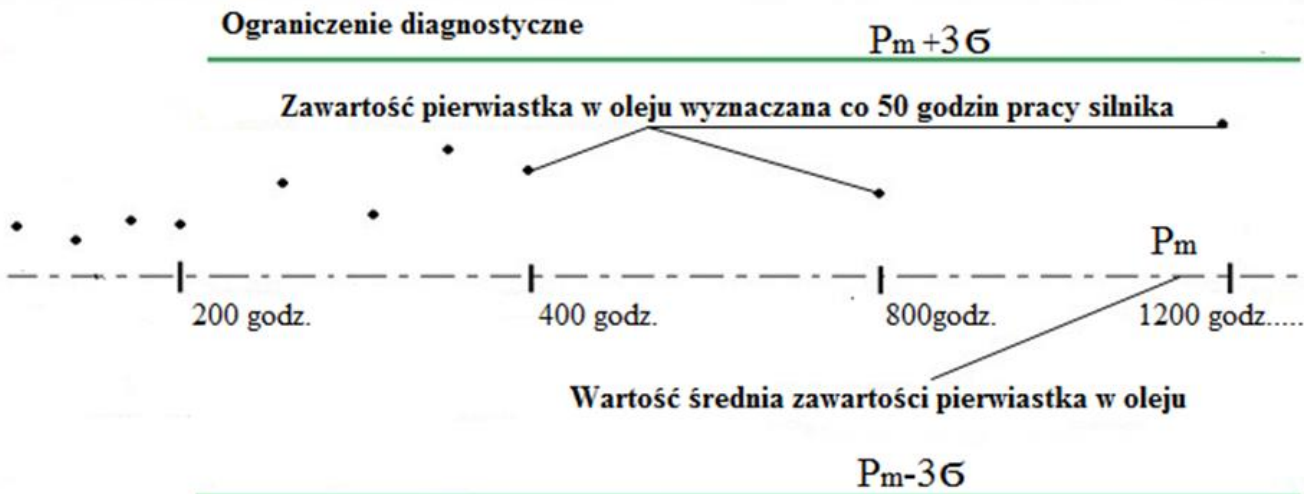
Instalacja rejestratora parametrów silnika EDM-900

Wykaz parametrów rejestrowanych przez EDM-900

E1,2,3,4	Temperatury gazów wylotowych
C1,2,3,4	Temperatury cylindrów
OAT	Temperatura zewnętrzna
DIF	Różnica między najwyższą a najniższą temp. gazów wylotowych
CLD	„Shock Cooling” cylindrów [deg/min]
MAP	Ciśnienie ładowania
RPM	Obroty
HP	Moc w koniach mechanicznych
FF	Przepływ paliwa
FP	Ciśnienie paliwa
OILP	Ciśnienie oleju
BAT	Napięcie zasilania
AMP	Natężenie prądu
OILT	Temperatura oleju
USD	Zużyte paliwo
LFL	Poziom paliwa
SPD	Prędkość
ALT	Wysokość
LAT	Szerokość geograficzna
LNG	Długość geograficzna

EKSPLOATACJA SILNIKÓW TŁOKOWYCH WEDŁUG STANU TECHNICZNEGO

Określenie ograniczeń eksploatacyjnych zawartości wybranych pierwiastków w oleju silnikowym



$$P_{me} = \frac{\sum_{S=1}^{S-4} P_S}{4}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{S=1}^{S-4} (P_S - P_{me})^2}{3}}$$

P_{me} – średnia wartość dla każdego pierwiastka

P_S – wynik analizy spektrograficznej oleju dla każdego pierwiastka

Żelazo (Fe)
 Miedź (Cu)
 Glin (Al)
 Chrom (Cr)
 Krzem (Si)
 Ołów (Pb)

} Wybrane pierwiastki

Powołanie zespołu z zadaniami:

- Opracowywanie kodowania zdarzeń lotniczych zgodnie z dokumentem ICAO
- Śledzenie zmian np.(półroczne) istotnych dla bezpieczeństwa lotniczego parametrów i przygotowanie odpowiednich dokumentów dla odpowiednich organizacji
- Szczegółowa analiza zdarzeń powodowanych przez niesprawności „techniczne” i przygotowanie wniosków dla organizacji obsługowych i zarządzania ciągłą zdatnością do lotu

- [1] *Aviation Occurrence Categories, Definitions and Usage Notes.*, International Civil Aviation Organization, Common Taxonomy Team, October 2013 (4.6).
- [2] *Annual Safety Review 2014* , European Aviation Safety Agency, Safety Intelligence & Performance Department, Cologne, Germany, 2015.
- [3] *ATA Specification 100 - Specification for Manufacturers' Technical Data*, Publications Department Air Transport Association (ATA) of America, Inc. Washington, DC 20004-1707 USA.
- [4] *Aviation technician advanced training program Continental engine theory*, 2005, Teledyne Continental Motors, Inc.
- [5] Balicki W, Głowacki P, *Aircraft engines – analysis of reported systems failures in Polish Aviation during years 2008 – 2015*, Journal of KONES Powertrain and Transport, ISSN 1231-4005, Vol. 23, No. 1, Warsaw 2016, s.31-37.
- [6] Balicki W, Głowacki P, Lorocho L, *Safety performance indicators assessment for small aircraft airframe systems*, Journal of KONES Powertrain and Transport, ISSN 1231-4005, Vol. 23, No. 2, Warsaw 2016, s.31-38.
- [7] Głowacki P, Balicki W., *ICAO aviation occurrence categories significantly affected aviation safety in Poland for the period 2008-2015*. Scientific Journal of Silesian University of Technology, Series Transport, Volume 94, 2017
- [8] Goraj Z., *Influence of power unit configuration layout of a regional jet on performance and direct operating cost*, International Council of the Aeronautical Sciences, 2016
- [9] Iwaniuk A., Wiśniowski W., Żółtak J., *Multi-disciplinary optimisation approach*, Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An International Journal, Volume 88 · Number 2 · 2016
- [10] Lorocho L., *Bezpieczeństwo lotnictwa krajowego w działalności Instytutu Lotnictwa*, Oprac. „Bezpieczeństwo i niezawodność w lotnictwie. Rozwój lotnictwa w regionach”. Wyd. NOT, Radom, 2015.
- [11] Pettit, D., Turnbull, A., *General Aviation Aircraft reliability Study*, NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia 23681-2199, February 2001.
- [12] Piwek K., Wiśniowski W., *Small air transport aircraft entry requirements evoked by FlightPath 2050*, Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An International Journal, Volume 88 · Number 2 · 2016 · 341–347
- [13] *Safety Management Manual (SMM)*, Doc 9859, AN/474, Third edition ICAO 2012.



Dziękuję za uwagę

www.ilot.edu.pl

