

# BIULETYN BEZPIECZEŃSTWA W LOTNICTWIE CYWILNYM

Nr 2(26)/2024



Urząd Lotnictwa Cywilnego

## **W NUMERZE:**

- ✈ Bezpieczeństwo lotów oraz techniki poprawiania błędów podczas lądowania
- ✈ Zmęczenie załóg kokpitowych: ryzyko i konsekwencje z tym związane
- ✈ Zakłócenia GNSS – zagrożenie bezpieczeństwa operacji lotniczych

## **Publikowane przez:**

Departament Zarządzania Bezpieczeństwem  
w Lotnictwie Cywilnym  
Urząd Lotnictwa Cywilnego  
ul. Marcina Flisa 2  
02-247 Warszawa  
Tel.: +22 520 75 22

Zapraszamy do przesyłania komentarzy  
i tematów ważnych  
dla Państwa do poruszenia  
w kolejnych edycjach biuletynu  
na adres mailowy: **lbb@ulc.gov.pl**  
lub **lbb-2@ulc.gov.pl**



Szanowni Państwo,

jest mi niezwykle miło oddać w Państwa ręce kolejny numer Biuletynu Bezpieczeństwa Urzędu Lotnictwa Cywilnego.

W tym wydaniu znajdą Państwo:

- artykuł dotyczący bezpieczeństwa lotów oraz technik poprawiania błędów podczas lądowania,
- wyniki badania na przykładzie zmęczenia załóg kokpitowych: ryzyko i konsekwencje z tym związane,
- zakłócenia GNSS – zagrożenie bezpieczeństwa operacji lotniczych.

Zrozumienie przyczyn powodujących wypadki i incydenty lotnicze jest kluczem do ich zapobiegania. Jednocześnie niezwykle istotnym elementem jest poznanie i zrozumienie okoliczności, w jakich te zdarzenia zachodzą w poszczególnych fazach lotu. Bardzo ważne jest umiejscowienie i zrozumienie, czym jest błąd człowieka i w jakich okolicznościach może on powstać. Autor artykułu skupił się na zobrazowaniu rodzajów najczęściej popełnianych błędów przez pilotów podczas fazy lądowania, wraz z uwzględnieniem technik poprawiania zaistniałych komplikacji.

Zmęczenie jest zjawiskiem nieustannie towarzyszącym współczesnemu człowiekowi w codziennej aktywności. Zarówno wysiłek fizyczny, jak i umysłowy, który przekracza możliwości adaptacyjne organizmu, może prowadzić do poważnych konsekwencji i nieść wysokie ryzyko popełnienia błędu podczas wykonywanych obowiązków służbowych. Zjawisku zmęczenia załóg kokpitowych przyjrzał się autor artykułu, który przeprowadził badanie wśród personelu lotniczego, mające na celu określenie ryzyka i konsekwencji, jakie niesie za sobą nadmierny brak właściwego odpoczynku. W artykule Autorzy poruszają najważniejsze zagrożenia związane z wykonywaniem operacji w warunkach zimowych, które występowały również w kończącym się sezonie.

Coraz częstszym zjawiskiem, z którym zmagają się lotnictwo cywilne, są zakłócenia satelitarnych systemów pozycjonowania. Odnotowuje się coraz większy wzrost liczby przypadków zakłóceń i fałszowania globalnych systemów nawigacji satelitarnej (GNSS) na terytorium naszego kraju. Zjawisko jammingu oraz spoofingu może nieść za sobą poważne konsekwencje podczas wykonywanych operacji lotniczych. W związku z czym niezwykle ważnym staje się podnoszenie świadomości wśród personelu lotniczego, zwiększonej czujności i w przypadku wystąpienia zakłócenia, wykorzystanie pomocniczych narzędzi tj. kompasu umożliwiającego lot po kursie magnetycznym lub nawigacji radiowej za pomocą radiolatarni VOR nadającej na określonej częstotliwości. Niezwykle istotne jest zaraportowanie zaistniałych zdarzeń i wprowadzenie zgłoszeń do systemu ECCAIRS.

Zachęcamy Państwa do zgłaszania propozycji tematów oraz chęci przygotowania własnego artykułu związanego z bezpieczeństwem lotniczym – najciekawsze z nich z wielką chęcią opublikujemy na łamach kolejnych wydań Biuletynu. Zachęcam także do dzielenia się swoimi uwagami do opublikowanych materiałów na Państwa komentarze czekamy pod adresem: [lbb-2@ulc.gov.pl](mailto:lbb-2@ulc.gov.pl) lub [lbb@ulc.gov.pl](mailto:lbb@ulc.gov.pl). Na ten sam adres można również zgłaszać chęć otrzymywania Biuletynu Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym w wersji elektronicznej.

Życzę miłej lektury!

Julian Rotter  
p.o. Prezes Urzędu Lotnictwa Cywilnego

# POPRAWIANIE BŁĘDÓW PODCZAS LĄDOWANIA

## WSTĘP

Szkolenie lotnicze na wszystkich klasach czy typach samolotów, niezależnie od przeznaczenia oraz etapu szkolenia, rozpoczyna się od opanowania lotu po kręgu. Lotem po kręgu nazywa się lot wokół jednej ze stron pola lotniska/lądowiska po trasie w kształcie prostokąta, o ściśle określonym profilu, zapewniającym najlepsze warunki wykonania obliczenia do lądowania i lądowania samolotu. Lot po kręgu składa się ze startu, wznoszenia do nakazanej wysokości, lotu poziomego, zakrętów, lotu szybowego, obliczenia do lądowania i lądowania samolotu. Prawidłowe opanowanie techniki wykonania wszystkich elementów, a więc całego lotu po kręgu, jest możliwe jedynie przy zachowaniu określonej kolejności szkolenia.

## BEZPIECZEŃSTWO

Zachowanie bezpieczeństwa lotu ma decydujący wpływ na przebieg każdego zadania/ćwiczenia/lotu. Każda osoba biorąca udział w przygotowaniu się do lotu oraz jej realizacji powinna mieć świadomość, że wszelkie podejmowane czynności będą miały wpływ na bezpieczeństwo lotu. Minimalizacja potencjalnych źródeł zagrożeń jest priorytetem na każdym etapie planowania oraz realizacji zadań w powietrzu.

## BEZPIECZEŃSTWO NA ZIEMI

Płasczyzna postojowa statków powietrznych jest miejscem wzmożonego ruchu, gdzie statki powietrzne, ich wyposażenie oraz pojazdy różnego przeznaczenia tworzą bardzo niebezpieczne środowisko pracy. Aby zapobiec niepożądanemu zdarzeniu na ziemi, wymagana jest wzmożona uwaga wszystkich osób przebywających w tym środowisku.

## BEZPIECZEŃSTWO LOTU

Kiedy znajdziesz się w powietrzu pojęcie bezpieczeństwa przyjmie charakter bardziej dynamiczny. Zachowanie bezpieczeństwa podczas lotu jest uzależnione w dużej mierze od otwartości umysłu i spostrzegawczości pilota. Szereg niespodziewanych i zaskakujących sytuacji, takich jak na przykład pojawienie się innego statku powietrznego w bezpośredniej bliskości lub niesprawność samolotu, może spowodować odwrócenie uwagi podczas krytycznej fazy lotu. Umiejętność podejmowania odpowiednich decyzji i działań w szybko zmieniającym się środowisku lotu oraz w obliczu pojawiających się zagrożeń jest niezmiernie ważna. Zachowanie ciągłej kontroli nad lotem w zmieniającym się środowisku lotu nazywane jest świadomością sytuacyjną (SA – Situational Awareness).

### **Świadomość sytuacyjną utrzymuje się poprzez:**

- Monitorowanie przestrzeni powietrznej;
- Kontrolę nad systemami statku powietrznego;
- Określenie planu postępowania zapobiegającego wystąpieniu sytuacji szczególnych.

## DYSCYPLINA LOTU

Dyscyplina lotu jest kluczowym elementem każdej operacji powietrznej. Profesjonalnego pilota powinno wyróżniać utrzymanie na najwyższym poziomie „czystości lotu” oraz stosowanie się do obowiązujących przepisów i instrukcji.

Dyscyplina lotu znajduje swój początek w chwili przygotowania się do wykonania operacji lotniczych. Znajomość przepisów i procedur, studiowanie materiałów dotyczących danej operacji lotniczej, wypoczynek przed lotem wpływają na jakość wykonania całego zadania lotniczego. Należy pamiętać,

że choćby jeden nieprzygotowany członek załogi może zagrażać powodzeniu operacji lotniczej.

Dyscyplina lotu znajduje swoją kontynuację podczas odprawy przedlotowej (briefing) oraz odprawy po zakończonym locie (debriefing). Bądź punktualny, bądź otwarty na dyskusję w kwestii wykonania danej operacji lotniczej, bądź gotowy na przyjęcie briefingu. Bądź pewny, że znasz odpowiedzi na wszystkie pytania związane z konkretnym rodzajem operacji lotniczej oraz że w pełni rozumiesz założenia tego zadania/lotu.

Dyscyplina lotu to wykonanie operacji lotniczych zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami i obowiązującymi instrukcjami, począwszy od uruchomienia silnika, a skończywszy na wyłączeniu silnika po locie. Dyscyplina lotu wymaga oceny wykonania zadania podczas odprawy po zakończonym locie.

