

ANALIZA ZDARZEŃ LOTNICZYCH POWODOWANYCH NIESPRAWNOŚCIAMI INSTALACJI PŁATOWCOWYCH I SILNIKOWYCH W LATACH 2008 ÷ 2021

Warszawa, czerwiec 2022

Opracował:

dr inż. Paweł Głowacki

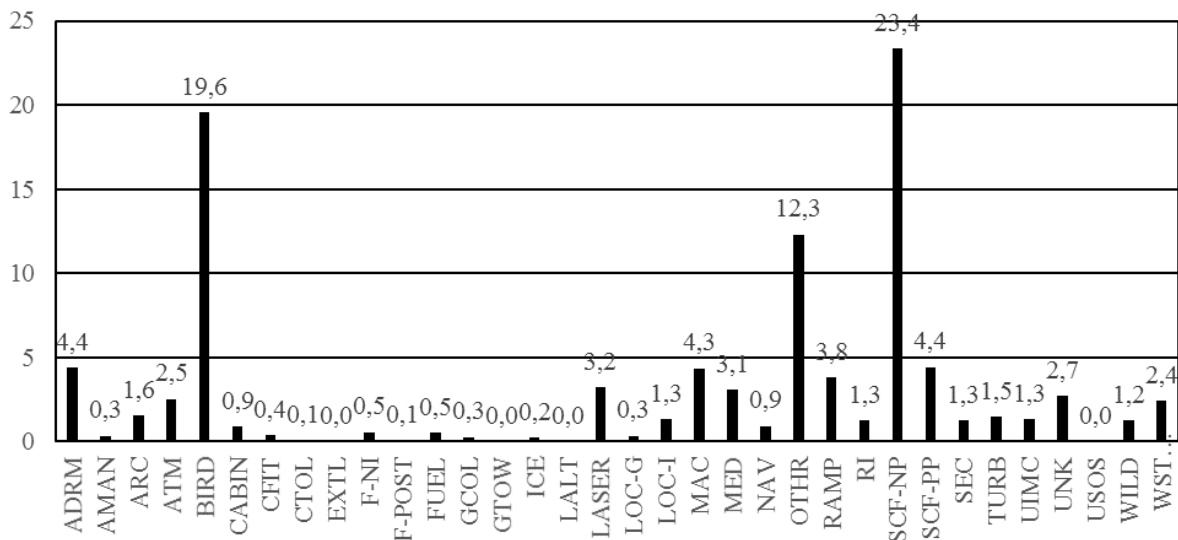


Spis treści	strona
Wstęp	3
Niesprawności instalacji płatowcowych dużych samolotów	6
Niesprawności instalacji silnikowych dużych samolotów	36
Zdarzenia lotnicze powodowane operacjami lotniczymi małych samolotów	65
Niesprawności instalacji płatowcowych małych samolotów	67
Niesprawności instalacji silników tłokowych małych samolotów	77
Zdarzenia powodowane kolizjami z ptakami dla dużych samolotów	84
Zdarzenia powodowane kolizjami z ptakami dla małych samolotów	85
Zdarzenia oślepienia załóg promieniami lasera dla dużych samolotów	87
Zdarzenia oślepienia załóg promieniami lasera dla małych samolotów	88

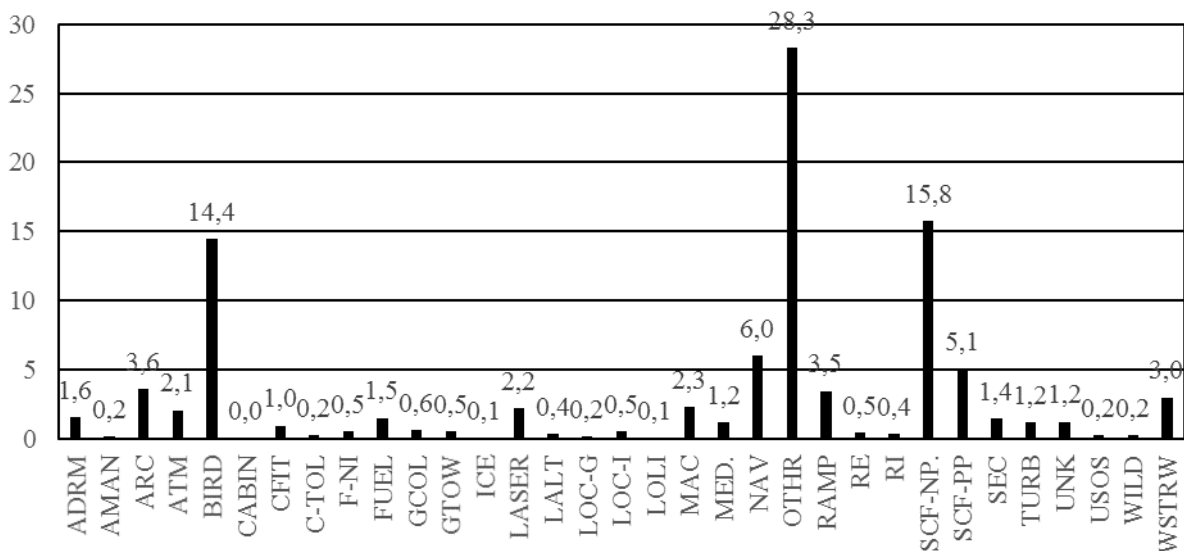


1. Wstęp

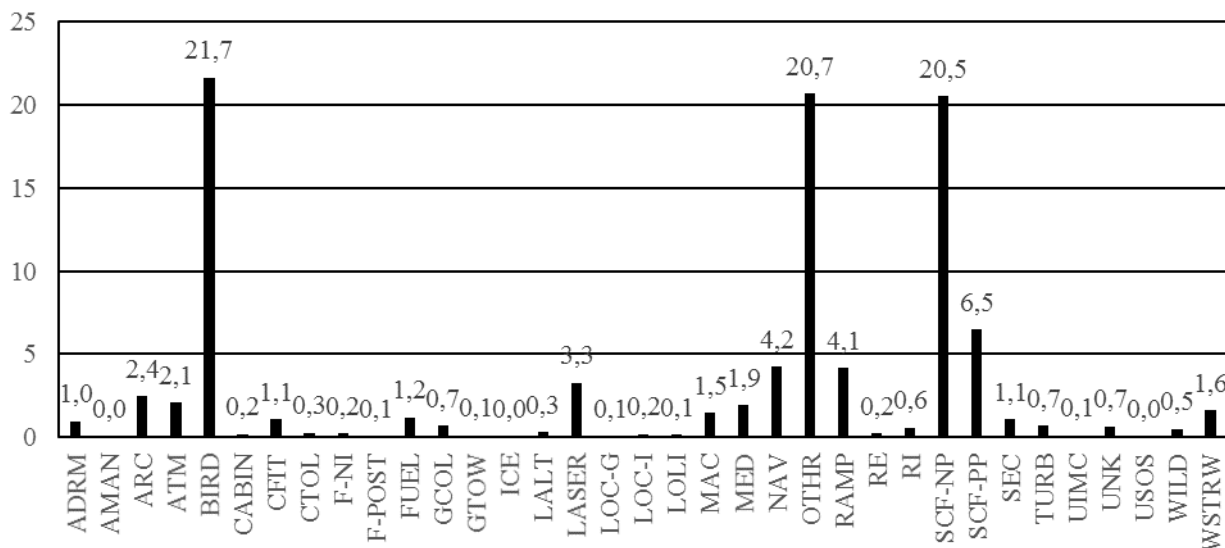
Prezentowany corocznie materiał przygotowano w oparciu o umowę pomiędzy Urzędem Lotnictwa Cywilnego, a Łukasiewicz – Instytutem Lotnictwa. Analizy dokonano na podstawie informacji zawartych w bazie o zdarzeniach lotniczych tzw. ECCAIRS (European Coordination Center for Accident and Incident Reporting System). Uzgodniono również z Dyrektorem Biura Zarządzania Bezpieczeństwem w Lotnictwie Cywilnym, że prace Ł-ILot skoncentrują się na szczegółowej analizie zdarzeń lotniczych spowodowanych usterkami technicznymi, czyli tymi zakodowanymi w grupie SCF-NP (System Component Failure Non Powerplant) i SCF-PP (System Component Failure Powerplant). Zdarzenia lotnicze kodowane są zgodnie z wytycznymi ICAO zawartymi w dokumencie *Aviation Occurrence Categories, Definitions and Usage Notes*. Szczegółowa analiza przyczyn niesprawności różnych instalacji płatowca i silnika przeprowadzana jest w oparciu o ich kodowanie zgodnie z ATA – 100. Dokładna analiza przyczyny usterki wymaga określenia minimum podzespołu w danej grupie ATA, czyli kodowania czterocyfrowego. Ocena przyczyny niesprawności konkretnej instalacji wymaga rzetelnego jej opisanie w systemie ECCAIRS. Niestety, w 2021 podobnie jak i w latach poprzednich wiele zdarzeń, opisano w organizacjach lotniczych nie dość dokładnie. Nie można z tych raportów wyciągnąć jakichkolwiek wniosków, ani przypisać do konkretnej grupy zdarzeń lotniczych. Ma to niebagatelny wpływ na ocenę ryzyka bezpieczeństwa. W bieżącym roku dokonano istotnej zmiany w analizie silników dużych samolotów wyodrębniając turbinowe silniki odrzutowe i silniki turbośmigłowe. Poniżej na rysunkach 1, 2 i 3 przedstawiono procentowy udział poszczególnych przyczyn zdarzeń lotniczych odpowiednio dla lat 2008 ÷ 2018, dla roku 2020 i 2021.



Rys.1 Procentowy udział poszczególnych zdarzeń wg definicji ICAO w latach 2008 ÷ 2018



Rys.2 Procentowy udział poszczególnych zdarzeń wg definicji ICAO w roku 2020



Rys.3 Procentowy udział poszczególnych zdarzeń wg definicji ICAO w roku 2021

W roku 2021 w porównaniu do poprzedniego 2020, zwraca uwagę znaczny wzrost udziału zdarzeń lotniczych powodowanych przez ptaki (BIRD) i usterki instalacji płatowcowych samolotów (SCF-NP). Zwraca uwagę fakt znacznie mniejszego udziału zdarzeń zakwalifikowanych do innych (OTHR), co świadczy o poprawie przeprowadzanych analiz okoliczności powstania incydentów lotniczych. Niepokojący jest duży udział zdarzeń powodowanych oślepieniem załóg samolotów promieniami lasera. Ze względu na charakter operacji lotniczych występują znaczne różnice pomiędzy samolotami małymi, głównie należącymi do lotnictwa ogólnego tzw. General Aviation, a samolotami dużymi w większości w zarobkowym przewozie lotniczym, kategoria CAT (Commercial Air Transport). Do kategorii CAT zaliczane są również samoloty lotnictwa ogólnego np. szkolenie pilotów. W opracowaniu przypisano jednak wszystkie tzw. samoloty małe do jednej kategorii. Jak każdego roku

rozpatrzono rozdzielnie niesprawności instalacji płatowców i silnikowych dla obu rodzajów lotnictwa.

W celu zobiektywizowania analizy danych – wprowadzono współczynniki odnoszące liczbę zdarzeń do liczby zarejestrowanych statków powietrznych (na 1000 SP). Rok 2021 był nadal niekorzystny dla branży lotniczej, pomimo wzrostu przewozów w porównaniu do 2020. Na podstawie danych publikowanych przez Urząd Lotnictwa Cywilnego, dla potrzeb statystycznych i zobiektywizowania wyników roku 2021 w porównaniu do obliczonych w poprzednich latach współczynników K_{1000} w opracowaniu określono, że liczba dużych samolotów jest o 30% mniejsza niż to wynika z danych roku 2021 (patrz Tab.1).

Współczynnik odniesiony do samolotów wymuszony jest brakiem danych o ich nalocie.

$$K_{1000} = \frac{1000 * LZ_{GA}}{LSP_{GA}}$$

$$K_{1000} = \frac{1000 * LZ_K}{LSP_K}$$

gdzie:

LZ_{GA} , LZ_K – odpowiednio liczba zdarzeń dotyczące małych statków powietrznych (General Aviation) i dużych statków powietrznych (CAT);

LSP_{GA} , LSP_K – odpowiednio liczba zarejestrowanych małych statków (General Aviation) i dużych statków powietrznych (CAT);

Liczba statków powietrznych i samolotów rozpatrywana w analizach określona jest na podstawie danych otrzymanych z ULC zawartych w poniższej tabeli 1. **Dla roku 2021 przyjęto, zgodnie z wcześniejszym wywodem, że liczba dużych statków powietrznych wyniosła 166.**

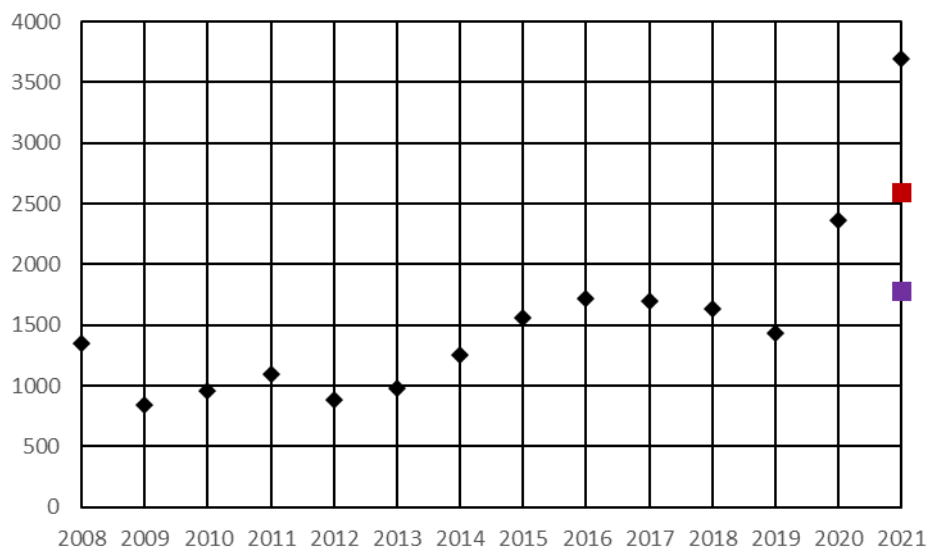
Tab.1 Liczba statków powietrznych w poszczególnych kategoriach

Stan na 31 grudnia	MTOM					
	SAMOLOTY		ŚMIGŁOWCE		OGÓŁEM STATKI POWIETRZNE	
	<5700	>5700	<5700	>5700	<5700	>5700
2007	1067	94	122	21	2194	115
2008	1008	93	124	19	2036	112
2009	1044	96	146	18	2137	114
2010	1020	98	168	18	2099	116
2011	1033	110	174	19	2111	129
2012	1070	125	178	19	2194	144
2013	1086	113	167	14	2225	127
2014	1107	116	166	11	2290	127
2015	1123	117	179	14	2385	131
2016	1124	123	187	14	2435	137
2017	1145	131	195	17	2509	148
stan na 28.09.2018	1156	152	191	13	2575	160
stan na 06.12.2019	1202	193	238	9	2701	202
stan na 31.12.2020	1242	212	249	13	2806	225
stan na 31.12.2021	1271	227	264	9	2912	236

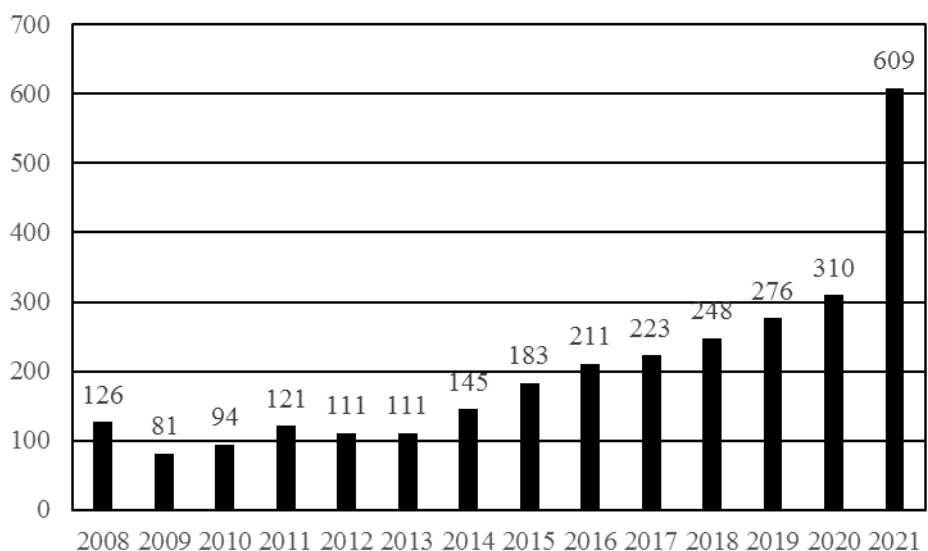
Wprowadzono prognozowanie na podstawie obserwacji trendu z kilku lat tzn. wyznaczanie poziomów alarmowych i wartości średniej, przy założeniu rozkładu normalnego zdarzeń lotniczych. Do określania poziomów alarmowych wykorzystano metodę stosowaną w tzw. Diagramach Kontrolnych Shewharta, które umożliwiają obserwację zmienności procesu, a także identyfikację przyczyn, które powodują ten wzrost zmienności. W prezentowanym materiale jak każdego roku wykorzystano opracowaną w Instytucie Lotnictwa metodykę wyznaczania prognozy na kolejny rok i wyznaczania poziomów alarmowych dla charakterystycznych rodzajów zdarzeń przyjmując kryterium 2 σ . Rysunki przedstawiające zmiany współczynnika K_{1000} na osi roku 2021 zawierają również prognozowane w 2020 roku wartości: *średnią dla danego parametru, oznaczoną kolorem purpurowym i nieprzekraczalną, określającą poziom alarmowy, oznaczoną kolorem ciemnoczerwonym*. W opracowaniu opisano jedynie dla przykładu analizę usterek wybranych instalacji płatowca i silnika. Pozostałe detale analizy są dostępne dla pracowników Biura Zarządzania Bezpieczeństwem, jeśli zaistnieje taka potrzeba. Podobnie jak w poprzednim opracowaniu w bieżącym również prezentowana jest analiza zdarzeń związanych z osłepianiem załóg promieniem lasera i incydentów wywołanych przez ptaki.

2. Niesprawności instalacji płatowcowych dużych samolotów

W latach 2008 ÷ 2021 zmiany współczynnika K_{1000} dla zdarzeń w kategorii SCF-NP przedstawiono na rysunku 4. Od roku 2016 do 2019 widoczny był jego spadek spowodowany zwiększającą się liczbą samolotów pomimo tego, że liczba zdarzeń powodowanych usterkami różnych instalacji płatowcowych systematycznie się zwiększała, co przedstawiono na rysunku 5. Ze względu na ich wzrost w 2020 roku, co interesujące, przy małym zaangażowaniu samolotów współczynnik K_{1000} przekroczył poziom alarmowy prognozowany w 2019 roku. Sytuacja ta powtórzyła się w 2021, w którym nastąpił skokowy wzrost zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami instalacji płatowcowych powodujących znaczne przekroczenie wyznaczonego w roku 2020 poziomu alarmowego. Dużą wartość współczynnika K_{1000} dla instalacji płatowcowych w odniesieniu do roku 2020 należy przypisać wzrostowi usterek instalacji klimatyzacji ATA 21, instalacji wskazań i zapisów ATA 31, instalacji podwozia ATA 32 i instalacji nawigacji ATA 34. Szczegółowe omówienie zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami wspomnianych instalacji znajduje się w dalszej części opracowania.



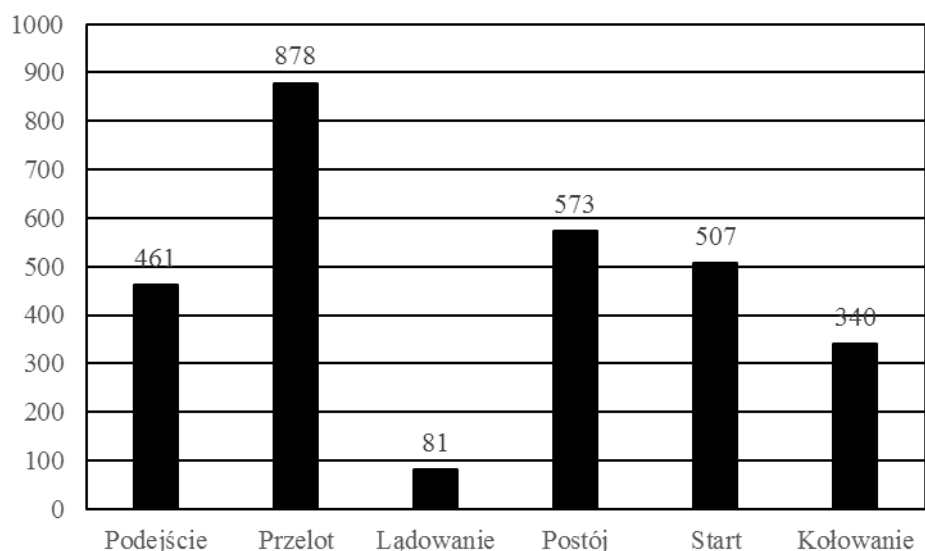
Rys.4 Wartości współczynnika K_{1000} dla kategorii SCF-NP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów



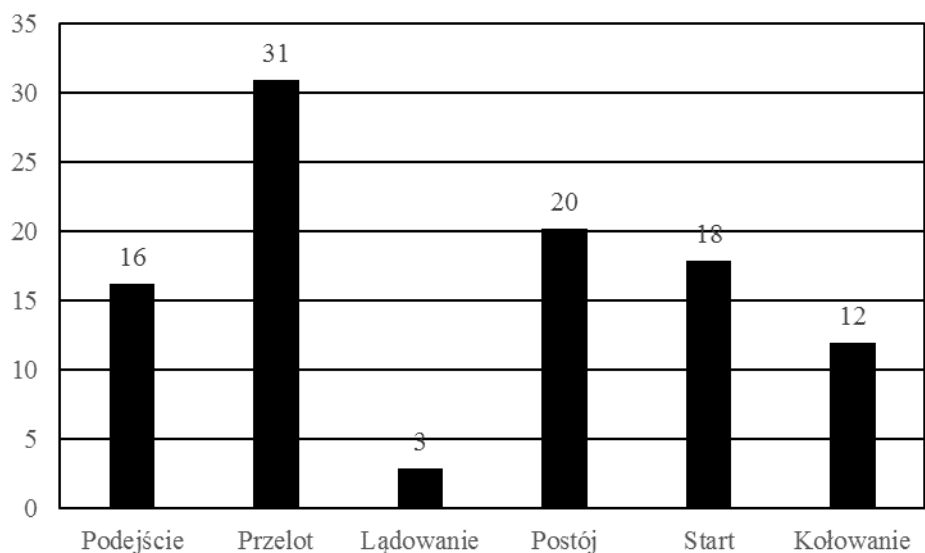
Rys.5 Liczba zdarzeń dla kategorii SCF-NP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

Rysunek 6 przedstawia liczbę poszczególnych manewrów samolotu przy którym wystąpiła niesprawność instalacji płatowcowej powodująca zdarzenie lotnicze. Rysunek 7 natomiast ich procentowy udział.





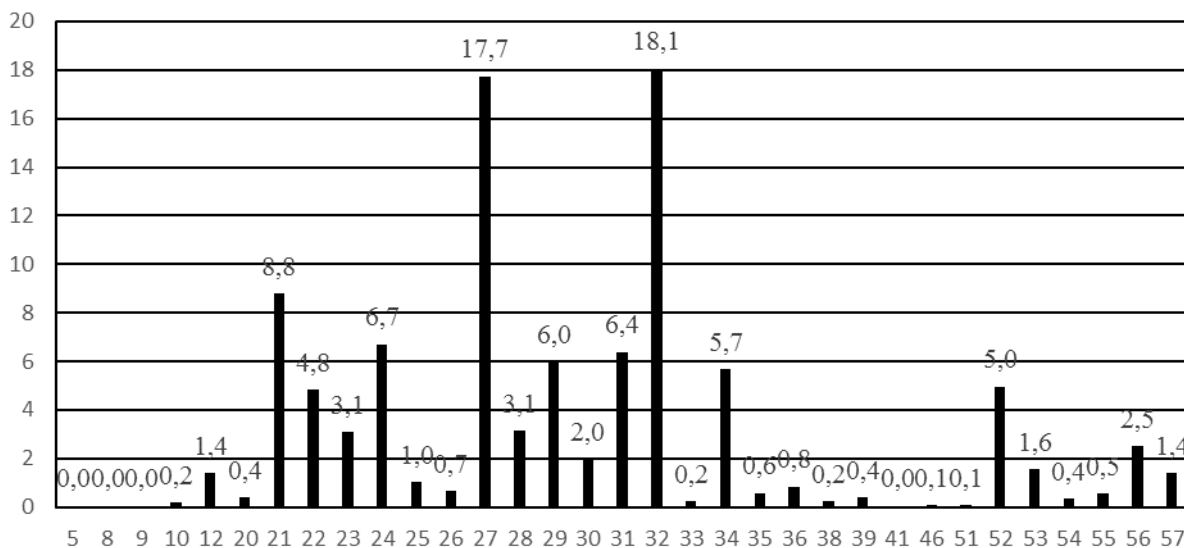
Rys.6 Liczba poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji płatowcowej SCF-NP w latach 2008 ÷ 2021



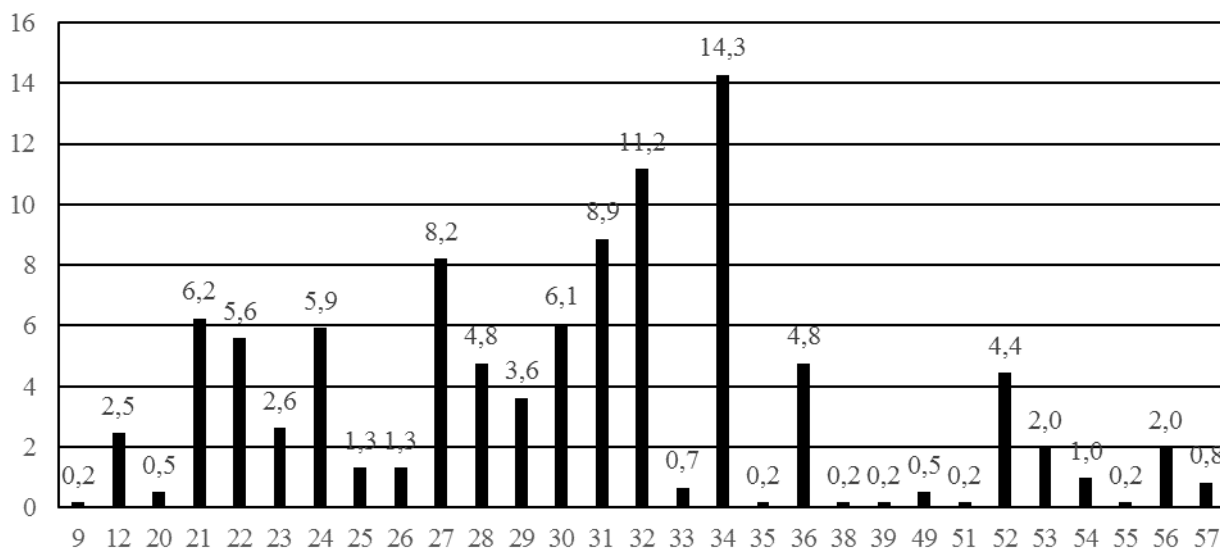
Rys.7 Procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji płatowcowej SCF-NP w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności instalacji płatowcowych (SCF-NP) będące przyczynami zdarzeń lotniczych odniesiono do grup ATA. Tym sposobem określono te, których usterki są przyczyną największej liczby incydentów. Rysunek 8 przedstawia procentowy udział niesprawności będących przyczynami zdarzenia lotniczego dla poszczególnych grup ATA w latach 2008 ÷ 2020. Ponieważ w porównaniu z poprzednimi latami w roku 2021 zmieniła się częstotliwość i liczba występowania usterek poszczególnych instalacji, na rysunku 9 przedstawiono procentowy udział niesprawności układów płatowcowych samolotów, tylko dla roku 2021.





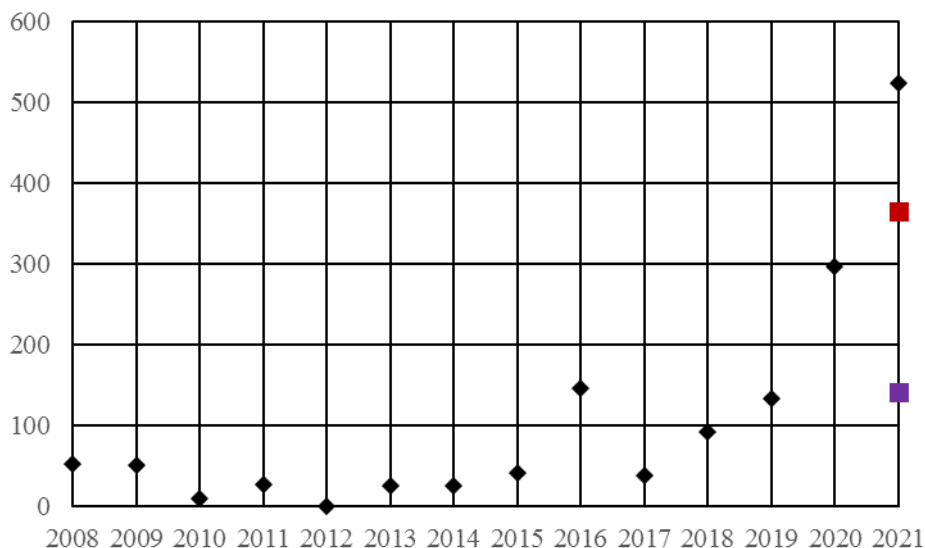
Rys.8 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-NP w latach 2008 ÷ 2020 dla dużych samolotów



Rys.9 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-NP w roku 2021 dla dużych samolotów

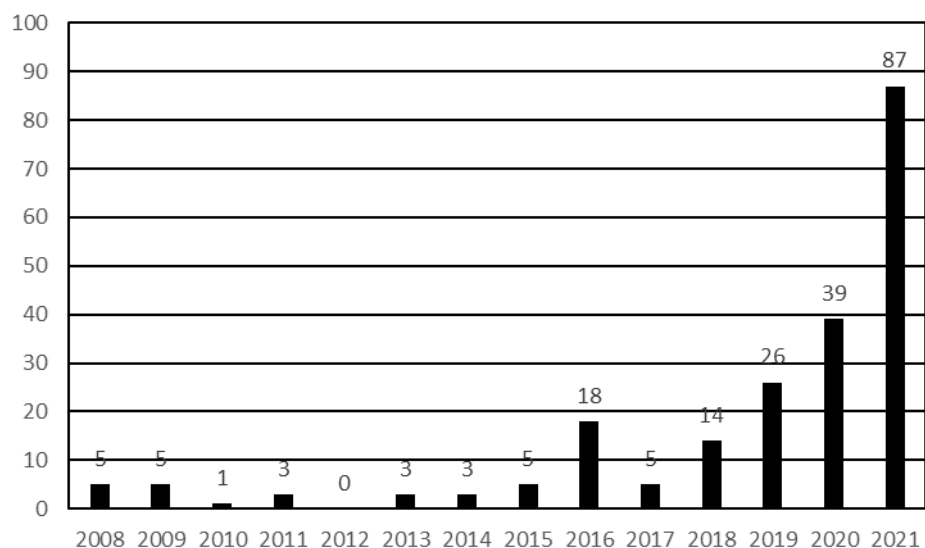
Rysunek 9 prezentuje fakt dominacji czterech instalacji w roku 2021: nawigacji – ATA 34 , podwozia ATA 32, wskazań i zapisów ATA 31 i sterowania lotem – ATA 27. Opisano kolejno przyczyny powstania niesprawności tych układów. Na rysunku 10 przedstawiono zmianę wartości współczynnika K_{1000} dla niesprawności instalacji nawigacji, gdzie kwadrat czerwony oznacza poziom alarmowy, a purpurowy wartość średnią.





Rys.10 Wartości współczynnika K_{1000} dla instalacji nawigacji, ATA 34 w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

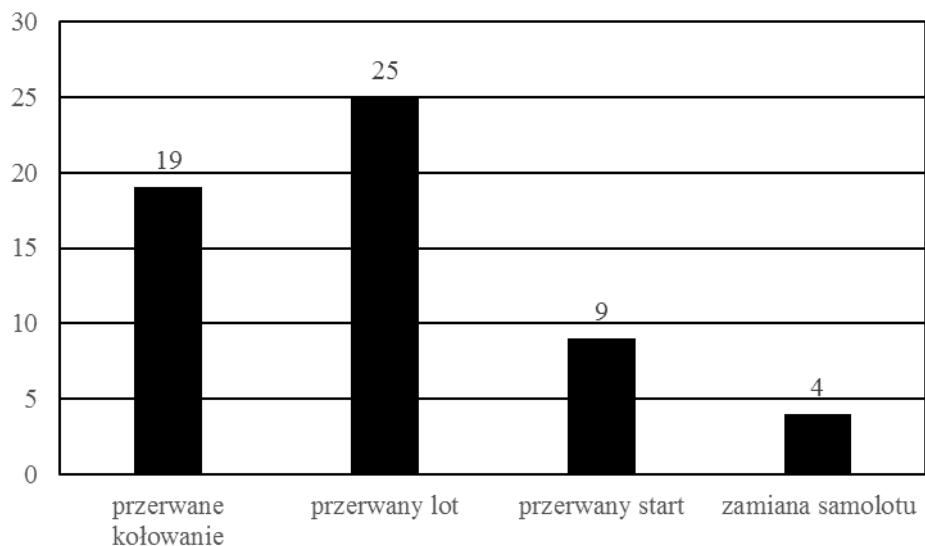
Współczynnik K_{1000} znacznie przekroczył prognozowany w roku 2020 poziom alarmowy. Dla przypomnienia, w poprzednim roku również był przekroczony. Na rysunku 11 przedstawiono liczbę zdarzeń spowodowanych usterkami instalacji nawigacji w latach 2008 ÷ 2021. Prawie 1/3 zdarzeń związanych z usterkami instalacji nawigacji raportowana była przez załogi samolotów Embraer 170/190.



Rys.11 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji nawigacji, ATA 34 w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

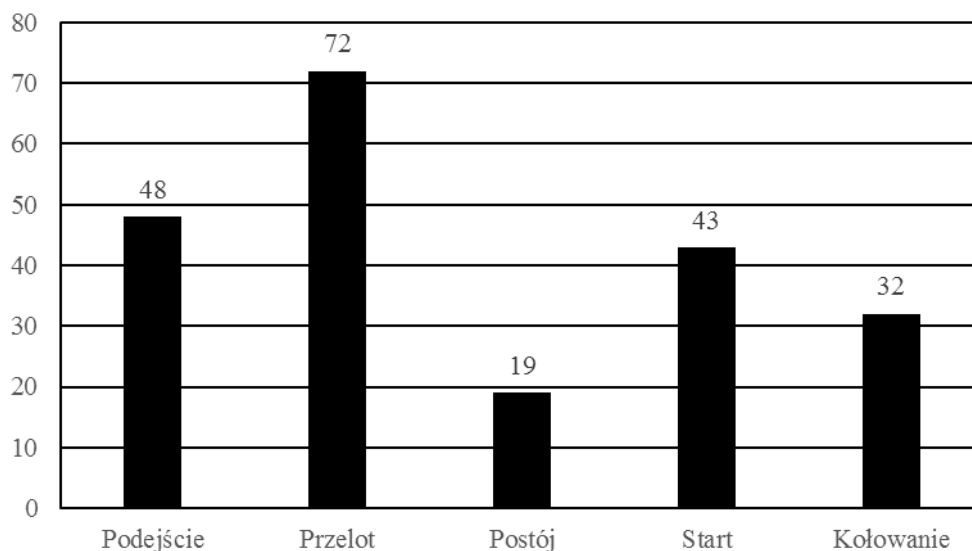
W latach 2008 ÷ 2021 niesprawności instalacji nawigacji spowodowały: Dziewiętnaście przerwanych kołowań, dwadzieścia pięć przerwanych lotów, dziewięć przerwanych startów i cztery zamiany samolotu, co graficznie przedstawiono na rysunku 12.





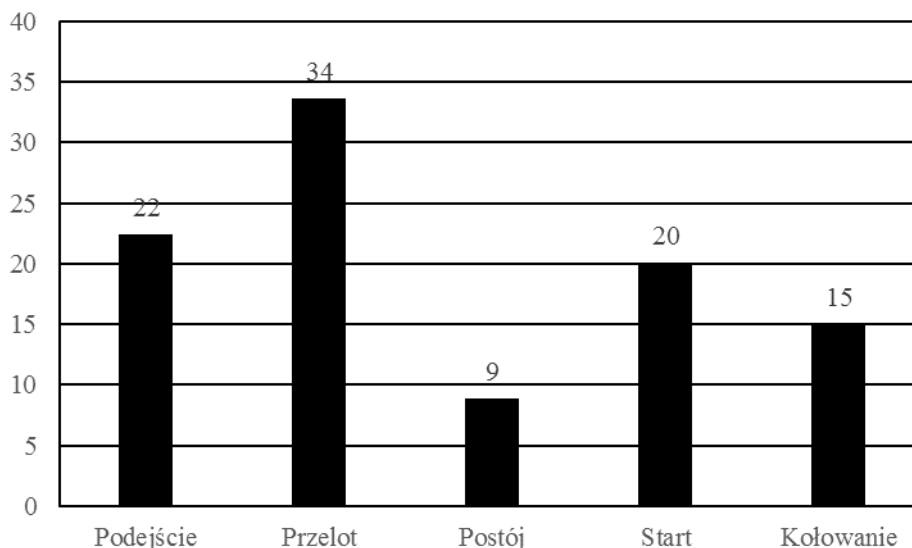
Rys.12 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji nawigacji, ATA 34, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Zdarzenia lotnicze powodowane niesprawnościami elementów instalacji nawigacji obserwowane są we wszystkich zakresach lotu samolotu, bez znacznej dominacji jednego z nich. Ich liczbę z podziałem na fazy lotu przedstawiono na rysunku 13, a procentowy udział przedstawiono na rysunku 14.



Rys.13 Liczba faz lotu w których występowały usterki instalacji nawigacji, ATA 34 w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów





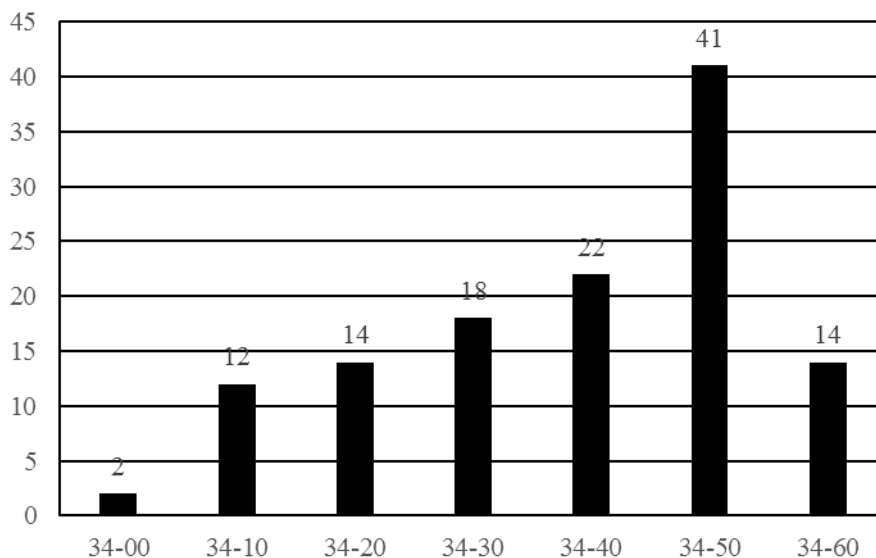
Rys.14 Procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji nawigacji, ATA 34 w latach 2008 ÷ 2021

Grupę ATA 34 podzielono na siedem poniższych podgrup:

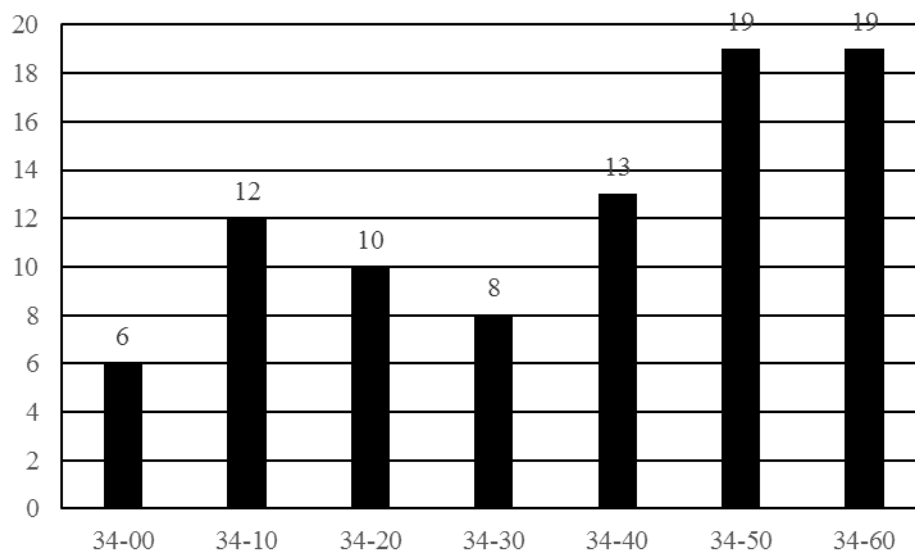
- 34-00 Nawigacja ogólnie
- 34-10 Dane warunków otoczenia lotu
- 34-20 Wysokość i kierunek lotu
- 34-30 Wsparcie lądowania i kołowania
- 34-40 Niezależne określanie pozycji
- 34-50 Zależne określanie pozycji
- 34-60 Obliczanie zarządzania lotem

W roku 2021 największy udział w liczbie niesprawności mają podzespoły wchodzące w skład systemu nazwanego zależne określanie pozycji ATA 34-50 i obliczanie zarządzania lotem ATA 34-60. Pierwszy to ta część instalacji nawigacji, która dostarcza informacji do określenia pozycji i jest głównie zależna od instalacji naziemnych lub satelitów. Obejmuje takie elementy jak: DME, transpondery, radio kompas, LORAN, VOR, ADF, OMEGA, GLOBAL POSITIONING itp. Drugi to część systemu, która łączy dane nawigacyjne w celu obliczenia lub zarządzania położeniem geograficznym statku powietrznego lub teoretycznym torem lotu. Obejmuje elementy, takie jak komputery kursowe, komputery zarządzania lotem, komputery danych osiągow i powiązane wyświetlacze kontrolne, sygnalizatory ostrzegawcze itp. Na rysunkach 15 i 16 przedstawiono kolejno liczbowy udział poszczególnych systemów instalacji nawigacji, których usterki spowodowały zdarzenia lotnicze w latach 2008 ÷ 2020 i tylko dla roku 2021. Natomiast na rysunkach 17 i 18 odpowiednio ich procentowy udział.