## WPROWADZENIE

W procesie podstawowego szkolenia lotniczego lądowanie jest jednym z najtrudniejszych elementów do opanowania. Lądowanie jest elementem, który bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo realizacji zadania lotniczego. Statystyka wypadków lotniczych wskazuje, że w czasie wykonywania tego etapu lotu szkoleni piloci popełniają najczęściej błędów w zakresie techniki pilotowania. Czas na zauważenie, analizę i poprawianie popełnionego błędu jest bardzo krótki, dlatego też teoretyczne opanowanie zagadnień związanych z przyczynami powstawania błędów podczas lądowania jest jednym z najważniejszych elementów szkolenia pilotów. Natychmiastowa reakcja pilota na zauważone odchylenia gwarantuje właściwe i bezpieczne poprawienie błędu popełnionego w trakcie lądowania.

Lądowaniem samolotu nazywa się jego ruch, począwszy od prędkości lotu szybowego na wysokości 25 m nad poziomem drogi startowej, do całkowitego zmniejszenia prędkości i wylądowania.

Naziemne przygotowanie.

Naziemne przygotowanie jest szczególną formą ogólnego przygotowania do lotów, którą stosuje

się przed rozpoczęciem szkolenia w powietrzu. Celem naziemnego przygotowania jest osiągnięcie przez szkolonego znajomości elementów wiedzy stosowanej, koniecznych do rozpoczęcia szkolenia w powietrzu.

Dyscyplina lotu znajduje swoją kontynuację podczas odprawy przedlotowej (briefing) oraz odprawy po zakończonym locie (debriefing). Bądź punktualny, bądź otwarty na dyskusję w kwestii wykonania danej operacji lotniczej, bądź gotowy na przyjęcie briefingu. Bądź pewny, że znasz odpowiedzi na wszystkie pytania związane z konkretnym rodzajem operacji lotniczej oraz że w pełni rozumiesz założenia tego zadania/lotu.

Dyscyplina lotu to wykonanie operacji lotniczych zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami i obowiązującymi instrukcjami, począwszy od uruchomienia silnika, a skończywszy na wyłączeniu silnika po locie. Dyscyplina lotu wymaga oceny wykonania zadania podczas odprawy po zakończonym locie.

## LĄDOWANIE

Lądowanie samolotu, podobnie jak start odbywa się w warunkach niekorzystnych z punktu widzenia aerodynamiki, ze względu na znaczną wartość oporu samolotu stworzonego przez wypuszczone podwozie i klapy zaskrzydłowe. Klapy zaskrzydłowe powodują zmniejszenie prędkości lądowania, co znacznie ułatwia i zwiększa bezpieczeństwo lądowania.

### Etapy lądowania:

- lot szybowy;
- wyrównanie;
- wytrzymanie;
- przyziemienie;
- dobieg.

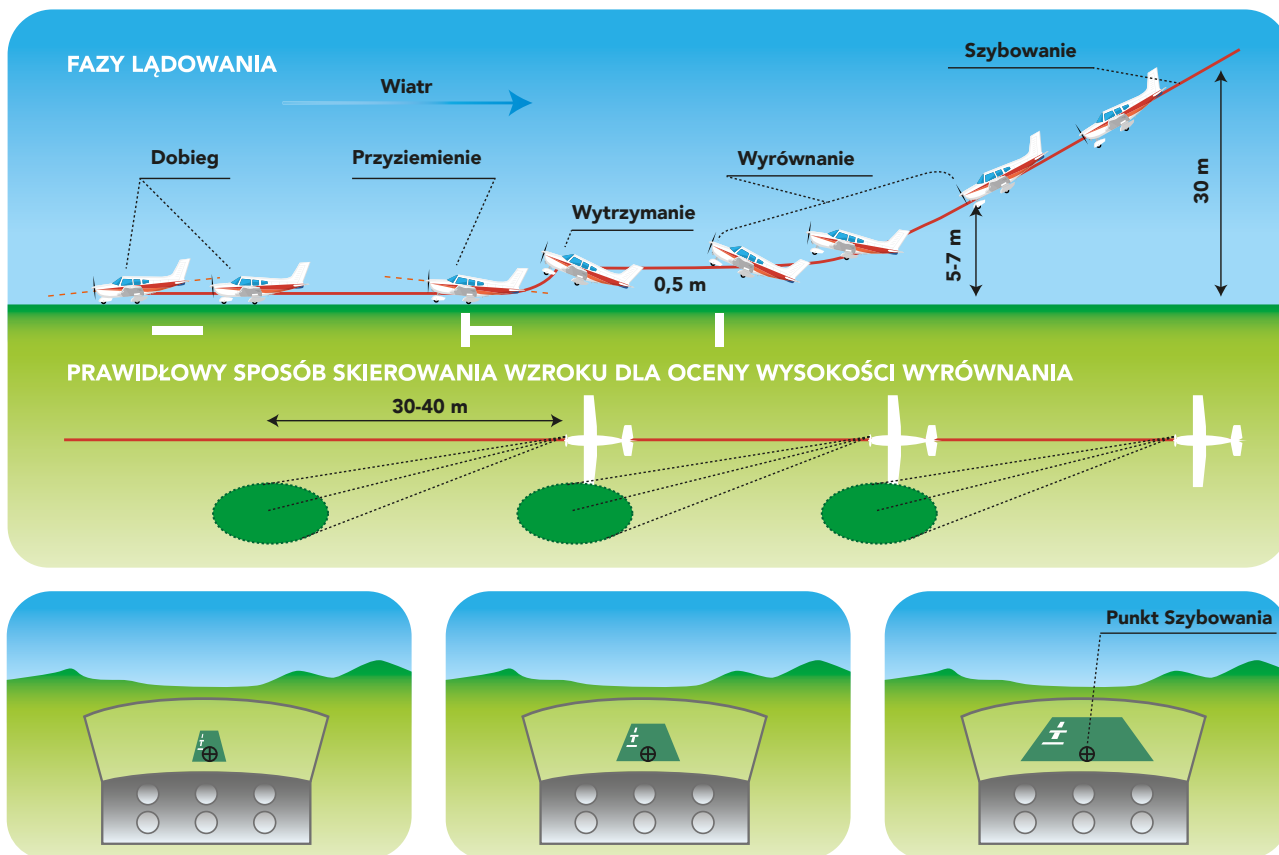
## LOT SZYBOWY

Lotem szybowym nazywa się lot samolotu, którego tor nachylony jest w stosunku płaszczyzny ziemi pod pewnym kątem, wykonany z określoną prędkością przyrządową i pionowego zniżania. Lot szybowy możemy rozpatrywać jako „szybowanie”, tzn. lot bez użycia mocy silnika oraz z użyciem mocy silnika w celu ustalenia wielkości opadania. Na wysokości około 30 – 25 m pilot ostatni raz kontroluje prędkość według przyrządu i kieruje wzrok z lewej strony przedniej części samolotu wzdłuż osi lotu szybowego na płaszczyznę wyrównania w celu określenia wysokości początku wyrównania 7 - 5 m. Skierowanie wzroku w inny sposób, a szczególnie przez przednią szybę na początek drogi startowej, utrudnia określenie wysokości wyrównania dlatego, że pilot nie obserwuje wysokości, lecz skupia uwagę na obserwowaniu początku

drogi startowej. Kąt szybowania cały czas zmniejsza się i nie ma etapu wyrównania. W konsekwencji wysokość wyjścia samolotu na początek drogi startowej jest różna i zależy od prędkości i kierunku wiatru oraz prędkości samolotu i kąta szybowania.

Błąd w utrzymaniu nakazanego kąta szybowania powoduje zmiany w projekcji płaszczyzny wyrównania, zmusza do ciągłej pracy dźwigni sterowania silnikiem, co w sumie jest dużym utrudnieniem dla szkolonego. Zmniejszenie obrotów przy podejściu z płaskim kątem szybowania powoduje natychmiastową utratę prędkości i przyziemienia z niedolotem, względnie z przepadaniem przy małej wysokości. Stwarza to konieczność podchodzenia do lądowania ze zwiększonymi obrotami i trudny jest do określenia moment zmniejszenia obrotów. Zwiększenie obrotów (mocy) silnika podczas lotu szybowego powoduje zawsze zmniejszenie kąta

## KIEROWANIE WZROKU PODCZAS LĄDOWANIA



**Zasada utrzymania stałego kąta szybowania do lądowania. Punkt szybowania pozostaje w jednakowej projekcji podczas zniżania (stała prędkość i stałe zniżanie samolotu)**

szybowania. Poprzez dobór mocy silnika i kąta szybowania pilot zapewnia zachowanie właściwej ścieżki zniżania do płaszczyzny wyrównania, wybranego przez pilota punktu wyrównania.

## WYTRZYMANIE

Etap ten ma na celu stworzenie warunków łagodnego przyziemienia samolotu przez zmniejszenie prędkości i wysokości minimalnych podczas płynnego zwiększania kątów natarcia.