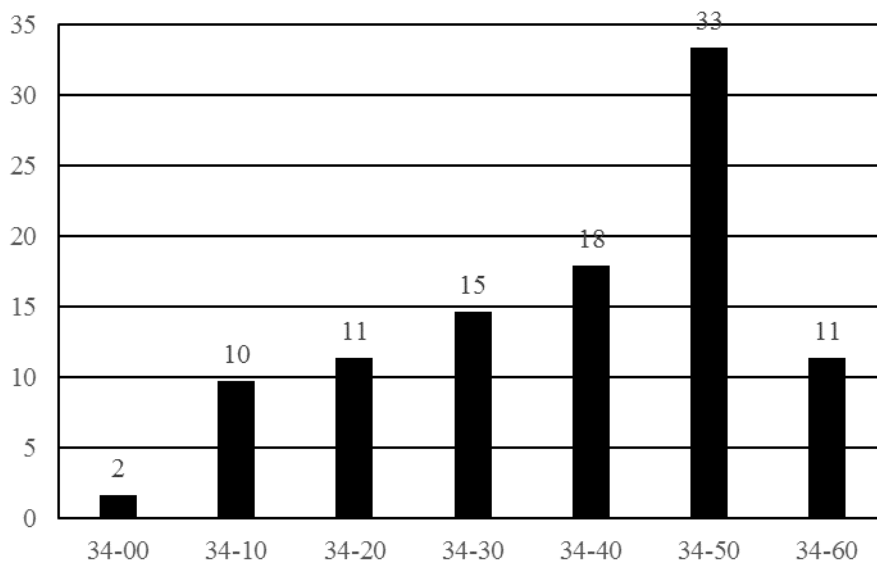


Rys15 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami poszczególnych systemów instalacji nawigacji, ATA 34, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2020

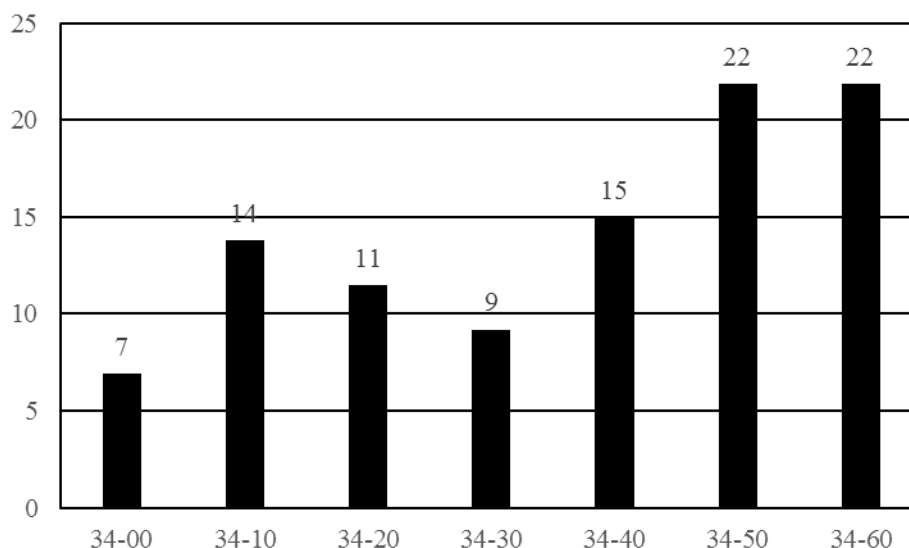


Rys16 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami poszczególnych systemów instalacji nawigacji, ATA 34, dla dużych samolotów w roku 2021





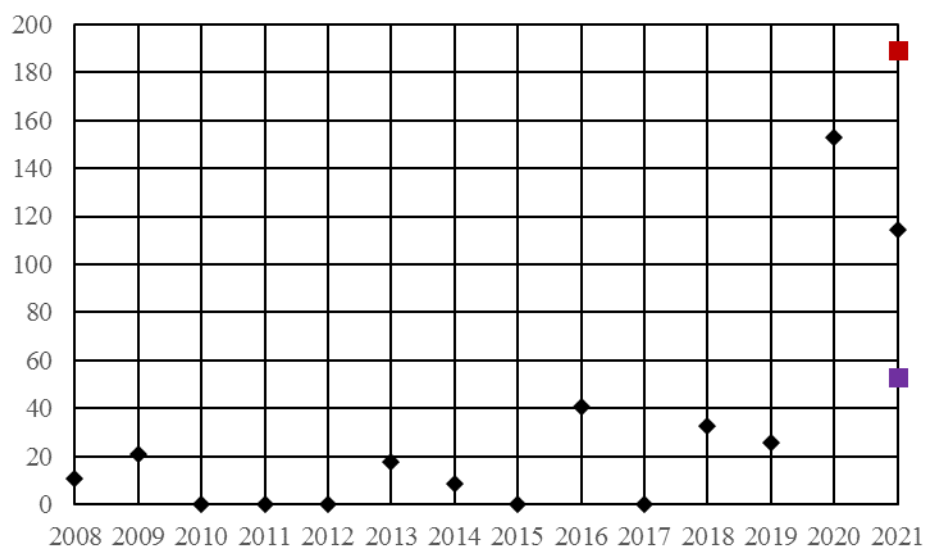
Rys.17 Procentowy udział poszczególnych systemów instalacji nawigacji, których usterki w latach 2008 ÷ 2020 powodowały zdarzenia lotnicze dużych samolotów



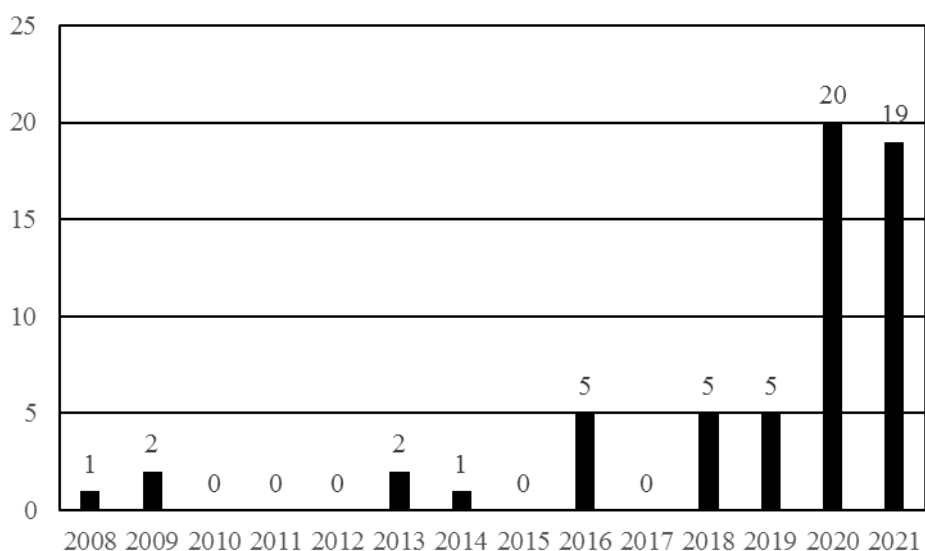
Rys.18 Procentowy udział poszczególnych systemów instalacji nawigacji, których usterki w roku 2021 powodowały zdarzenia lotnicze dużych samolotów

Z powyższych rysunków wynika dominacja dwóch systemów: zależnego określania pozycji samolotu ATA 34-50 i obliczania zarządzania lotem ATA 34-60. Pomimo tego, że współczynnik K_{1000} dla 34-50 nie przekroczył prognozowanego w roku 2020 poziomu alarmowego, to utrzymująca się duża liczba niesprawności wymaga analiz szczególnie usterek DME (Distance Measuring Equipment), GPS i transponderów. Na rysunku 19 przedstawiono zmianę wielkości K_{1000} dla ATA 34-50 w latach 2008 ÷ 2021, a na rysunku 20 liczbę niesprawności systemu zależnego określania pozycji.





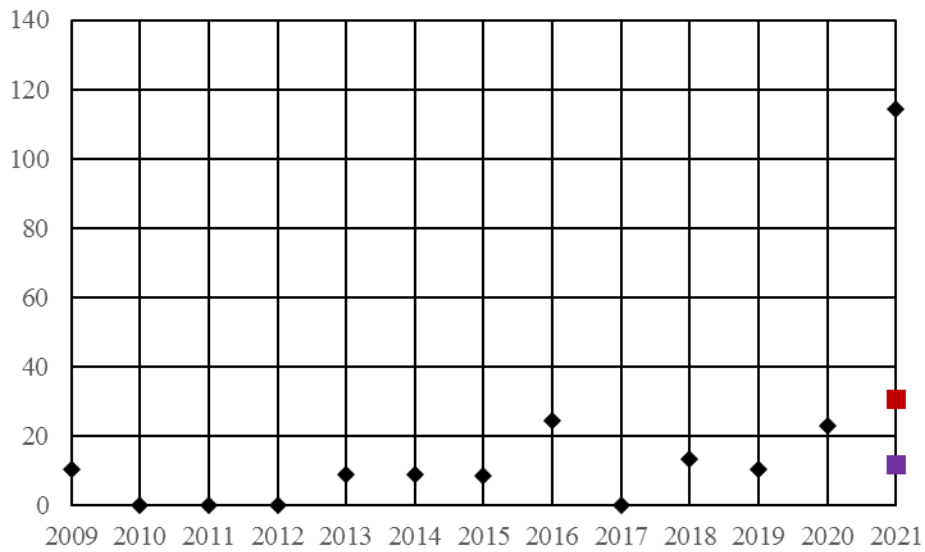
Rys.19 Wartości współczynnika K_{1000} dla systemu, ATA 34-50, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów



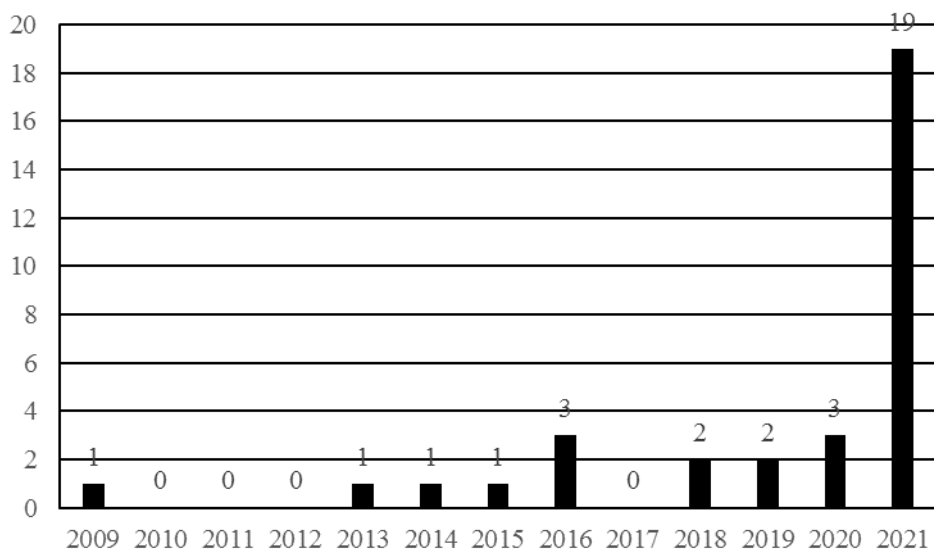
Rys.20 Liczba zdarzeń lotniczych spowodowanych usterkami systemu, ATA 34-50, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

W latach 2008 ÷ 2020 raportowanych była minimalna liczba zdarzeń lotniczych spowodowanych niesprawnościami systemu obliczania zarządzania lotem ATA 34-60. W roku 2021 znacznie wzrosła liczba jego niesprawności tak, że nastąpił skokowy wzrost współczynnika K_{1000} i przekroczenie poziomu alarmowego, co przedstawiono na rysunku 21. Podstawową przyczyną tego stanu rzeczy były niesprawności FMC (Flight Management Computer/s) różnych typów samolotów. Na rysunku 22 zaprezentowano liczbę niesprawności w systemie obliczania i zarządzania lotem w latach 2008 ÷ 2021. Należy zwrócić również uwagę na wzrost liczby niesprawności systemu niezależnego określania pozycji samolotu ATA 34-40. Do roku 2016 zdarzenia spowodowane usterkami tego systemu nie występowały, a w roku 2021 obserwuje się ich skokowy wzrost, co spowodowało przekroczenie poziomu alarmowego współczynnika K_{1000} . Zmiany tego współczynnika jak i liczbę niesprawności w latach 2016 ÷ 2021 przedstawiono kolejno na rysunkach 23 i 24.



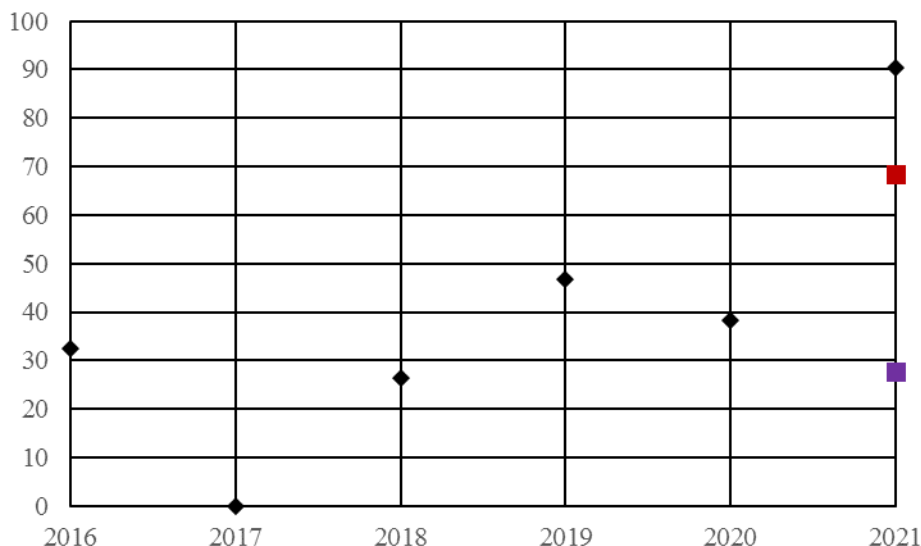


Rys.21 Wartości współczynnika K_{1000} dla systemu, ATA 34-60, w latach 2009 ÷ 2021 dla dużych samolotów

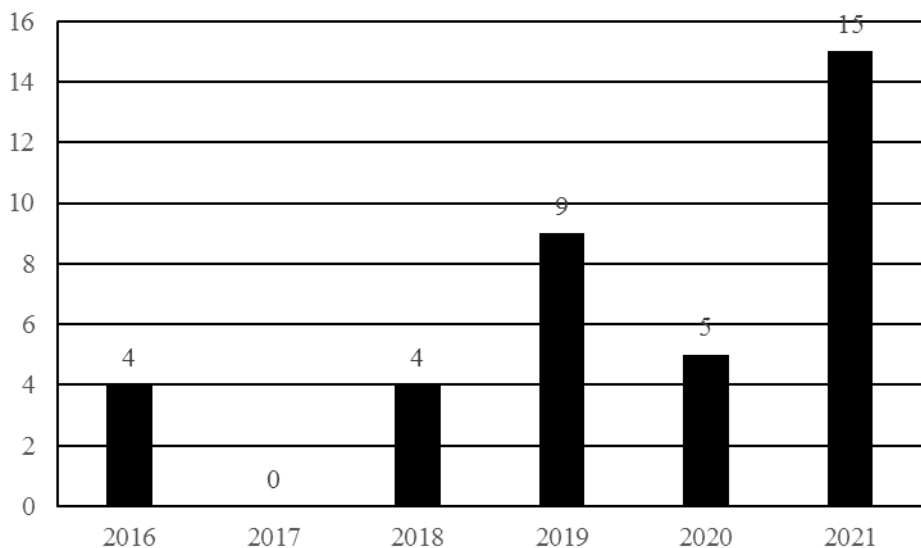


Rys.22 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami systemu, ATA 34-60, w latach 2009 ÷ 2021 dla dużych samolotów





Rys.23 Wartości współczynnika K1000 dla systemu, ATA 34-40, w latach 2016 ÷ 2021 dla dużych samolotów

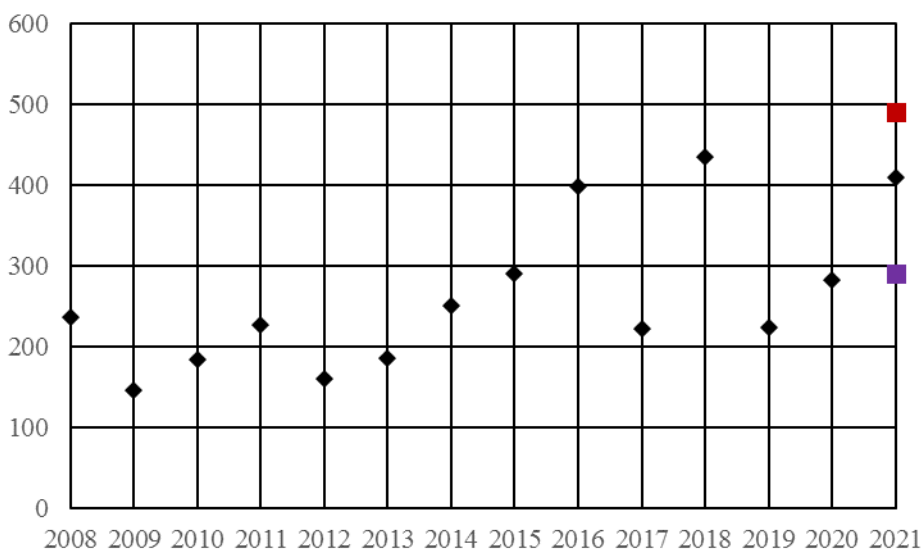


Rys.24 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami systemu, ATA 34-40, w latach 2016 ÷ 2021 dla dużych samolotów

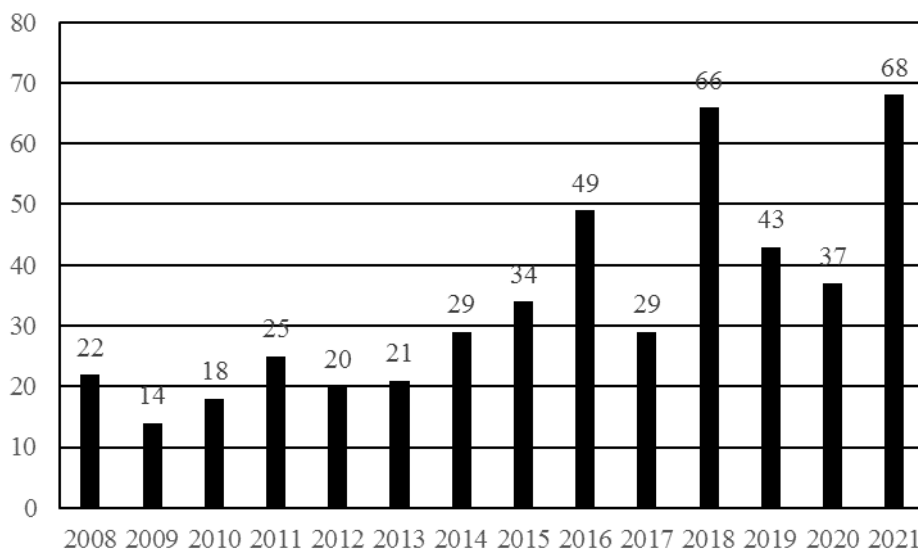
Niezależne określenie położenia samolotu to ta część instalacji nawigacji, która dostarcza informacji do określenia pozycji i jest głównie niezależna od instalacji naziemnych lub satelitów orbitalnych. Obejmuje takie elementy, jak system nawigacji bezwładnościowej, radar pogodowy, Doppler, ostrzeżenie zbliżania, unikanie kolizji, śledzenie gwiazd itp. Obejmuje również sekstanty/oktanty itp. Głównie usterki radarów pogodowych i TCAS spowodowały tak znaczny wzrost liczby zdarzeń lotniczych w roku 2021 w podgrupie 34-40.



Po nawigacji, ATA 34, duży udział w zdarzeniach lotniczych powodowanych instalacjami płatowcowymi w roku 2021 mają niesprawności podwozia, ATA 32. Od roku 2018 następował spadek liczby zdarzeń powodowanych usterkami tej instalacji, jednak w roku 2021 ponownie nastąpił znaczny ich wzrost w porównaniu do roku 2020. Rysunek 25 przedstawia zmianę współczynnika K_{1000} instalacji podwozia, a rysunek 26 ich liczbę w latach 2008 ÷ 2021.



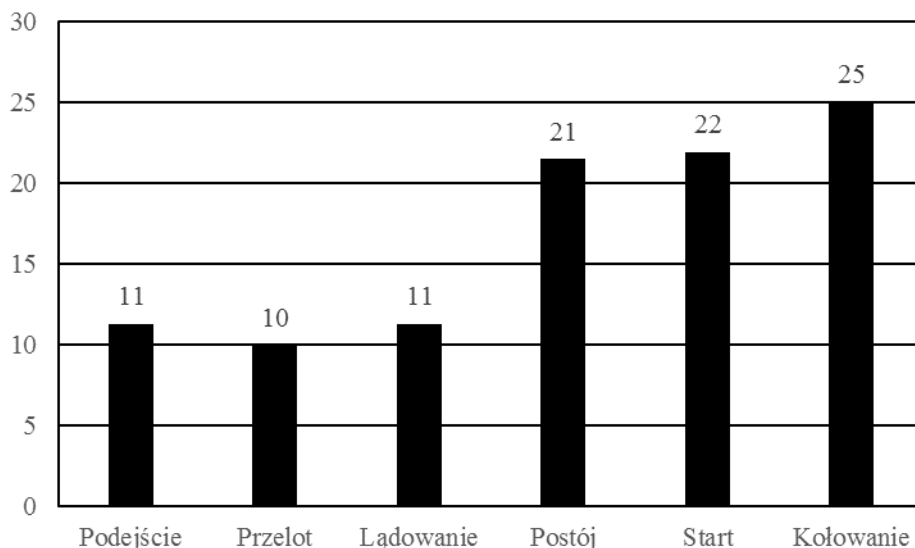
Rys.25 Wartości współczynnika K_{1000} dla instalacji podwozia, ATA 32, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów



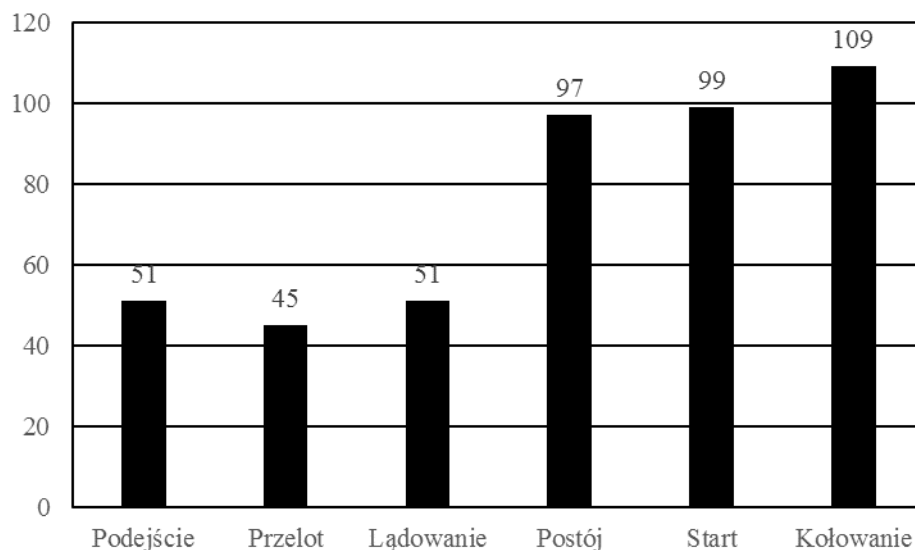
Rys.26 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji podwozia, ATA 32, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

Na rysunku 27 przedstawiono procentowy udział zdarzeń powodowanych niesprawnościami podwozia w różnych fazach lotu samolotów, a na rysunku 28 ich liczbę w latach 2008÷ 2021.





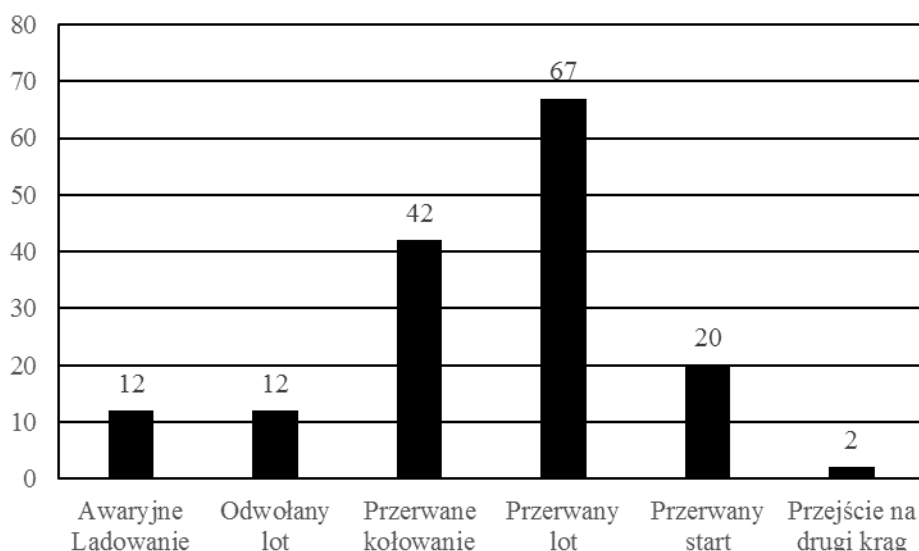
Rys.27 Procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji podwozia, ATA 32, w latach 2008 ÷ 2021



Rys.28 Liczba faz lotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji podwozia, ATA 32, w latach 2008 ÷ 2021

Konsekwencje usterek tej instalacji dla linii lotniczej są bardzo znaczące, a przedstawione poniżej zestawienie i graficzna prezentacja na rysunku 29 informuje o ich skutkach w latach 2008 ÷ 2021.

Awaryjne Lądowanie	12
Odwołany lot	12
Przerwane kołowanie	42
Przerwany lot	67
Przerwany start	20
Przejsie na drugi krąg	2

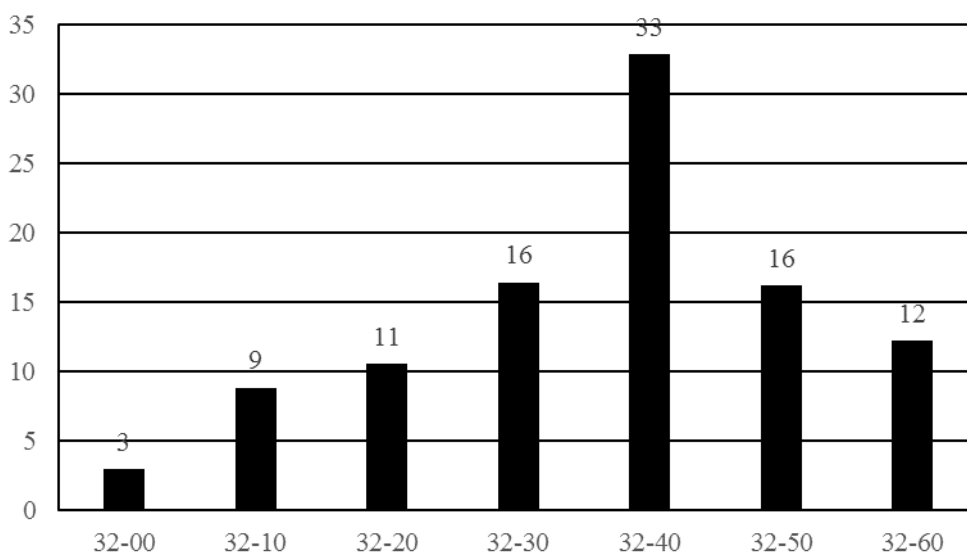


Rys.29 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji podwozia, ATA 32, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Instalacja podwozia podzielona jest na podgrupy przedstawione poniżej:

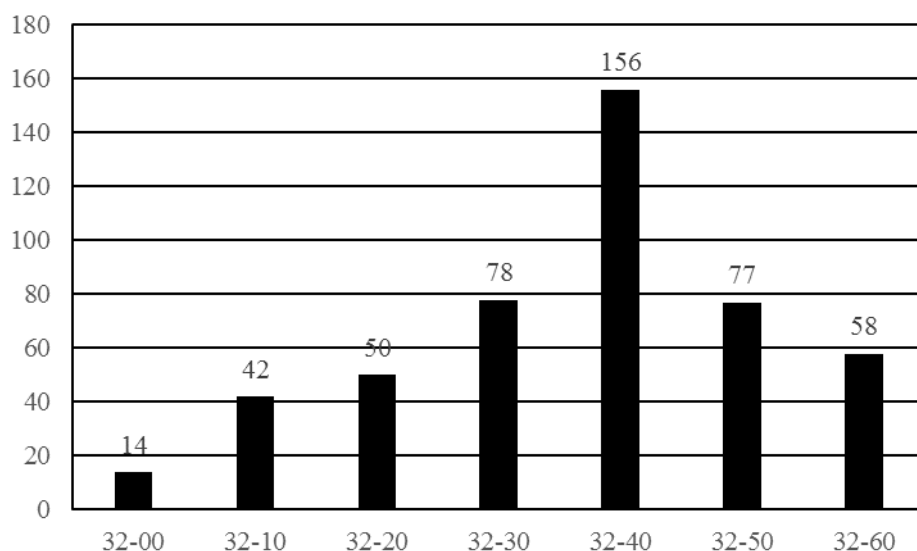
- 32-00 Podwozie ogólnie
- 32-10 Podwozie główne i owiewki
- 32-20 Podwozie przednie, ogonowe i owiewki
- 32-30 Chowanie i wypuszczanie podwozia
- 32-40 Koła i hamulce
- 32-50 Sterowanie podwoziem
- 32-60 Pozycja podwozia, ostrzeżenia
- 32-70 Wyposażenie dodatkowe (płozy, pływaki)

Na rysunku 30 przedstawiono procentowy udział usterek powodujących zdarzenia lotnicze poszczególnych podzespołów podwozia a na rysunku 31 ich liczbę dla poszczególnych podzespołów tej instalacji.



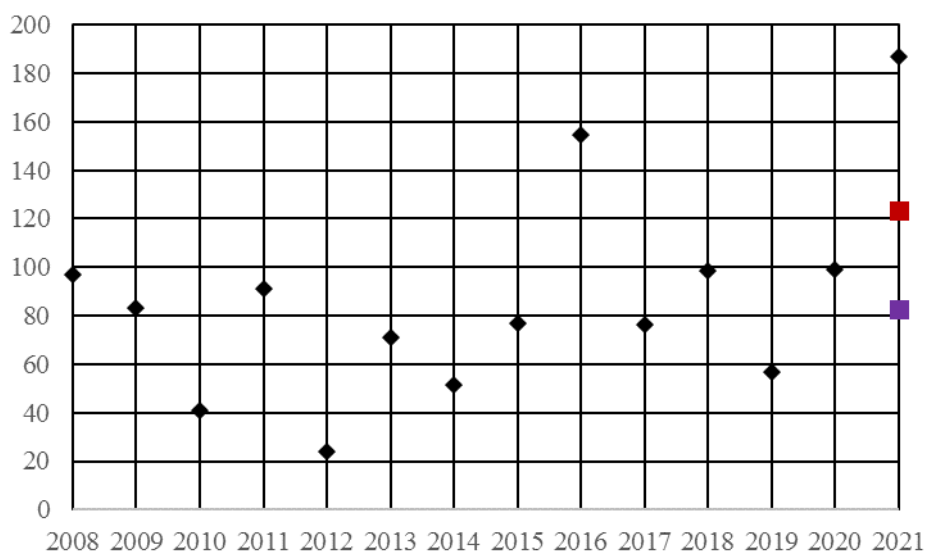
Rys.30 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji podwozia, ATA 32, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021





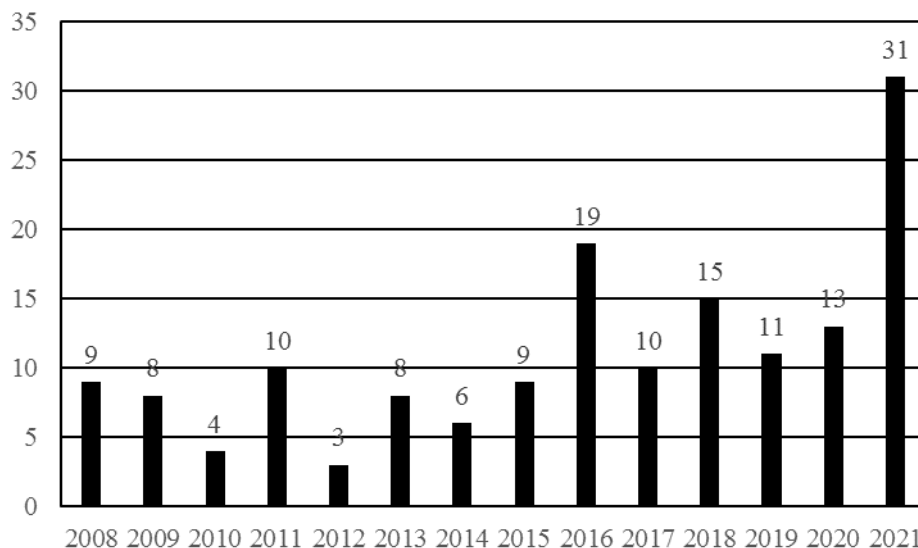
Rys.31 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami podzespołów instalacji podwozia, ATA 32, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Elementy podzespołu kół i hamulców (ATA 32-40) ze względu na dużą usterkowość powodują największą liczbę zdarzeń lotniczych w porównaniu do pozostałych podzespołów instalacji podwozia. W roku 2021, pomimo znacznie mniejszego wykorzystania samolotów, w porównaniu do roku 2019 nastąpił wzrost liczby niesprawności elementów kół i hamulców. Wartości współczynnika K_{1000} , który przekroczył poziom alarmowy i liczbę niesprawności podzespołów w podgrupie ATA 32-40 przedstawiono na kolejnych rysunkach 32 i 33. Ponad połowa zdarzeń w tej podgrupie była spowodowana usterkami hamulców.



Rys.32 Wartości współczynnika K_{1000} dla kół i hamulców, ATA 32-40, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

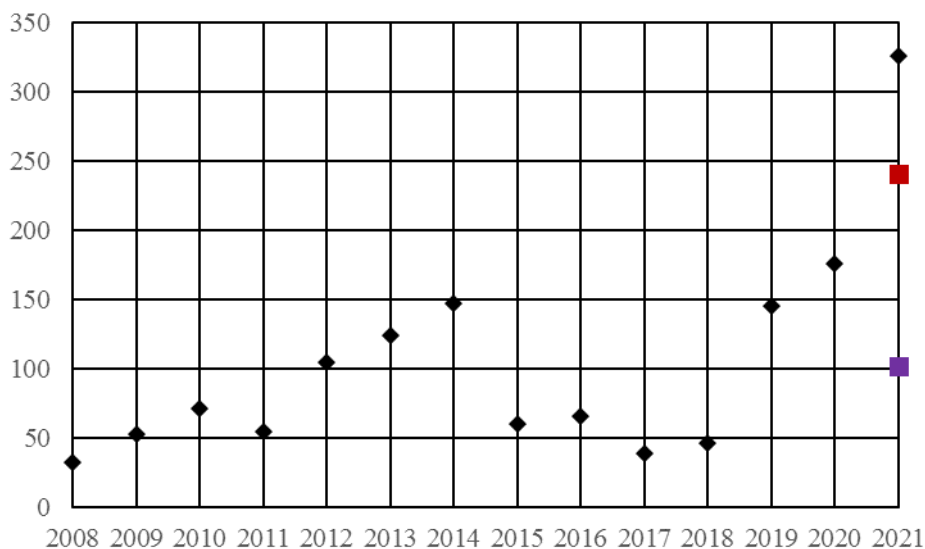




Rys.33 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami podzespołu kół i hamulców, ATA 32-40, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

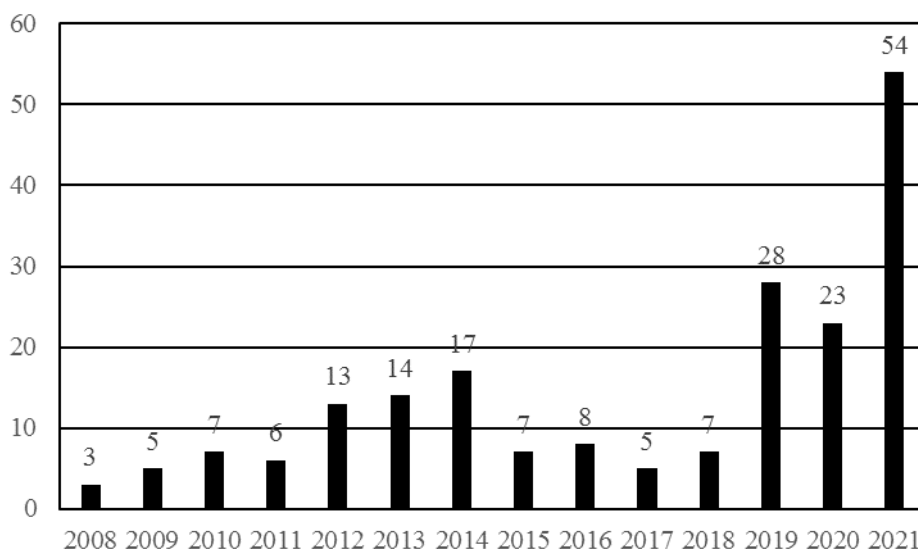
Usterki pozostałych podzespołów podwozia nie spowodowały zdarzeń zagrażających bezpieczeństwu lotnictwu.

Niesprawności instalacji wskazań i zapisów, ATA 31, również przyczyniły się do wzrostu współczynnika K_{1000} instalacji płatowcowych SCF-NP. W roku 2021 usterki tej instalacji występują głównie w zespole centralnego systemu ostrzegania, ATA 31-50 i rejestratorów 31-30. Na rysunku 34 przedstawiono zmianę wartości współczynnika K_{1000} dla zdarzeń powodowanych usterkami instalacji wskazań i zapisów. Współczynnik ten przekroczył prognozowany w roku 2020 poziom alarmowy. Rysunek 35 pokazuje liczbę usterek w tej grupie ATA w latach 2008 ÷ 2021.



Rys.34 Wartości współczynnika K_{1000} dla wskazań i zapisów, ATA 31, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

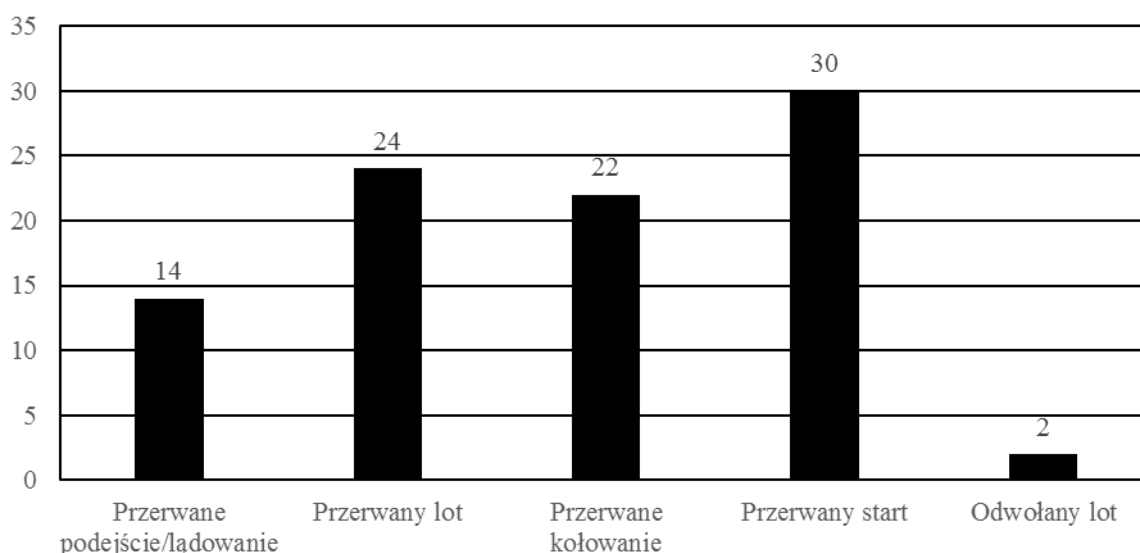




Rys.35 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami wskazań i zapisów, ATA 31, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

Niesprawności instalacji wskazań i zapisów, ATA 31, spowodowały w latach 2008 ÷ 2021 poniżej przedstawione problemy liniom i portom lotniczym. Przedstawiono je również na rysunku 36.