Nie odrywając wzroku od ziemi (patrz rys. 1), pilot obserwuje wysokość i w miarę zniżania zwiększa kąt natarcia, nadając samolotowi dwupunktowe położenie. Zwiększenie kątów natarcia pozwala samolotowi zniżyć się z takim wyliczeniem, aby przyziemienie nastąpiło z wysokości 10 – 15 cm na dwa koła główne, z uniesionym kółkiem przednim na wysokość 15 - 20 cm.

Gdy wartość kąta natarcia jest mniejsza od kąta krytycznego, kończy się etap wytrzymania i następuje przyziemienie samolotu.

Nieprawidłowa ocena wysokości i niedostrzeżenie zniżania się samolotu powodowane jest błędnym skierowaniem wzroku na ziemię. Kierowanie wzroku blisko kadłuba samolotu powoduje wysokie wytrzymanie, natomiast za daleko od kadłuba – niskie wytrzymanie. Patrząc przez przednią szybę, pilot łatwo określa odchylenie od kierunku, natomiast późno zauważa płynne zmiany wysokości, np. falowanie.

Początkujący piloci, aby uniknąć falowania lub wysokiego wytrzymania przyzemiają samolot z małym kątem zniżania ze zwiększoną prędkością z nisko uniesionym przednim kółkiem. Taki sposób lądowania utrwała nieprawidłowe nawyki i jest przyczyną błędów przy lądowaniu, szczególnie przy bocznym wietrze.

### Przyziemienie

Jest to proces, w którym siła nośna nie równoważy siły ciężkości samolotu i następuje zetknięcie kół z ziemią. W chwili przyziemienia należy zatrzymać stery nieruchomo w takim położeniu, przy jakim nastąpiło zetknięcie kół z ziemią. W chwili zetknięcia

kół z ziemią samolot ma prędkość poziomą i pionową. Prędkości te stopniowo maleją do zera. Przyziemienie z wysokiego profilu z przepadaniem, najczęściej przy podejściu do lądowania ze zmniejszoną, prędkością w skrajnych przypadkach grozi uszkodzeniem samolotu.

Oderwanie samolotu od ziemi po takim przyziemieniu jest bardzo trudne do poprawienia ze względu na małą prędkość samolotu. Reakcja pilota musi być natychmiastowa, aby nie dopuścić do dalszego zmniejszenia prędkości i powstania przechyleń. Przyziemienie na trzy punkty lub z nisko uniesionym przednim kółkiem przy zwiększonej prędkości następuje najczęściej przy podejściu do lądowania ze zwiększoną prędkością. Minimalne wychylenie sterów, podmuch wiatru lub nierówności terenu mogą być przyczyną oderwania od ziemi. Powstały błąd jest łatwy do poprawienia, lecz wymaga szczególnej uwagi pilota i bezbłędnego opanowania techniki poprawiania błędów przy lądowaniu.

## DOBIEG

Jest to proces wyhamowania ruchu samolotu od prędkości przyziemienia do prędkości kołowania.

### Dobieg składa się z dwóch faz:

**I faza** – od przyziemienia do prędkości, podczas której samolot toczy się na dwóch punktach;

**II faza** – od prędkości opuszczenia przedniego koła do prędkości kołowania, podczas której samolot toczy się na trzech punktach.

W chwili przyziemienia, nie odrywając wzroku od ziemi, pilot zachowuje stałe położenie sterów i po upewnieniu się, że samolot nie oderwie się od ziemi, przenosi wzrok do przodu w celu dokładnego utrzymania kierunku i stałego położenia przedniej części samolotu względem horyzontu.

Uniesiony przód samolotu należy utrzymywać tak długo, na ile pozwoli efektywność steru wysokości.

## PODSTAWOWE PRZYCZYNY POWSTAWANIA BŁĘDÓW PODCZAS LĄDOWANIA

Do głównych przyczyn powodujących błędy podczas lądowania należą:

- niski poziom wyszkolenia;
- nieprawidłowy podział uwagi;
- zła ocena wysokości;
- nieumiejętne wprowadzanie poprawek na boczny wiatr;
- lekceważenie ustalonych zasad wykonywania lotów;
- nieutrzymywanie nakazanych warunków podczas lotu szybowego na prostej do lądowania;
- chęć przyziemienia samolotu przy znakach lądowania;
- energiczne wychylenia wolantu/drążka w chwili przyziemienia i po przyziemieniu;
- energiczne, nerwowe ruchy sterami podczas lądowania.

## RODZAJE BŁĘDÓW PODCZAS LĄDOWANIA

W procesie szkolenia lotniczego podczas wykonywania lądowania występują następujące błędy:

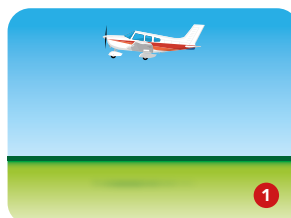
- wysokie wyrównanie;
- niskie wyrównanie;
- wysokie wytrzymanie;
- falowanie;
- przyziemienie z dużą prędkością, z nisko uniesionym kołem przednim;
- przyziemienie z małą prędkością, z przepadaniem;
- podskok przy dużej prędkości (kangur prędkościowy);
- podskok (kangur) przy małej prędkości.

## WYSOKIE WYRÓWNANIE

Błąd, przy którym wyrównanie samolotu zostało zakończone na wysokości większej niż  $H = 1$  m.

Głównymi przyczynami powstania wysokiego wyrównania są:

- nieprawidłowy podział uwagi, tj. kierowanie wzroku za blisko samolotu, co powoduje błędną ocenę wysokości i tym samym wysokie wyrównanie;
- poprawianie obliczenia do lądowania podczas wyrównania przez zwiększenie mocy silnika. Proporcjonalny do prędkości wzrost siły nośnej przy stałym lub zwiększonym kącie natarcia powoduje, że samolot samoczynnie wyrównuje;
- wyrównanie samolotu jednym energicznym wychyleniem sterów do siebie. Pilot po określeniu wysokości wyrównania wykonuje je jednym energicznym ruchem sterów do siebie. Tak wykonany manewr uniemożliwia właściwe określenie tempa i wysokości wyrównania. Wysokość zakończenia wyrównania zależy od prędkości i wysokości w chwili rozpoczęcia manewru. Błąd w sposobie wykonania wyrównania może wynikać z lęku pilota przed zetknięciem samolotu z ziemią lub z nieumiejętności określenia wysokości początku wyrównania.



Proces wyrównania rozpoczęty za wysoko. Samolot znajduje się jeszcze na wysokości ponad 10 m.



Samolot jest w konfiguracji do przyziemienia, ale znajduje się na wysokości 3-5 m. Następuje niebezpieczny spadek prędkości początkowej.



Samolot wytracił prędkość i z dużą prędkością pionową zniża się do ziemi na dużych kątach natarcia!!!



Przyziemienie samolotu następuje na krytycznych kątach natarcia z dużą prędkością opadania. Grozi to zwałaniem się samolotu na skrzydło oraz uszkodzeniem podwozia.



## TECHNIKA POPRAWIANIA WYSOKIEGO WYRÓWNANIA

### Nie odrywaj wzroku od ziemi i oceń wysokość.

Następnie nieznacznym wychyleniem sterów od siebie zniż samolot do wysokości  $H = 1 \pm 0,5$  m. W miarę spadku prędkości samolotu zwiększaj kąty natarcia proporcjonalnie do prędkości pionowego zniżania tak, aby samolot przyziemił na koła główne podwozia bez przepadania. Ewentualne przechylenia niweluj wychyleniem lotek. Technika poprawiania wysokiego wyrównania.

## NISKIE WYRÓWNANIE

Jest to błąd, przy którym wyrównanie samolotu zostało zakończone na wysokości mniejszej niż nakazana wysokość wytrzymania. Błąd utrudnia ustalenie właściwej projekcji samolotu przed przyziemieniem, może spowodować falowanie, przyziemienie na zwiększonej prędkości lub na trzy punkty.

Głównymi przyczynami powstania niskiego wyrównania są:

- nieprawidłowy podział uwagi. Kierowanie wzroku za daleko od samolotu lub do przodu powoduje niewłaściwą ocenę wysokości i niski koniec wyrównania;
- duży kąt szybowania. Pilot podchodzi do lądowania z dużym kątem, na nakazanej wysokości rozpoczyna wyrównanie. Czas wyrównania rośnie proporcjonalnie do wielkości kąta szybowania. Wraz z wydłużeniem czasu potrzebnego na wyrównanie

samolotu maleje wysokość i wyrównanie kończy się na zmniejszonej wysokości;

- zmniejszona prędkość podejścia do lądowania. Pilot zaczynając wyrównanie na nakazanej wysokości, zakończy je niżej ze względu na zwiększone zniżanie przy zmniejszonej prędkości postępowej samolotu (mniejsza siła nośna);
- zła ocena wysokości. Najczęstszą przyczyną powstania tego błędu jest nie doszkolenie, polegające na nie utrwaleniu podczas treningów w kabynie i lotów szkolnych projekcji ziemi.

## TECHNIKA POPRAWIANIA NISKIEGO WYRÓWNANIA

### Nie odrywaj wzroku od ziemi i oceń wysokość.

Następnie w miarę spadku prędkości samolotu zwiększaj kąty natarcia proporcjonalnie do prędkości pionowego zniżania tak, aby samolot przyziemił na koła podwozia głównego bez przepadania.