Przerwane podejście/ładowanie	13
Przerwany lot	17
Przerwane kołowanie	14
Przerwany start	28
Odwołany lot	2

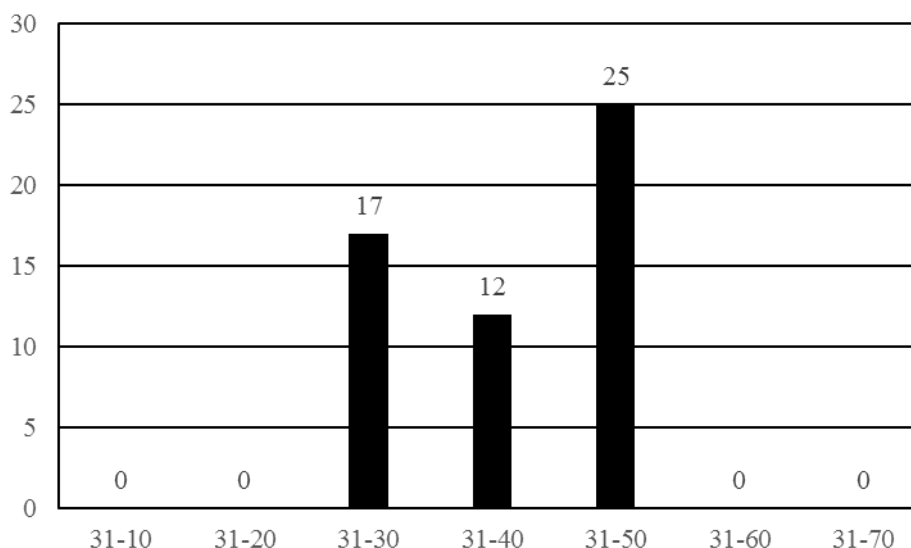


Rys.36 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji wskazań i zapisów, ATA 31, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Instalacja wskazań i zapisów podzielona jest na podgrupy przedstawione poniżej:

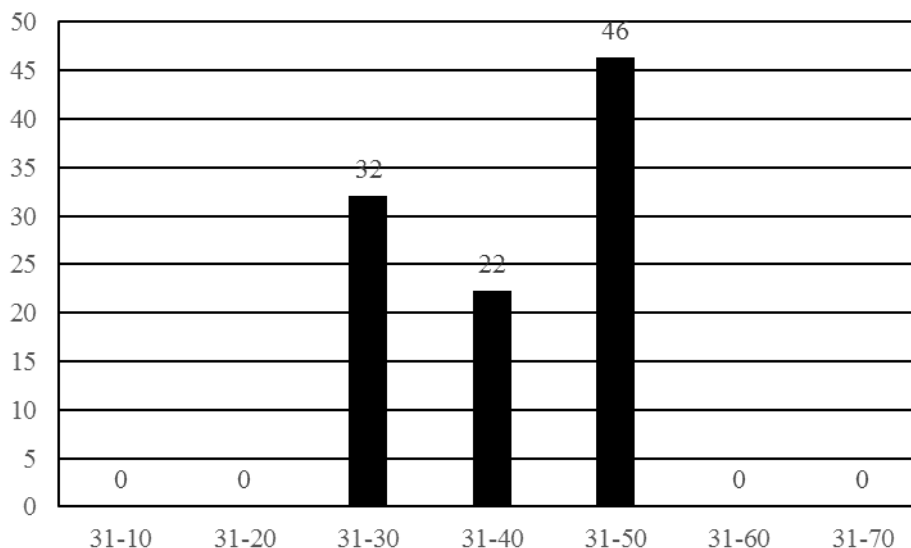
- 31-00 Wskazania i zapisy ogólnie
- 31-10 Przyrządy i panele sterownicze
- 31-20 Przyrządy autonomiczne
- 31-30 Rejestratory
- 31-40 Centralne komputery
- 31-50 Centralny system ostrzegania
- 31-60 Wyświetlacze
- 31-70 Automatyczne systemy raportowania danych

Do podgrupy 31-50 zalicza się te systemy i komponenty, które dają dźwiękowe lub wizualne ostrzeżenie o stanie w niezależnych instalacjach. Obejmuje takie elementy, jak główne systemy ostrzegania lub ostrzeżenia podczas lotu, centralne instrumenty ostrzegania lub systemy ostrzegania i ostrzeżeń, generatory tonów, sygnalizatory itp. W roku 2021 wystąpiło najwięcej zdarzeń lotniczych powodowanych przez błędne ostrzeżenia. Na rysunku 37 przedstawiono udział liczbowy, a na rysunku 38 procentowy poszczególnych podsystemów instalacji wskazań i zapisów, ATA 31 w roku 2021.



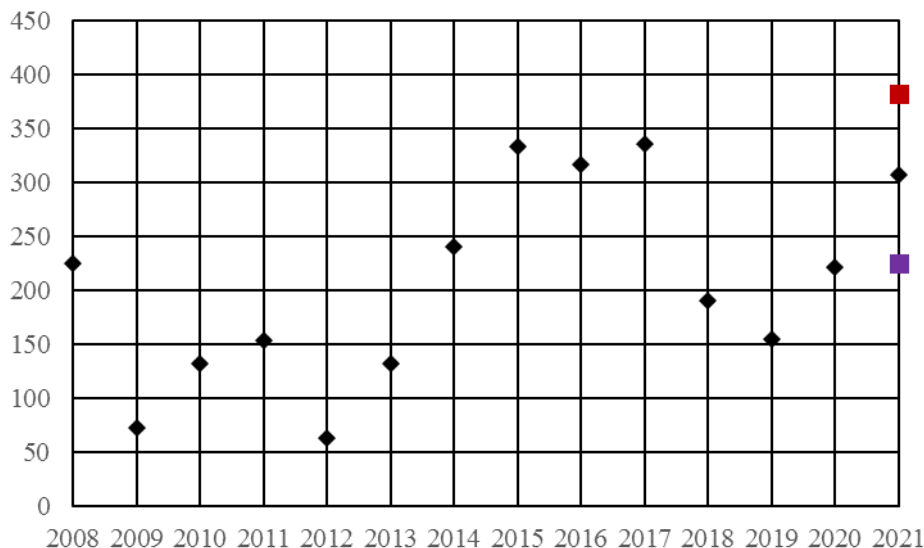
Rys.37 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami podzespołów instalacji wskazań i zapisów, ATA 31, dla dużych samolotów w roku 2021





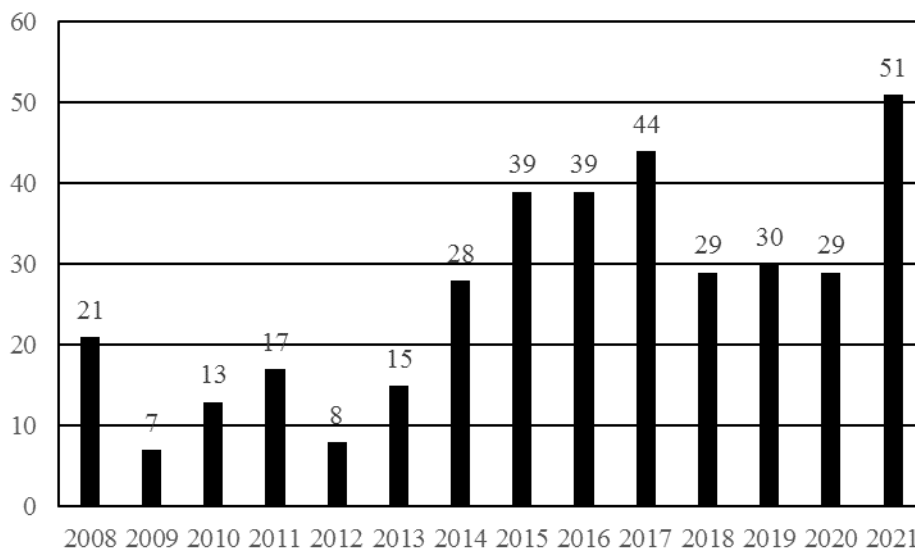
Rys.38 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji wskazań i zapisów, ATA 31, dla dużych samolotów w roku 2021

Istotnymi dla bezpieczeństwa wykonywania operacji lotniczych są podzespoły instalacji sterowania lotem, ATA 27. Zmiany wartości jej współczynnika K_{1000} przedstawiono na rysunku 39, a liczbę zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami tej instalacji na rysunku 40. W latach 2018 ÷ 2020 nastąpiła „stabilizacja” liczby usterek, co jest zastanawiające, szczególnie dla roku 2020, w którym wykorzystanie samolotów było prawie dwukrotnie mniejsze w porównaniu do lat poprzednich. Natomiast w roku 2021 liczba zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami tej instalacji zwiększyła się. Wielkość współczynnika K_{1000} dla roku 2021 w porównaniu z poprzednim jest większa.



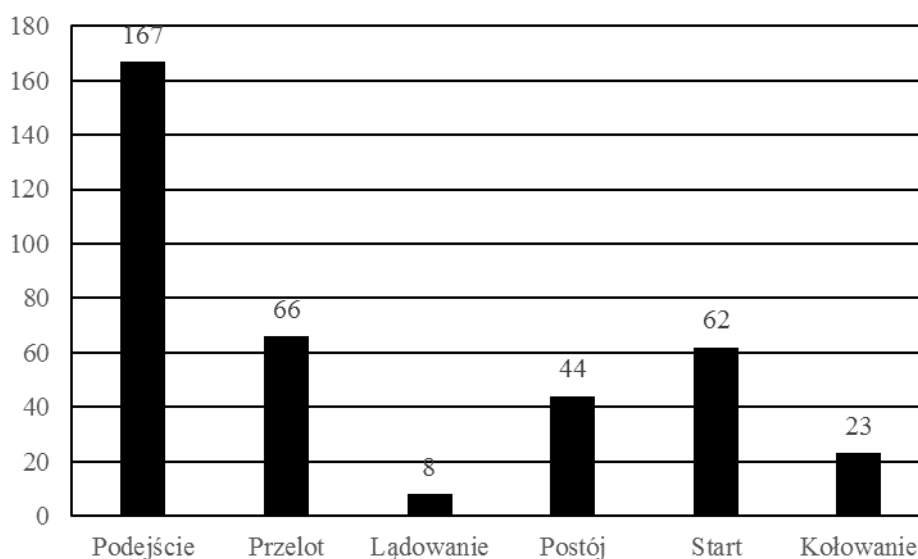
Rys.39 Wartości współczynnika K_{1000} dla instalacji sterowania lotem, ATA 27, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów





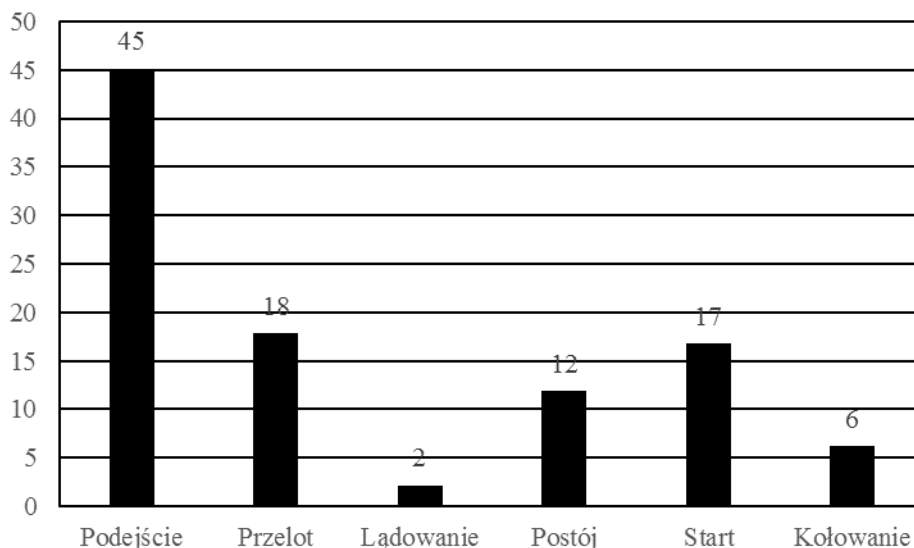
Rys.40 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji sterowania lotem, ATA 27, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

Na rysunku 41 przedstawiono liczbę zdarzeń powodowanych niesprawnościami elementów instalacji sterowania lotem w różnych fazach lotu samolotów w latach 2008÷ 2021, a na rysunku 42 ich procentowy udział.



Rys.41 Fazy lotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji sterowania lotem, ATA 27, w latach 2008 ÷ 2021

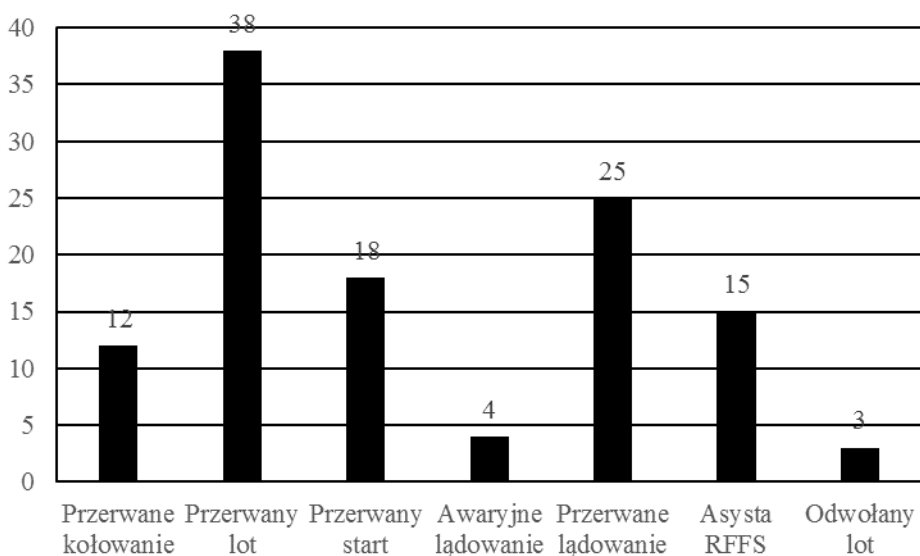




Rys.42 Procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji sterowania lotem, ATA 27, w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności instalacji sterowania lotem powodują zakłócenia operacji lotniczych. Przedstawione poniżej zestawienie i graficzna prezentacja na rysunku 43 informuje o skutkach usterek w grupie ATA 27 w latach 2008 ÷ 2021.

Przerwane kołowanie	12
Przerwany lot	38
Przerwany start	18
Awaryjne lądowanie	4
Przerwane lądowanie	25
Asysta RFFS	15
Odwołany lot	3

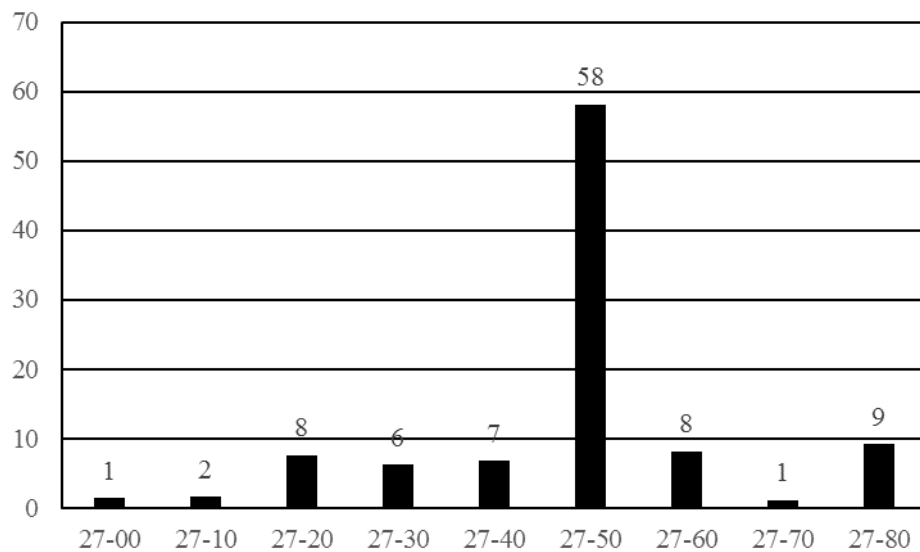


Rys.43 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji sterowania lotem, ATA 27, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

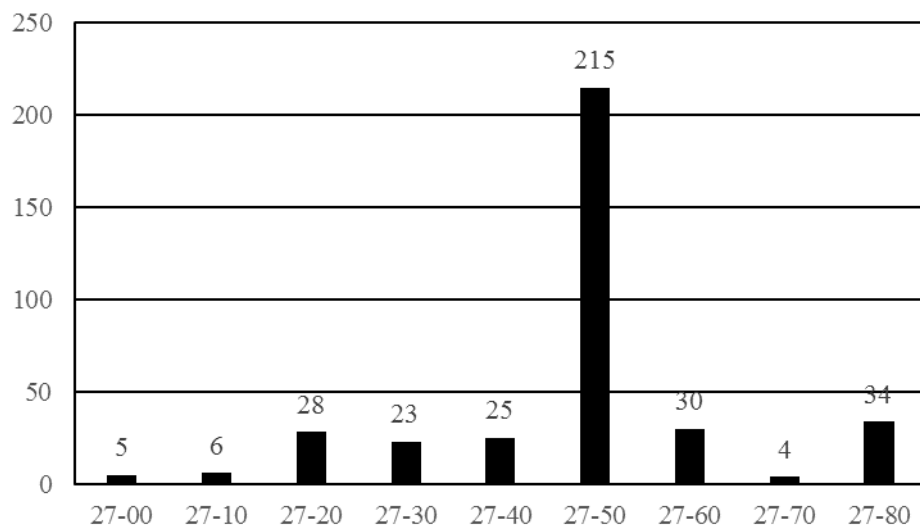
Dla instalacji sterowania lotem w systemie ATA 27 wyróżniono podgrupy, przedstawione poniżej:

- 27-10 Lotka i trymer
- 27-20 Statecznik pionowy/ ster kierunku i trymer
- 27-30 Ster wysokości i trymer
- 27-40 Statecznik poziomy
- 27-50 Klapy
- 27-60 Spoiler, hamulce aerodynamiczne
- 27-70 Zabezpieczenia przed podmuchem wiatru
- 27-80 Urządzenia zwiększające siłę nośną

Na rysunku 44 przedstawiono procentowy udział usterek poszczególnych podzespołów instalacji sterowania lotem powodujących zdarzenia lotnicze, a na rysunku 45 ich liczbę dla poszczególnych podzespołów tej instalacji.



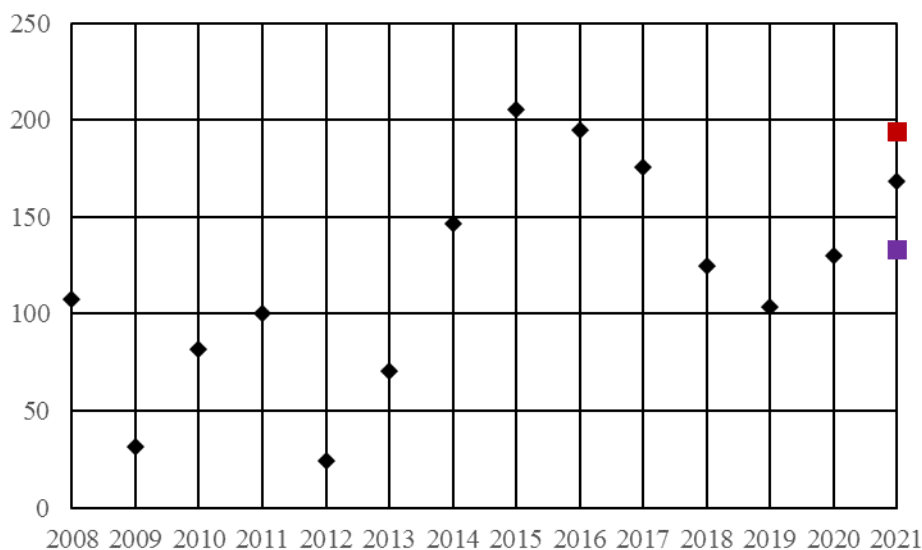
Rys.44 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji sterowania lotem, ATA 27, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



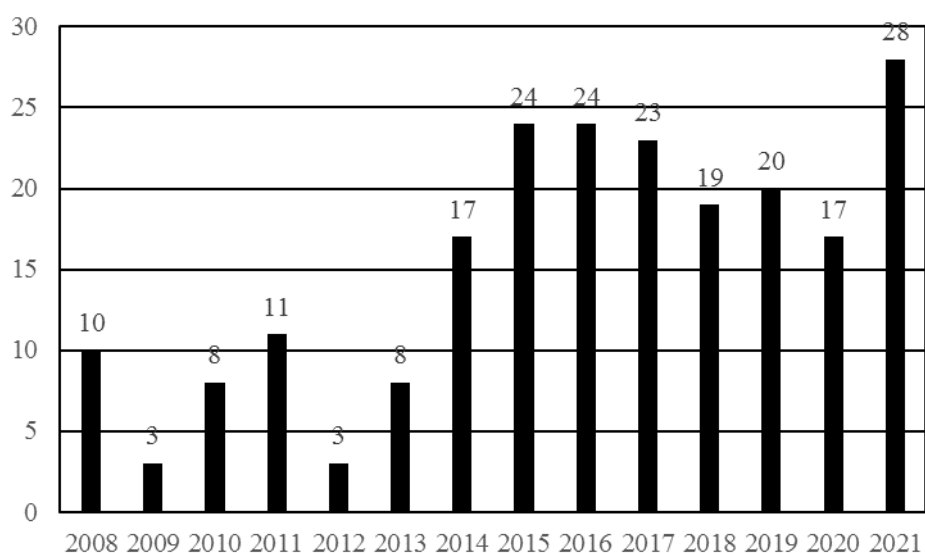
Rys.45 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami podzespołów instalacji sterowania lotem, ATA 27, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



Z powyższych rysunków wynika, że niesprawności elementów wchodzących w skład podzespołu klap, ATA 27 – 50, powodują ponad połowę wszystkich zdarzeń lotniczych, których przyczyną jest instalacja sterowania lotem. Wielkość współczynnika K_{1000} systematycznie wzrasta. Istotne zakłócenia operacyjne, wpływające na bezpieczeństwo lotów, a powodowane przez usterki podzespołów klap wymagają pogłębionej analizy, wspólnie z obsługą techniczną samolotów. Na rysunku 46 przedstawiono zmianę wielkości K_{1000} dla ATA 27-50 w latach 2008 ÷ 2021, a na rysunku 47 liczbę zdarzeń lotniczych powodowanych usterekami podzespołu klap.



Rys.46 Wartości współczynnika K_{1000} dla podzespołu klap, ATA 27 – 50, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów



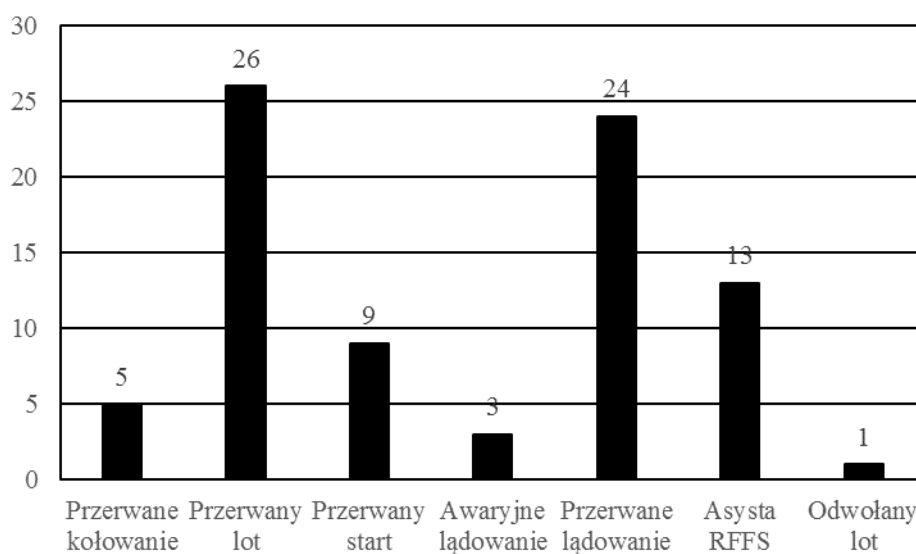
Rys.47 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterekami podzespołu klap, ATA 27 – 50, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności podzespołów klap instalacji sterowania lotem, ATA 27-50, powodują znaczne zakłócenia operacyjne zarówno liniom lotniczym jak i portom lotniczym. Klapy powodują



58% zdarzeń lotniczych powodowanych podzespołami instalacji sterowania lotem. Natomiast perturbacje operacyjne, szczególnie w przestrzeni samego lotniska, związane z ich usterkami stanowią około 73% wszystkich w grupie ATA 27. W przypadku zdarzenia lotniczego powodującego wymaganie asysty RFFS, czy przerwane lądowanie to już prawie 100%. Przedstawione poniżej zestawienie i graficzna prezentacja na rysunku 48 informuje o skutkach usterek w podgrupie ATA 27 – 50 w latach 2008 ÷ 2021.

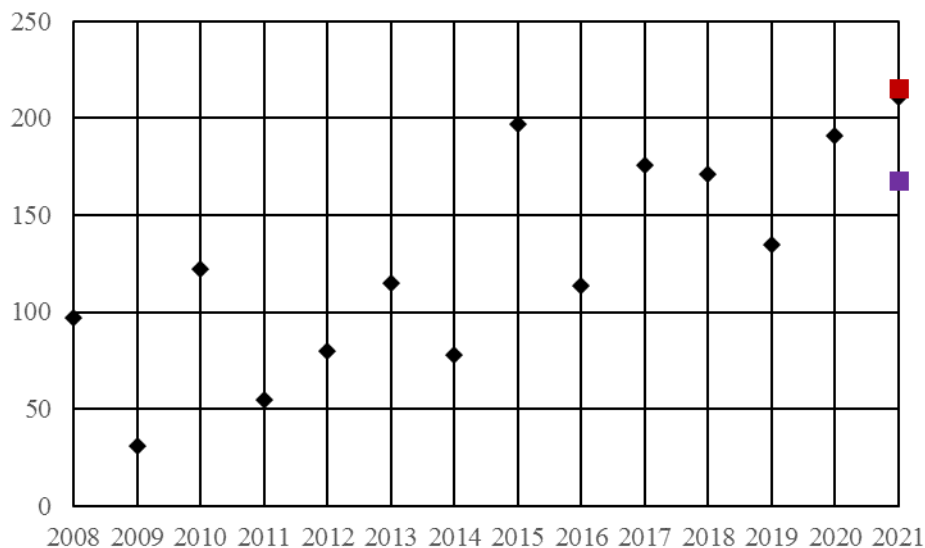
Przerwane kołowanie	5
Przerwany lot	26
Przerwany start	9
Awaryjne lądowanie	3
Przerwane lądowanie	24
Asysta RFFS	13
Odwołany lot	1



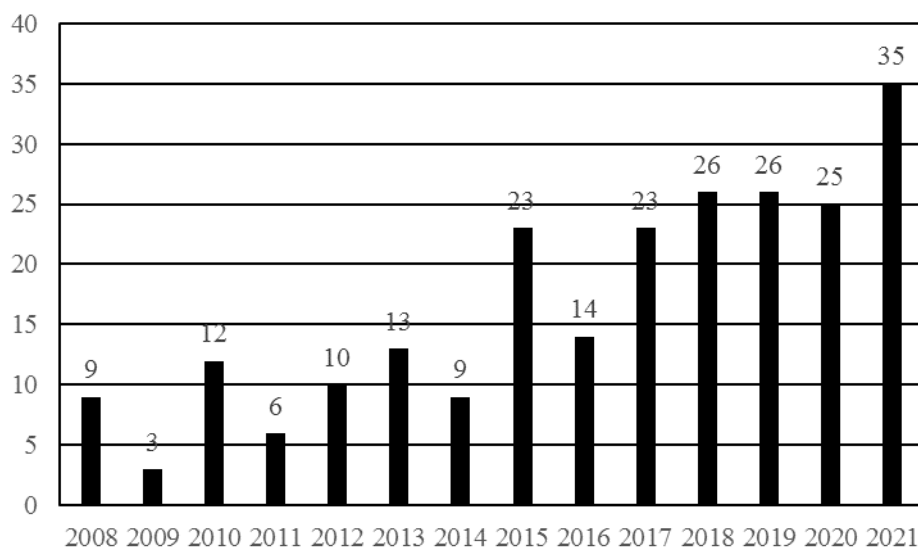
Rys 48 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami podzespołu klap, ATA 27 – 50, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Główną przyczyną zdarzeń lotniczych w podgrupie ATA 27 – 50, były usterki napędu klap uniemożliwiające zmianę ich pozycji, a nawet ich wypuszczenie. Kilka razy problemy stwarzał niesprawny proximity sensor, ale tylko dla B737 – 400 i to w latach 2014 ÷ 2015. W 2021 roku powtarzały się zdarzenia związane z asymetrią położenia klap na różnych typach samolotów.

Znaczny wpływ na bezpieczeństwo operacji lotniczych ma instalacja klimatyzacji, ATA 21. Jakość funkcjonowania tej instalacji w dużym stopniu decyduje o komforcie podróży. Jej usterki wpływają na ocenę linii lotniczej przez pasażerów. Pomimo mniejszej liczby operacji lotniczych w roku 2021 w porównaniu do 2019, liczba zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami instalacji klimatyzacji wzrosła. Współczynnik K_{1000} zbliżył się do poziomu alarmowego wyznaczonego w roku 2020, co przedstawiono na rysunku 49. Natomiast liczbę zdarzeń lotniczych w latach 2008 ÷ 2021 przedstawia rysunek 50.



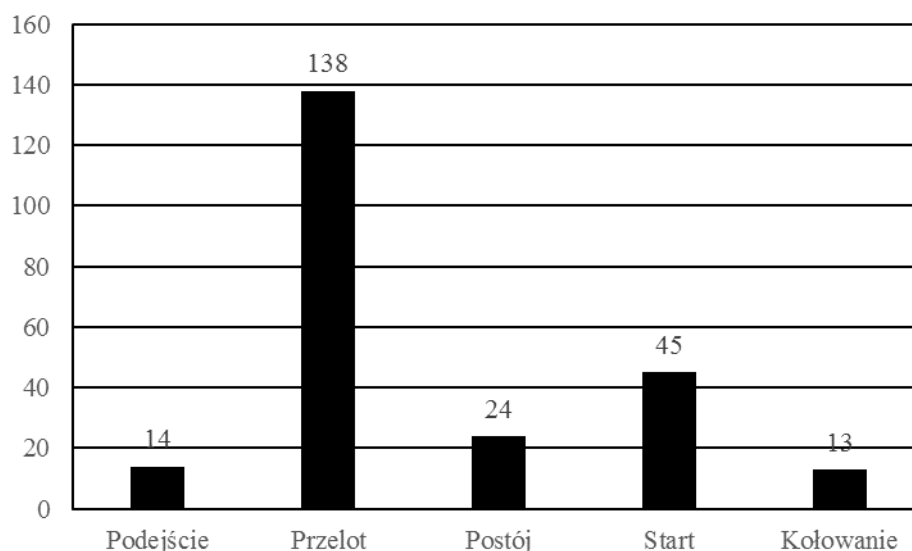
Rys.49 Wartości współczynnika K_{1000} dla instalacji klimatyzacji, ATA 21, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów



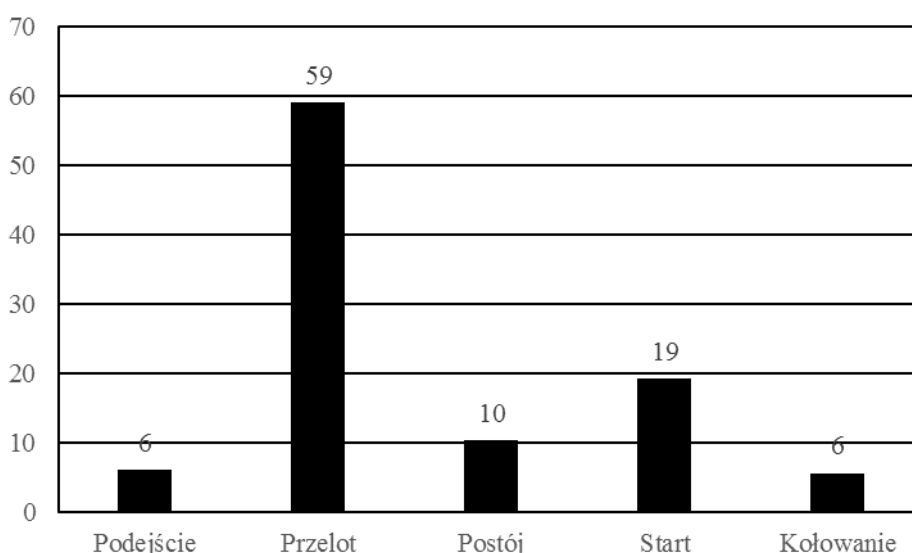
Rys.50 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji klimatyzacji, ATA 21, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

Niesprawności instalacji klimatyzacji występowały głównie w trakcie przelotu samolotów. Na rysunku 51 przedstawiono liczbę zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami instalacji klimatyzacji, ATA 21, w różnych fazach lotu samolotów w latach 2008 ÷ 2021, a na rysunku 52 ich procentowy udział.





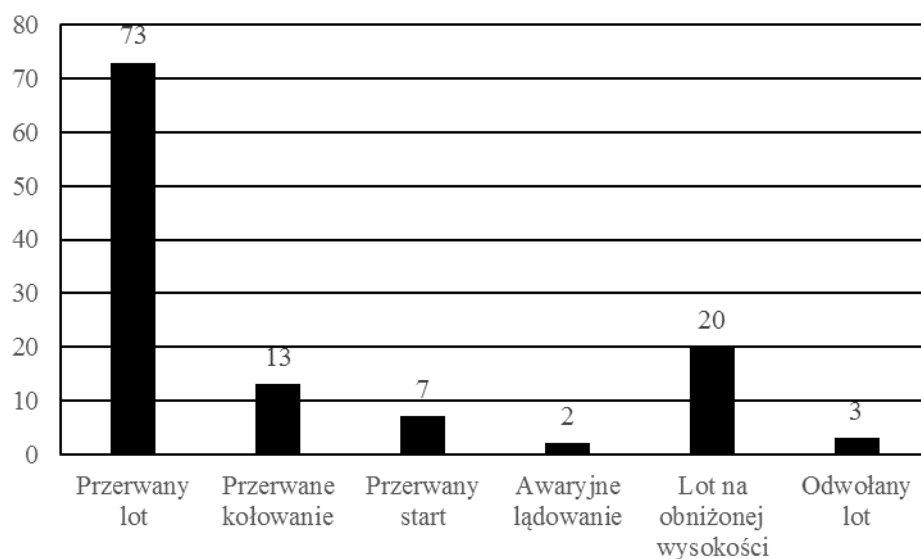
Rys.51 Fazy lotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji klimatyzacji, ATA 21, w latach 2008 ÷ 2021



Rys.52 Procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji klimatyzacji, ATA 21, w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności instalacji klimatyzacji w latach 2008 ÷ 2021 spowodowały niżej przedstawione perturbacje operacyjne. Graficzną ich prezentację przedstawia rysunek 53.

Przerwany lot	73
Przerwane kołowanie	13
Przerwany start	7
Awaryjne lądowanie	2
Lot na obniżonej wysokości	20
Odwołany lot	3



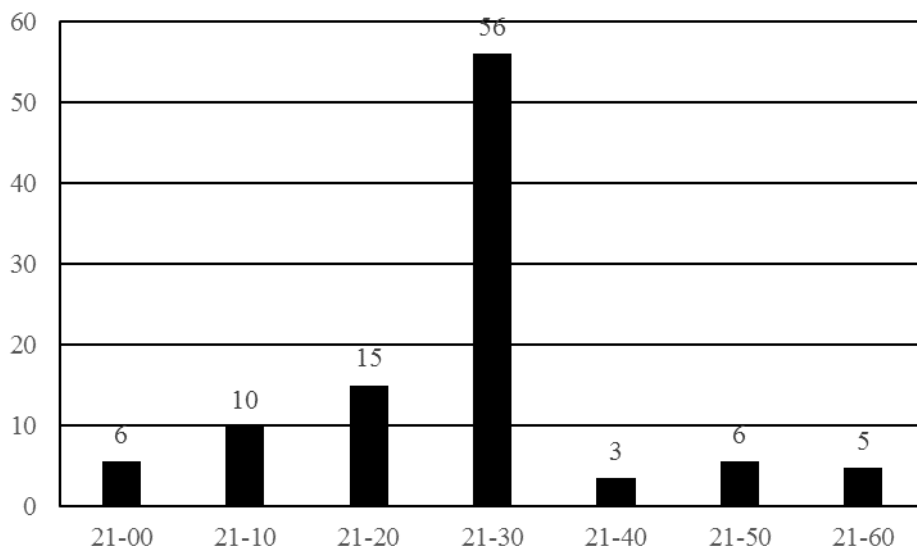
Rys.53 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji klimatyzacji, ATA 21, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Instalacji klimatyzacji, ATA 21, przyporządkowane zostały następujące niżej przedstawione podgrupy:

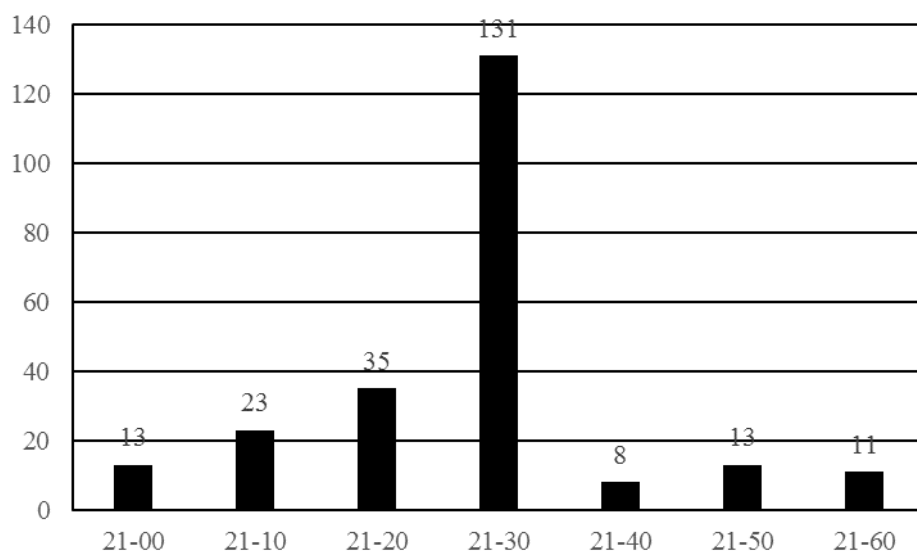
- 21-00 Klimatyzacja ogólnie
- 21-10 Sprężanie
- 21-20 Dystrybucja
- 21-30 Sterowanie ciśnieniem kabinowym
- 21-40 Podgrzewanie
- 21-50 Chłodzenie
- 21-60 Sterowanie temperaturą
- 21-70 Sterowanie wilgotnością i zanieczyszczeniami powietrza

Na rysunku 54 pokazano procentowy udział niesprawności podzespołów poszczególnych podgrup instalacji klimatyzacji powodujących zdarzenia lotnicze, a na rysunku 55 ich liczbę dla poszczególnych podgrup tej instalacji.





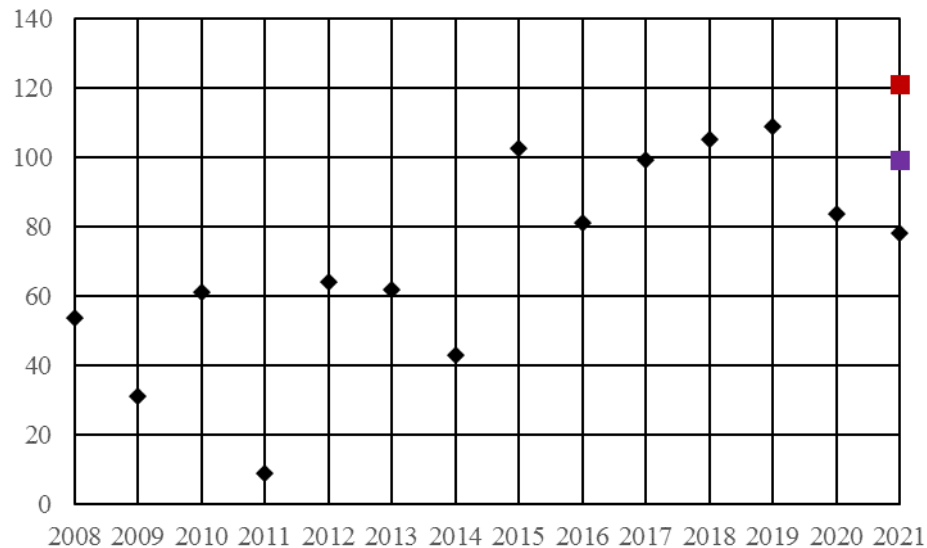
Rys.54 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji klimatyzacji, ATA 21, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



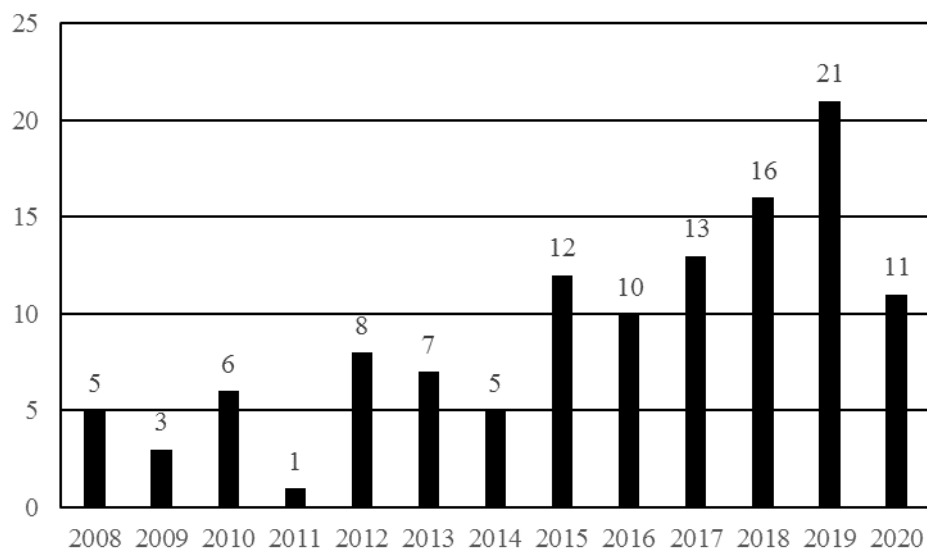
Rys.55 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami podzespołów w poszczególnych podgrupach instalacji klimatyzacji, ATA 21, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Z powyższych rysunków wynika, że niesprawności elementów wchodzących w skład podgrupy sterowanie ciśnieniem kabinowym, ATA 21 – 30, spowodowały w latach 2008 ÷ 2021 56% wszystkich zdarzeń lotniczych, których przyczyną była instalacja klimatyzacji. Jednak w roku 2021 udział elementów ATA 21 – 30 wyniósł około 37%, gdy w roku 2019 około 80% w całości zdarzeń spowodowanych usterkami instalacji klimatyzacji. Wobec tego nie tylko wielkość poziomu alarmowego współczynnika K_{1000} ale i wartość średnia są mniejsze od tych prognozowanych w roku 2020. Na rysunku 56 przedstawiono zmianę wielkości K_{1000} dla ATA 21-30 w latach 2008 ÷ 2021, a na rysunku 57 liczbę zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami podzespołów w podgrupie sterowanie ciśnieniem kabinowym. W roku 2021 największy udział, bo aż 43% w zdarzeniach lotniczych powodowanych niesprawnościami

instalacji klimatyzacji mają elementy służące do wprowadzania i dystrybucji powietrza, ATA 21-20. Na rysunku 58 przedstawiono zmianę wielkości K_{1000} dla ATA 21-20, a na rysunku 59 liczbę zdarzeń lotniczych powodowanych przez elementy kodowane w podgrupie 21-20. W latach 2008 ÷ 2020 usterek było niewiele (patrz rysunek 59) i w związku z tym nie wyznaczano poziomu alarmowego oraz wartości średniej. W bieżącym roku należy jednak zwracać baczniejszą uwagę na usterki elementów dystrybuujących powietrze instalacji klimatyzacji.