## WYSOKIE WYTRZYMANIE

Jest to błąd, przy którym wyrównanie samolotu zostało zakończone na wysokości większej niż 1 m. Błąd polegający na utrzymywaniu samolotu na stałej wysokości powyżej  $H = 1$  m. Pilot, wychylając stery do siebie, powoduje wzrost kątów natarcia i zatrzymanie samolotu na stałej wysokości. Po osiągnięciu podkrytycznych kątów natarcia samolot zaczyna gwałtownie się zniżać, pilot nie ma możliwości przeciwdziałania temu i samolot przyziemia się z przepadaniem.



## Głównymi przyczynami powstania wysokiego wytrzymania są:

- ✈️ zła ocena wysokości. Najczęstszą przyczyną tego błędu jest nie doszkolenie, polegające na nie utrwaleniu właściwej projekcji podczas treningów w kabine i lotów szkolnych;
- ✈️ duża prędkość podczas etapu wytrzymania. Wytrzymanie na dużej prędkości powoduje, że samolot nie chce zniżyć się – niesie się do momentu utraty prędkości postępowej. Pilot nie wykonuje żadnych ruchów drążkiem w obawie, aby nie spowodować falowania lub przyziemienia na dużej prędkości;
- ✈️ wytrzymanie na mocy silnika innej niż minimalna. Zwiększona moc silnika powoduje, że prędkość samolotu zmniejsza się o wiele wolniej, a cały proces wytrzymania przedłuża się – samolot nie zniża się;

## TECHNIKA POPRAWIANIA WYSOKIEGO WYTRZYMANIA

**Nie odrywaj wzroku od ziemi.** Następnie zatrzymaj stery w miejscu do momentu, kiedy prędkość postępową samolotu zmniejszy się na tyle, że siła nośna nie zrównoważy ciężaru samolotu, a samolot zacznie samoczynnie zniżać się. Z chwilą, kiedy zauważysz zmniejszenie się wysokości, płynnym ruchem sterów do siebie zwiększaj kąty natarcia tak, aby samolot osiągnął dwupunktowe położenie,

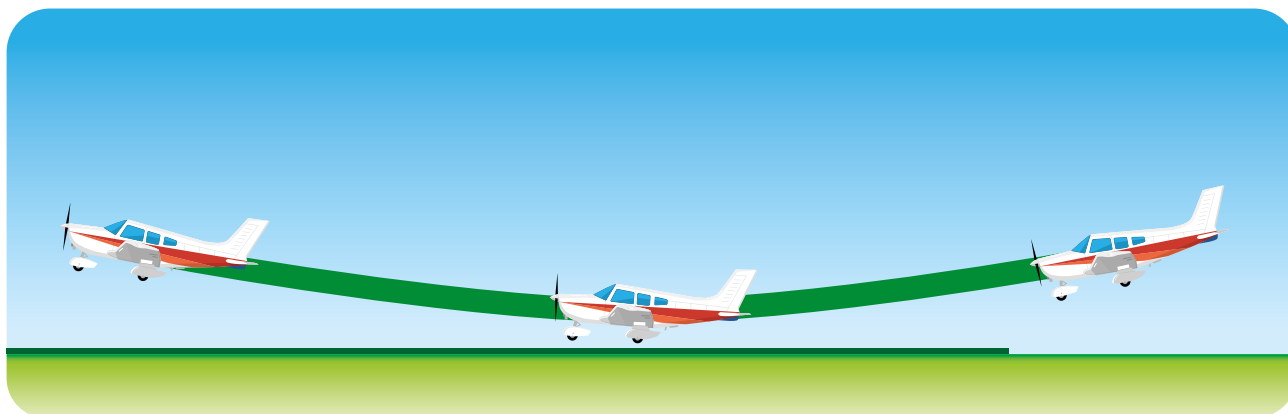
a przyziemienie nastąpiło przy prędkości podanej w Instrukcji użytkownika samolotu.

## FALOWANIE

To błąd, który popełniany jest podczas wyrównania lub wytrzymania. Polega na przejściu samolotu na wznoszenie na skutek nadmiernego zwiększenia kątów natarcia. Nadmiar siły nośnej przy określonej prędkości powoduje oddalanie się samolotu od drogi startowej.

## Głównymi przyczynami powstania falowania są:

- ✈️ nieprawidłowy podział uwagi (późne skierowanie wzroku na płaszczyznę ziemi, odrywanie wzroku od ziemi, przenoszenie wzroku, patrzenie na wprost podczas wyrównania). Późne skierowanie wzroku na płaszczyznę ziemi powoduje, że pilot z opóźnieniem określa wysokość początku wyrównania. W efekcie manewr wyrównania wykonuje energicznym wychyleniem sterów do siebie. W przypadku, kiedy pilot przenosi wzrok lub odrywa wzrok od ziemi, wówczas ma utrudnioną ocenę prędkości pionowego zniżania. Jest to przyczyną wykonywania wychyleń sterów, które są nieadekwatne do prędkości pionowego zniżania samolotu. Kierowanie wzroku do przodu utrudnia ocenę wysokości oraz stwarza wrażenie, że samolot zniża się pod kątem do płaszczyzny ziemi. Odbierane wrażenia są powodem zwiększenia kątów natarcia i w efekcie falowania;



Powstawanie falowania samolotu

- ✈️ energiczne wychylenie steru wysokości. Energetyczne wychylenia steru wysokości powodują zwiększenie kątów natarcia i przejście na wznoszenie, często szybciej niż pilot potrafi zareagować. Wielkość błędu jest proporcjonalna do prędkości postępowej samolotu, kątów natarcia i czasu reakcji pilota;
- ✈️ duży kąt szybowania i zwiększona prędkość lotu szybowego. Duży kąt szybowania i zwiększona prędkość lotu szybowego powodują, że podczas wyrównania samolot gwałtownie wytraca wysokość. Aby nie dopuścić do przyziemienia na dużej prędkości lub przed drogą startową, pilot energicznie zwiększa kąty natarcia, powodując falowanie;
- ✈️ niezmnieszenie mocy silnika do wartości minimalnej podczas lądowania. Zwiększona moc silnika powoduje, że prędkość samolotu zmniejsza się wolniej, a cały proces lądowania przedłuża się. Małe wychylenia drążka sterowego do siebie, przy zwiększonej prędkości podczas wytrzymania są przyczyną wzrostu kątów natarcia i

## TECHNIKA POPRAWIANIA FALOWANIA POWYŻEJ WYSOKOŚCI $H = 1 M$

**Nie odrywaj wzroku od ziemi.** Następnie, nieznacznym wychyleniem sterów od siebie, powstrzymaj dalsze wznoszenie samolotu. Zniż się do wysokości  $H = 1 \div 0,5 m$ . W miarę spadku prędkości samolotu zwiększaj kąty natarcia proporcjonalnie do prędkości pionowego zniżania tak, aby samolot przyziemił na koła podwozia głównego bez przepadania z prędkością podaną w Instrukcji użytkownika samolotu.

## TECHNIKA POPRAWIANIA FALOWANIA DO WYSOKOŚCI $H = 1 M$

**Nie odrywaj wzroku od ziemi.** Następnie, niezacznym wychyleniem sterów od siebie, powstrzymaj dalsze wznoszenie samolotu. Zatrzymaj stery w miejscu do czasu, aż samolot wytraci prędkość i zacznie zniżać się. W miarę spadku prędkości samolotu zwiększaj kąty natarcia proporcjonalnie do prędkości pionowego zniżania tak, aby samolot

przyziemił na koła podwozia głównego bez przepadania z prędkością podaną w Instrukcji użytkownika samolotu.

## PRZYZIEMIENIE Z DUŻĄ PRĘDKOŚCIĄ, Z NISKO UNIESIONYM KOŁEM PRZEDNIM

Jest to lądowanie, przy którym przyziemienie samolotu następuje na zwiększonej prędkości na małych kątach natarcia.

Głównymi przyczynami powstania przyziemienia z dużą prędkością, z nisko uniesionym kołem przednim są:

- ✈️ nieprawidłowy podział uwagi. Kierowanie wzroku za daleko od samolotu powoduje niewłaściwą ocenę wysokości i niski koniec wyrównania, co w konsekwencji może doprowadzić do lądowania z nisko uniesionym przednim kołem lub przyziemienia na trzy punkty;
  - ✈️ zła ocena wysokości. Najczęstszą przyczyną tego błędu jest nie doszkolenie, polegające na nie utrwaleniu podczas treningów w kabinie i lotów szkolnych projekcji ziemi z poszczególnych wysokości lądowania;
  - ✈️ niskie wytrzymanie. Po wyrównaniu nisko nad ziemią pilot nie ma czasu na ustalenie przed przyziemieniem właściwego położenia samolotu względem drogi startowej. W zależności od doświadczenia pilota i wysokości wytrzymania samolot przyziemi się na trzy punkty lub nisko z uniesionym przednim kołem;
  - ✈️ chęć przyziemienia przy znakach lądowania. Pilot obserwując położenie znaków lądowania, świadomie dopuszcza do przyziemienia w ich granicach niezależnie od położenia samolotu względem drogi startowej. W skrajnych przypadkach, aby przyspieszyć przyziemienie pilot nieznacznie wychyla stery od siebie.
- Przyziemienie samolotu na trzy punkty lub z nisko uniesionym przednim kołem stwarza warunki do:
- ✈️ oderwania samolotu od drogi startowej na skutek odbicia od przedniego koła;
  - ✈️ oderwania samolotu od drogi startowej na skutek mimowolnego wychylenia drążka sterowego do siebie;

✈ oderwanie samolotu od drogi startowej na skutek przyziemienia z trawersem.