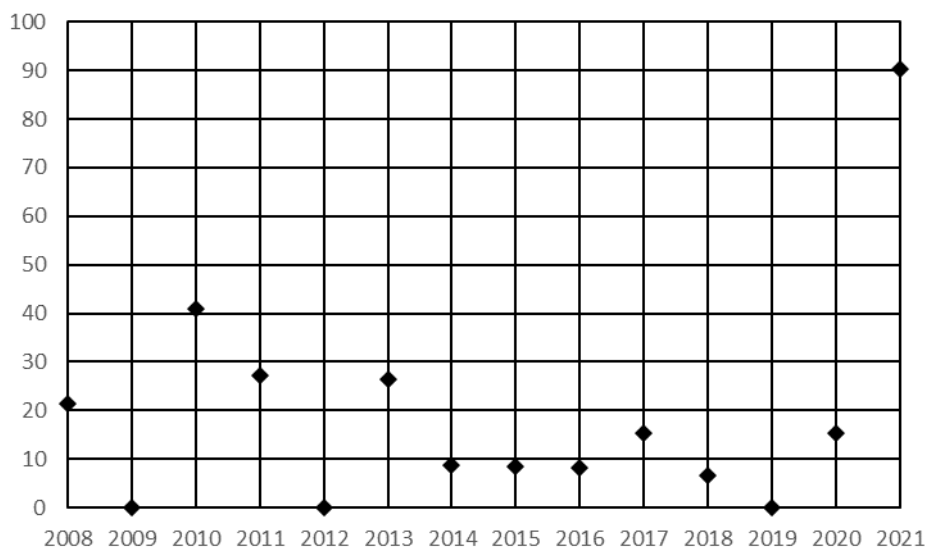


Rys.56 Wartości współczynnika K_{1000} dla podgrupy sterowanie ciśnieniem kabinowym, ATA 21-30, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

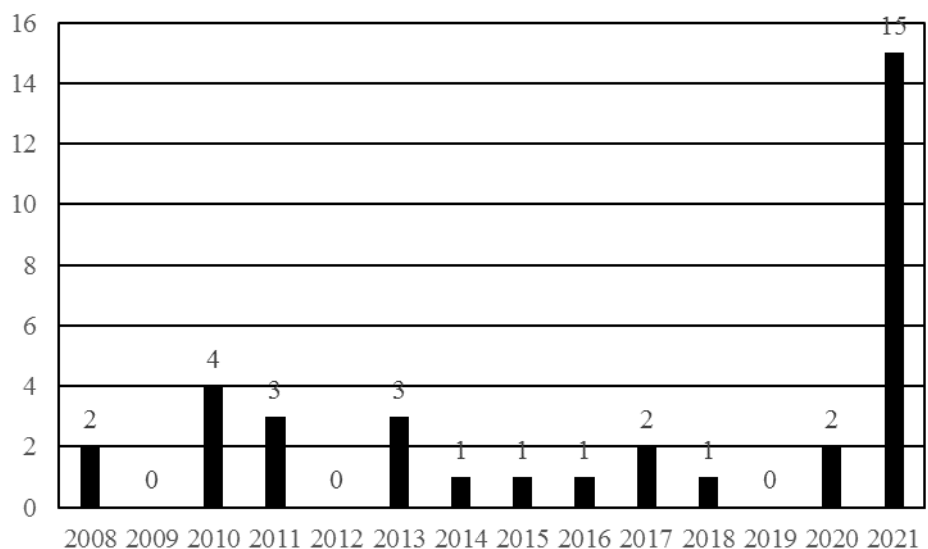


Rys.57 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterekami podzespołów sterowania ciśnieniem kabinowym, ATA 21-30, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów





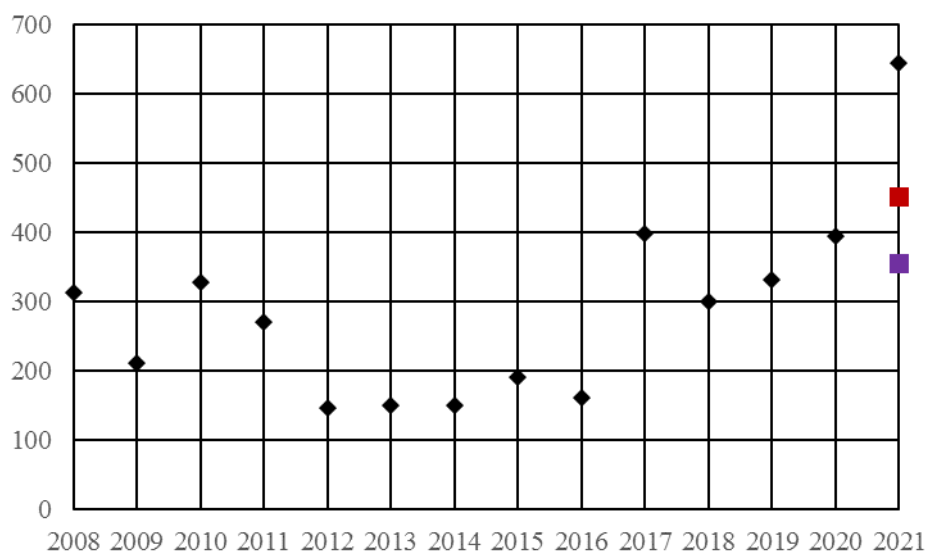
Rys.58 Wartości współczynnika K_{1000} dla podgrupy dystrybucji powietrza, ATA 21-20, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów



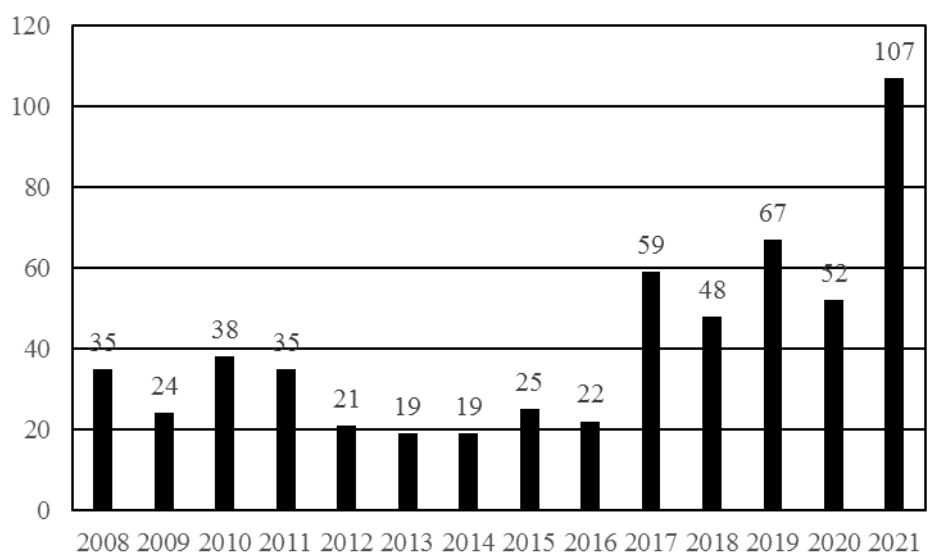
Rys.59 Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami podzespołów dystrybucji powietrza, ATA 21-20, w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

3. niesprawności instalacji silnikowych dużych samolotów

Podobnie jak w latach ubiegłych zdarzenia lotnicze powodowane usterkami zespołów napędowych dużych samolotów nie były przyczyną poważniejszych zdarzeń lotniczych. Zarówno silniki odrzutowe jak i turbośmigłowe charakteryzują się dużą niezawodnością, jednak zwiększająca się liczba niesprawności instalacji rozruchu, ATA 80 i wskazań pracy silnika, ATA 77 spowodowały przekroczenie poziomu alarmowego K_{1000} zdarzeń powodowanych przez zespoły napędowe (SCF-PP). Sygnalizowano w roku poprzednim tendencję rosnącą współczynnika K_{1000} , jednak dwukrotny w porównaniu do 2020 wzrost liczby zdarzeń w tej kategorii spowodował jego skokowy wzrost, co przedstawiono na rysunku 60. Na rysunku 61 zaprezentowano liczbę zdarzeń w kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021.



Rys.60 Wartości współczynnika K_{1000} dla kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów



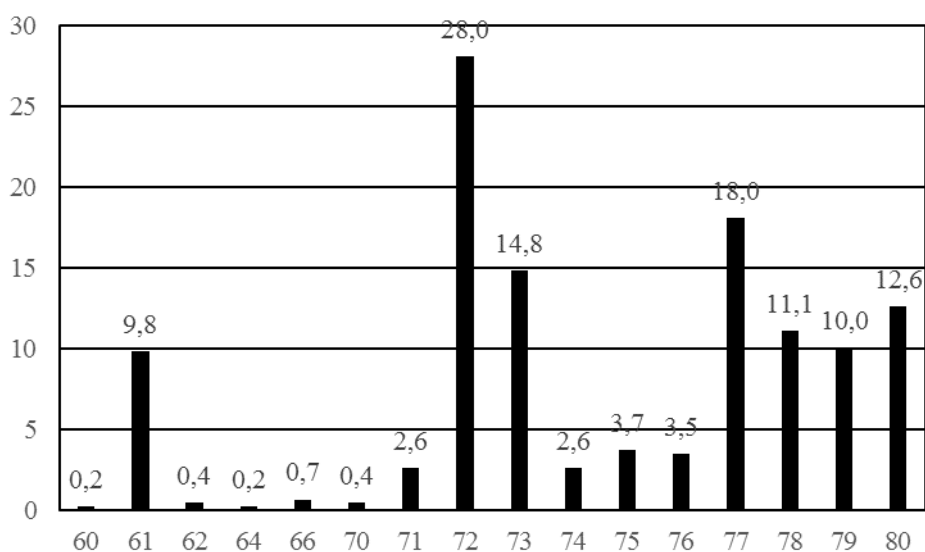
Rys.61 Liczba zdarzeń dla kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

Instalacje zespołów napędowych przyporządkowane są do poszczególnych grup ATA jak następuje:

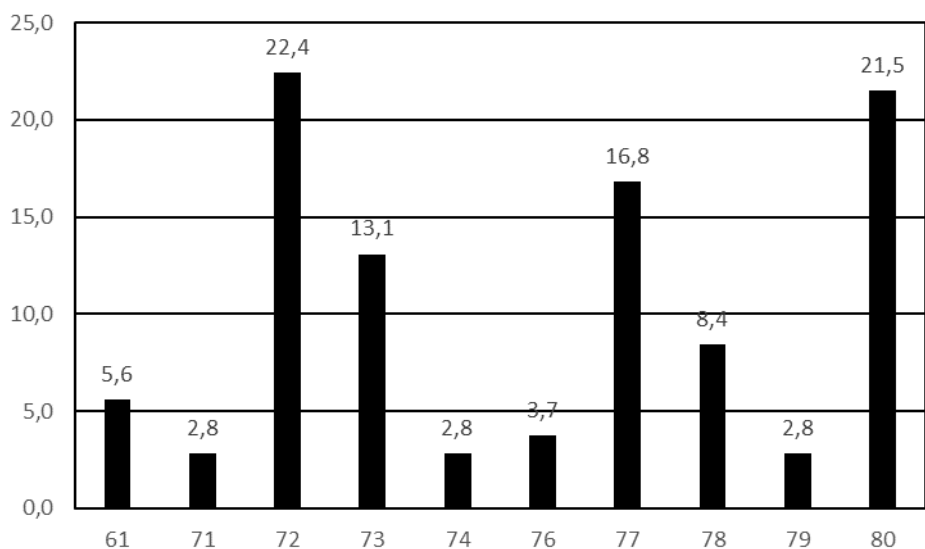
Grupa ATA	Nazwa instalacji	Grupa ATA	Nazwa instalacji
61	Śmigło/Propulsors	74	Zapłon
62	Wirnik główny	75	Odbiór powietrza
63	Napęd wirnika głównego	76	Sterowanie silnikiem
64	Śmigło ogonowe	77	Przyrządy silnika
65	Napęd śmigła ogonowego	78	Wylot
66	Łopata wirnika	79	Instalacja olejowa
67	Sterowanie wirnikami	80	Uruchamianie
71	Zespół napędowy ogólnie	82	Wtrysk wody
72	Silnik	83	Skrzynka napędu agregatów
73	Instalacja paliwowa		



Kolejne rysunki 62 i 63 przedstawiają odpowiednio procentowy udział poszczególnych instalacji zespołów napędowych powodujących zdarzenie lotnicze w poszczególnych grupach ATA w latach 2008 ÷ 2021 i dla porównania tylko dla roku 2021.



Rys.62 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

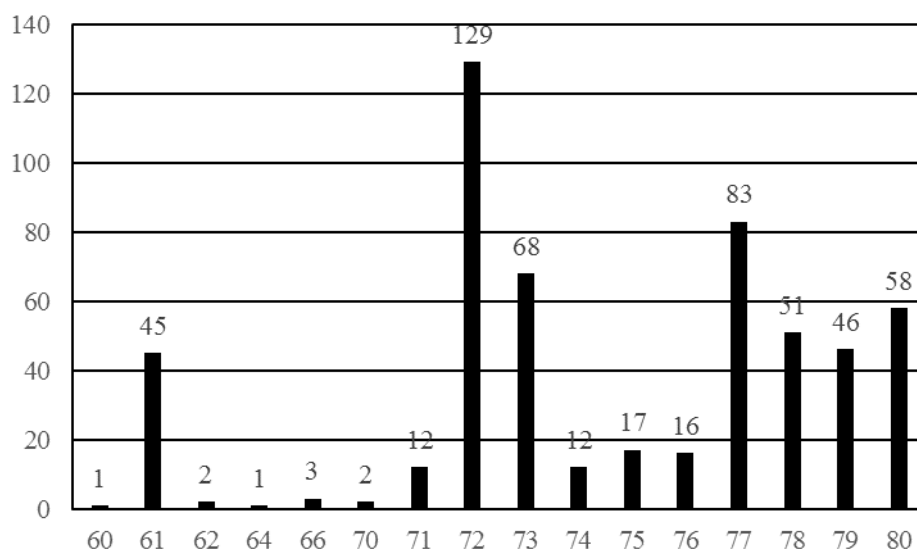


Rys.63 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-PP w roku 2021 dla dużych samolotów

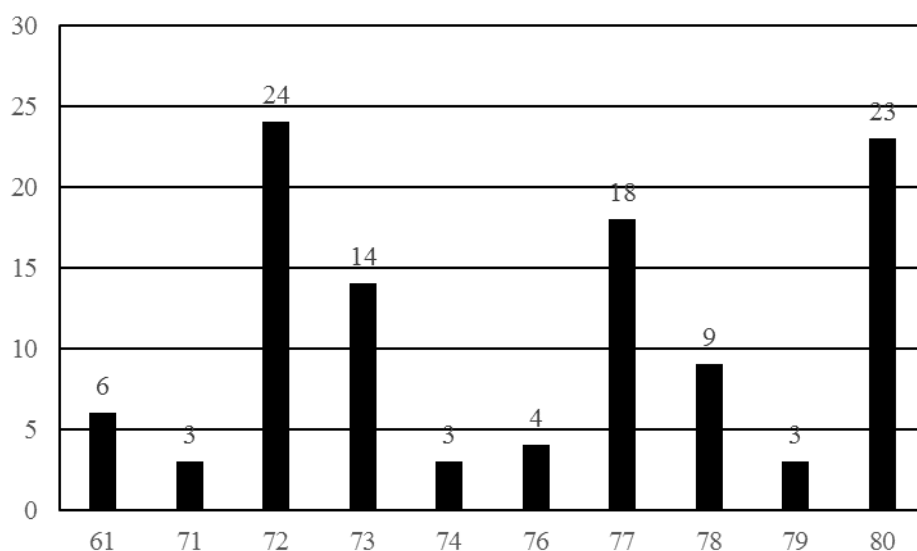
Zdarzenia powodowane niesprawnościami instalacji rozruchu w 2021 roku osiągnęły poziom usterkowości samego silnika.

Kolejno na rysunkach 64 i 65 przedstawiono liczbę zdarzeń powodowanych przez usterki zespołu napędowego w latach 2008 ÷ 2021 i dla samego roku 2021.





Rys.64 Liczba zdarzeń w poszczególnych grupach ATA w kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów



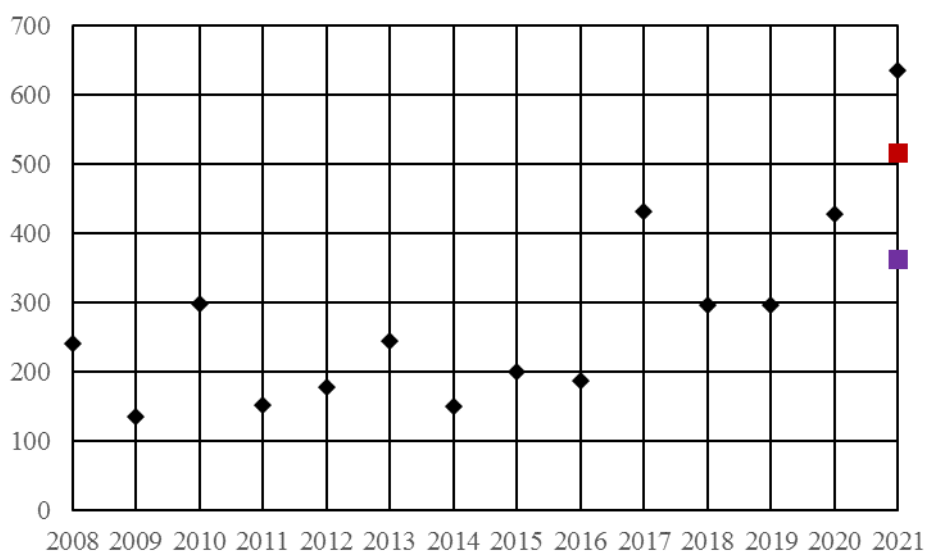
Rys.65 Liczba zdarzeń w poszczególnych grupach ATA w kategorii SCF-PP w roku 2021 dla dużych samolotów

Dominującymi są nadal usterki silnika (ATA 72), powodowały one negatywne skutki dla linii lotniczych poprzez zdarzenia powodujące dyskomfort pasażerów jak przerwane loty czy starty. Wpływały również na znaczne straty finansowe związane z opóźnieniami, zamianami samolotów, a także między innymi, z nieplanowanymi wybudowaniami silników. W związku z tym, że pomiędzy turbinowymi silnikami odrzutowymi a turbośmigłowymi jest wiele odrębności należy analizę zagrożenia bezpieczeństwa powodowaną przez zespoły napędowe rozpatrywać oddzielnie dla każdego ich rodzaju. Podstawową różnicą pomiędzy napędem odrzutowym i turbośmigłowym jest sposób wytwarzania ciągu. Ogólnie, ciąg silnika odrzutowego zależy głównie od prędkości wytworzonej masy gazów wylotowych. Natomiast w silniku turbośmigłowym prędkość masy gazów wylotowych przetwarzana jest na moment obrotowy użyty do napędu śmigła. Wynika z tego fakt znacznych różnic pomiędzy poziomem intensywności usterek tych samych instalacji. Turbośmigłowe zespoły napędowe nie mają

również podzespołów, które posiadają turbinowe odrzutowe i odwrotnie. Dlatego też zdecydowano przeprowadzać szczegółową analizę wpływu na bezpieczeństwo operacji lotniczych oddzielnie dla różnego rodzaju zespołów napędowych. W grupie dużych statków powietrznych zarejestrowanych w Polsce jest obecnie 9 śmigłowców. Niewielka liczba niesprawności śmigłowcowych zespołów napędowych nie ma praktycznego wpływu na poziom bezpieczeństwa lotniczego.

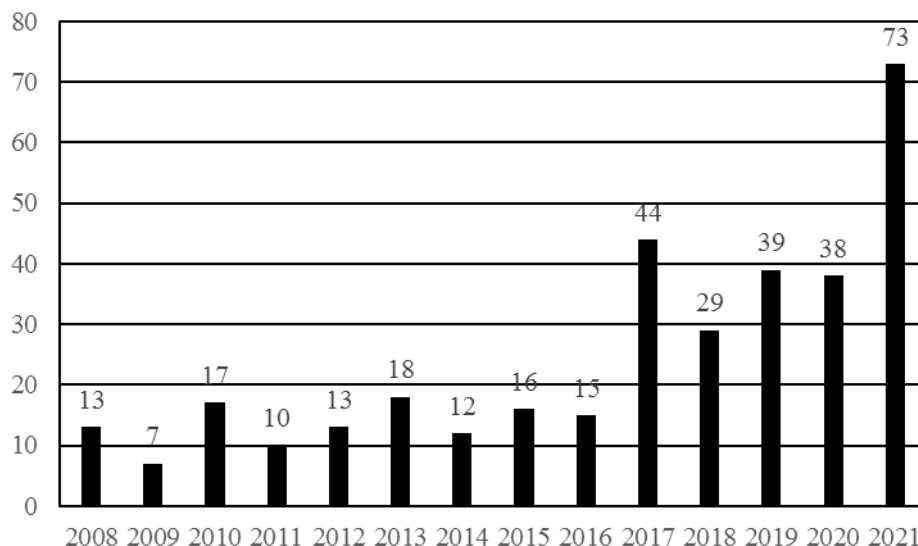
Turbinowe silniki odrzutowe

Zdarzenia lotnicze powodowane niesprawnościami turbinowych silników odrzutowych stanowią ponad 65% wszystkich incydentów pochodzących od usterek zespołów napędowych, wyłączwszy pomocnicze zespoły napędowe (APU, ATA 49). Na rysunku 66 przedstawiono wielkości współczynnika K_{1000} dla lat 2008 ÷ 2021, a na rysunku 67 pokazano liczbę zdarzeń powodowanych przez te silniki dla tego samego przedziału czasu. Liczba zdarzeń w 2021 roku w kategorii SCF-PP powodowanych przez turbinowe silniki odrzutowe w porównaniu z poprzednim prawie dwukrotnie wzrosła. Współczynnik K_{1000} przekroczył wyznaczony w 2020 roku poziom alarmowy.



Rys. 66 Wartości współczynnika K_{1000} dla kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów, napędzanych turbinowymi silnikami odrzutowymi

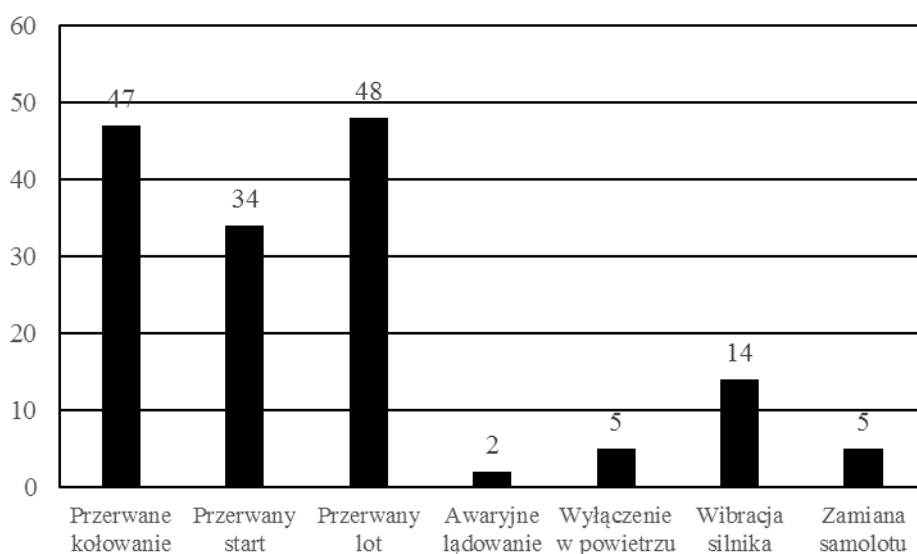




Rys.67 Liczba zdarzeń dla kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów, napędzanych turbinowymi silnikami odrzutowymi

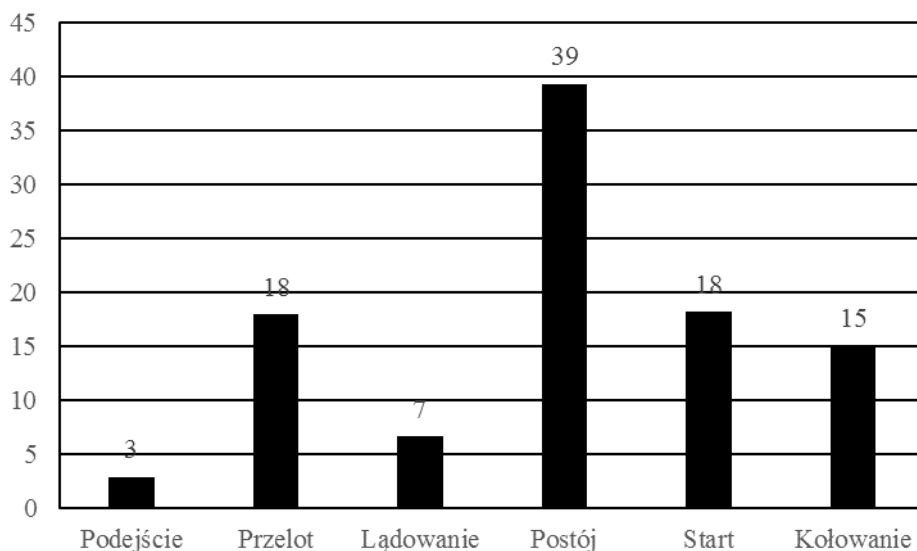
Zdarzenia lotnicze w kategorii SCF-PP wynikłe z niesprawności zespołów napędowych samolotów odrzutowych spowodowały w latach 2008 ÷ 2021 niżej przedstawione skutki, które graficznie zaprezentowano na rysunku 68.

Przerwane kołowanie	47
Przerwany start	34
Przerwany lot	48
Awaryjne lądowanie	4
Wyłączenie w powietrzu	5
Wibracja silnika	14
Zamiana samolotu	5

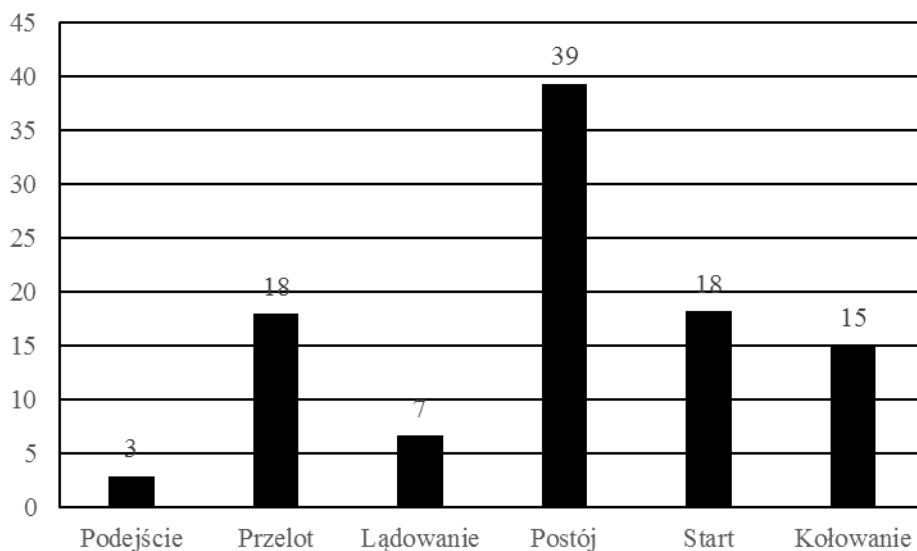


Rys.68 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych w kategorii SCF-PP powodowanych niesprawnościami turbinowych silników odrzutowych, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Natomiast fazy lotu samolotów, podczas których wystąpiły zdarzenia lotnicze wynikłe z niesprawności turbinowych zespołów napędowych, zaprezentowano częstotliwością ich występowania w procentach na rysunku 69, a na rysunku 70 ich liczbę. Pozytywny jest fakt dużego udziału wykrywania niesprawności podczas przeglądów.



Rys.69 Procentowy udział poszczególnych faz lotu dużych samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane niesprawnością turbinowego silnika odrzutowego, w latach 2008 ÷ 2021

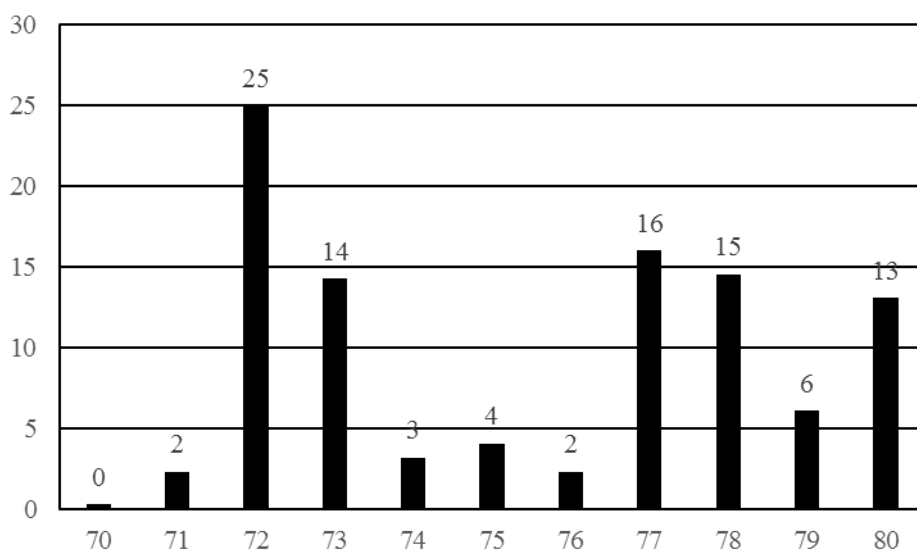


Rys.70 Liczba poszczególnych faz lotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane niesprawnością turbinowego silnika odrzutowego dla dużych samolotów, w latach 2008 ÷ 2021

Kolejne rysunki 71 i 72 przedstawiają odpowiednio procentowy udział poszczególnych instalacji turbinowych odrzutowych zespołów napędowych powodujących zdarzenie lotnicze i ich liczbę w poszczególnych grupach ATA w latach 2008 ÷ 2021. Instalacje turbinowych odrzutowych zespołów napędowych przyporządkowane są do poszczególnych grup ATA jak następuje:

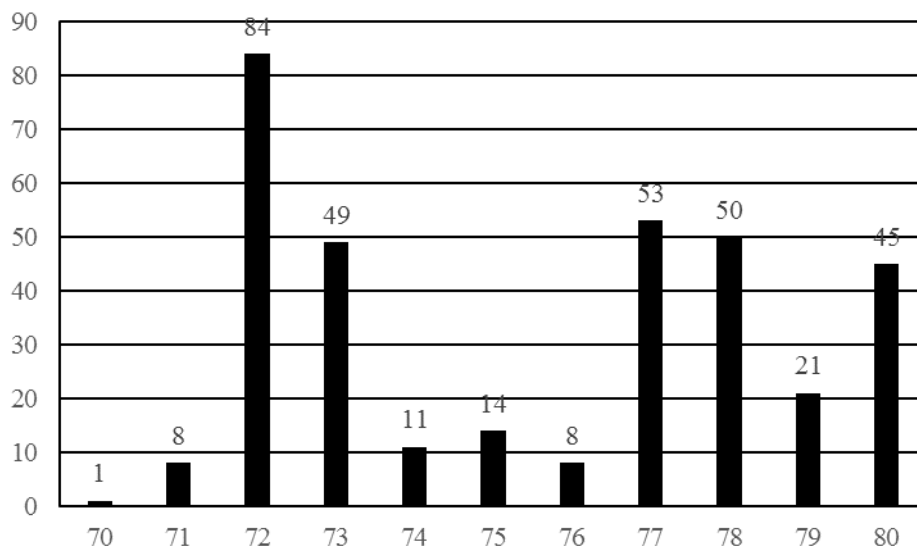


- 70 – Standardowe czynności obsługowe
- 71 – Zespół napędowy ogólnie
- 72 – Silnik
- 73 – Instalacja paliwowa
- 74 – Zapłon
- 75 – Odbiór powietrza
- 76 – Sterowanie silnikiem
- 77 – Przyrządy kontroli pracy silnika
- 78 – Wylot
- 79 – Instalacja olejowa
- 80 – Uruchamianie
- 82 – Wtrysk wody
- 83 – Skrzynka napędu agregatów



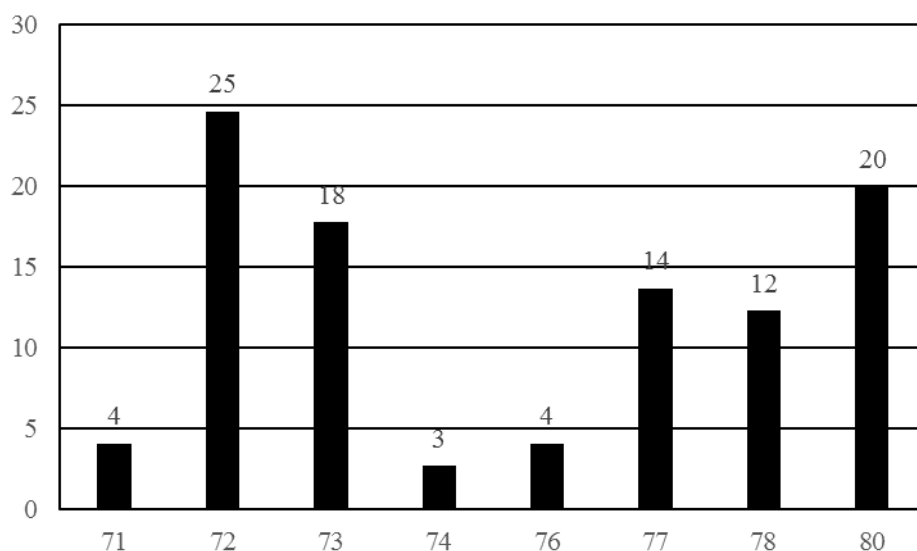
Rys.71 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów napędzanych turbinowymi silnikami odrzutowymi





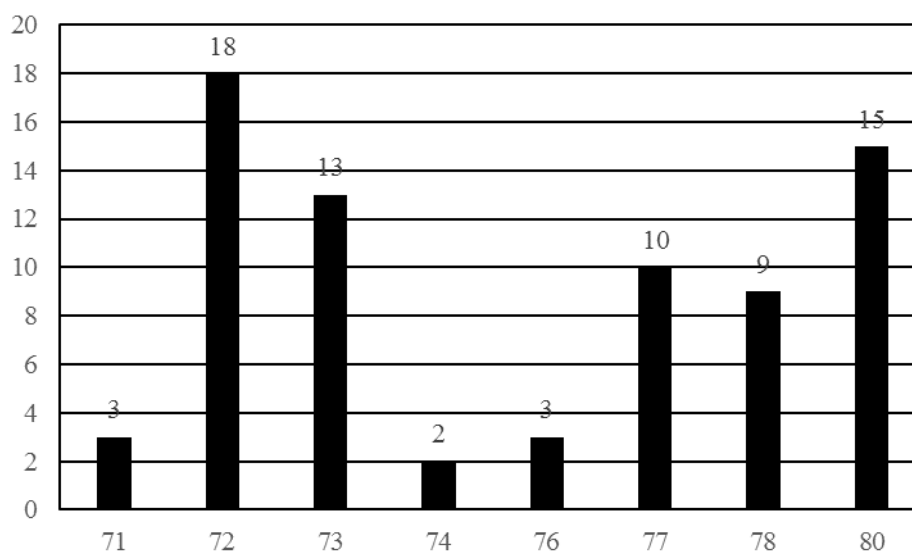
Rys.72 Liczba zdarzeń w poszczególnych grupach ATA w kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów napędzanych turbinowymi silnikami odrzutowymi

W celu przedstawienia zaistniałej w roku 2021 sytuacji wzrostu zdarzeń wynikających z niesprawności instalacji rozruchu silników, na rysunkach 73 i 74 przedstawiono odpowiednio procentowy udział poszczególnych instalacji turbinowych odrzutowych zespołów napędowych powodujących zdarzenie lotnicze i ich liczbę w poszczególnych grupach ATA.



Rys.73 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-PP w roku 2021 dla dużych samolotów napędzanych turbinowymi silnikami odrzutowymi



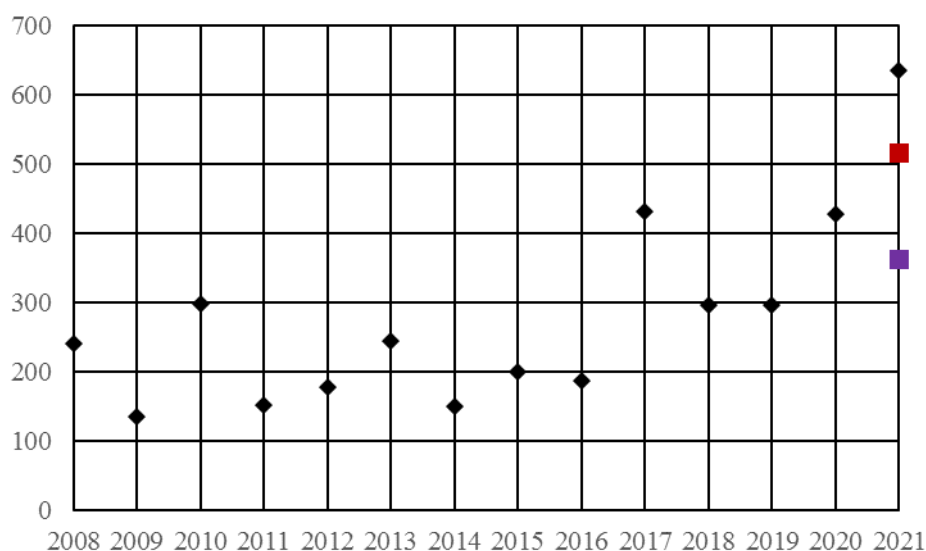


Rys.74 Liczba zdarzeń w poszczególnych grupach ATA w kategorii SCF-PP w roku 2021 dla dużych samolotów napędzanych turbinowymi silnikami odrzutowymi

Z powyższych rysunków wynika, że najczęściej zdarzeń lotniczych powodowanych jest nadal przez usterki silnika (ATA 72). W latach 2008 ÷ 2021 dominowały niesprawności przyrządów kontroli pracy silnika (ATA 77) i wylotu (głównie odwracacza ciągu) silnika (ATA 78). W roku 2021 natomiast wzrosła liczba usterek instalacji rozruchu (ATA 80) i paliwowej (ATA 73) w porównaniu do lat poprzednich.

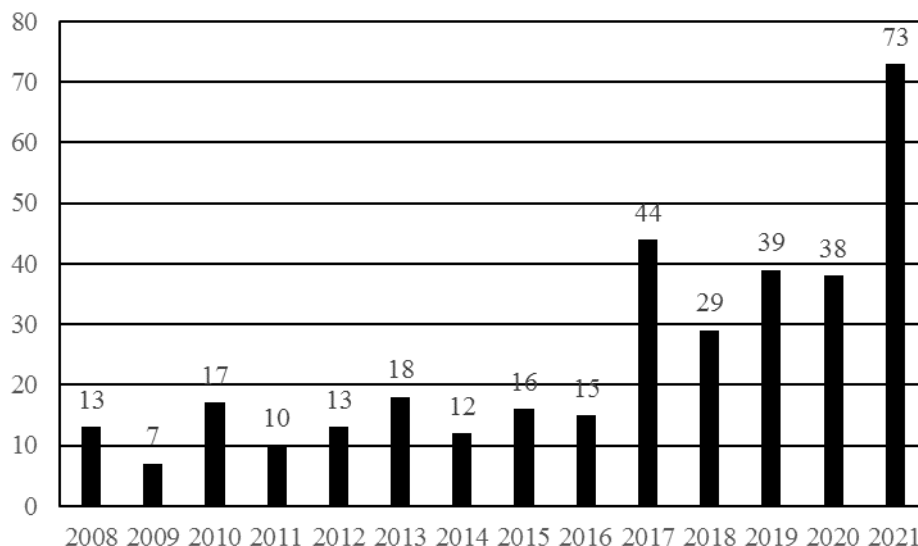
Silnik, ATA 72

Współczynnik K_{1000} dla ATA 72 systematycznie od 2018 roku wzrasta, a w 2021 przekroczył prognozowany w roku 2020 poziom alarmowy. Na rysunku 75 przedstawiono zmiany jego wartości, a na rysunku 76 pokazano liczbę zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami silników odrzutowych w latach 2008 ÷ 2021.