### TECHNIKA POPRAWIANIA PRZYZIEMIENIA NA TRZY PUNKTY – SAMOLOT NIE ODERWAŁ SIĘ OD DROGI STARTOWEJ

**Nie odrywaj wzroku od ziemi.** Następnie zatrzymaj stery w miejscu. Upewnij się, że samolot nie oderwie się i przenieś wzrok do przodu na horyzont. Kontynuuj dobieg.

### TECHNIKA POPRAWIANIA PRZYZIEMIENIA NA TRZY PUNKTY – SAMOLOT ODERWAŁ SIĘ OD DROGI STARTOWEJ

**Nie odrywaj wzroku od ziemi.** Następnie nieznacznym wychyleniem sterów od siebie powstrzymaj dalsze wznoszenie samolotu i oceń wysokość. Jeżeli samolot znajduje się na wysokości  $H = 0.5 \div 1$  m pozwól aby, samolot wytracił na tej wysokości prędkość. W miarę spadku prędkości samolotu zwiększaj kąty natarcia proporcjonalnie do prędkości pionowego zniżania tak, aby samolot przyziemił na koła podwozia głównego bez przepadania z prędkością, jak podano w Instrukcji użytkowania samolotu. Jeżeli samolot znajduje się na wysokości większej niż  $H = 1$  m, nieznacznym wychyleniem drążka sterowego od siebie zmniejsz wysokość do  $H = 1 \div 0,5$  m. W miarę spadku prędkości samolotu zwiększaj kąty natarcia proporcjonalnie do prędkości pionowego zniżania tak, aby samolot przyziemił na koła podwozia głównego bez przepadania z prędkością, jak podano w Instrukcji użytkowania samolotu.

### PRZYZIEMIENIE Z MAŁĄ PRĘDKOŚCIĄ, Z PRZEPADANIEM

Jest to lądowanie, podczas którego samolot przyziemia się z dużą prędkością pionowego zniżania na dużych kątach natarcia.

### Przyczyny powstania błędu:

✈ podejście do lądowania z małą prędkością. Proporcjonalnie do zmniejszania się prędkości maleje również siła nośna, w skrajnych przypadkach wartość jej nie wystarcza do zrównoważenia siły ciężkości samolotu. Pilot, aby przeciwdziałać szybkiemu zniżaniu samolotu energicznie wychyla stery do siebie powodując wzrost kątów natarcia i dalszy niekontrolowany spadek prędkości samolotu. Samolot szybko osiąga około krytyczne kąty natarcia i pilot nie ma możliwości dalszego efektywnego sterowania samolotem. Wyrównanie przy zmniejszonej prędkości kończy się twardym przyziemieniem bez etapu wytrzymania na krytycznych, względnie około krytycznych kątach natarcia. Nadmierne wytracanie prędkości stwarza tendencję do powstania przechyleń samolotu, które należy likwidować wychyleniami lotek. Tempo przepadania samolotu i siła uderzenia o ziemię zależy od prędkości i wysokości wyrównania oraz masy samolotu;

✈ późne poprawianie wysokiego wyrównania lub falowania. Samolot utrzymywany jest w locie poziomym na zwiększonych kątach natarcia, a po wytraceniu prędkości zaczyna szybko zniżać się w kierunku DS. Prędkość lotu jest za mała, aby wytworzyć niezbędną siłę nośną pozwalającą na płynne obniżenie wysokości lotu. Nieznaczne oddanie drążka sterowego od siebie powoduje zmniejszenie kątów natarcia i dalsze zwiększenie prędkości pionowego zniżania. Siła uderzenia zależy od wysokości, na jakiej samolot wytracił prędkość, prędkości i masy samolotu;

✈ podskok przy małej prędkości. Przyczyną tego błędu jest odbicie samolotu od ziemi po przyziemieniu z przepadaniem z dużą prędkością pionowego zniżania lub po przyziemieniu z trawersem. Samolot odrywa się od ziemi z małą prędkością na wysokość proporcjonalną do siły uderzenia o ziemię z tendencją do przechyleń;

✈ poprawienie obliczenia do lądowania z niedolotem poprzez zwiększanie kątów natarcia (chęć dolecenia do początku drogi startowej). Pilot po spóźnionej ocenie poprawności obliczenia do

lądowania, chcąc dolecieć do początku drogi startowej, zwiększa kąty natarcia, nie pozwalając na zniżanie się samolotu. W miarę zwiększania kątów natarcia samolot wytraca prędkość, jednocześnie maleje siła nośna, której wartość nie wystarcza do utrzymania samolotu w locie poziomym. Po osiągnięciu krytycznych kątów natarcia samolot gwałtownie przepada z dużą prędkością pionowego zniżania. Siła uderzenia o powierzchnię drogi startowej jest proporcjonalna do wysokości, na której samolot wytracił prędkość i masy samolotu.

### **TECHNIKA POPRAWIANIA PRZYZIEMIENIA Z PRZEPADANIEM Z MAŁĄ PRĘDKOŚCIĄ**

**Nie odrywaj wzroku od ziemi i jednocześnie zatrzymaj stery w miejscu.** W miarę spadku prędkości samolotu energicznie zwiększaj kąty natarcia proporcjonalnie do prędkości pionowego zniżania tak, aby zmniejszyć siłę uderzenia kołami o drogę startową. Ewentualne przechylenia likwiduj wychyleniami lotek, a przy braku ich skuteczności wychyleniami steru kierunku.

### **PODSKOK NA DUŻEJ PRĘDKOŚCI**

- ➔ przyziemienie na trzy punkty lub na przednie koło z prędkością większą od nakazanej. Po przyziemieniu na przednie koło następuje odbicie od drogi startowej, uniesienie przedniej części samolotu i tym samym wzrost kątów natarcia. W konsekwencji tego samolot odrywa się od drogi startowej;
- ➔ wychylenie drążka sterowego do siebie podczas przyziemienia. Pilot chcąc zmniejszyć prędkość przyziemienia, zwiększa kąty natarcia w chwili przyziemienia lub zaraz po przyziemieniu. Na skutek zwiększania siły nośnej samolot płynnie oddziela się od ziemi na wysokość proporcjonalną do wychylenia drążka sterowego do siebie i prędkości przyziemienia;
- ➔ przyziemienie samolotu z trawersem. Na skutek niezgodności podłużnej osi samolotu z kierunkiem lądowania następuje odbicie samolotu od

drogi startowej. Energia odbicia i wysokość oderwania zależy od prędkości przyziemienia i wielkości trawersu;

➔ podmuch wiatru. Po przyziemieniu samolotu ze zwiększoną prędkością, z małymi kątami natarcia, przy silnym podmuchu wiatru następuje wzrost siły nośnej i oderwanie się samolotu od drogi startowej. Podczas podmuchu czołowego wiatru następuje płynne oddzielenie się samolotu w locie horyzontalnym. Podmuch boczny powoduje oddzielenie się samolotu od drogi startowej z przechyleniem w stronę przeciwną do kierunku wiatru. Wysokość i tempo oddzielenia się od ziemi jest proporcjonalne do prędkości przyziemienia i siły podmuchu wiatru.

### **TECHNIKA POPRAWIANIA PODSKOKU PRZY DUŻEJ PRĘDKOŚCI**

**Nie odrywaj wzroku od ziemi, a następnie nieznacznym wychyleniem drążka sterowego od siebie powstrzymaj wznoszenie się samolotu.** Oceń wysokość. Do wysokości  $H = 1$  m utrzymuj stery w miejscu i pozwól, aby samolot wytracił prędkość. W miarę spadku prędkości samolotu zwiększaj kąty natarcia proporcjonalnie do prędkości pionowego zniżania tak, aby samolot przyziemił na koła podwozia głównego bez przepadania z prędkością, jak podano w Instrukcji użytkowania samolotu. Powyżej wysokości  $H = 1$  m nieznacznym wychyleniem sterów od siebie spowoduje obniżenie wysokości do  $H = 1 \div 0,5$  m. W miarę spadku prędkości samolotu zwiększaj kąty natarcia proporcjonalnie do prędkości pionowego zniżania tak, aby samolot przyziemił na koła podwozia głównego bez przepadania z prędkością, jak podano w Instrukcji użytkowania samolotu.

### **PODSKOK NA MAŁEJ PRĘDKOŚCI.**

Jest to błąd polegający na oderwaniu się samolotu od drogi startowej z małą prędkością lotu i z dużymi kątami natarcia.



Technika poprawiania podskoku przy małej prędkości.