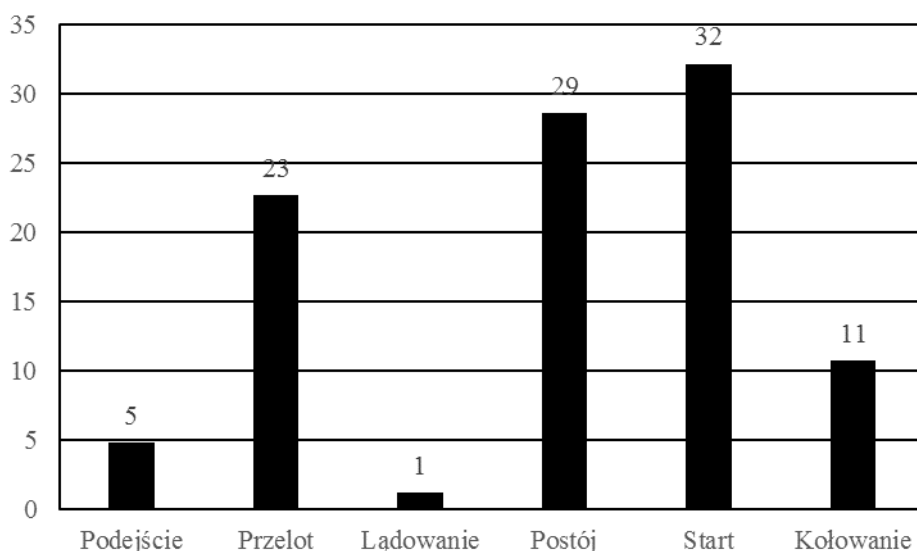
Rys.75 Wartości współczynnika K_{1000} dla silników odrzutowych w grupie ATA 72 dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021





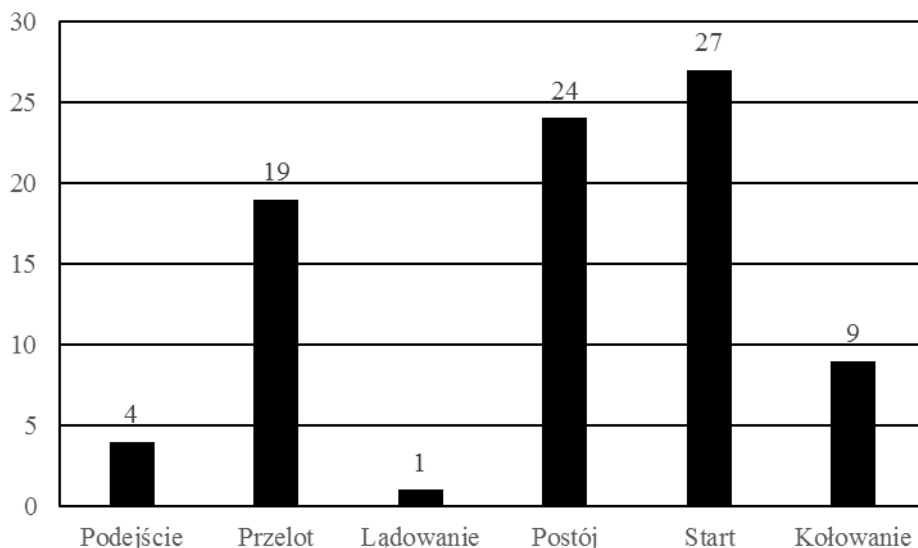
Rys.76 Liczba zdarzeń powodowanych usterkami silników odrzutowych w grupie ATA 72 dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności silników odrzutowych miały miejsce w różnych fazach lotu, co zaprezentowano częstotliwością ich występowania w procentach na rysunku 77, a na rysunku 78 ich liczbę. Niestety, duża liczba niesprawności silników nie została wykryta podczas przeglądów, a wystąpiła podczas startu samolotu, co jest znacznym zagrożeniem bezpieczeństwa lotniczego.



Rys.77 Procentowy udział poszczególnych faz lotu samolotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką silnika odrzutowego, ATA 72, w latach 2008 ÷ 2021

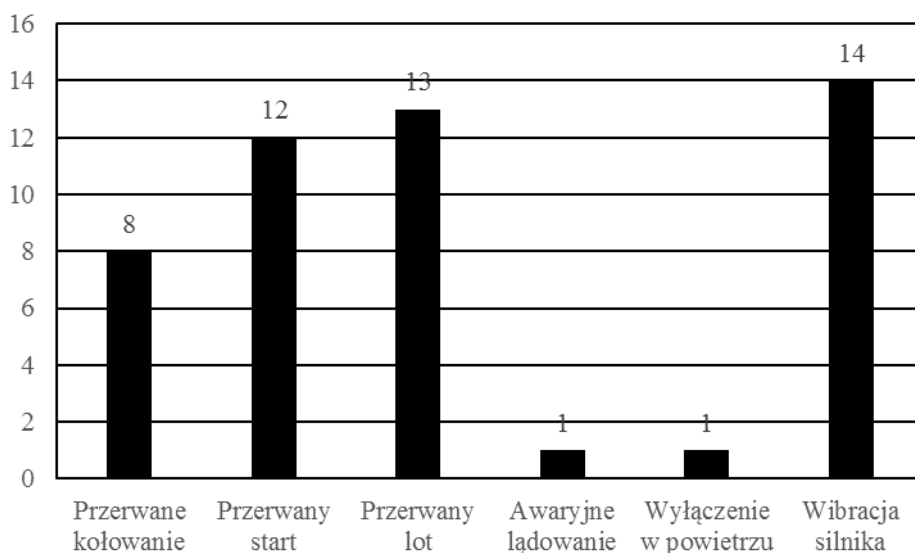




Rys.78 Liczba poszczególnych faz lotu samolotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką silnika odrzutowego, ATA 72, w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności silników odrzutowych w latach 2008 ÷ 2021 spowodowały poważniejsze, poniżej przedstawione zdarzenia, pokazane również w formie graficznej na rysunku 79:

Przerwane kołowanie	8
Przerwany start	12
Przerwany lot	13
Awaryjne lądowanie	1
Wyłączenie w powietrzu	1
Wibracja silnika	14

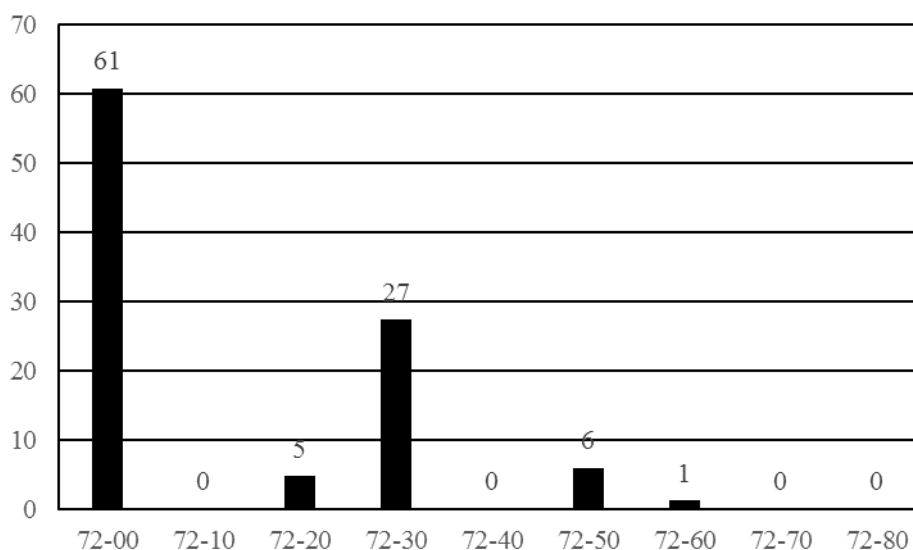


Rys.79 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami silników odrzutowych, ATA 72, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

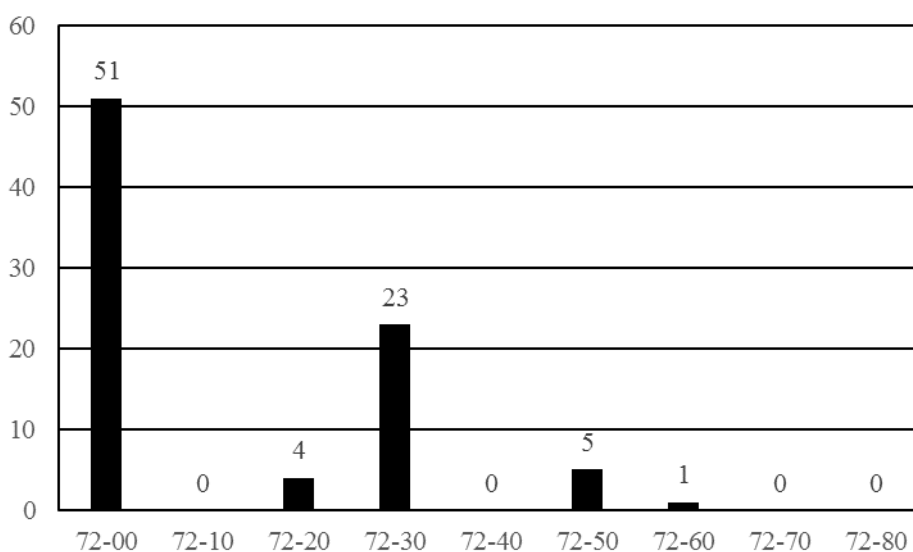
Grupa ATA 72 podzielona jest na podgrupy opisujące podzespoły silnika turbinowego, są one następujące:

- 72-00 – Silnik ogólnie
- 72-10 – Przekładnia redukcyjna i wał
- 72-20 – Wlot
- 72-30 – Sprężarka
- 72-40 – Komora spalania
- 72-50 – Turbina
- 72-60 – Napęd agregatów
- 72-70 – By-pass
- 72-80 – Propulsor

W latach 2008 ÷ 2021 procentowy udział poszczególnych podzespołów silnika, których usterki powodowały zdarzenia lotnicze przedstawiono na rysunku 80, a ich liczbę przedstawiono na rysunku 81.



Rys.80 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji silnika, ATA 72, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

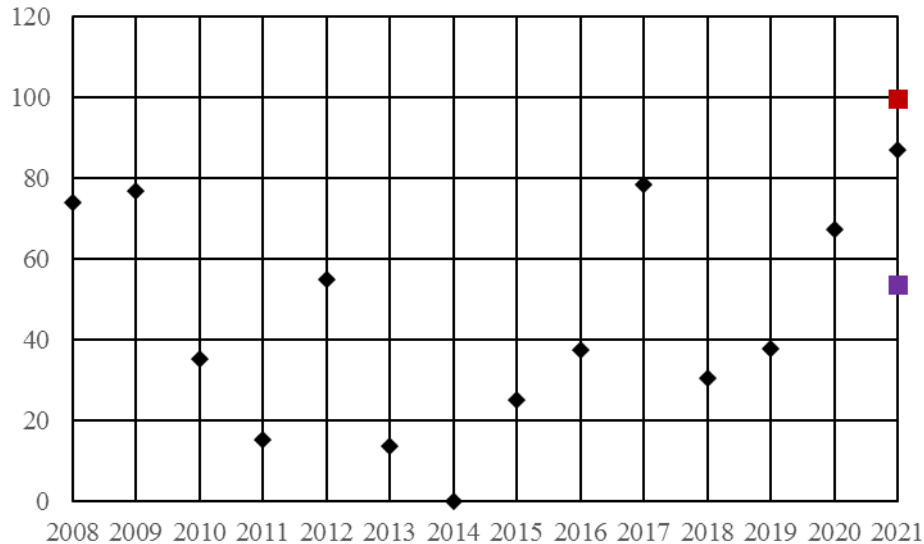


Rys.81 Liczba zdarzeń w poszczególnych podgrupach silnika, ATA 72, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

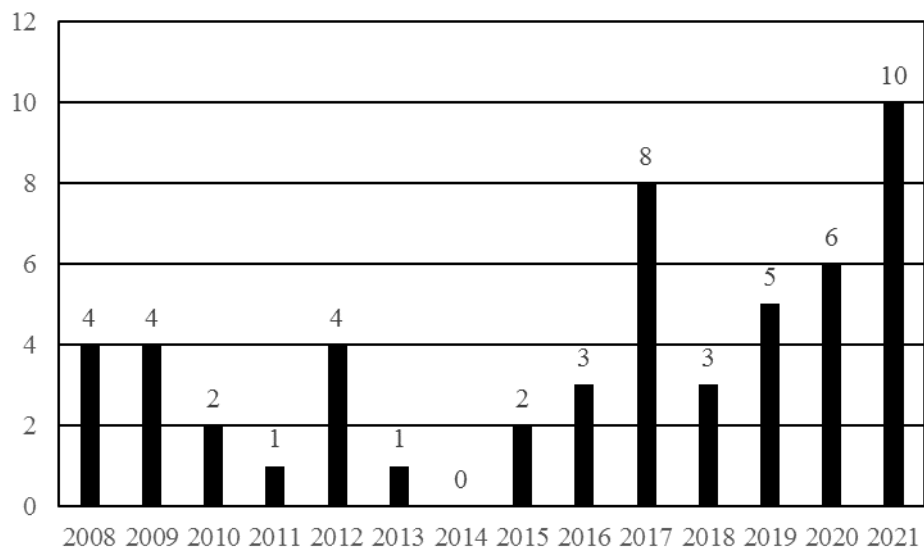


Przyrządy kontroli pracy silnika, ATA 77

Duża liczba zdarzeń lotniczych spowodowana jest usterkami wskazań parametrów pracy silnika, grupa ATA 77. W 2021 roku jej współczynnik K_{1000} kolejny raz wzrósł, nie przekroczył jednak prognozowanego w 2020 roku poziomu alarmowego. Na rysunku 82 przedstawiono wielkości K_{1000} dla lat 2008 ÷ 2021, a na rysunku 83 pokazano liczbę zdarzeń w tej grupie dla tego samego przedziału czasu.



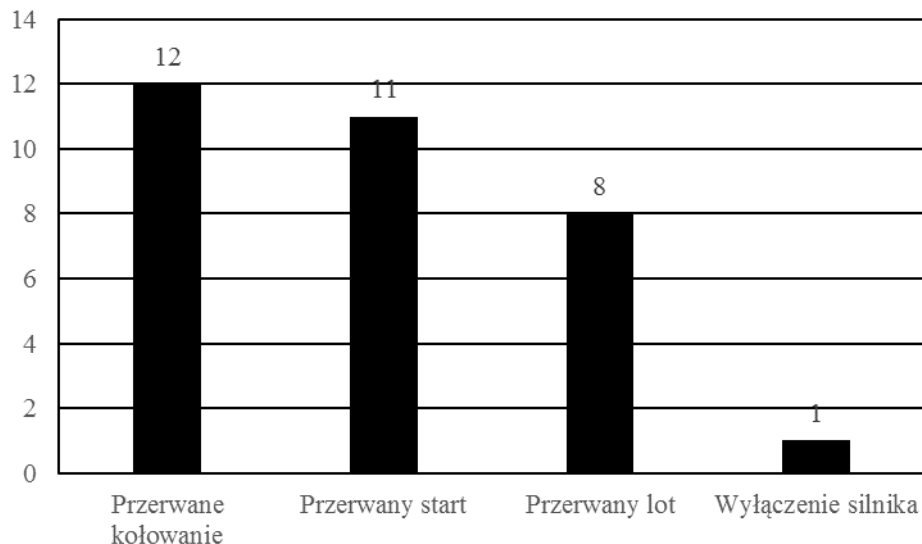
Rys.82 Wartości współczynnika K_{1000} silników odrzutowych w grupie ATA 77 dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



Rys.83 Liczba zdarzeń powodowanych usterkami w grupie ATA 77 silników odrzutowych dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

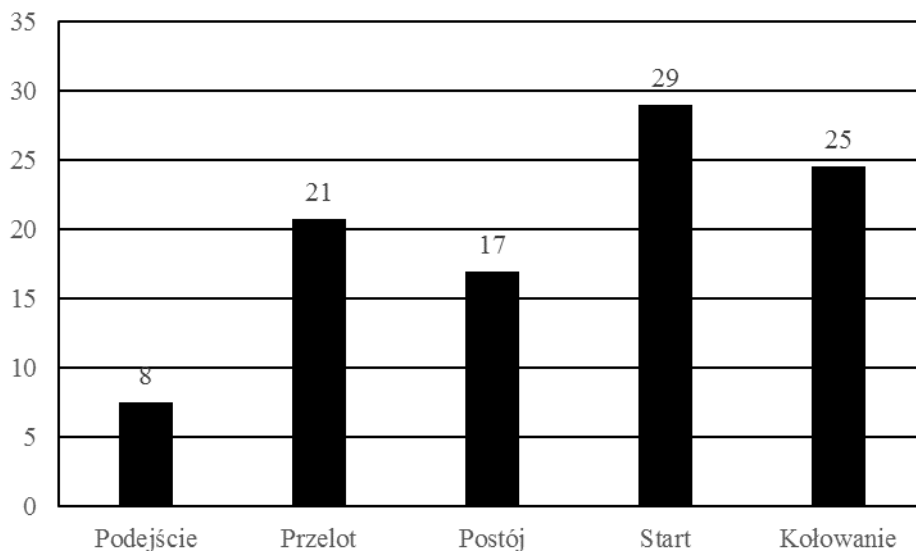
Niesprawności wskazań parametrów pracy silnika, ATA 77 w latach 2008 ÷ 2021 spowodowały poważniejsze, poniżej przedstawione zdarzenia, zaprezentowane również w formie graficznej na rysunku 84.

Przerwane kołowanie	12
Przerwany start	11
Przerwany lot	8
Wyłączenie silnika	1



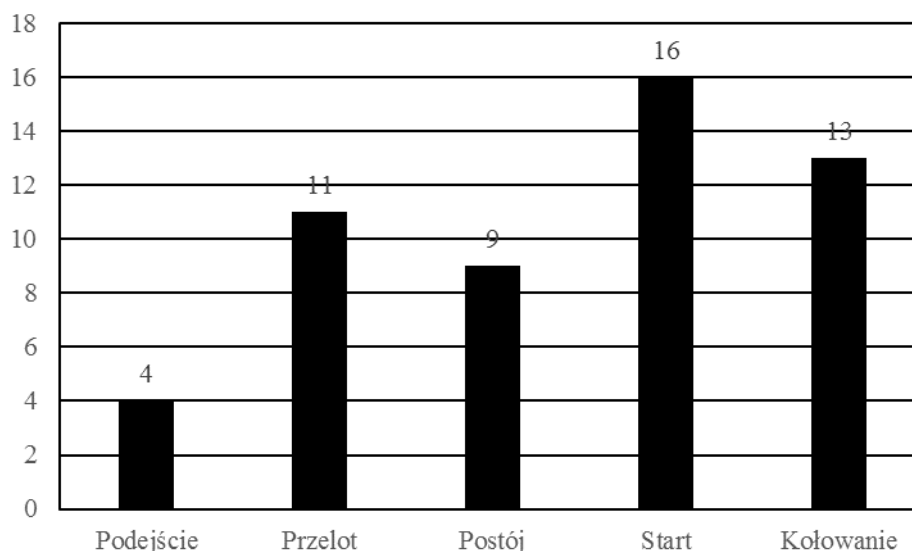
Rys. 84 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami w grupie ATA 77 silników odrzutowych dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności wskazań parametrów pracy silników miały miejsce w różnych fazach lotu samolotów, co zaprezentowano częstotliwością ich występowania w procentach na rysunku 85, a na rysunku 86 ich liczbę.



Rys.85 Procentowy udział poszczególnych faz lotu samolotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką wskazań pracy silnika, ATA 77, w latach 2008 ÷ 2021





Rys.86 Liczba zdarzeń dla poszczególnych faz lotu samolotu, spowodowanych usterką instalacji wskazań pracy silnika, ATA 77, w latach 2008 ÷ 2021

Grupa ATA 77 podzielona jest na podgrupy opisujące podzespoły instalacji wskazań pracy silnika, są one następujące:

77-00 – Wskazania ogólnie

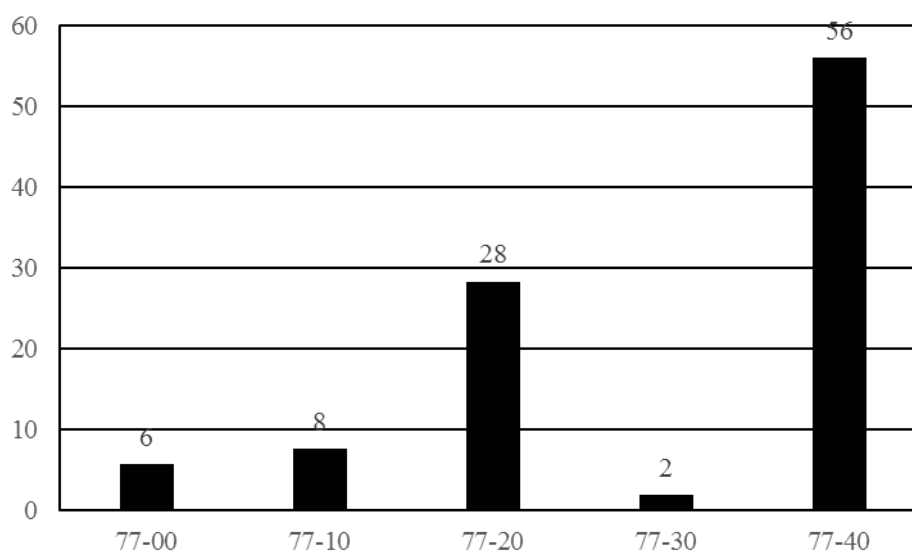
77-10 – Wskazania mocy

77-20 – Wskazania temperatury silnika

77-30 – Analizatory pracy silnika

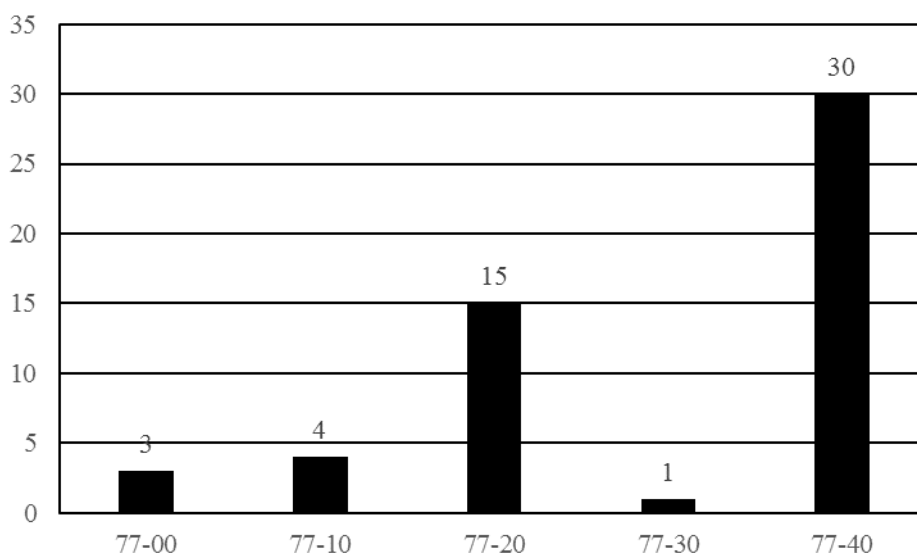
77-40 – Zintegrowane systemy wskazań parametrów pracy silnika

W latach 2008 ÷ 2021 procentowy udział poszczególnych podzespołów instalacji wskazań parametrów pracy silnika, których usterki powodowały zdarzenia lotnicze przedstawiono na rysunku 87, a ich liczbę przedstawiono na rysunku 88.



Rys.87 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji wskazań parametrów pracy silnika, ATA 77, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



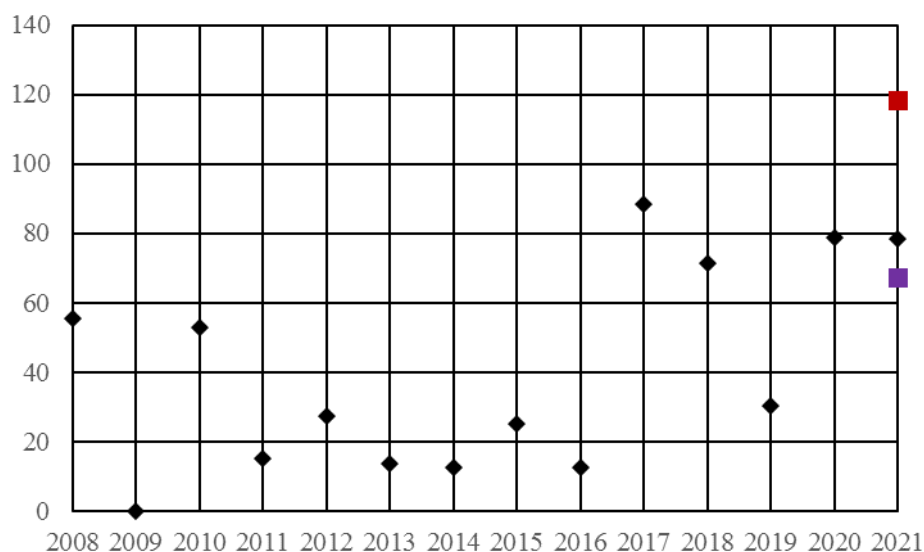


Rys.88 Liczba zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji wskazań parametrów pracy silnika, ATA 77, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

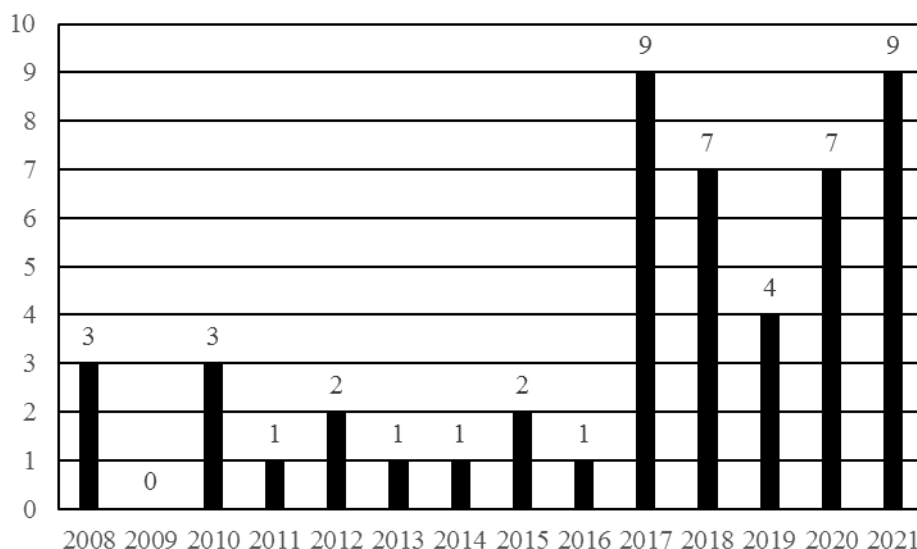
Zintegrowane systemy wskazań parametrów pracy silnika (ATA 77-40) stanowią tę część instalacji (ATA 77), która jako zintegrowana koncepcja odbiera wszystkie parametry pracy silnika i przekazuje je do centralnego procesora w celu prezentacji załodze. Obejmuje takie elementy, jak wyświetlacze, nadajniki, odbiorniki, komputery itp.

Wylot, ATA 78

Niesprawności układu wylotowego turbinowych silników odrzutowych, podobnie jak opisane powyżej instalacje, są również znaczącym źródłem zakłóceń operacji lotniczych. W większości przypadków są to usterki odwracaczy ciągu, różnych typów samolotów odrzutowych. Wzrost liczby usterek w 2021 roku w odniesieniu do 2020 nie spowodował przekroczenia prognozowanego poziomu alarmowego. Wartości współczynnika K_{1000} w latach 2008÷2021 przedstawiono na rysunku 89, liczbę zdarzeń w tym okresie na rysunku 90.



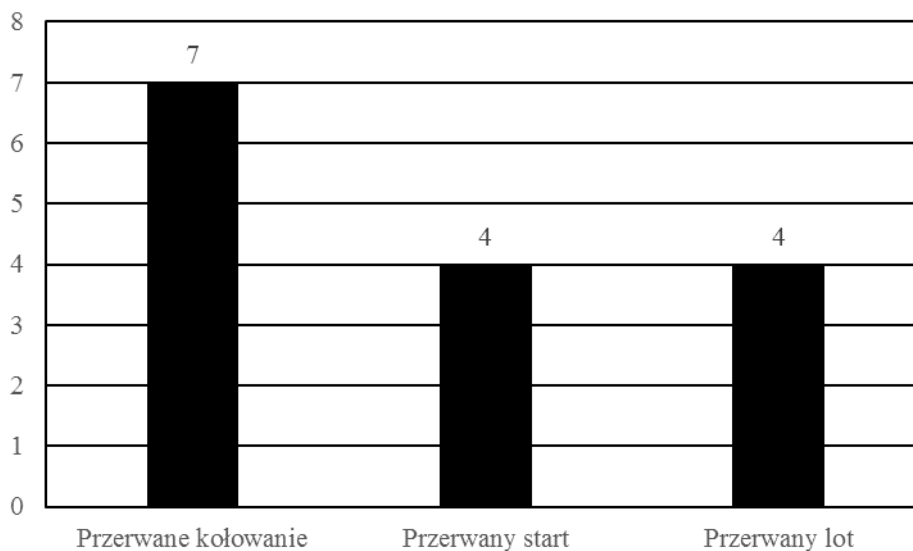
Rys.89 Wartości współczynnika K_{1000} układu wylotowego silników odrzutowych, ATA 78 dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



Rys.90 Liczba zdarzeń powodowanych usterkami układu wylotowego silników odrzutowych, ATA 78 dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności układu wylotowego turbinowych silników odrzutowych, ATA 78, w latach 2008 ÷ 2021 spowodowały poważniejsze, poniżej przedstawione zdarzenia, zaprezentowane również w formie graficznej na rysunku 91.

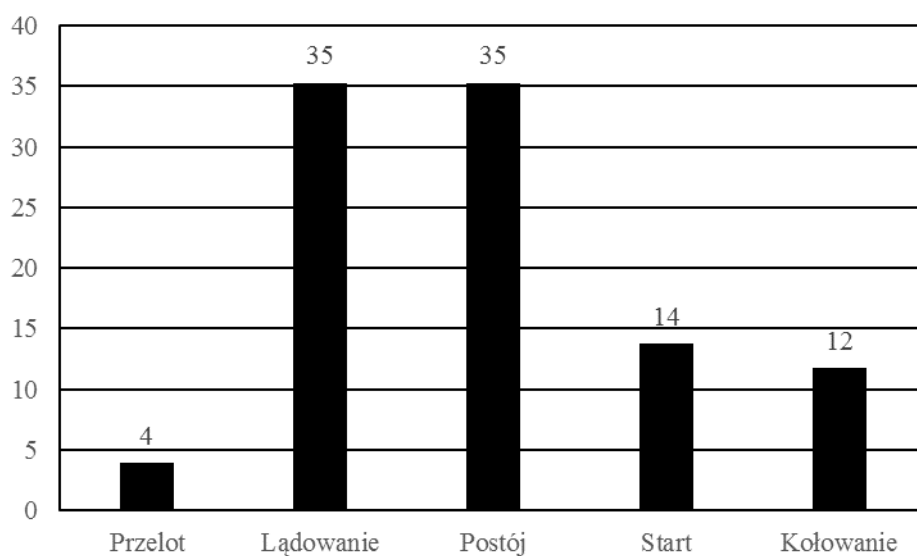
Przerwane kołowanie	7
Przerwany start	4
Przerwany lot	4



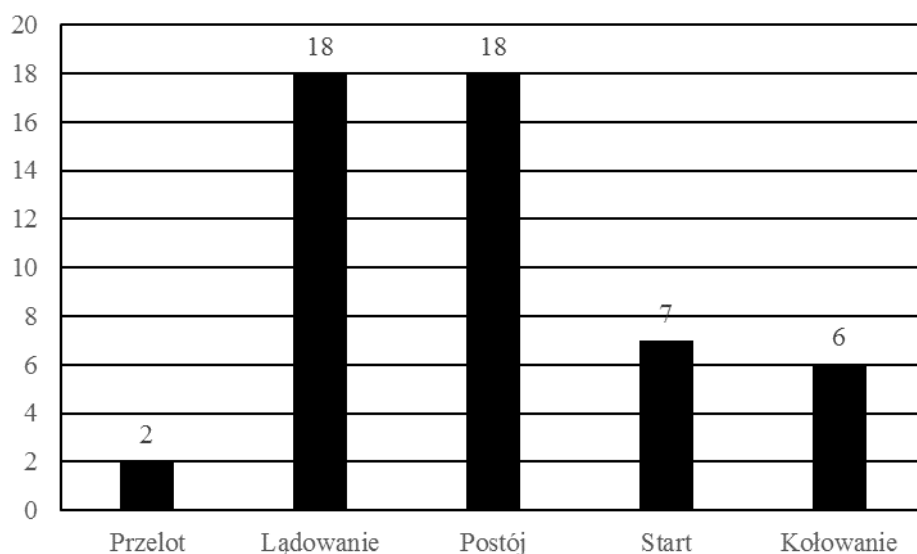
Rys.91 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami układu wylotowego, ATA 78 silników odrzutowych dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności układu wylotowego turbinowych silników odrzutowych miały miejsce, bądź były wykryte w różnych fazach operacji samolotów, głównie podczas przeglądów i lądowania, co zaprezentowano częstotliwością ich występowania w procentach na rysunku 92, a na rysunku 93 ich liczbę.





Rys.92 Procentowy udział poszczególnych faz lotu samolotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką układu wylotowego silnika, ATA 78, w latach 2008 ÷ 2021



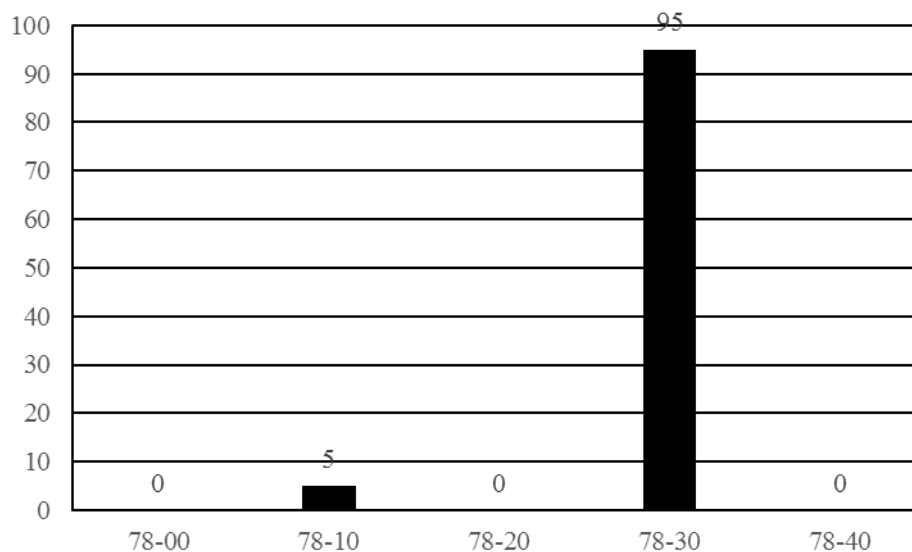
Rys.93 Liczba zdarzeń dla poszczególnych faz lotu samolotu, spowodowane usterką instalacji wylotowej silnika, ATA 78, w latach 2008 ÷ 2021

Grupa ATA 78 podzielona jest na podgrupy opisujące podzespoły instalacji wylotowej silnika, są one następujące:

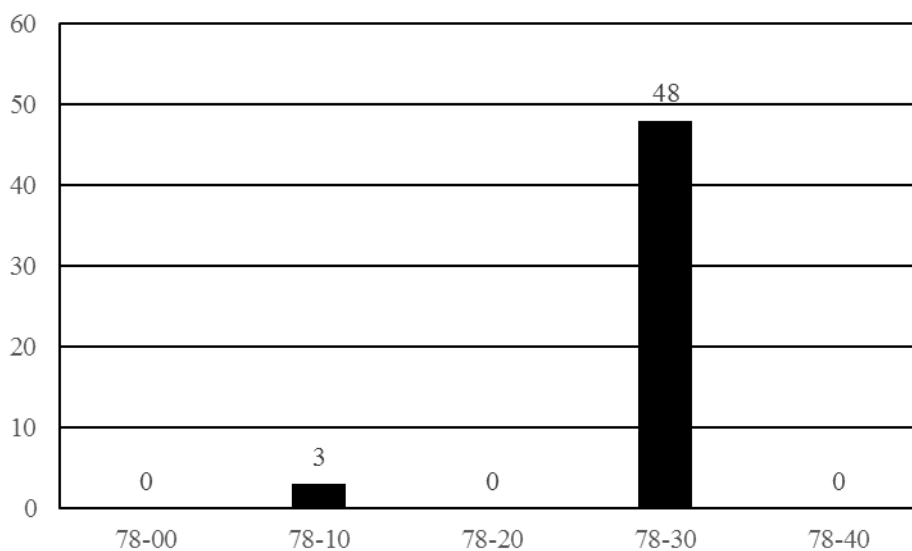
- 78-00 – Wylot ogólnie
- 78-10 – Dysza wylotowa
- 78-20 – Tłumienie hałasu
- 78-30 – Odwracacz ciągu
- 78-40 – Powietrze uzupełniające



W latach 2008 ÷ 2021 procentowy udział poszczególnych podzespołów instalacji wylotowej silnika, których usterki powodowały zdarzenia lotnicze przedstawiono na rysunku 94, a ich liczbę na rysunku 95.



Rys.94 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach układu wylotowego silnika, ATA 78, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



Rys.95 Liczba zdarzeń w poszczególnych podgrupach układu wylotowego silnika, ATA 78, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

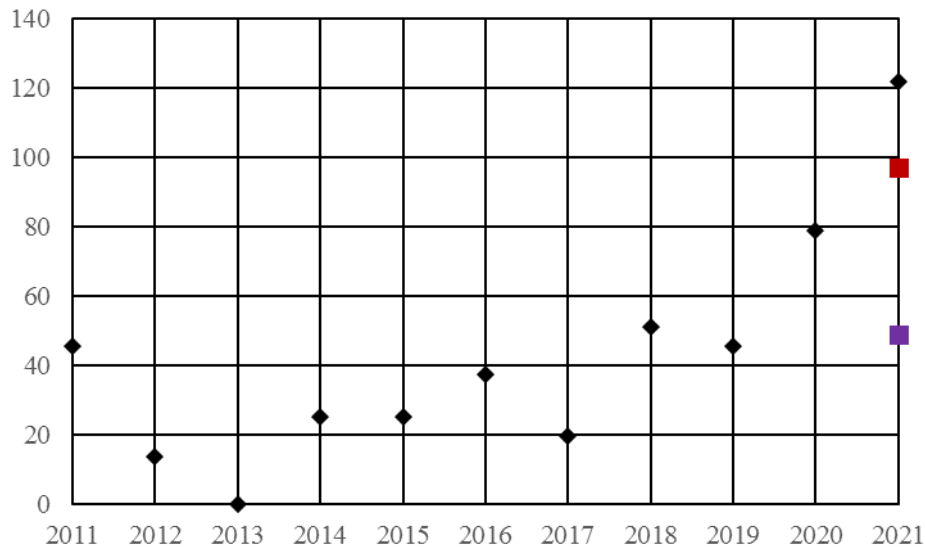
Większość 95% zdarzeń w grupie , ATA 78, powodowana jest niesprawnościami odwracaczy ciągu. Awaria wskazań pozycji tzw. translating cowl była podstawową przyczyną problemów związanych z odwracaczami ciągu.

Rozruch, ATA 80

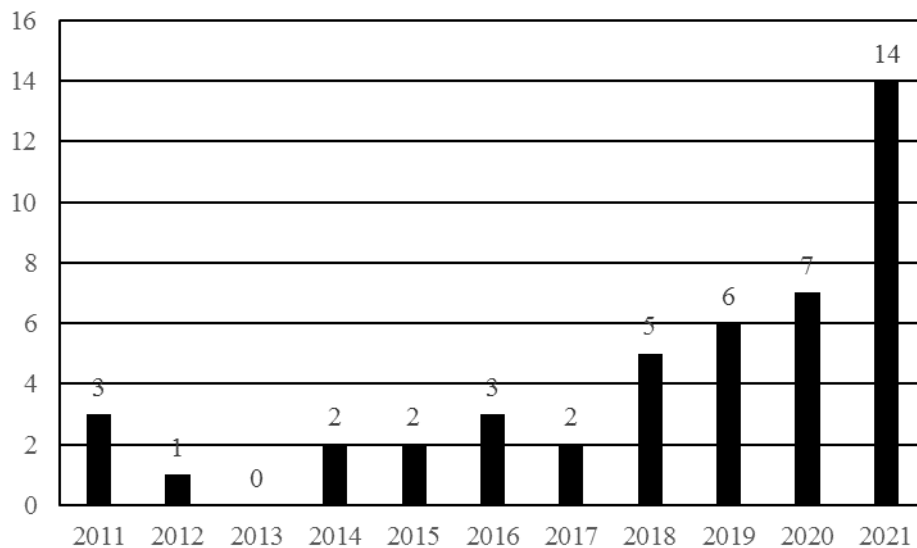
W roku 2021 wystąpił znaczny wzrost liczby zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami instalacji rozruchu silnika. Spowodowało to znaczny wzrost wartości współczynnika K_{1000} i przekroczenie wyznaczonego w roku 2020 poziomu alarmowego,



co zaprezentowano na rysunku 96. Liczbę zdarzeń w latach 2008 ÷ 2021 przedstawiono na rysunku 97.



Rys.96 Wartości współczynnika K_{1000} instalacji rozruchu silników odrzutowych, ATA 80 dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



Rys.97 Liczba zdarzeń spowodowanych usterkami instalacji rozruchu silników odrzutowych, ATA 80 dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

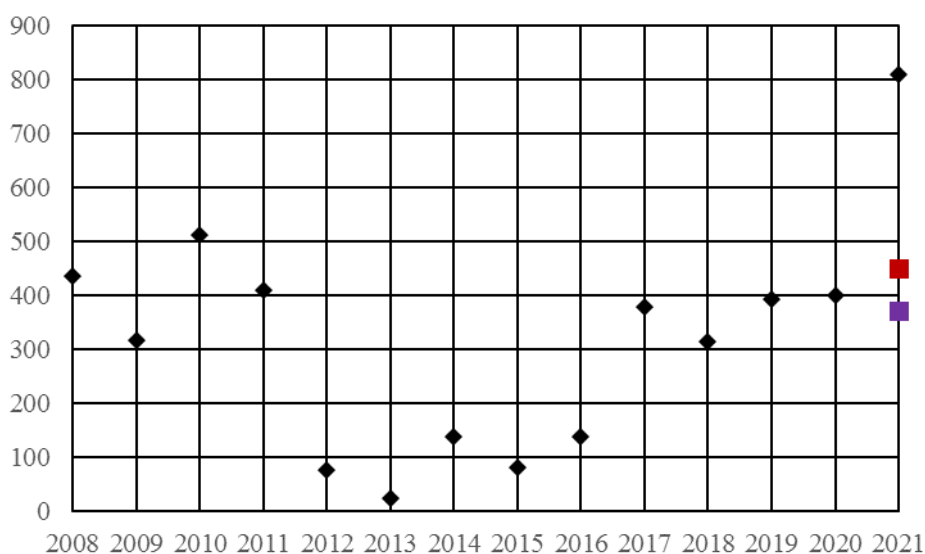
Większość niesprawności wystąpiła na ziemi, powodując perturbacje związane z punktualnością wylotu samolotu. Główną ich przyczyną były usterki zaworu układu rozruchu.

Silniki turbośmigłowe

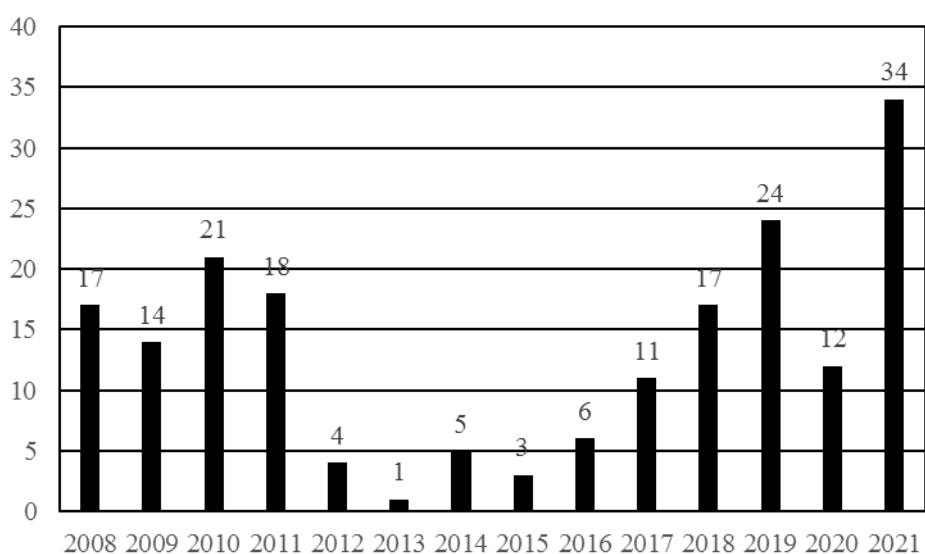
Dużych samolotów napędzanych silnikami turbośmigłowymi zarejestrowanych w Polsce jest znacznie mniej niż tych, napędzanych turbinowymi silnikami odrzutowymi. W roku 2020 w eksploatacji znajdowało się 61 samolotów turbośmigłowych i 151 odrzutowych. Ze względu na ograniczoną liczbę operacji lotniczych w roku 2021



w porównaniu do 2019, przyjęto do statystyk liczbę samolotów odpowiadającą procentowej redukcji operacji lotniczych w porównaniu z tym rokiem. Zdarzenia lotnicze powodowane niesprawnościami silników turbośmigłowych stanowią prawie 35% wszystkich incydentów pochodzących od usterek zespołów napędowych. Na rysunku 98 przedstawiono wielkości współczynnika K_{1000} dla lat 2008 ÷ 2021, a na rysunku 99 pokazano liczbę zdarzeń powodowanych przez te silniki dla tego samego przedziału czasu. W 2021 roku liczba zdarzeń w kategorii SCF-PP powodowanych przez silniki turbośmigłowe w porównaniu z rokiem 2020 wzrosła prawie trzykrotnie i K_{1000} znacznie przekroczył poziom alarmowy. Należy przypisać ten stan rzeczy wzrostowi zdarzeń powodowanych usterekami instalacji wskazań parametrów pracy silnika (ATA 77) i instalacji rozruchu silnika (ATA 80).



Rys.98 Wartości współczynnika K_{1000} dla kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów, napędzanych silnikami turbośmigłowymi

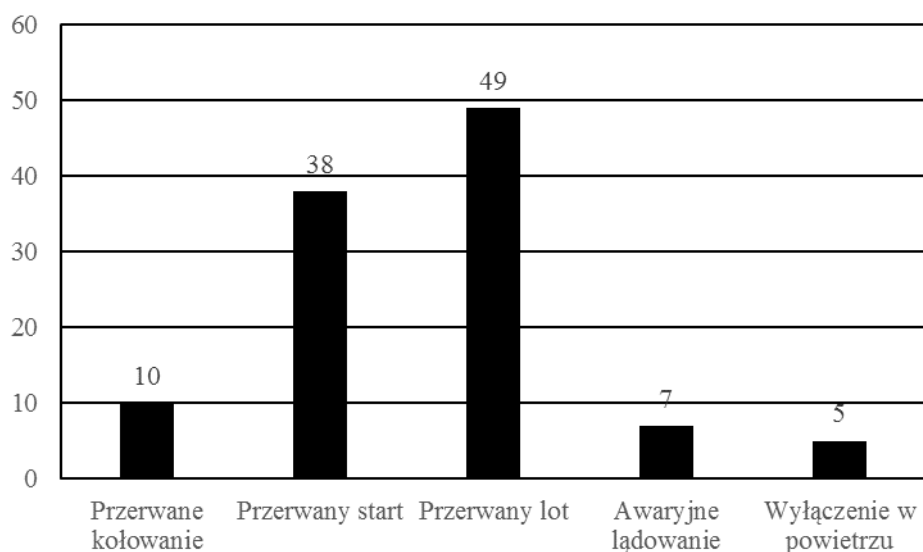


Rys.99 Liczba zdarzeń dla kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów, napędzanych silnikami turbośmigłowymi



Zdarzenia lotnicze w kategorii SCF-PP wynikłe z niesprawności zespołów napędowych samolotów turbośmigłowych spowodowały w latach 2008 ÷ 2021 niżej przedstawione skutki, których liczbę graficznie zaprezentowano na rysunku 100.

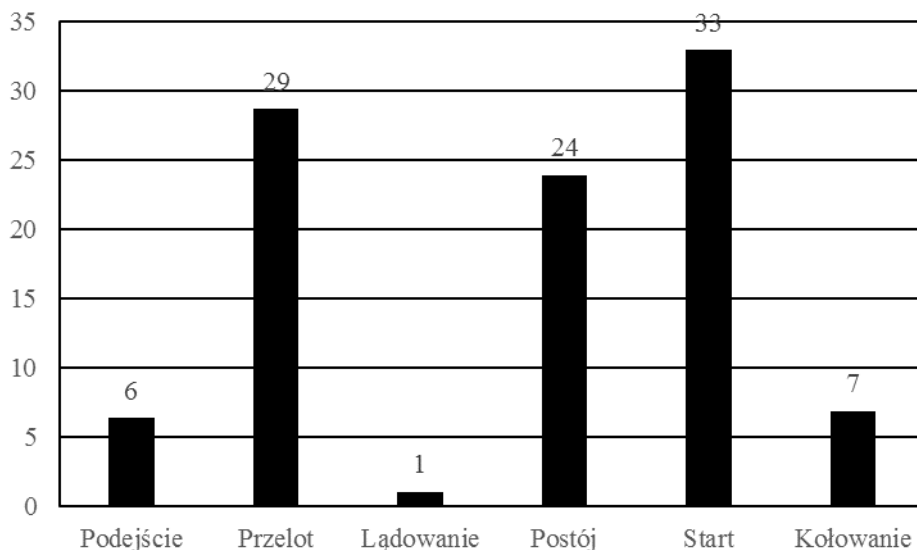
Przerwane kołowanie	10
Przerwany start	38
Przerwany lot	49
Awaryjne lądowanie	7
Wyłączenie w powietrzu	5



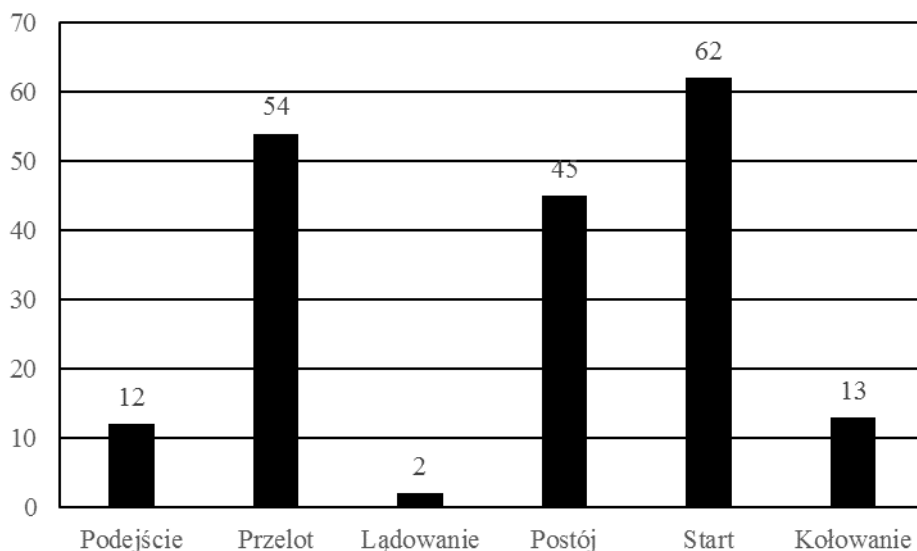
Rys.100 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych w kategorii SCF-PP powodowanych niesprawnościami silników turbośmigłowych, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Natomiast fazy lotu samolotów, podczas których wystąpiły zdarzenia lotnicze wynikłe z niesprawności turbośmigłowych zespołów napędowych, zaprezentowano częstotliwością ich występowania w procentach na rysunku 101, a na rysunku 102 ich liczbę.





Rys.101 Procentowy udział poszczególnych faz lotu dużych samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane niesprawnością silnika turbośmigłowego, w latach 2008 ÷ 2021



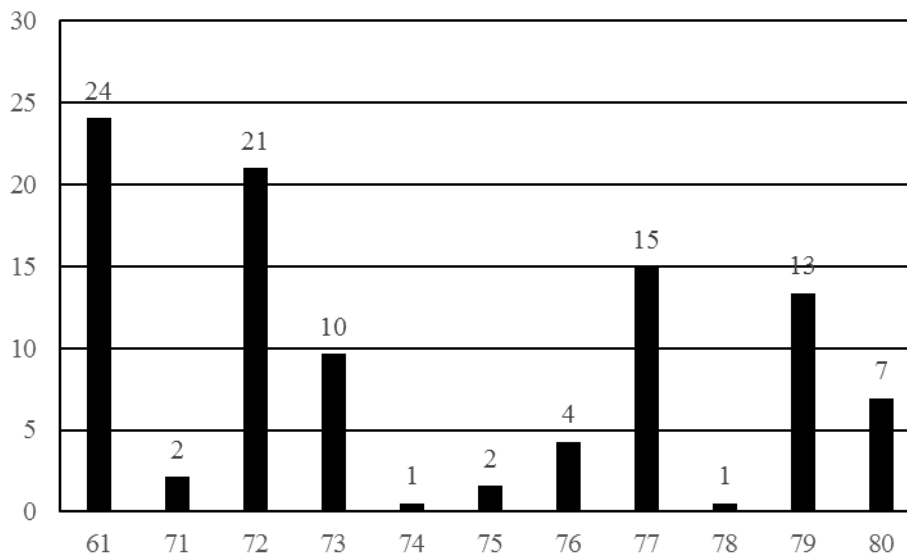
Rys.102 Liczba poszczególnych faz lotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane niesprawnością silnika turbośmigłowego dla dużych samolotów, w latach 2008 ÷ 2021

Kolejne rysunki 103 i 104 przedstawiają odpowiednio procentowy udział poszczególnych instalacji turbośmigłowych zespołów napędowych powodujących zdarzenie lotnicze i ich liczbę w poszczególnych grupach ATA w latach 2008 ÷ 2021. Instalacje turbośmigłowych zespołów napędowych przyporządkowane są do poszczególnych grup ATA jak następuje:

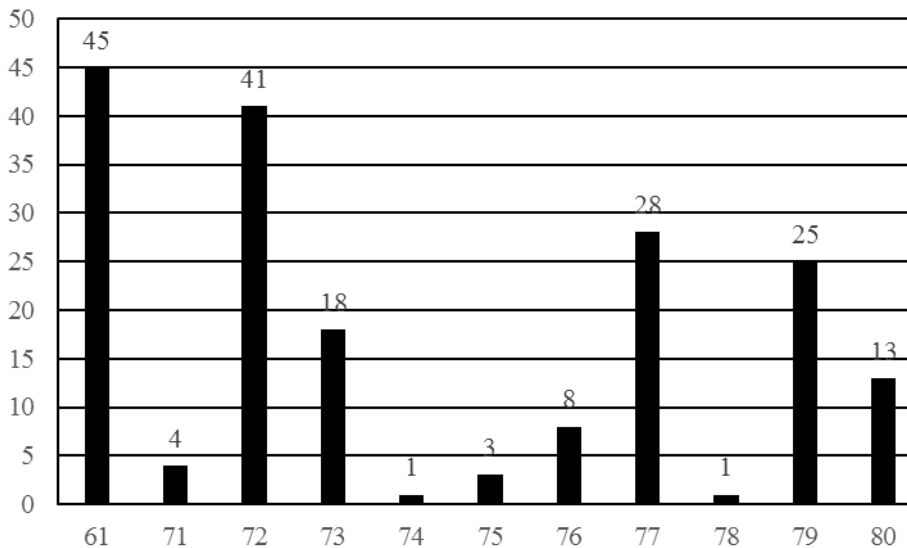
- 60 – Standardowe czynności obsługowe
- 61 – Śmigło
- 71 – Zespół napędowy ogólnie
- 72 – Silnik
- 73 – Instalacja paliwowa
- 74 – Zapłon



- 75 – Odbiór powietrza
- 76 – Sterowanie silnikiem
- 77 – Przyrządy kontroli pracy silnika
- 78 – Wylot
- 79 – Instalacja olejowa
- 80 – Uruchamianie
- 82 – Wtrysk wody
- 83 – Skrzynka napędu agregatów



Rys.103 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów napędzanych silnikami turbośmigłowymi

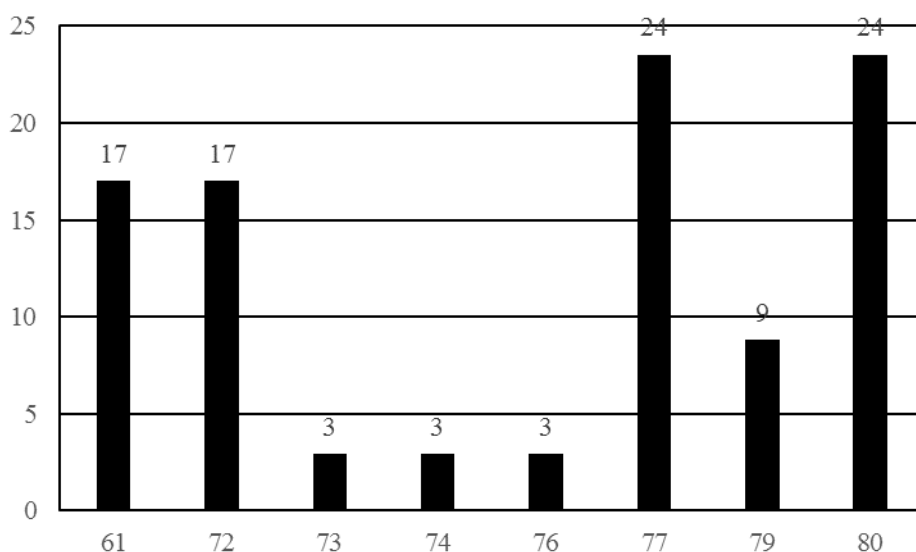


Rys.104 Liczba zdarzeń w poszczególnych grupach ATA w kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów napędzanych silnikami turbośmigłowymi

Z powyższych rysunków wynika fakt, że najwięcej zdarzeń lotniczych powodowanych jest przez usterki śmigła (ATA 61), silnika (ATA 72) w dalszej kolejności instalacji olejowej silnika



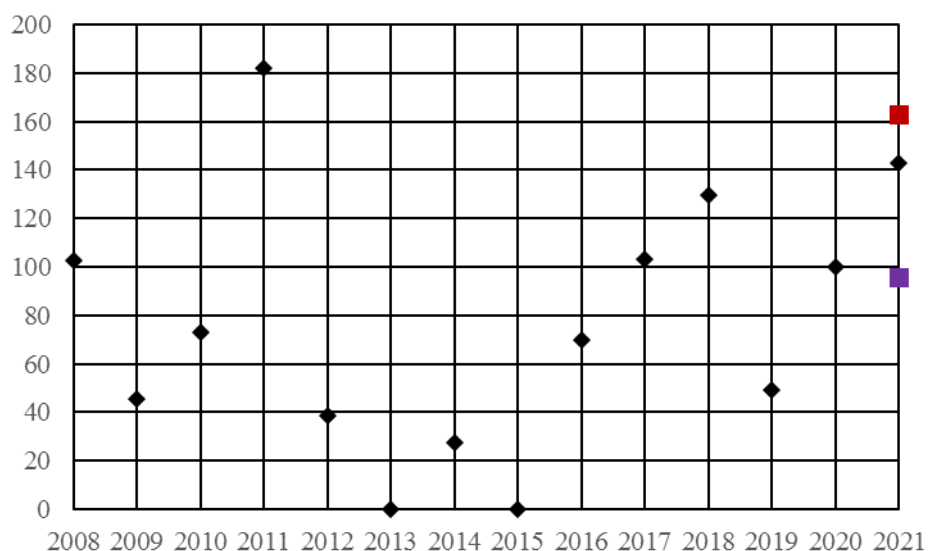
(ATA 79) i przyrządów kontroli pracy silnika (ATA 77). W roku 2021 udział procentowy instalacji silników turbośmigłowej uległ zmianie i największą liczbę zdarzeń spowodowały niesprawności instalacji rozruchu (ATA 80) i przyrządów kontroli pracy silnika, co przedstawiono na rysunku 105.



Rys.105 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-PP w roku 2021 dla dużych samolotów napędzanych silnikami turbośmigłowymi

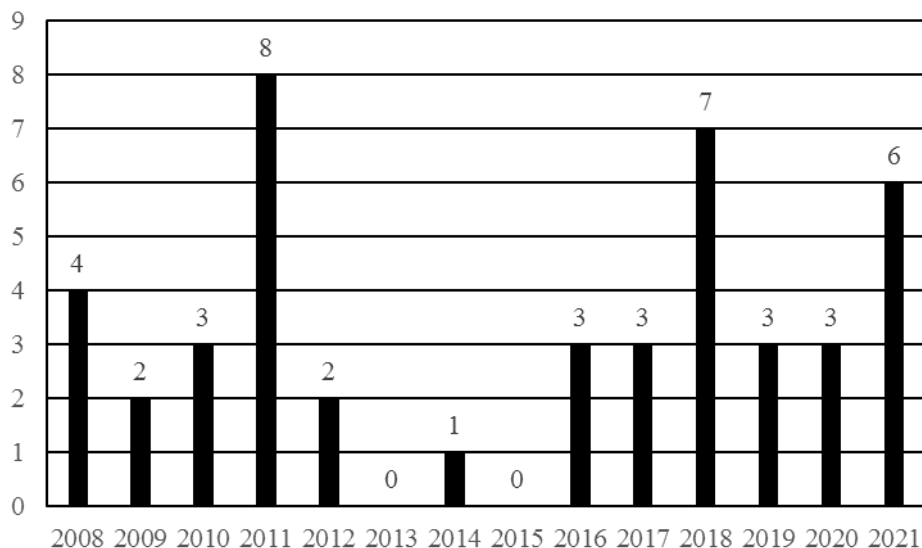
Śmigło, ATA 61

Największa liczba zdarzeń lotniczych w grupie dużych samolotów turbośmigłowych spowodowana jest usterkami śmigła, grupa ATA 61. W 2021 roku jej współczynnik K_{1000} systematycznie rośnie od roku 2019. Ze względu na małą liczbę zdarzeń, nie przekroczył jednak prognozowanego w 2020 roku poziomu alarmowego. Na rysunku 106 przedstawiono wielkości K_{1000} dla lat 2008 ÷ 2021, a na rysunku 107 pokazano liczbę zdarzeń w grupie ATA 61 dla tego samego przedziału czasu.



Rys. 106 Wartości współczynnika K_{1000} dla silników turbośmigłowych w grupie ATA 61 dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

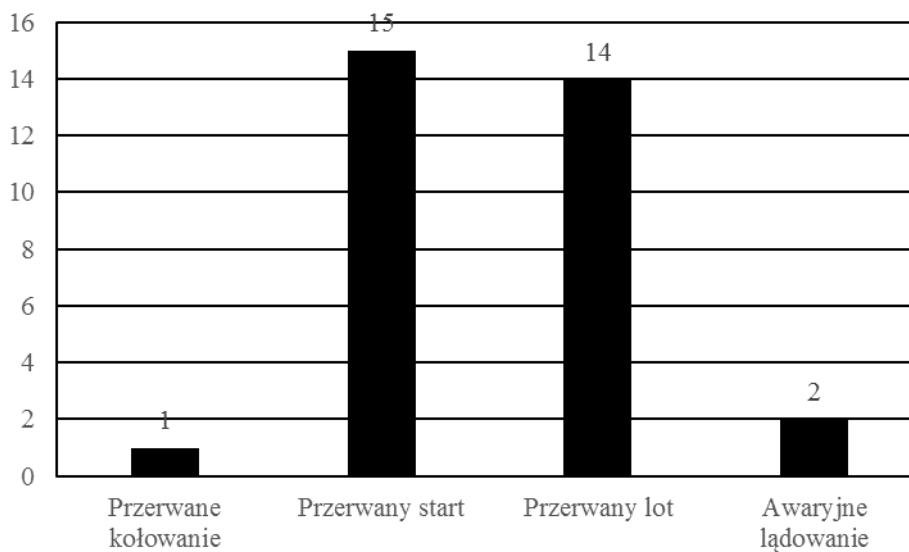




Rys.107 Liczba zdarzeń powodowanych usterkami silników turbośmigłowych w grupie ATA 61 dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Niesprawności śmigła, ATA 61, w latach 2008 ÷ 2021 spowodowały poważniejsze, poniżej przedstawione zdarzenia, zaprezentowane również w formie graficznej na rysunku 108.

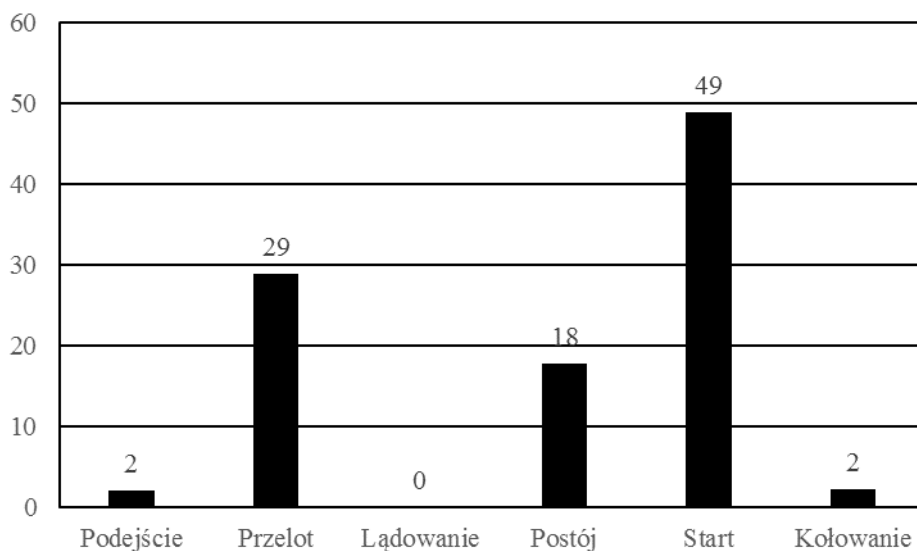
Przerwany start	15
Przerwany lot	14
Awaryjne lądowanie	1
Przerwane kołowanie	1



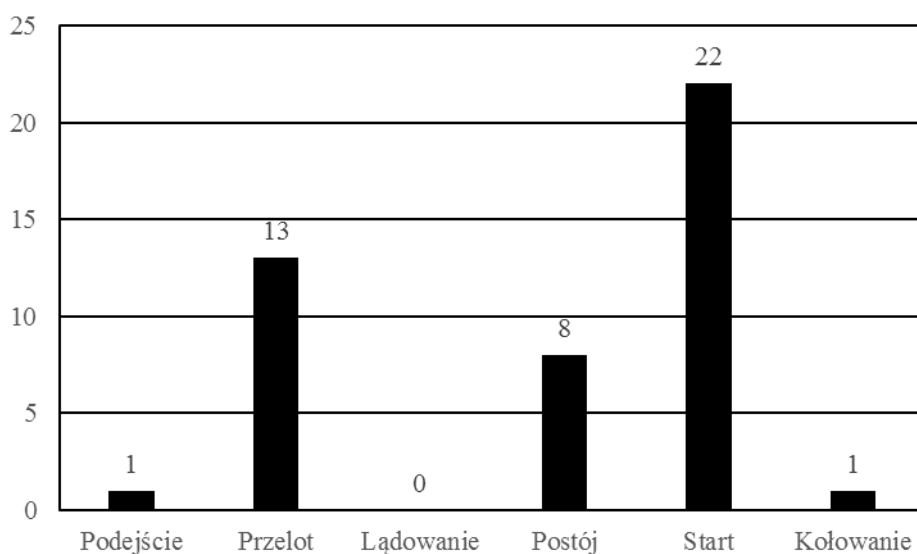
Rys.108 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami w grupie ATA 61 silników turbośmigłowych, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



Niesprawności instalacji śmigła miały miejsce w różnych fazach lotu samolotów, co zaprezentowano częstotliwością ich występowania w procentach na rysunku 109, a na rysunku 110 ich liczbę.



Rys.109 Procentowy udział poszczególnych faz lotu samolotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką śmigła, ATA 61, w latach 2008 ÷ 2021



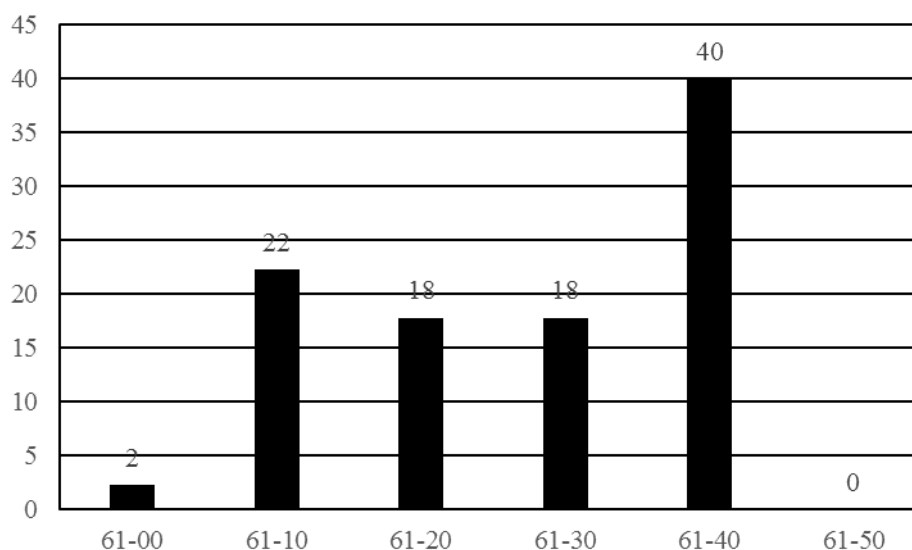
Rys.110 Liczba zdarzeń dla poszczególnych faz lotu samolotu, spowodowane usterką śmigła, ATA 61, w latach 2008 ÷ 2021



Grupa ATA 61 podzielona jest na podgrupy opisujące podzespoły wchodzące w skład układu śmigła, są one następujące:

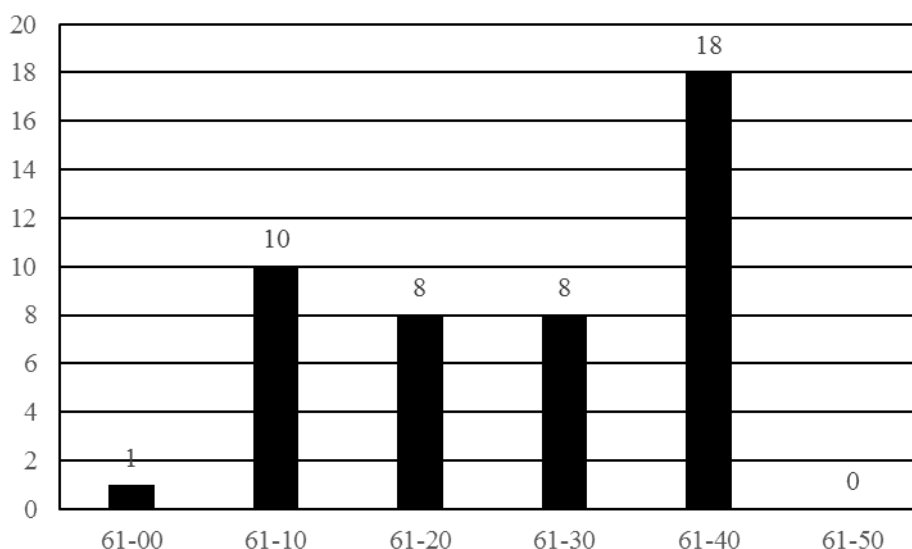
- 61-00 – Śmigło ogólnie
- 61-10 – Zespół śmigła
- 61-20 – Sterowanie śmigłem
- 61-30 – Wyłączanie śmigła z pracy
- 61-40 – Wskazania
- 61-50 – Kanał propulsora

W latach 2008 ÷ 2021 procentowy udział poszczególnych podzespołów układu śmigła, których usterki powodowały zdarzenia lotnicze przedstawiono na rysunku 111, a ich liczbę na rysunku 112.



Rys.111 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji śmigła, ATA 61, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

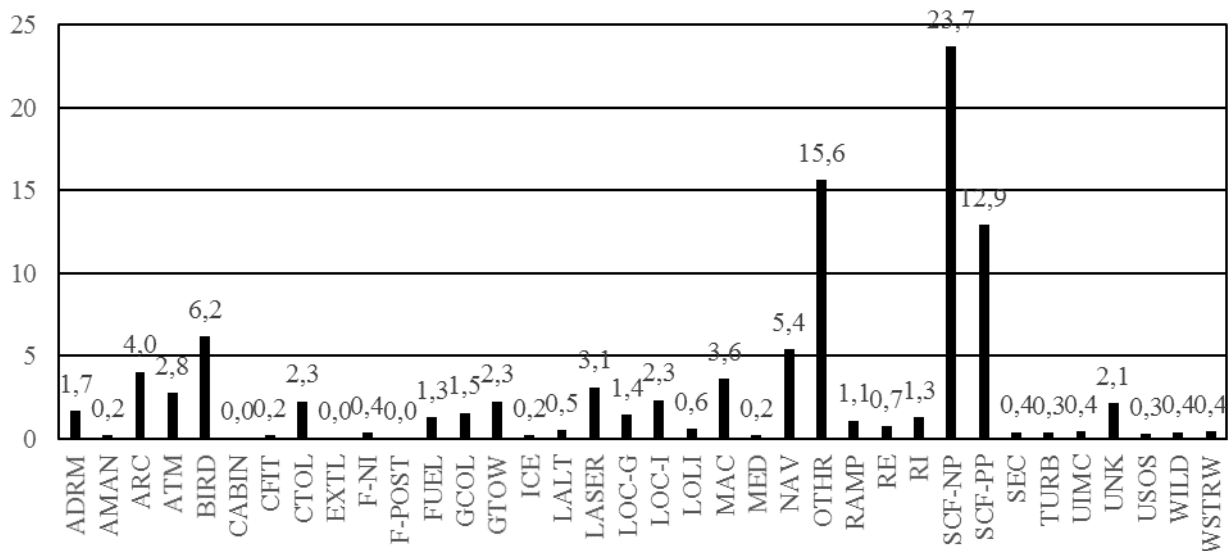




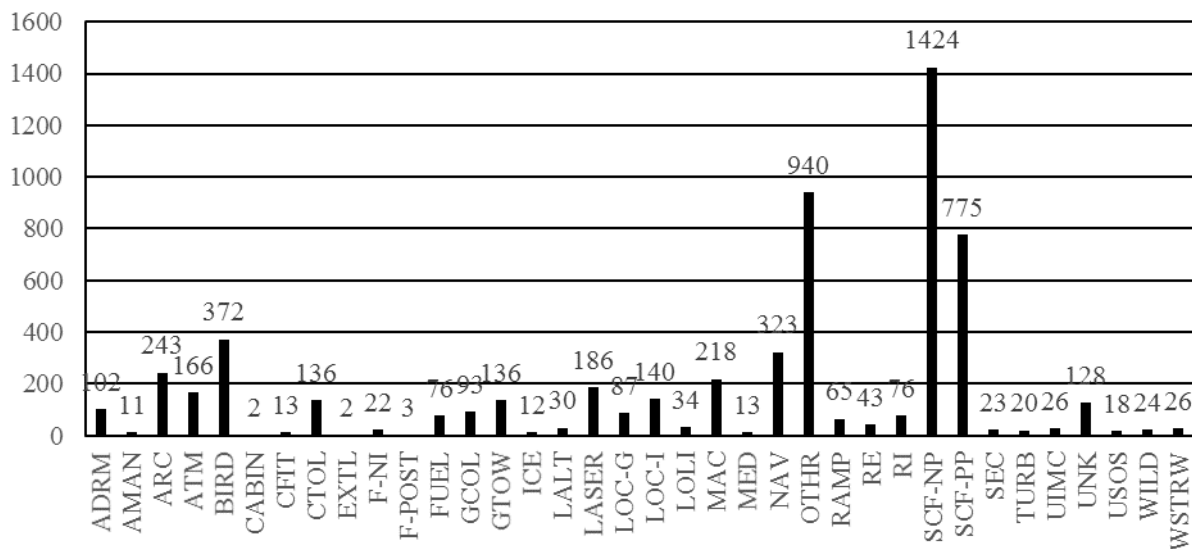
Rys.112 Liczba zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji śmigła, ATA 61, dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

4. Zdarzenia lotnicze powodowane operacjami lotniczymi małych samolotów

Operacje lotnicze w lotnictwie ogólnym różnią się znacznie od tych w komercyjnym transportującym dużymi samolotami ludzi i towary. Loty wykonywane są często pomiędzy lądowiskami przygodnymi, bardzo rzadko portami lotniczymi. Samoloty lotnictwa ogólnego używane są do holowania szybowców i do transportu skoczków spadochronowych i intensywnego szkolenia pilotów. Loty wykonywane są często przez osoby mało doświadczone. Dlatego też udział w całości zdarzeń usterek tzw. technicznych jest większy niż to ma miejsce dla dużych samolotów, przedstawia tę sytuację dla lat 2008 ÷ 2021 rysunek 113. Liczba kategorii zdarzeń w latach 2008 ÷ 2021 została przedstawiona na rysunku 114. W roku 2021 widoczna jest zmiana, porównując z wielkościami długookresowymi, procentowego udziału w całkowitej liczbie zdarzeń lotniczych w kilku kategoriach (BIRD, SCF-PP, NAV, LASER) definiowanych przez ICAO, a przedstawiona na rysunku 115. Szczególnie widoczny jest znaczny procentowy udział zdarzeń powodowanych przez zespoły napędowe. Spowodowane jest to wzrostem raportowanych niesprawności silników tłokowych. Dotyczą one zarówno samego silnika jak i śmigła. Liczbowe przedstawienie z podziałem na kategorie zdarzeń w roku 2021 zaprezentowano na rysunku 116. Należy nadmienić, że w niniejszym materiale rozważane są jedynie zdarzenia powodowane przez silniki tłokowe napędzające małe samoloty.

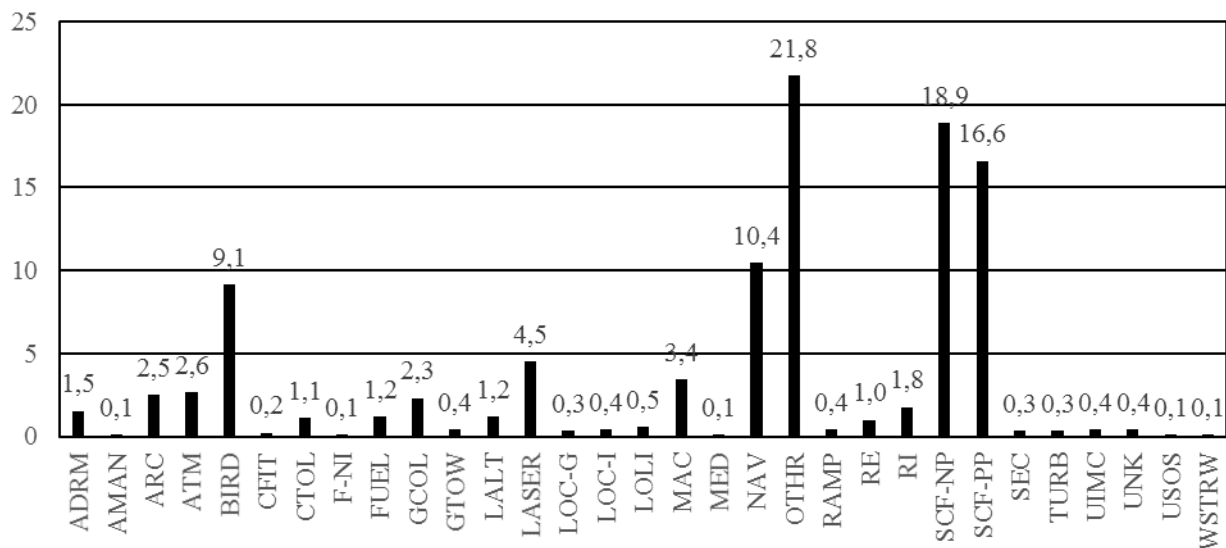


Rys.113 Procentowy udział poszczególnych zdarzeń wg definicji ICAO dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

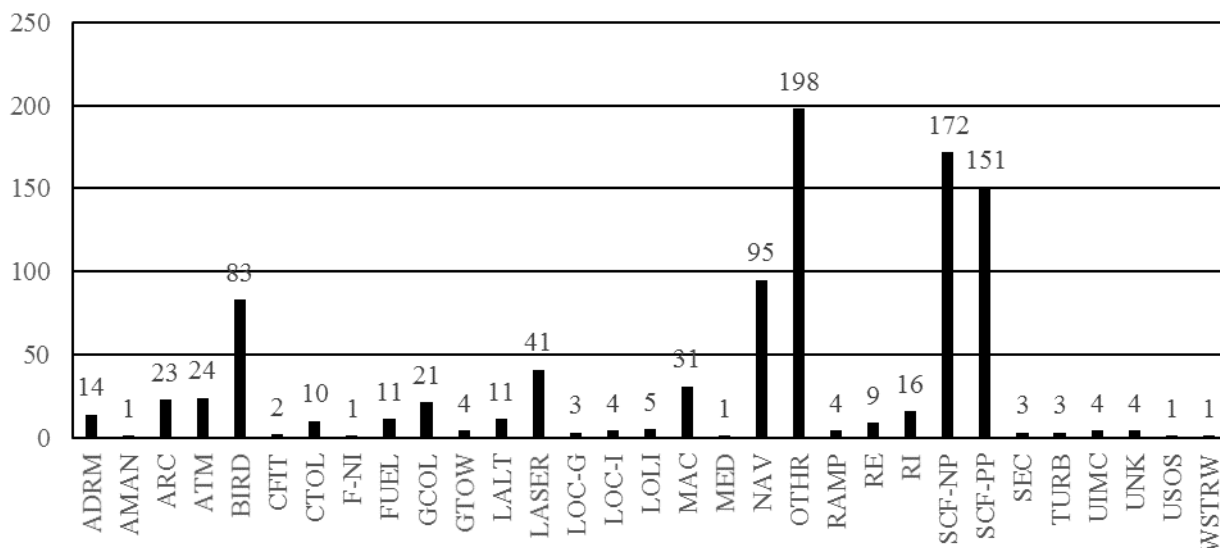


Rys.114 Liczba poszczególnych zdarzeń wg definicji ICAO dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021





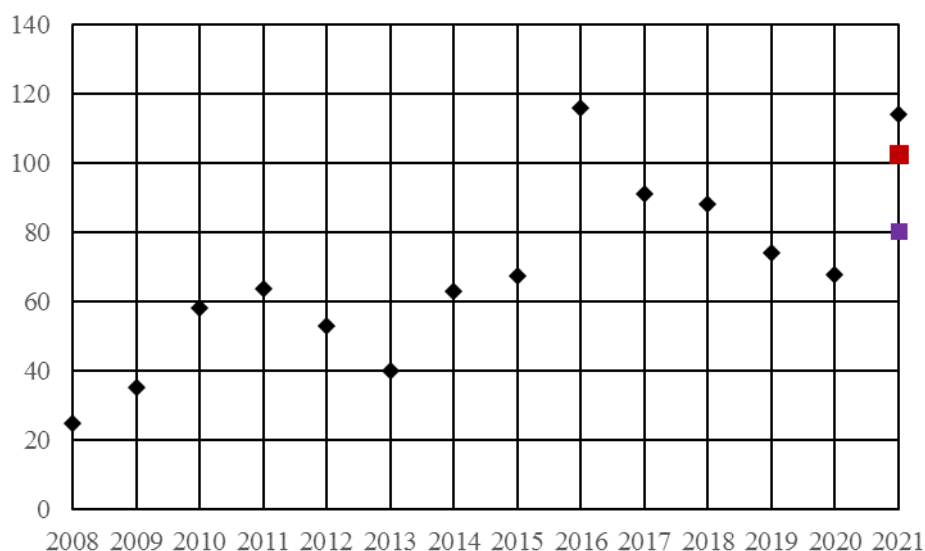
Rys.115 Procentowy udział poszczególnych zdarzeń wg definicji ICAO dla małych samolotów w roku 2021



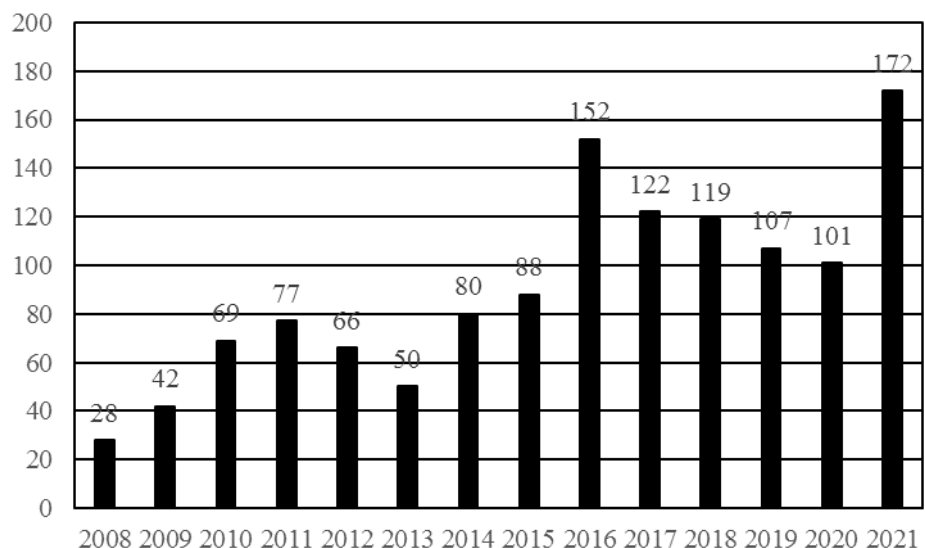
Rys.116 Liczba poszczególnych zdarzeń wg definicji ICAO dla małych samolotów w roku 2021

5. Niesprawności instalacji płatowcowych małych samolotów

Niesprawności instalacji płatowcowych (SCF-NP) samolotów lotnictwa ogólnego powodujące raportowane zdarzenia lotnicze nie stwarzały zagrożenia bezpieczeństwa wykonywania operacji lotniczych. Od 2016 do roku 2020 obserwowany był spadek zarówno współczynnika intensywności zdarzeń K_{1000} jak i bezwzględnej ich liczby. W roku 2021 raportowano jednak dużą liczbę zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami instalacji płatowcowych, głównie podwozia (ATA 32), komunikacji (ATA 23), sterowania lotem (ATA 27) i zasilania energią elektryczną (ATA 24), co spowodowało przekroczenie poziomu alarmowego współczynnika K_{1000} . Sytuację tę przedstawiono na rysunku 117. Liczbowe zestawienie dla lat 2008 ÷ 2021 zaprezentowano na rysunku 118.