### Przyczyny powstania błędu:

- ✈ przyziemienie samolotu z przepadaniem (duża prędkość pionowego zniżania). Przyziemienie z dużą prędkością pionowego zniżania powoduje oddzielenie się samolotu od drogi startowej w wyniku oddziaływania sił bezwładności i reakcji ziemi. Wysokość, na jaką oderwie się samolot zależy od siły uderzenia i prędkości samolotu;
- ✈ przyziemienie samolotu z trawersem. Na skutek niezgodności podłużnej osi samolotu kierunkiem lądowania następuje odbicie samolotu od drogi startowej. Energia odbicia i wysokość, na jaką oderwie się samolot zależy od prędkości przyziemienia i wielkości trawersu;
- ✈ energiczne wychylenie drążka sterowego do siebie w chwili przyziemienia lub w pierwszej fazie dobiegu. Pilot obserwując zniżanie z dużą prędkością pionową, aby nie dopuścić do gwałtownego uderzenia o drogę startową, energicznie wychyla stery do siebie. Jeżeli ruch steru jest spóźniony tzn. wykonany w trakcie przyziemienia to potęguje on siłę odbicia samolotu. Samolot odrywa się od drogi startowej na wysokość proporcjonalną do siły uderzenia i prędkości przyziemienia oraz narastających kątów natarcia. W pierwszej fazie dobiegu oderwanie się samolotu od drogi startowej może nastąpić przy nieumiejętnym poprawianiu projekcji przedniej części samolotu względem naturalnego horyzontu, przy energicznym wychyleniu drążka sterowego do siebie. **Błąd ten wynika z nieprawidłowego podziału uwagi** i polega na zwiększaniu

kątów natarcia, co powoduje oderwanie się samolotu od drogi startowej.

**Nie odrywaj wzroku od ziemi i jednocześnie zatrzymaj stery w miejscu.** Z chwilą, kiedy zauważysz zmniejszenie się wysokości energicznym ruchem sterów do siebie zwiększaj kąty natarcia z takim wyliczeniem, aby samolot osiągnął dwupunktowe położenie, a uderzenie o drogę startową było jak najmniejsze. Ewentualne przechylenia likwiduj wychyleniami lotek, a przy braku ich skuteczności wychyleniami steru kierunku.

### DODATKOWE WSKAZÓWKI

Przy poprawianiu błędów powstałych przy **małej prędkości zabrania się wychylania sterów od siebie.** Nieznaczne wychylenie sterów od siebie powoduje zmniejszenie kątów natarcia, gwałtowny spadek siły nośnej i gwałtowne zniżanie samolotu, któremu nie zapobiegnie nawet maksymalne zwiększenie kątów natarcia. Wychylenie sterów od siebie w chwili, kiedy samolot zaczyna przepadać powoduje, że prędkość pionowego zniżania i siła uderzenia samolotu o drogę startową zostaje zwiększona. Z kolei odbicie i niekontrolowane wychylenie sterów na siebie spowoduje wzrost siły odbicia przez zwiększenie kątów natarcia.

**Departament Personelu Lotniczego**

# Zmęczenie załóg kokpitowych: ryzyko i konsekwencje z tym związane

## ZMĘCZENIE. CZYM JEST I DLACZEGO SIĘ POJAWIA?

Ze stanami zmęczenia niemal codziennie spotyka się każdy z nas w mniejszym lub większym stopniu. Aby właściwie zrozumieć to zjawisko, powinniśmy zadać sobie pytanie: „Czym właściwie jest zmęczenie?”. Zmęczeniem nazywamy chwilowe zmniejszenie naszych zdolności do podejmowania pracy lub wysiłku spowodowane brakiem rezerw energetycznych. Jest to reakcja fizjologiczna organizmu, chroniąca nas przed dalszym podejmowaniem zbyt intensywnej pracy. Zmęczenie to proces, który na pozór niezauważalnie zaniża nasze możliwości. W rzeczywistości jednak drastycznie wpływa na bezpieczeństwo<sup>1</sup>.

Ogólnymi objawami zmęczenia mogą być m.in.: zawodna pamięć, zmniejszona uwaga, pogorszony nastrój czy degradacja zdolności motorycznych<sup>2</sup>. Wszystko to przekłada się na reakcje organizmu takie jak ziewanie, częste mruganie oczami, dreszcze lub opadająca głowa. Każdy z tych objawów lub co gorsza, nawarstwienie się kilku z nich może doprowadzić do wypadku. W tym momencie możemy się zastanowić, w jaki sposób należy zapobiegać zmęczeniu i jego skutkom. Najprostszymi rozwiązaniami wydają się oczywiście sen i odpowiednia regeneracja pomiędzy godzinami pracy.

## MIKROSEN – CZY JEST GROŹNY?

Zjawisko mikrosnu jest powszechnie znane w wielu dziedzinach transportu. W każdej z nich jest równie niebezpieczne. Odwrócenie uwagi

i zapadnięcie w pozornie krótki sen mogą być fatalne w skutkach. Mikrosen, to bardzo krótki i płytki sen, który może trwać od 1 sekundy do kilku minut. Charakterystyczne dla mikrosnu jest to, że ciało w teorii nie śpi, ale w praktyce jednak mózg człowieka nie pracuje wówczas odpowiednio, co oznacza, że dana osoba nie jest w pełni świadoma.

Lotniczym przykładem niebezpieczeństwa, jakie niesie za sobą zmęczenie w kokpicie jest wypadek samolotu linii lotniczej Air India Express lotu IX812 do Mangaluru (Indie) w 2010 roku. Boeing 737-800 lecący z Dubaju do wspomnianego Mangaluru rozbił się nieopodal lotniska po nieudanym lądowaniu. Jednym z czynników wypadku było zmęczenie kapitana i jego sen. Nagle wybudzony ze snu chwilę przed lądowaniem, zdezorientowany kapitan (dezorientacja po wybudzeniu nazywana jest inercją snu<sup>3</sup>) próbował wylądować na indyjskim lotnisku. Pierwszy oficer odradzał wykonanie tego manewru ale nie zainicjował go. Kapitan sprowadził samolot zbyt nisko przed lądowaniem, zahaczając podwoziem Boeinga o ogrodzenie lotniska, przeleciał nad pasem i z impetem przyziemił. Załoga nie zapanowała nad samolotem, wyjechała z pasa, zahaczyła o antenę ILS, a następnie samolot zsunął się ze zbocza. Zginęło 158 osób ze 166 na pokładzie<sup>4</sup>.

## STATYSTYKI NA TLE EUROPEJSKIM

W 2023 roku firma konsultingowa Baines Simmons przeprowadziła badanie *A fatigue survey of European Pilots* na próbie 6893 europejskich pilotów, badając zjawisko nadmiernego zmęczenia załóg w liniach lotniczych. Z niespełna 7 tysięcy

<sup>1</sup> T. Smolicz, P. Makarowski, R. Makarowski, Czynniki ludzkie w lotnictwie, Podręcznik Pilot. AKAM Gdańsk 2020, s. 116.

<sup>2</sup> Ibid., s. 120.

<sup>3</sup> Pracownia Psychologiczna Kraków, Inercja senna, <https://psycholog.kr>, [dostęp: 16.02.2024].

<sup>4</sup> Aviation Safety Network, Accident investigation report completed, Air India Express, Saturday 22 May 2010, <https://aviation-safety.net/database> [dostęp: 16.02.2024].

zbadanych pilotów, aż 75,9% ankietowanych zadeklarowało, że w ciągu ostatnich 4 tygodni zdarzyło im się doświadczyć niekontrolowanego snu spowodowanego nadmiernym zmęczeniem. Zmęczenie jest najczęściej spowodowane niedostatecznym wypoczynkiem załogi pomiędzy lotami. Aż 91,3% badanych stwierdziło, że zdarzyło im się nie mieć wystarczająco dużo czasu na pełną regenerację, z czego 72,9% badanych pilotów stwierdziło, że minimalny czas odpoczynku nie jest wystarczająco długi, aby w pełni zregenerować organizm. Ponadto z badania wynikało również, że 1 na 5 kapitanów w ciągu ostatnich 4 tygodni od przeprowadzenia badania, dwa razy lub więcej skorzystał z możliwości przedłużenia pełnienia obowiązków załogi dodatkowymi godzinami kapitańskimi (Commander's Discretion)<sup>5</sup>. Takie przedłużenie czasu pracy w konsekwencji wiąże się ze wzrostem ryzyka związanego ze zmęczeniem.

## JAK SYTUACJA WYGLĄDA W POLSCE?

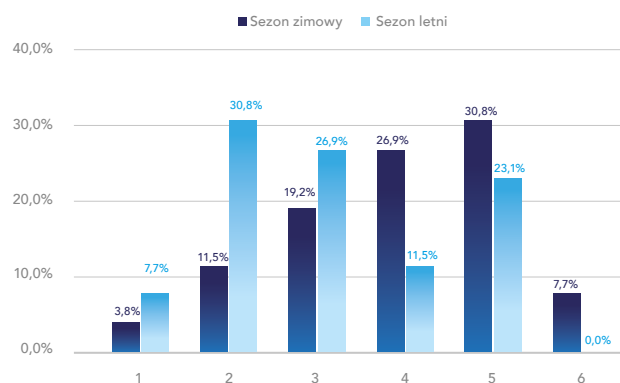
Przeprowadziłem badanie wśród załóg latających w Polsce. W temacie nadmiernego zmęczenia wypowiedziało się łącznie 78 pilotów latających dla polskich przewoźników regularnych i czarterowych (w przytoczonej ankiecie Baines Simmons, załogi latające z polskich baz stanowiły 0,36% respondentów – 25 osób).

W przeprowadzonej ankiecie, aż 88,5% ankietowanych odpowiedziało, że kiedykolwiek zdarzyło im się doznać niekontrolowanej mikrodrzemki. W pierwszej chwili odpowiedź ta wydaje się budzić niepokój i nasuwa pytanie – czy załogi są aż tak bardzo zmęczone i z czego to wynika?

Ankieta została podzielona na dwie części, każda z nich zawierała takie same pytania i odnosiła się do dwóch przedziałów czasowych. Załogi miały odpowiedzieć na pytania odnoszące

się do ostatnich 4 tygodni w sezonie zimowym, a następnie udzielić odpowiedzi dotyczących 4 tygodni sezonu letniego. Podział ten wynikał z chęci uzyskania bardziej miarodajnych danych związanych ze zmęczeniem. Sezon letni w lotnictwie jest zazwyczaj bardziej intensywny, co często przyczynia się do zmniejszenia czasu na regenerację i odpoczynek.

W przedstawionym poniżej wykresie możemy zobaczyć porównanie odpowiedzi na pytanie *Oceń, w skali 1-6 jak bardzo stabilny był Twój grafik w ostatnich 4 tygodniach sezonu zimowego/w ciągu wybranych 4 tygodniach sezonu letniego*.



Wykres 1: indywidualna ocena stabilności grafiku w sezonie zimowym i letnim w skali 1-6 (1 - grafik bardzo niestabilny, 6 - grafik bardzo stabilny)

Jednym z czynników wpływających na stabilny grafik jest liczba lotów możliwych w danym sezonie. W lotnictwie z reguły sezon zimowy pozwala załogom doznać względnego spokoju, co również potwierdzają odpowiedzi ankietowanych. Na przestrzeni zimy, 7,7% pilotów oceniło grafik na bardzo stabilny, 30,8% w sześciostopniowej skali oceniło grafik na 5, niższe oceny wskazało kolejno 19,2% oraz 11,5% badanych. Jedynie 3,8% załóg uznało swój grafik za całkowicie niestabilny (ocena 1). Czy w sezonie letnim załogi także mogły liczyć na stabilizację w pracy? Niekoniecznie. Nikt z respondentów nie uznał swojego

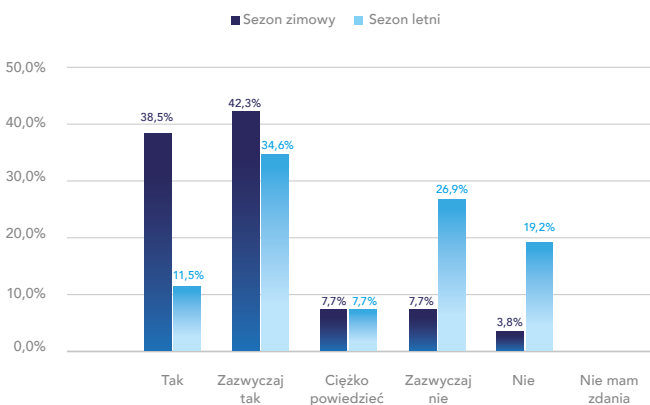
<sup>5</sup> Baines Simmons Limited, A fatigue survey of European Pilots, <https://www.eurocockpit.be> [dostęp: 16.02.2024].



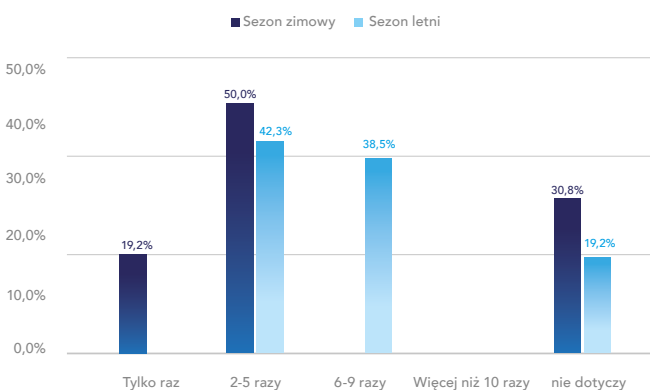
grafiku za bardzo stabilny, 23,1% oznaczyło swój grafik oceną 5 na 6, 11,5% oceną 4, 26,9% pilotów uznało grafik za średnio stabilny, a aż 30,8% ankietowanych oceniło grafik na 2. Na całkowity brak stabilności odpowiedziało 7,7% pilotów.

## WYPOCZYNEK A ZMĘCZENIE W SEZONIE ZIMOWYM

Brak regularności snu i odpoczynku, często zmieniające się godziny pracy oraz obciążająca i wymagająca skupienia praca przyczynia się do pogłębienia zmęczenia załóg. Ważnym aspektem niwelującym zmęczenie jest możliwość regeneracji sił. Załogi często na odpoczynek mają do dyspozycji tylko minimalny czas, który warunkowany jest przez regulacje prawne. Na poniższym wykresie przedstawiono długość wypoczynku załóg i konsekwencje z tym związane, czyli liczbę niekontrolowanych napadów



Wykres 2: % odpowiedzi na pytanie Czy uważasz, że w ostatnich 4 tygodniach sezonu zimowego/wybranych 4 tygodniach sezonu letniego miałeś wystarczająco czasu na odpoczynek? z podziałem na sezony.



Wykres 3: % odpowiedzi na pytanie Ile razy w ciągu ostatnich 4 tygodniach sezonu zimowego/wybranych 4 tygodniach sezonu letniego doświadczyłeś mikrosnu lub innego zjawiska nadmiernego zmęczenia? z podziałem na sezony.

zmęczenia. Powyższe wykresy ponownie wskazują, jak duże różnice pojawiają się pomiędzy sezonami. W zimie wystarczająco i zazwyczaj wystarczająco czasu na wypoczynek miało kolejno 38,5% i 42,3% załóg, z kolei w sezonie letnim już tylko 11,5% oraz 34,6%. „Ciężko powiedzieć” w przypadku obu sezonów odpowiedziało 7,7% respondentów. „Zazwyczaj niewystarczający czas” i „niewystarczający czas” na regenerację w sezonie zimowym dotyczył kolejno 7,7% i 3,8% ankietowanych załóg. W sezonie letnim było to już 26,9% oraz 19,2% pilotów. Nie było osób, które nie miałyby zdania.

Długość wypoczynku pomiędzy lotami miała realny wpływ na sytuację w kokpicie. Kolejny wykres obrazuje odpowiedzi na pytanie o ilość sytuacji wskazujących na nadmierne zmęczenie załogi w przeciągu 4 tygodni. Ponownie sezon zimowy był tu spokojniejszy. 19,2% doznało zjawiska mikrodrzemek tylko raz, natomiast 50% doznało tego od 2 do 5 razy. Sytuacja nie dotyczyła 30,8% respondentów. W sezonie letnim z kolei sytuacja przesuwa się. Nikt nie odpowiedział, że nadmierne zmęczenie przytrafiło mu się tylko raz. 42,3% ankietowanych zaznaczyło, że zjawisko mikrodrzemek zdarzyło im się od 2 do 5 razy w ciągu 4 tygodni, a aż 38,5%, że taka sytuacja miała miejsce od 6 do 9 razy! 19,2% respondentów sytuacja nie dotyczyła. Jednak w żadnym sezonie nie było załogi, która zjawiska doznałaby ponad 10 razy.

## JAK POPRAWIĆ BEZPIECZEŃSTWO W POWIETRZU?

Nadmierne zmęczenie załóg może być fatalne w skutkach. Jak można poprawić bezpieczeństwo i zniwelować poziom zmęczenia w kokpicie? Nie ma na to jednoznacznej i krótkiej odpowiedzi, natomiast można się zastanowić, jakie są czynniki wpływające na zmęczenie? Przeprowadzone badanie pozostawiło również miejsce na parę słów od ankietowanych załóg.

Bardzo wielu pilotów zwraca uwagę przede wszystkim na brak powtarzalności godzin w blokowym planowaniu dni. „Płynne przejścia” – tak załogi potrafią określać dni, w których jednego dnia muszą rozpocząć dyżury wczesnym porankiem, po czym kolejnego dnia czeka ich cała noc lotów. Przy tym pojawia się kolejny problem, na który załogi zwracają uwagę, są to zbyt krótkie odstępy na odpoczynek pomiędzy kilkudniowymi operacjami nocnymi. Nie od dziś wiadomo, że człowiek przyzwyczajony jest jednak do funkcjonowania w dzień, a praca

nocna jest zdecydowanie bardziej obciążająca dla organizmu.

Jeszcze długo nadmierne zmęczenie załóg będzie zjawiskiem powszechnym, dopóki linie lotnicze wystarczająco nie zwrócą uwagi na narastający problem.