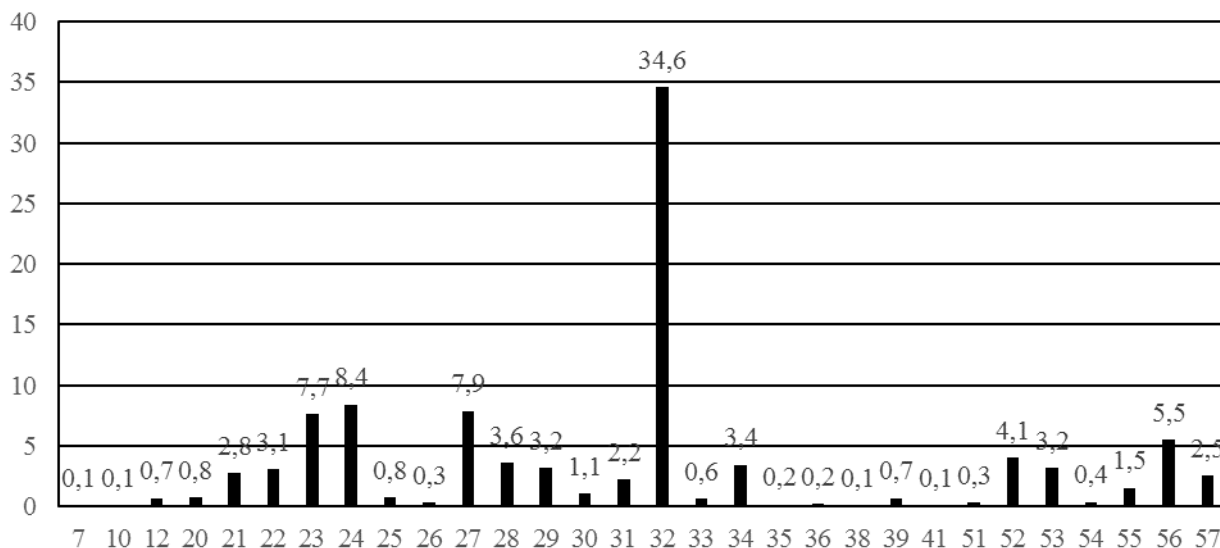
Rys.117 Współczynnik K_{1000} dla kategorii SCF-NP dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



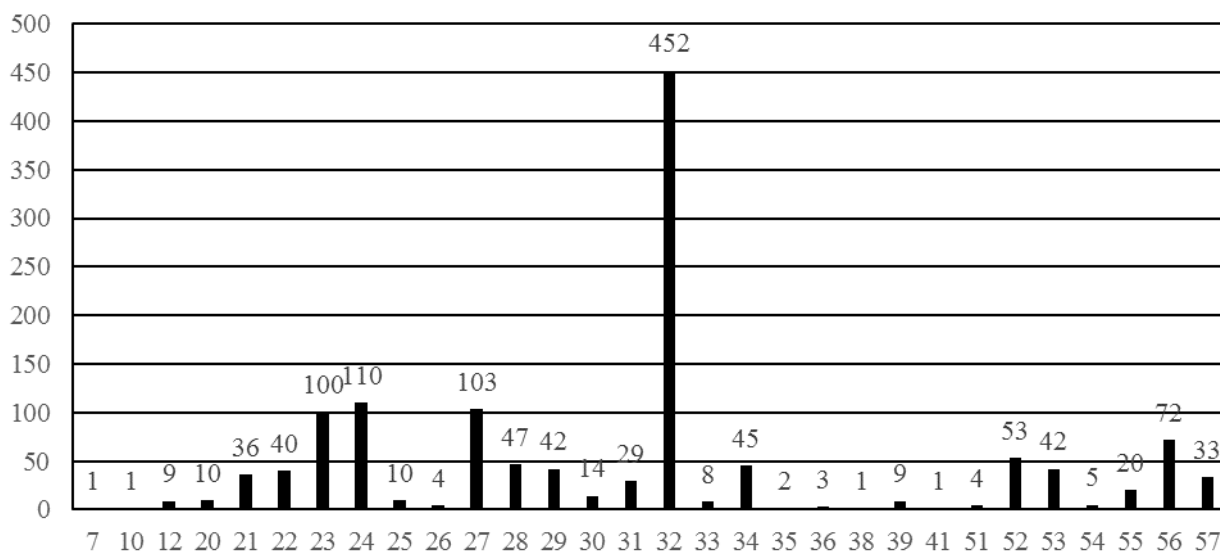
Rys.118 Liczba zdarzeń w kategorii SCF-NP dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Rysunek 119 prezentuje w procentach udział zdarzeń powodowanych przez usterki w poszczególnych grupach ATA dla kategorii SCF-NP, a rysunek 120 liczbę niesprawności w poszczególnych grupach ATA w latach 2008 ÷ 2020. Dla porównania na rysunkach 121 i 122 przedstawiono zestawienie według grup ATA, ale tylko dla roku 2021.



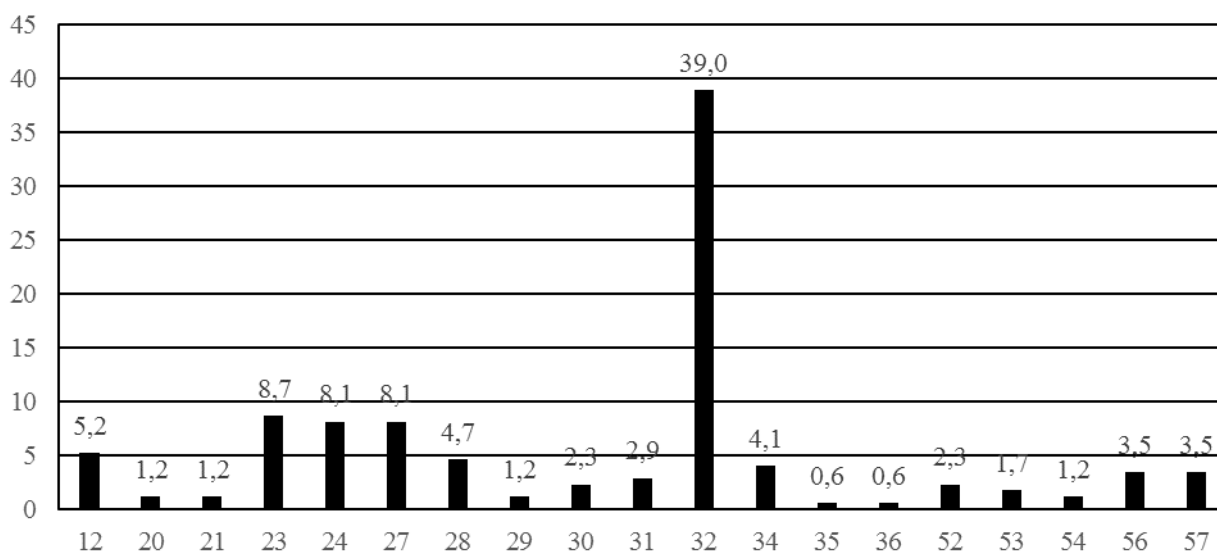


Rys.119 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-NP w latach 2008 ÷ 2020 dla małych samolotów

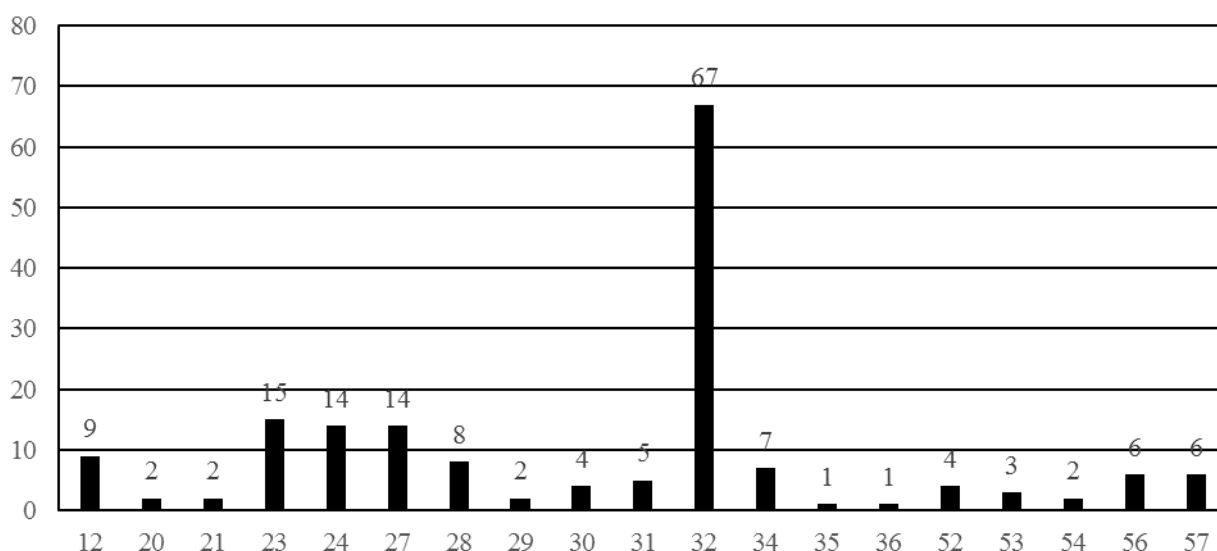


Rys.120 Liczba niesprawności w poszczególnych grupach ATA w kategorii SCF-NP w latach 2008 ÷ 2020 dla małych samolotów





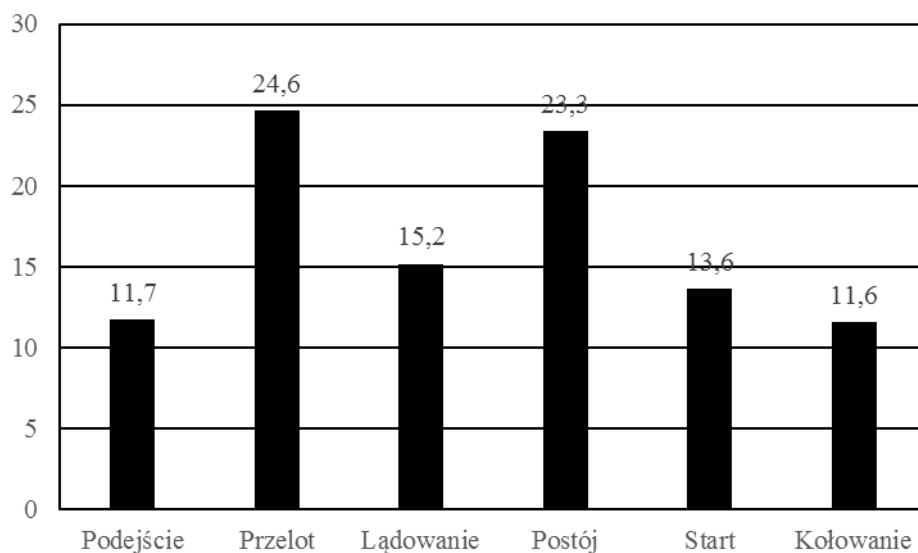
Rys.121 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-NP w roku 2021 dla małych samolotów



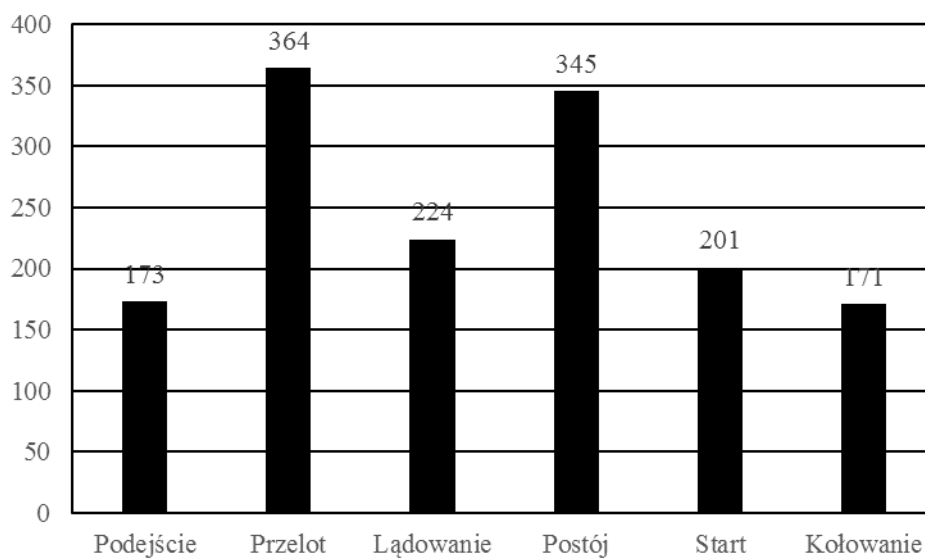
Rys.122 Liczba niesprawności w poszczególnych grupach ATA w kategorii SCF-NP w roku 2021 dla małych samolotów

Zdarzenia lotnicze spowodowane niesprawnościami instalacji podwozia (ATA 32) dominują mając 39% udziału w całości usterek w roku 2021. Incydenty w kategorii SCF-NP raportowane są praktycznie równomiernie podczas różnych faz lotu samolotów. Na rysunku 123 zaprezentowano udział poszczególnych manewrów samolotów w procentach, a na rysunku 124 w liczbach bezwzględnych w latach 2008 ÷ 2021.





Rys.123 Procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterkami instalacji płatowcowych (SCF-NP) małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

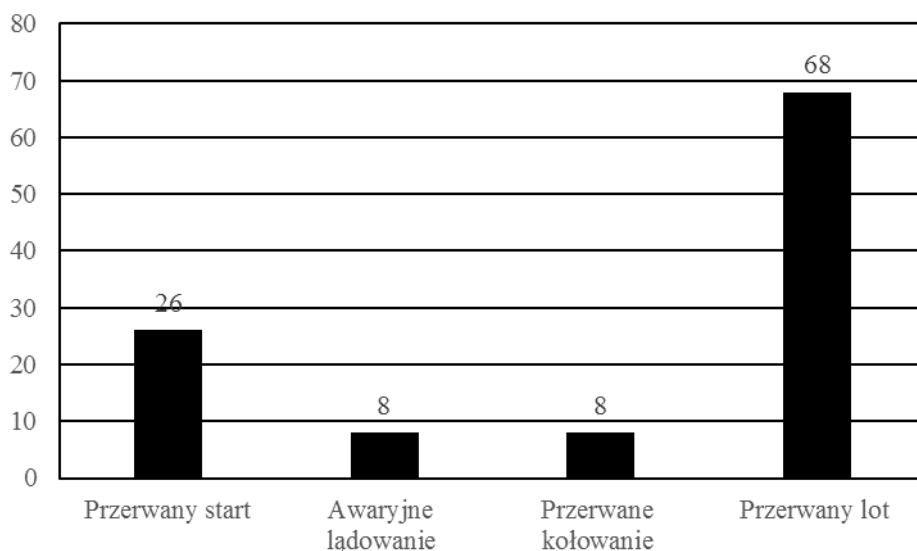


Rys.124 Liczba poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterkami instalacji płatowcowych (SCF-NP) małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021



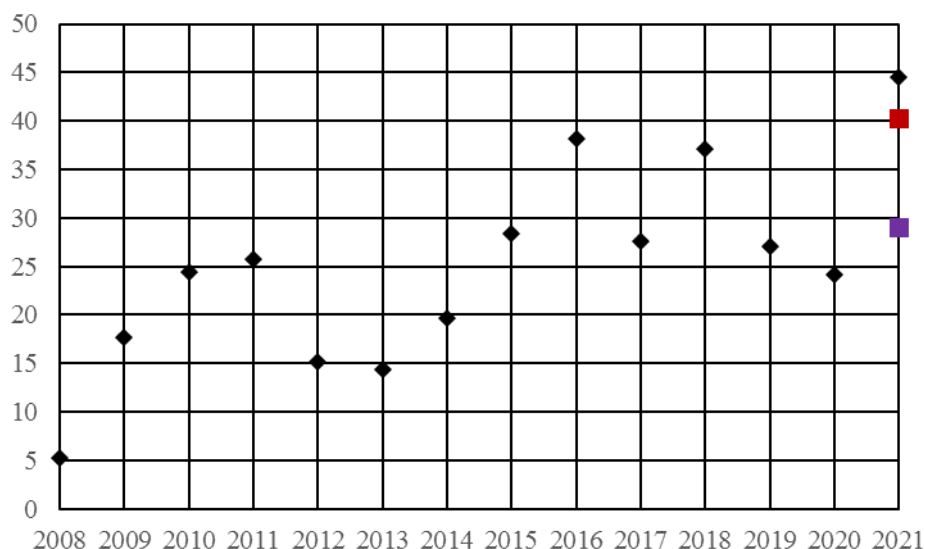
Usterki podwozia były przyczyną większości spośród zdarzeń powodowanych niesprawnościami instalacji płatowcowych małych samolotów. Podwozie w latach 2008 ÷ 2021 było przyczyną następujących perturbacji operacyjnych. Rysunek 125 jest graficzną prezentacją prezentowanych poniżej informacji.

Przerwany start	26
Awaryjne lądowanie	8
Przerwane kołowanie	8
Przerwany lot	68



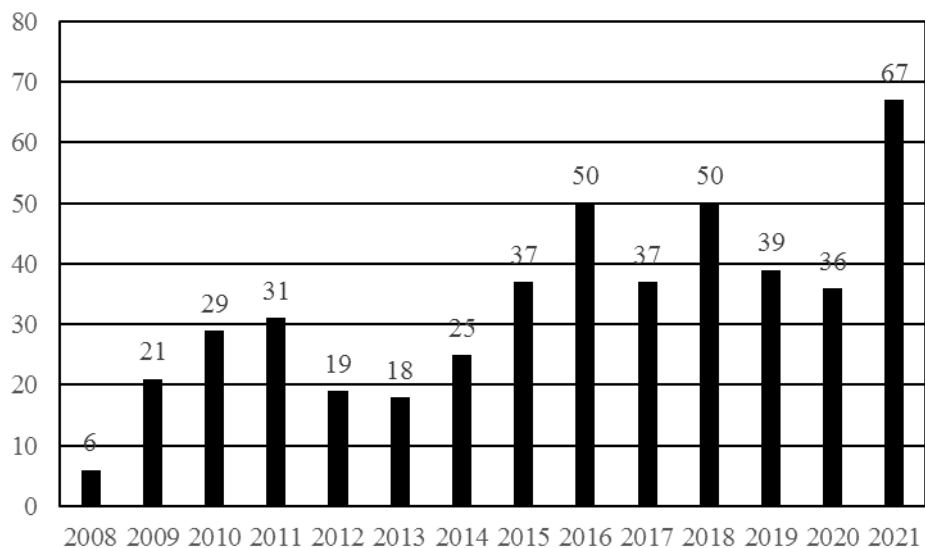
Rys.125 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami podwozia, ATA 32, dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Na rysunku 126 przedstawiono zmiany wartości współczynnika K_{1000} instalacji podwozia w latach 2008 ÷ 2021. Wartość współczynnika K_{1000} przekroczyła wyznaczony w roku 2020 poziom alarmowy. Przyczyną jest duża liczba niesprawności w roku 2021 tej instalacji, co przedstawiono na rysunku 127.



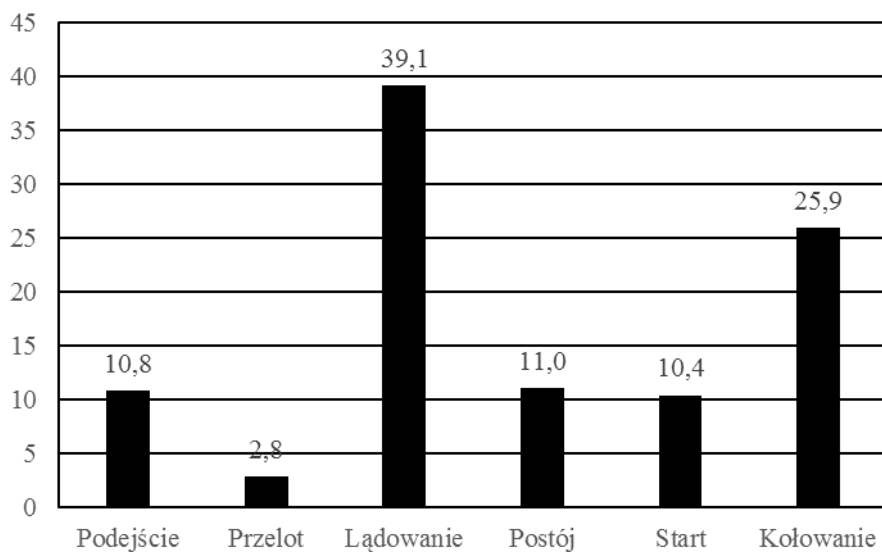
Rys.126 Wartości współczynnika K_{1000} dla niesprawności instalacji podwozia, ATA 32, w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów





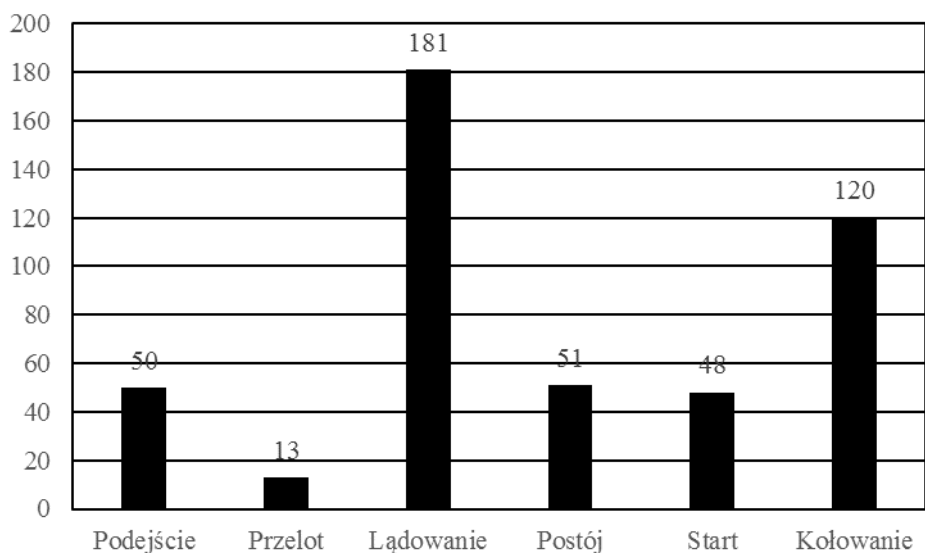
Rys.127 Liczba zdarzeń powodowanych usterkami instalacji podwozia, ATA 32, w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów

Rysunek 128 przedstawia procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, przy których miało miejsce zdarzenie lotnicze powodowane niesprawnością instalacji podwozia, a rysunek 129 ich liczbę w latach 2008 ÷ 2021.



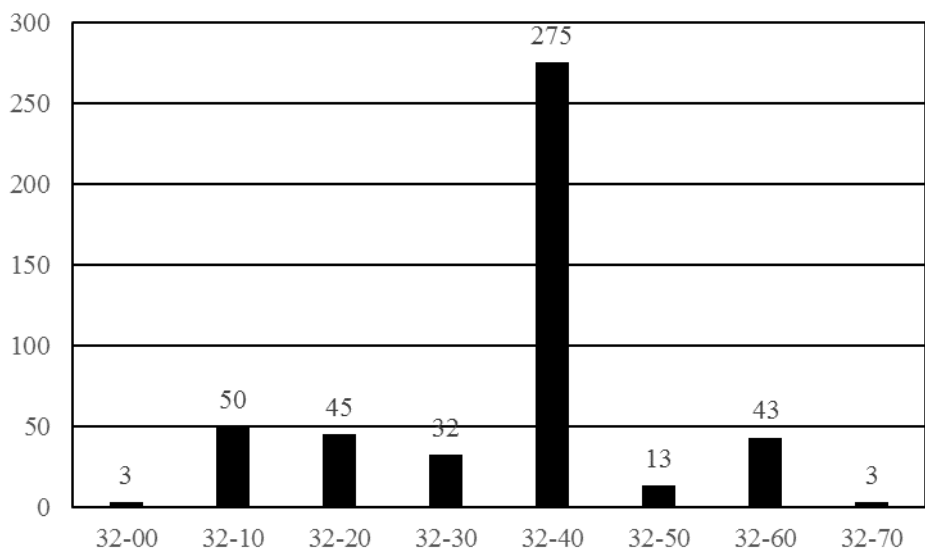
Rys.128 Procentowy podział zdarzeń powodowanych przez instalację podwozia, ATA 32, na poszczególne manewry małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021





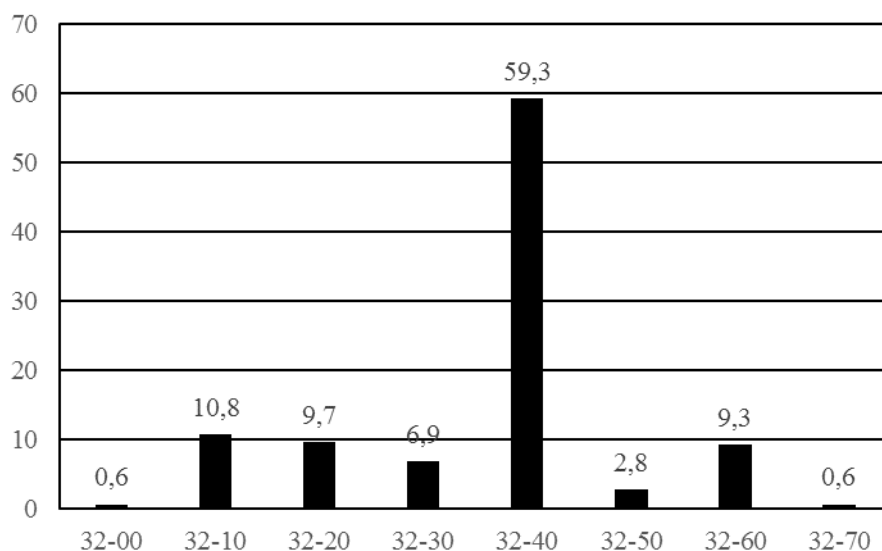
Rys.129 Fazy lotu, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji podwozia, ATA 32, małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Na rysunku 130 pokazano liczbę zdarzeń powodowanych usterkami poszczególnych podzespołów instalacji podwozia w latach 2008 ÷ 2021, a na rysunku 131, procentowy udział niesprawności poszczególnych podzespołów w tym samym okresie czasu. Prawie 57% wszystkich powodowanych jest przez koła i hamulce (podgrupa ATA 32-40).



Rys.130 Liczba zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji podwozia w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów





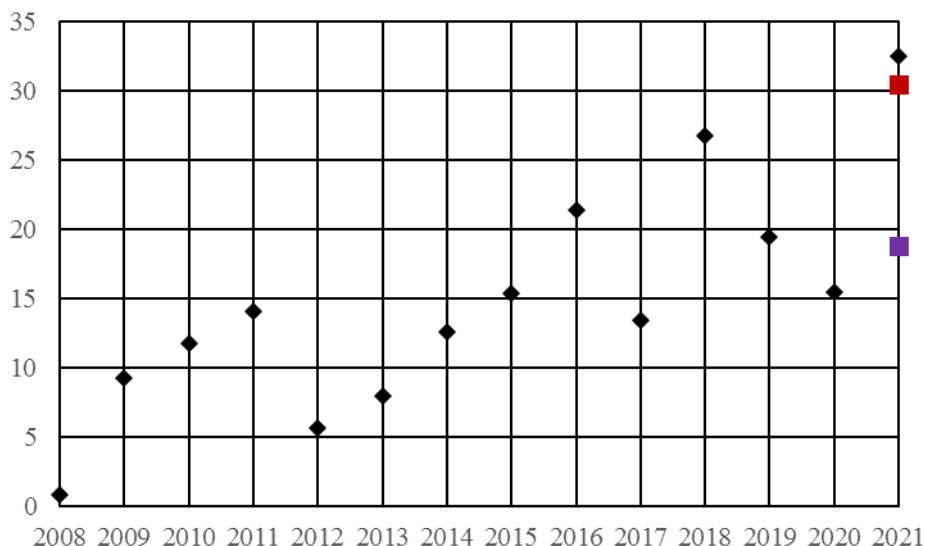
Rys.131 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach instalacji podwozia w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów

Instalacja podwozia podzielona jest identycznie jak dla dużych samolotów na podgrupy przedstawione poniżej:

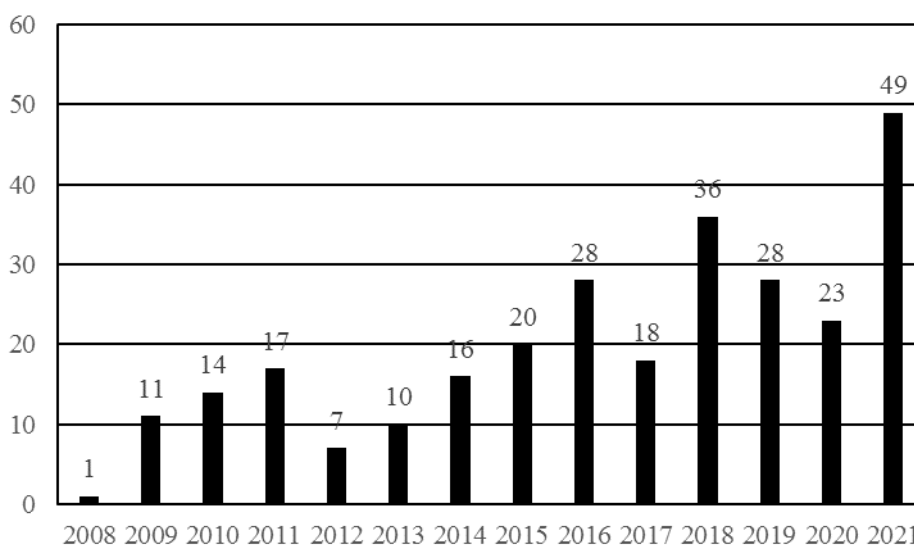
- 32-00 Podwozie ogólnie
- 32-10 Podwozie główne i owiewki
- 32-20 Podwozie przednie, ogonowe i owiewki
- 32-30 Chowanie i wypuszczanie podwozia
- 32-40 Koła i hamulce
- 32-50 Sterowanie podwoziem
- 32-60 Pozycja podwozia, ostrzeżenia
- 32-70 Wyposażenie dodatkowe (płozy, pływak)

Podgrupa 32-40 koła i hamulce obejmuje podzespoły umożliwiające toczenie się jak i zatrzymanie samolotu na ziemi. Zawiera urządzenia zatrzymujące rotację kół podwozia po jego chowaniu, jak również łożyska, opony, zawory, uszczelnienia obrotowe, urządzenia przeciwpoślizgowe, wskaźniki ciśnienia, hydraulikę itp. Zdarzenia powodowane niesprawnościami elementów kół i hamulców objętych tą podgrupą są dominujące w usterkach podwozia. Współczynnik K_{1000} w 2021 przekroczył prognozowany w roku 2020 poziom alarmowy, co prezentuje rysunek 132. Należy zwrócić uwagę na fakt, że liczba niesprawności która obniżała się w poprzednich dwóch latach, znowu wzrosła w 2021, co przedstawia rysunek 133.





Rys.132 Wartości współczynnika K_{1000} dla niesprawności kół i hamulców instalacji podwozia (ATA 32-40) w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów



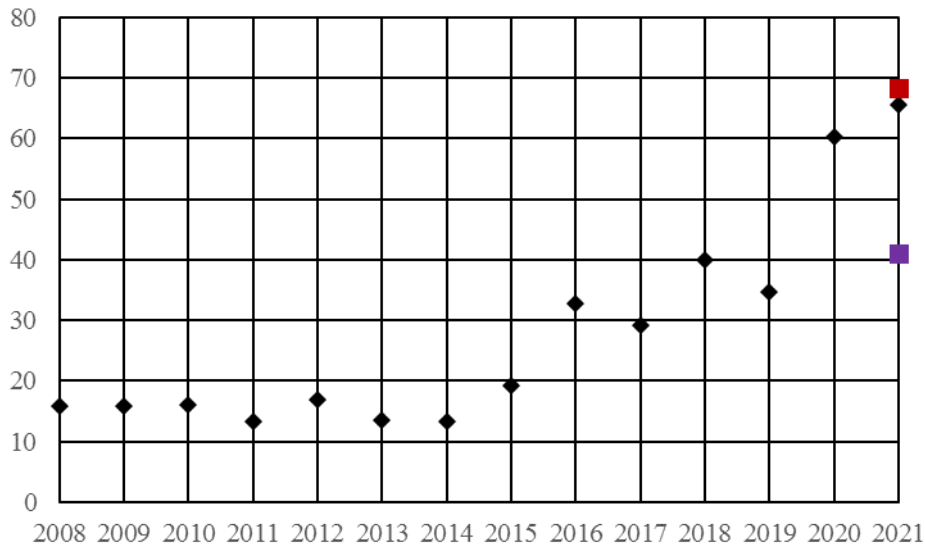
Rys.133 Liczba zdarzeń w podzespołach kół i hamulców (ATA 32-40) instalacji podwozia w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów

Zdarzenia lotnicze powodowane pozostałymi instalacjami płatowcowymi ze względu na znikomą do analiz ich liczbę nie są rozważane w tym materiale. Należy jednak w roku 2022 śledzić pojawiające się zdarzenia powodowane w szczególności niesprawnościami instalacji zasilania energią elektryczną (ATA 24) i sterowania lotem (ATA 27).

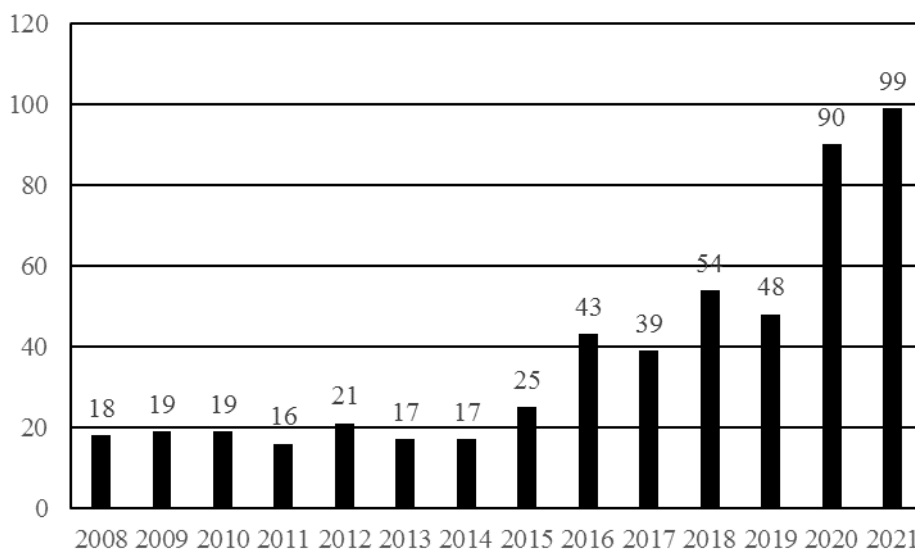


6. Niesprawności instalacji silników tłokowych małych samolotów

Liczba zdarzeń lotniczych powodowanych niesprawnościami zespołów napędowych (SCF-PP), w porównaniu do lat poprzednich drastycznie wzrosła w roku 2020 i w kolejnym 2021. Współczynnik K_{1000} osiągnął poziom alarmowy, co przedstawiono na rysunku 134. Usterki zespołów napędowych, których liczbę w latach 2008 ÷ 2021 przedstawiono na rysunku 135, należy skrupulatnie analizować, ponieważ zainstalowane są głównie na samolotach jednosilnikowych i powodują poważne zdarzenia lotnicze.



Rys.134 Wartości współczynnika K_{1000} dla niesprawności instalacji tłokowych zespołów napędowych (SCF-PP) w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów



Rys.135 Liczba zdarzeń powodowanych usterkami tłokowych zespołów napędowych (SCF-PP), w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów

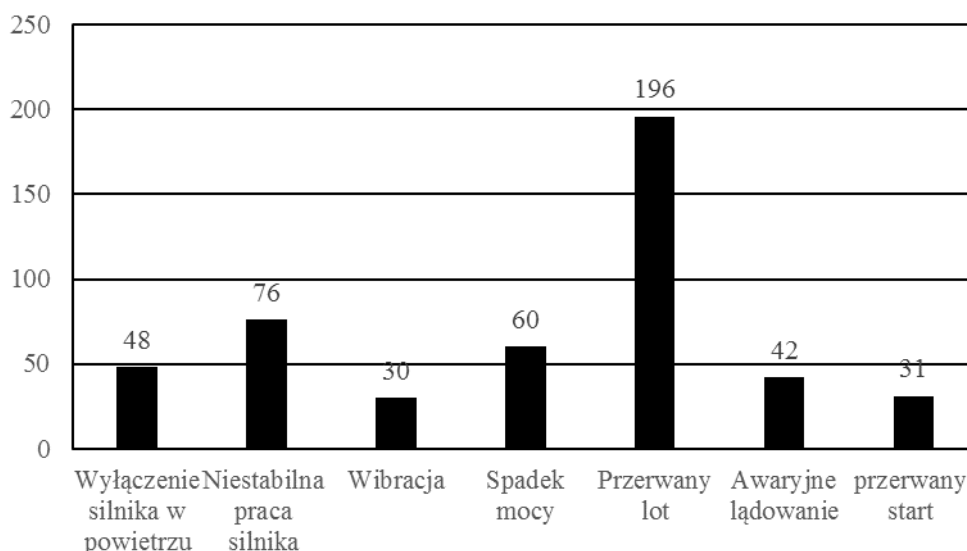
W latach 2008 ÷ 2021 były przyczyną niżej przedstawionych sytuacji:

Wyłączenie silnika w powietrzu	48
Niestabilna praca silnika	76
Wibracja	30
Spadek mocy	60

Skutkowały one przedstawionymi niżej perturbacjami operacji lotniczych:

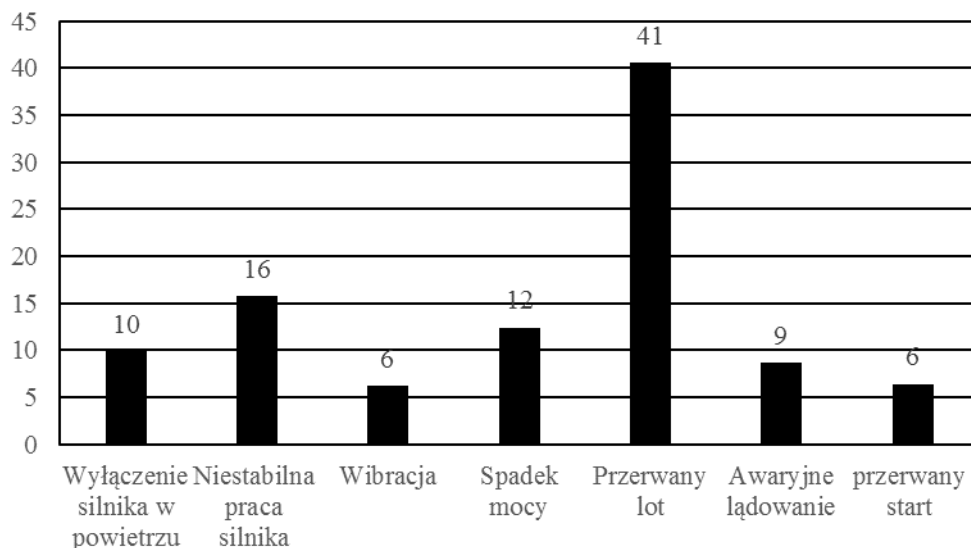
Przerwany lot	196
Awaryjne lądowanie	42
Przerwany start	31

Graficzne liczbowe i procentowe przedstawienie wyżej wymienionych przyczyn i skutków niesprawności tłokowych zespołów napędowych pokazano kolejno na rysunkach 136 i 137.



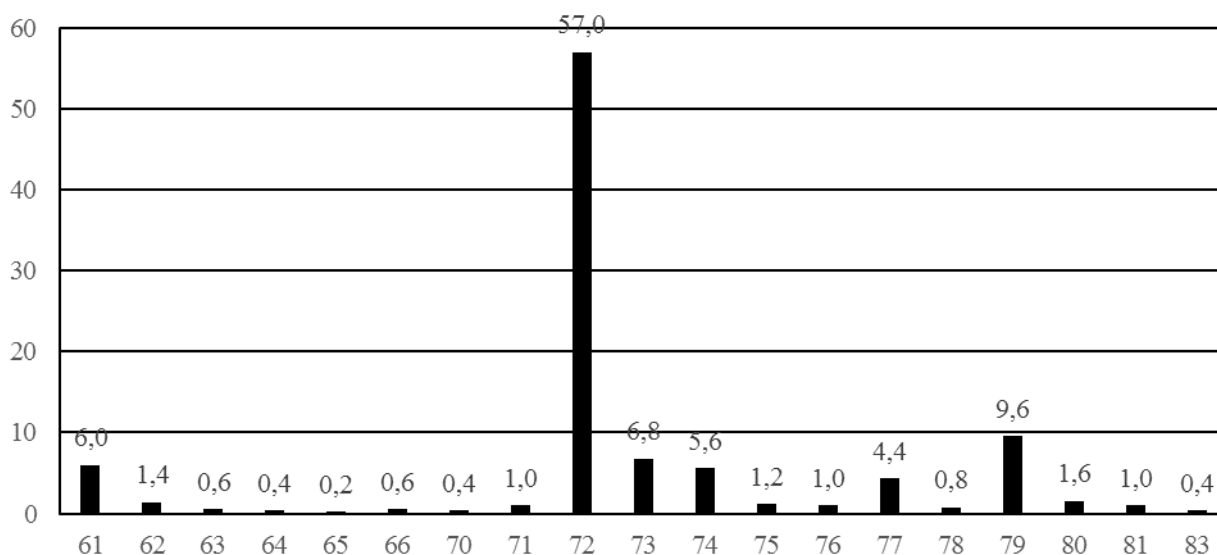
Rys.136 Liczba i rodzaj zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami tłokowych zespołów napędowych, SCF-PP, dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021





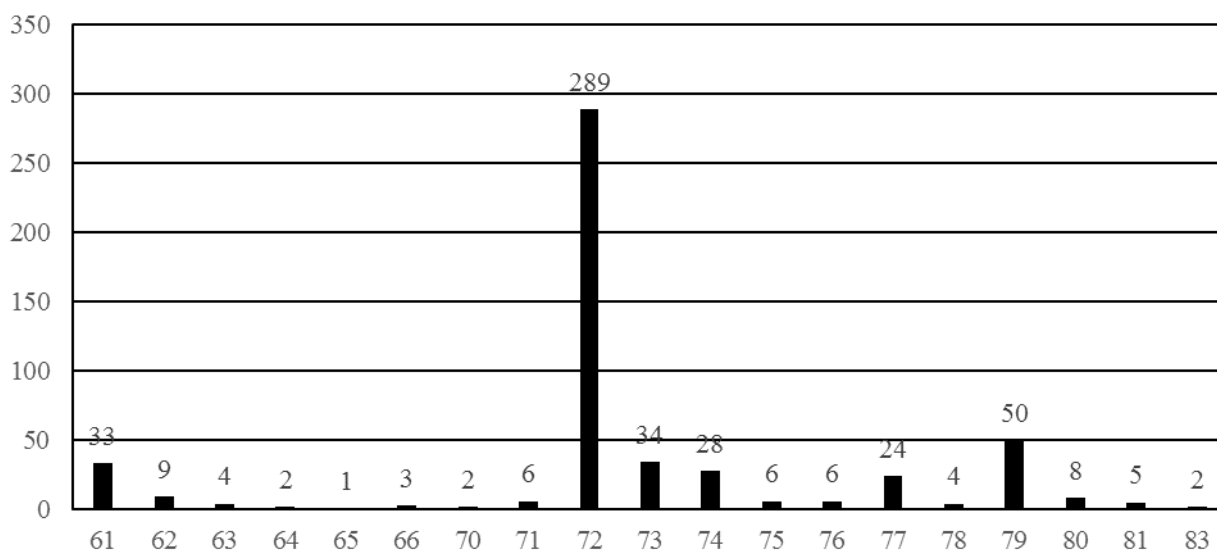
Rys.137 Procentowy udział rodzajów zdarzeń lotniczych powodowanych usterkami tłokowych zespołów napędowych, SCF-PP, dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Rosnąca liczba zdarzeń powodowanych przez niesprawności tłokowych zespołów napędowych w 2020 i 2021 roku wymaga osobnego komentarza i tak, rysunek 138 pokazuje w procentach udział poszczególnych grup ATA w całości incydentów powodowanych usterkami zespołów napędowych w latach 2008 ÷ 2021, a rysunek 139 ich liczbę. Wynika z niego, że praktycznie jedynie niesprawności silnika (57%) mają istotny wpływ na bezpieczeństwo wykonywania operacji lotniczych. Dla porównania na rysunku 140 przedstawiono udział poszczególnych grup ATA, ale tylko dla roku 2021. Na podstawie rysunku 140 można wnioskować, że **usterki (ATA 72) silnika (65%) spowodowały w opisywanym tu roku istotne zagrożenie dla bezpieczeństwa lotniczego. Niebezpieczny poziom zagrożenia bezpieczeństwa lotniczego sygnalizowany w roku ubiegłym jeszcze się pogorszył.**

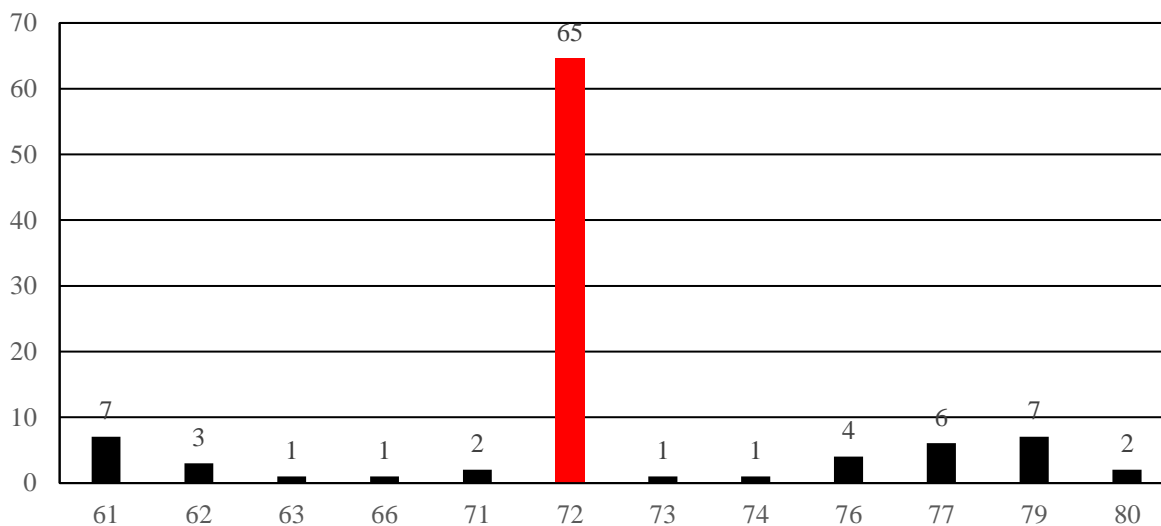


Rys.138 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów





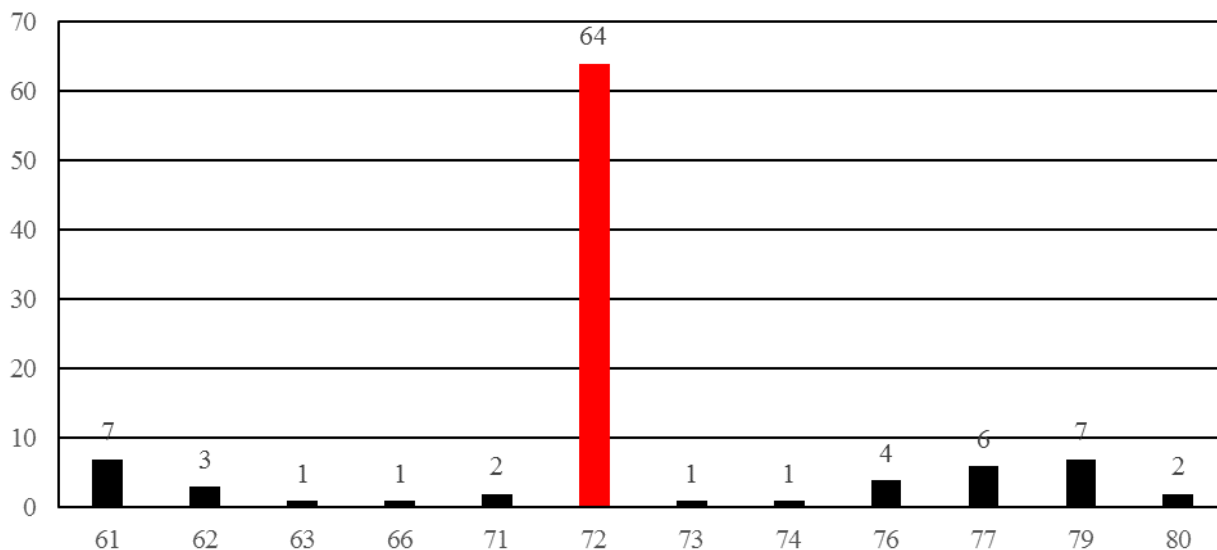
Rys.139 Liczba zdarzeń w poszczególnych grupach ATA kategorii SCF-PP w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów



Rys.140 Procentowy udział poszczególnych grup ATA w kategorii SCF-PP w roku 2021 dla małych samolotów



Na rysunku 141 przedstawiono liczbę niesprawności tłokowych zespołów napędowych z podziałem na grupy ATA w roku 2021.

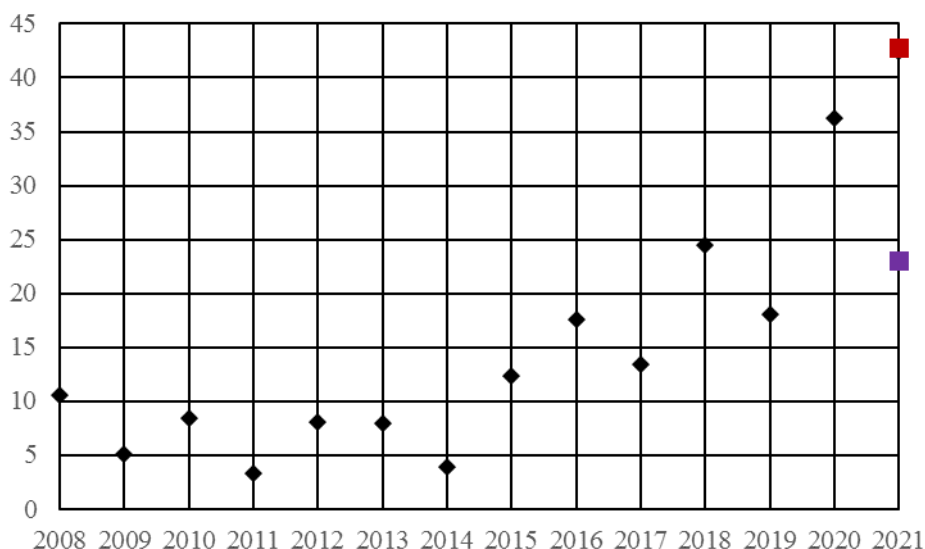


Rys. 141 Liczba zdarzeń w poszczególnych grupach ATA kategorii SCF-PP w roku 2021 dla małych samolotów

Silnikowi tłokowemu przyporządkowano następujące poniższe podgrupy ATA-100:

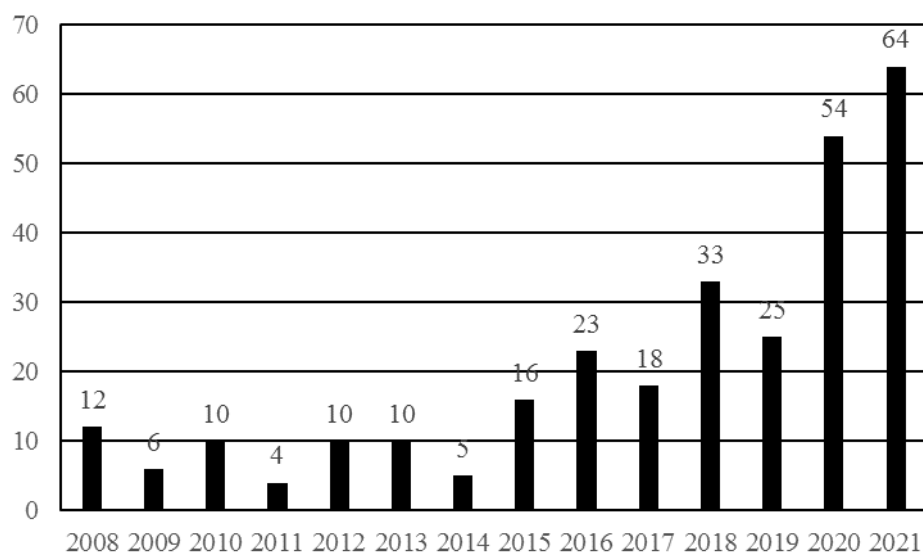
- 72-00 Silnik ogólnie
- 72-10 Front silnika
- 72-20 Napędy
- 72-30 Cylindry
- 72-40 Doładowanie
- 72-50 Smarowanie

W podgrupie 72-30 kodowane są również niesprawności zaworów, tłoków, czy popychaczy. Na rysunku 142 przedstawiono wartości współczynnika K_{1000} dla silnika tłokowego (ATA 72) w latach 2008 ÷ 2021. Jego wartość osiągnęła prognozowaną w 2020 roku wielkość poziomu alarmowego, ponieważ w roku 2021 nastąpił dalszy wzrost liczby zdarzeń powodowanych niesprawnościami silników (patrz rysunek 143). Jak wspomniano, ich usterki stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa lotniczego. Należy podejmować działania je redukujące. W naszym kraju małe samoloty napędzane pojedynczym silnikiem tłokowym stanowią ponad 95% całości floty wyposażonej w te silniki, dlatego tak ważna jest ich niezawodna praca. Niestety, prawdopodobnie obsługa techniczna silników nie jest najwyższego poziomu. Nie należy tylko tłumaczyć dużej liczby niesprawności starzeniem się sprzętu. Wyłączenie silnika w powietrzu jest nie tylko zagrożeniem dla załogi samolotu, ale przede wszystkim dla nas na ziemi. W 2016 r. wydane zostały wytyczne nr 9 Prezesa Urzędu Lotnictwa w sprawie okresów między remontowych silników tłokowych. Ogólnie, pozwalają one na dużą dowolność w ich obsłudze. **Zasygnalizowana w wytycznych możliwość eksploatacji silników tłokowych według stanu technicznego zgodnie z opracowaniem Instytutu Lotnictwa nie wzbudziła zainteresowania operatorów.**



Rys.142 Wartości współczynnika K_{1000} dla niesprawności zespołów silnika tłokowego (ATA 72) w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów

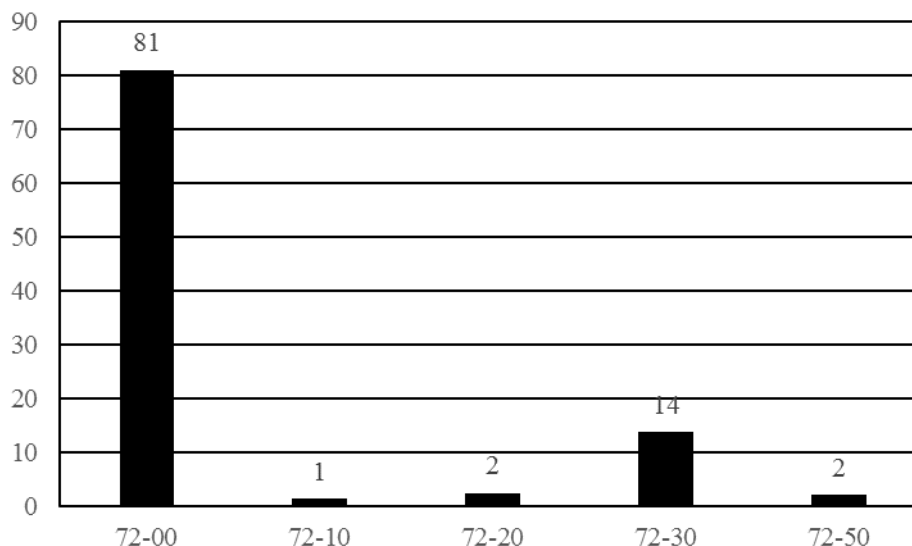
Na rysunku 143 przedstawiono liczbę zdarzeń powodowanych usterkami silnika tłokowego (ATA 72) w latach 2008 ÷ 2021.



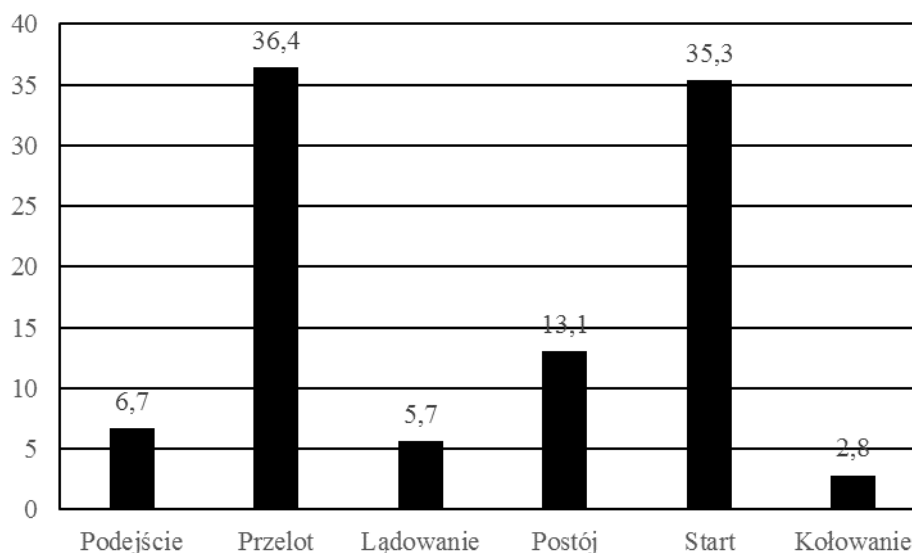
Rys.143 Liczba zdarzeń powodowanych usterkami silnika tłokowego (ATA 72) w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów

Na kolejnych rysunkach 144 i 145 przedstawiono procentowy udział poszczególnych podzespołów silnika powodujących zdarzenia lotnicze i przy jakich manewrach samolotu te przypadki wystąpiły.





Rys.144 Procentowy udział zdarzeń w poszczególnych podgrupach silnika tłokowego w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów

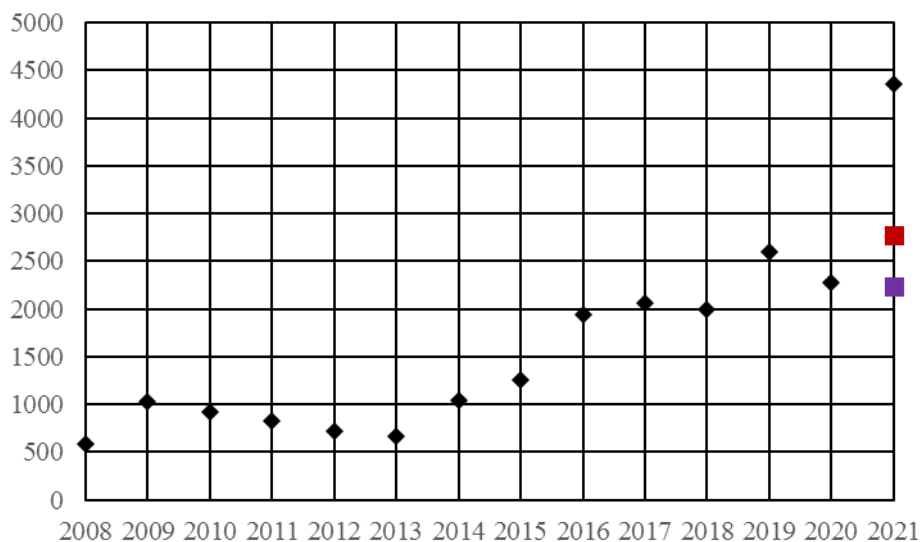


Rys.145 Procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane usterką instalacji silnika (ATA 72) dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

Kolejny już raz należy zwrócić uwagę na fakt, że bardzo mała liczba usterek silników wykrywana jest podczas przeglądów technicznych – około 13%. Większość wystąpiła podczas lotu i startu, niejednokrotnie ich przyczynami były elementy, których wady przy wnikliwej obsłudze powinny być wykryte na ziemi. **Podsumowując, sugerowane jest niezwłoczne poinformowanie operatorów samolotów lotnictwa ogólnego o zagrożeniu bezpieczeństwa wykonywania lotów spowodowanego niesprawnościami silników tłokowych i zaproponowanie bardziej wnikliwej obsługi technicznej tłokowych zespołów napędowych.**

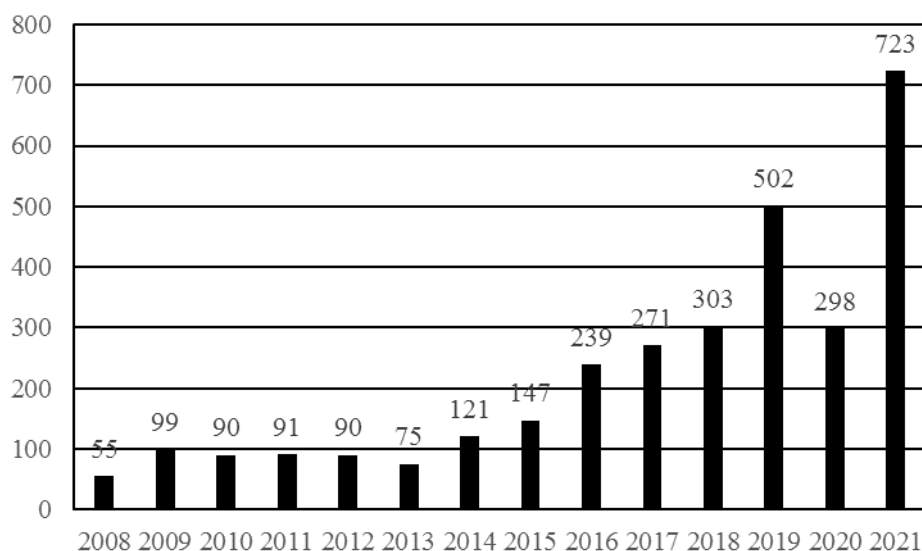
7. Zdarzenia powodowane kolizjami z ptakami dla dużych samolotów

Polscy operatorzy nie mieli poważnych przypadków zderzenia z ptakiem, wszystkie można zaliczyć do mało znaczących. Jednak duża liczba raportowanych zdarzeń lotniczych spowodowanych kontaktem z ptakami wymaga analizy ekspertów ornitologów i operatorów lotnisk w celu zredukowania przypadków kolizji z ptakami. Na rysunku 146 przedstawiono wartości współczynnika K_{1000} kolizji z ptakami dla dużych samolotów. Wartość współczynnika przekroczyła prognozowany w 2020 roku poziom alarmowy, co spowodowane jest dużą liczbą zdarzeń kontaktu z ptakami.



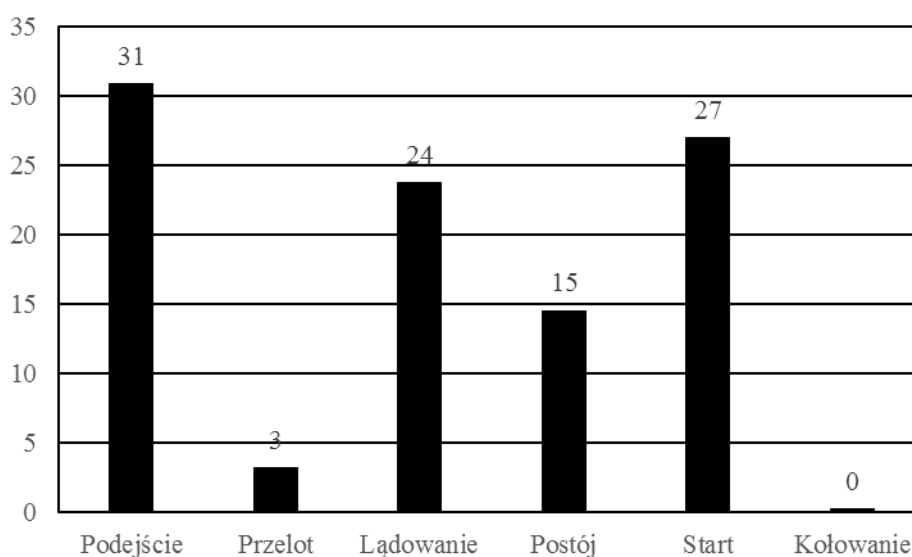
Rys.146 Wartości współczynnika K_{1000} dla kolizji z ptakami w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

Rysunek 147 przedstawia zestawienie liczbowe zdarzeń powodowanych przez ptaki dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021. Należy zwrócić uwagę na fakt, że mała liczba kolizji z ptakami w 2020 roku wynikała z bardzo ograniczonej w tym roku liczby operacji lotniczych.



Rys.147 Liczba zdarzeń powodowanych kolizjami z ptakami w latach 2008 ÷ 2021 dla dużych samolotów

Na rysunku 148 zaprezentowano w procentach, przy jakich manewrach samolotu nastąpiło zdarzenie lotnicze powodowane kontaktem z ptakami.

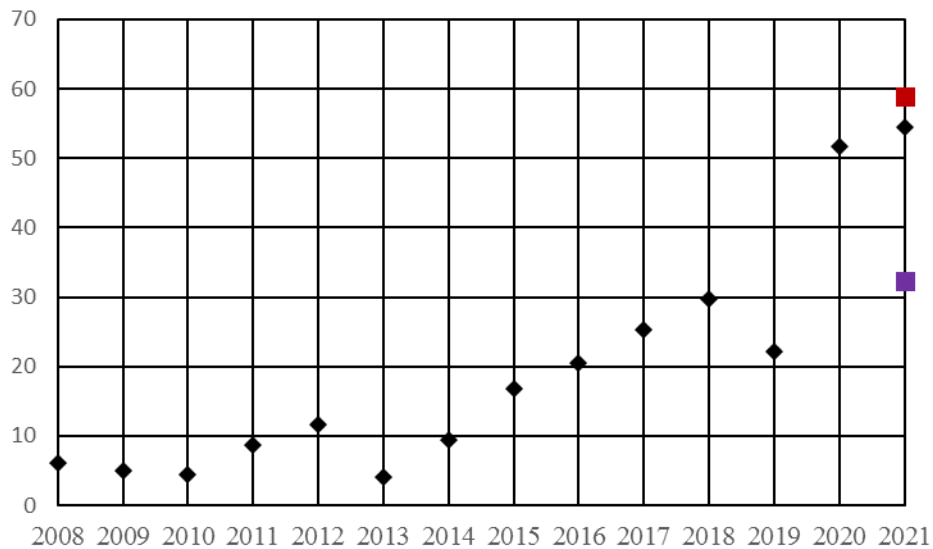


Rys.148 Procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane kontaktem z ptakami dla dużych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

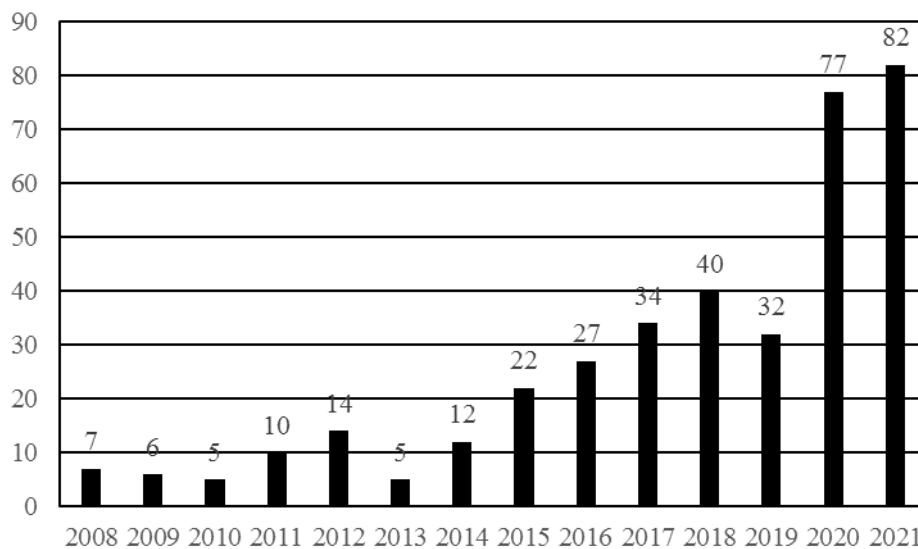
8. Zdarzenia powodowane kolizjami z ptakami dla małych samolotów

W przypadku małych samolotów współczynnik K_{1000} w roku 2021 nie przekroczył prognozowanego w roku poprzednim poziomu alarmowego, co związane jest z minimalnym wzrostem liczby raportowanych zdarzeń kontaktów z ptakami. Na rysunku 149 przedstawiono wartości współczynnika K_{1000} kolizji z ptakami dla małych samolotów. Podobnie jak

dla samolotów dużych na rysunku 150 przedstawiono zestawienie liczbowe zdarzeń powodowanych przez ptaki dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2020, a na rysunku 151 zaprezentowano w procentach, przy jakich manewrach samolotu nastąpiło zdarzenie lotnicze powodowane kontaktem z ptakami.

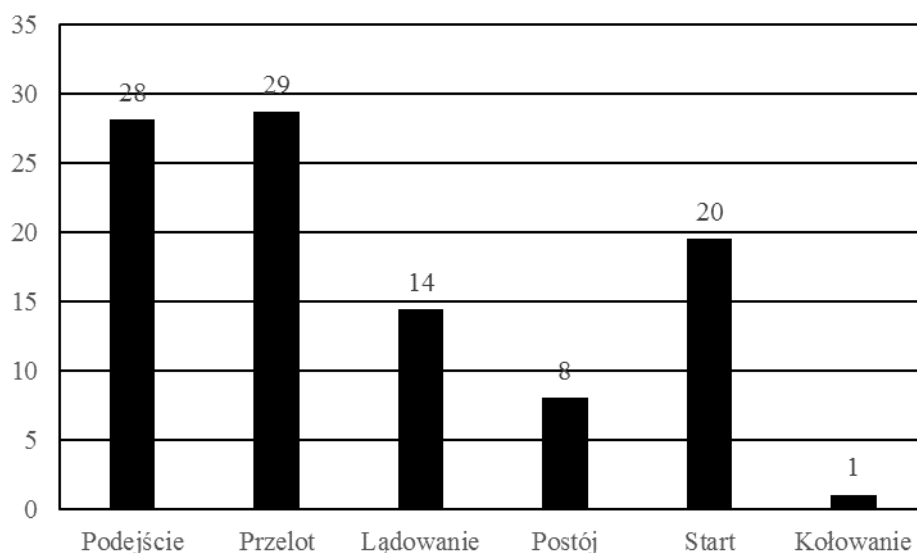


Rys.149 Wartości współczynnika K₁₀₀₀ dla kolizji z ptakami w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów



Rys.150 Liczba zdarzeń powodowanych kolizjami z ptakami w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów

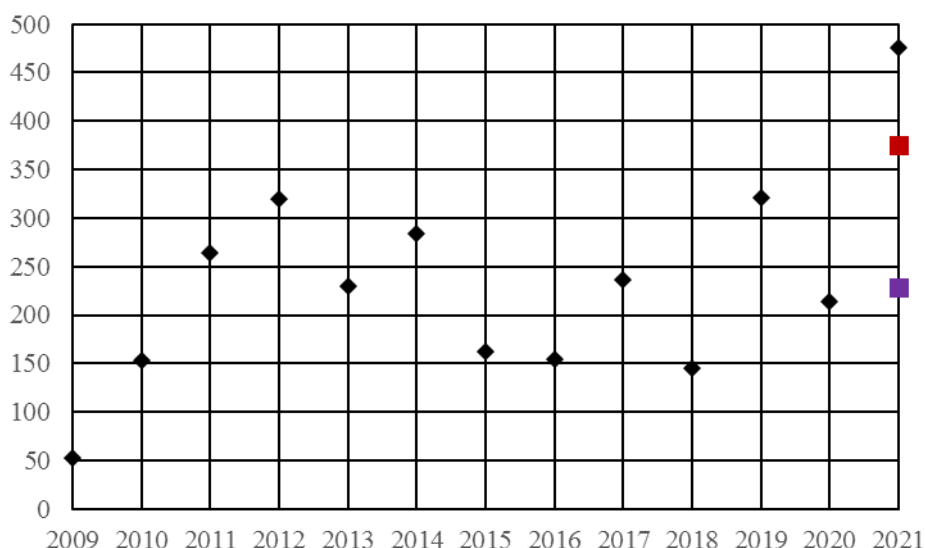




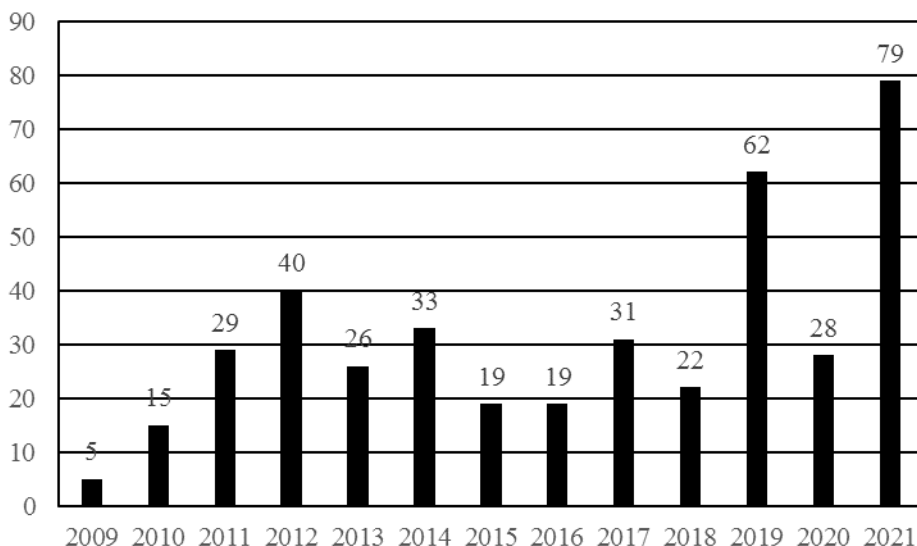
Rys.151 Procentowy udział poszczególnych manewrów samolotów, podczas których zaistniało zdarzenie spowodowane kontaktem z ptakami dla małych samolotów w latach 2008 ÷ 2021

9. Zdarzenia oślepienia załóg promieniami lasera dla dużych samolotów

Na rysunku 152 zaprezentowano zmiany w poszczególnych latach współczynnika K_{1000} dla zdarzeń oślepienia załóg promieniami lasera. Takie działanie jest bardzo niebezpieczne, na granicy spowodowania katastrofy. Szczególnie, że podczas podchodzenia załoga ma ograniczone możliwości reakcji. Współczynnik K_{1000} przekroczył wartość prognozowanego w 2020 roku poziomu alarmowego. Na rysunku 152 przedstawiono liczbę zdarzeń oślepienia promieniami lasera w latach 2008 ÷ 2021.



Rys.152 Wartości współczynnika K_{1000} dla oślepienia promieniami lasera w latach 2009 ÷ 2021 dla dużych samolotów

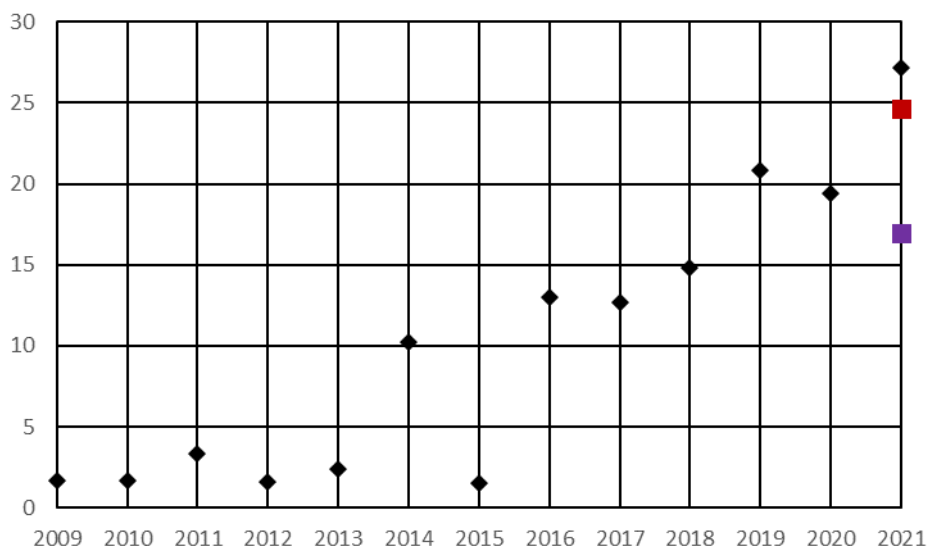


Rys.153 Liczba zdarzeń powodowanych oślepieniem wiązką lasera w latach 2009 ÷ 2020 dla dużych samolotów

Na uwagę zasługuje zestawienie liczbowe dla portów lotniczych EPWA i EPPO. Pierwszy w 2021 roku obsłużył 80 608 operacji pasażerskich, drugi 9 399, prawie 10 razy mniej. Natomiast przypadków oślepienia promieniem lasera w okolicy EPWA 14, a EPPO 11. Oczywiście jest rzeczą, że to nie do portów lotniczych należy ochrona przed tego typu zagrożeniami.

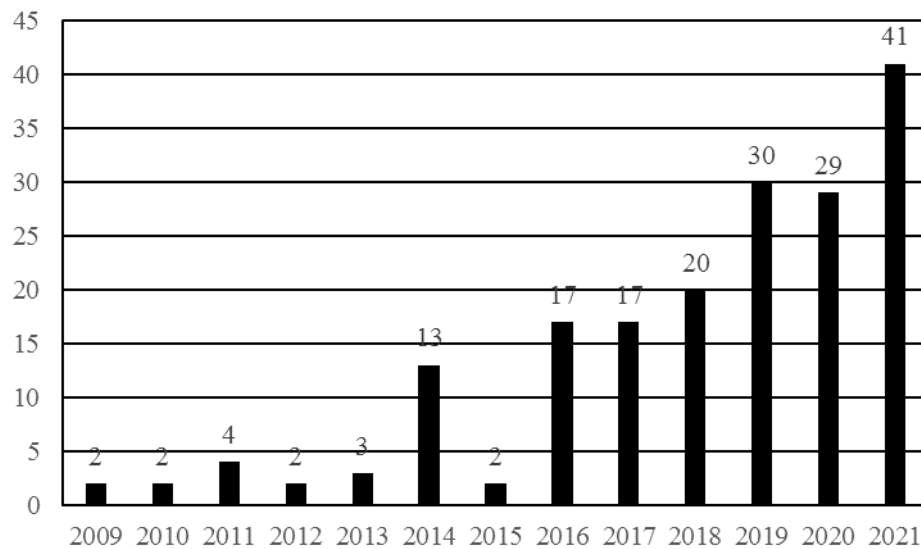
10. Zdarzenia oślepienia załóg promieniami lasera dla małych samolotów

Na rysunku 154 zaprezentowano zmiany w poszczególnych latach współczynnika K_{1000} dla zdarzeń oślepienia załóg promieniami lasera. Współczynnik K_{1000} przekroczył prognozowany poziom alarmowy.



Rys.154 Wartości współczynnika K_{1000} dla oślepienia promieniami lasera w latach 2008 ÷ 2021 dla małych samolotów

Na rysunku 155 zaprezentowano liczbę zdarzeń oślepienia wiązką lasera samolotów lotnictwa ogólnego.



Rys.155 Liczba zdarzeń powodowanych oślepieniem wiązką lasera w latach 2008 ÷ 2020 dla małych samolotów

Opracował:
dr inż. Paweł Głowacki