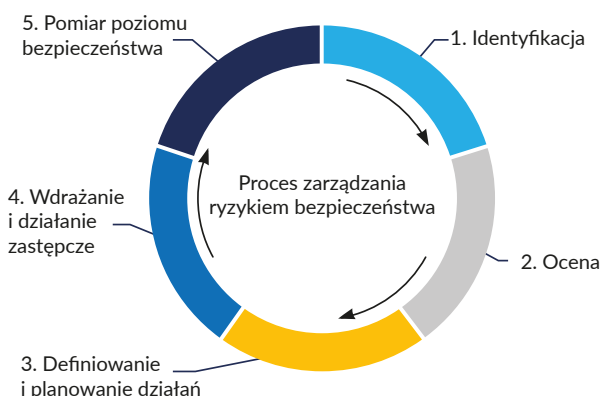
**Bartosz Głasek**  
**Koło Naukowe Bezpieczeństwo i Zarządzanie**  
**Lotnictwem/Politechnika Poznańska**

## Zakłócenia GNSS – zagrożenie bezpieczeństwa operacji lotniczych

Jednym z elementów procesu zarządzania ryzykiem SMR [Safety Risk Management] Europejskiego Planu Bezpieczeństwa Lotniczego – EPAS [European Plan for Aviation Safety] realizowanego przez Agencję Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego – EASA [European Union Aviation Safety Agency] jest identyfikacja i ocena obszarów ryzyka bezpieczeństwa lotniczego w Europie. Na poziomie krajowym, Polska aktualizuje i wdraża Krajowy Plan Bezpieczeństwa (KPB)

– SPAS [State Plan for Aviation Safety] – uwzględniając systemowe, europejskie i krajowe obszary zagrożeń.

Część trzecia EPAS, a dokładnie wydanie 2024 Portfolio Ryzyka Bezpieczeństwa – uwzględnia dwa połączone ze sobą obszary ryzyka tj. manipulacja sygnałem GNSS prowadząca do pogorszenia nawigacji lub nadzoru (SI-5501A) oraz nadmierne poleganie na nawigacji satelitarnej (SI-0034)<sup>2</sup>. W najnowszej, ósmej edycji Krajowego Planu Bezpieczeństwa 2024-2026, stanowiącej załącznik do Krajowego Programu Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym został uwzględniony nowy obszar zagrożeń: zakłócenia sygnału GPS/GNSS.



Źródło: opracowanie własne ULC na podstawie Portfolio Ryzyka Bezpieczeństwa, Edycja 2024, EASA<sup>1</sup>

### CZYM JEST GPS/GNSS? DO CZEGO JEST WYKORZYSTYWANY?

Globalne systemy nawigacji satelitarnej – GNSS [Global Navigation Satellite System] składają się z trzech segmentów: kosmicznego, kontrolnego, użytkowników. Wykorzystują satelity krążące

<sup>1</sup> European Plan for Aviation Safety (EPAS) Volume III Safety Risk Portfolios 2024 Edition, EASA, s. 9.

<sup>2</sup> tamże, s. 21.

wokół Ziemi do wyznaczenia pozycji – a dzięki zastosowaniu techniki pozycjonowania RTK (Real Time Kinematics – kinematyki czasu rzeczywistego<sup>3</sup>) – jest to możliwe przy zachowaniu precyzji co do centymetra<sup>4</sup>. Do globalnego systemu zalicza się amerykański GPS, europejski Galileo, rosyjski GLONASS, chiński BeiDou, japoński QZSS.

W lotnictwie cywilnym systemy GNSS są wykorzystywane we wszystkich fazach lotu, na przykład: podczas procedury odlotu, do lotu – dając większą elastyczność przy wyborze trasy oraz umożliwiając podejścia APV I, APV II wykorzystujące prowadzenie pionowe za pomocą GNSS i systemów wspomagających; podczas przelotu po trasie – dając dostęp do nawigacji obszarowej RNAV, nawigacji nad oceanami – czy też – jako wsparcie operacji ruchu naziemnego przydatne w szczególności w okresie ograniczonej widzialności, umożliwiając monitoring ruchu na płycie lotniska. Wspomniane systemy wspomagające to: satelitarne systemy wspomagające - SBAS [Satellite Based Augmentation System] budowane wg. tego samego standardu (SARP RD-1) tj. m.in. amerykański WAAS, europejski EGNOS, japoński MSAS; naziemne systemy wspomagające – GBAS [Ground Based Augmentation System], pokładowe systemy wspomagające – ABAS [Air-craft Based Augmentation System]<sup>5</sup>.

Do osiągnięcia jakich celów militarnych może być wykorzystywany GPS? GPS-NAVSTAR jest używany przez państwa członkowskie NATO m.in. do nawigacji w operacjach taktycznych; lokalizacji wojsk własnych i nieprzyjaciela oraz celu ataku; naprowadzania na cel środków rażenia,

operowania bezałogowymi statkami powietrznymi, dokładnej synchronizacji i kalibracji zegarów; akcji poszukiwawczych i ratowniczych SAR (Search and Rescue)<sup>6</sup>. Służby Ruchu Lotniczego SZ RP wykorzystują GNSS w nawigacji lotniczej do projektowania procedur w oparciu o cyfrowy model terenu – DTM (Digital Terrain Model), który pozwala określić minima do lądowania na podstawie rzeźby terenu, jeśli brakuje zidentyfikowanych przeszkód lotniczych<sup>7</sup>.

Zbrojna agresja Federacji Rosyjskiej na Ukrainę rozpoczęła się 24 lutego 2022 roku. Mniej niż miesiąc później – tj. 17 marca – EASA wydała biuletyn tj. EASA SIB 2022-02R1 [Safety Information Bulletin] dotyczący zmian w globalnym systemie nawigacji satelitarnej GNSS [Global Navigation Satellite System] prowadzących do degradacji systemu nawigacji lub nadzoru<sup>8</sup>. Od tego czasu Agencja dokonała dwukrotnej rewizji SIB-a (17 lutego 2023 oraz 06 listopada 2023<sup>9</sup>), wskazując: obszary zagrożenia, przykładowe skutki degradacji sygnału GNSS, zainteresowane obszary działalności lotniczej, rekomendacje dla podmiotów: zarządzającego ruchem lotniczym, operatorów lotniczych, producentów statków powietrznych i wyposażenia oraz władzy lotniczej – z uwzględnieniem znaczenia systemu zgłaszania i analizy zdarzeń lotniczych zgodnie z Rozporządzeniem UE nr 376/2014 z dnia 03 kwietnia 2014 roku<sup>10</sup>.

Na podstawie danych lotniczych gromadzonych przez Agencję, ryzyka podzielono wg obszarów zainteresowania w procesie zarządzania ryzykiem. Manipulację sygnałem GNSS zakwalifikowano do „obszaru systemowego”.

<sup>3</sup> Zob. <https://globalgpssystem.com/gnss/rtk-gps-understanding-real-time-kinematic-gps-technology/> [26.04.2024].

<sup>4</sup> Przykład wykorzystania: w geodezji - do wykonywania pomiarów lub uzyskania współrzędnych geograficznych przeszkód lotniczych, w kartografii - do tworzenia map lotniczych.

<sup>5</sup> Zob. Ciećko A., Grunwald G., Krasuski K., Możliwości zastosowania współczesnych systemów satelitarnych GNSS w nawigacji lotniczej [w:] Wybrane aspekty zabezpieczenia nawigacji lotniczej Część 2, red. Ćwiklak J., Lotnicza Akademia Wojskowa, Dęblin 2020, s.92.

<sup>6</sup> Kalwat M., Gawel S., Wpływ parametrów systemów nawigacyjnych na osiągnięcie przewagi na współczesnym polu walki [w:] Wybrane aspekty zabezpieczenia nawigacji lotniczej Część 2, red. Ćwiklak J., Lotnicza Akademia Wojskowa, Dęblin 2020, s. 35.

<sup>7</sup> Wasser C., Doświadczenia związane z wykorzystaniem systemów satelitarnych w ruchu lotniczym oraz procedury operacji lotniczych opartych na systemie GNSS w lotnictwie wojskowym [w:] Wybrane aspekty zabezpieczenia nawigacji lotniczej Część 2, red. Ćwiklak J., Lotnicza Akademia Wojskowa, Dęblin 2020, s. 53.

<sup>8</sup> Global Navigation Satellite System Outage and Alterations Leading to Navigation / Surveillance Degradation.

<sup>9</sup> Zob. EASA SIB nr: 2022-02R2; <https://ad.easa.europa.eu/ad/2022-02R2>.

<sup>10</sup> Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 376/2014 z dnia 3 kwietnia 2014 r.

Ze względu na wykorzystanie wojskowych systemów walki elektronicznej, sygnały GNSS mogą być zakłócane lub zmieniane w krajach sąsiadujących ze strefami konfliktu – tym samym – mając wpływ na eksploatację statków powietrznych w każdej fazie lotu. „Zakłócenia sygnału GNSS mogą być tymczasowe, a piloci powinni nie tylko zdawać sobie sprawę z ryzyka, ale także upewnić się, że procedury postępowania w przypadku utraty sygnału GNSS są uwzględnione w planowaniu lotu”<sup>11</sup>.

W obszarze „komercyjny transport lotniczy – samoloty – CAT A” umiejscowiono nadmierne poleganie na nawigacji satelitarnej. W przypadku awarii GNSS wpływ na bezpieczeństwo lotu mają: przygotowanie do lotu, Standardowa Procedura Operacyjna – SOP [Standard Operating Procedure], szkolenia, opublikowane procedury nawigacyjne. Kluczową procedurą jest powrót do innych środków nawigacji w krytycznych fazach lotu w przypadku nieprawidłowego działania urządzenia GNSS<sup>12</sup>.

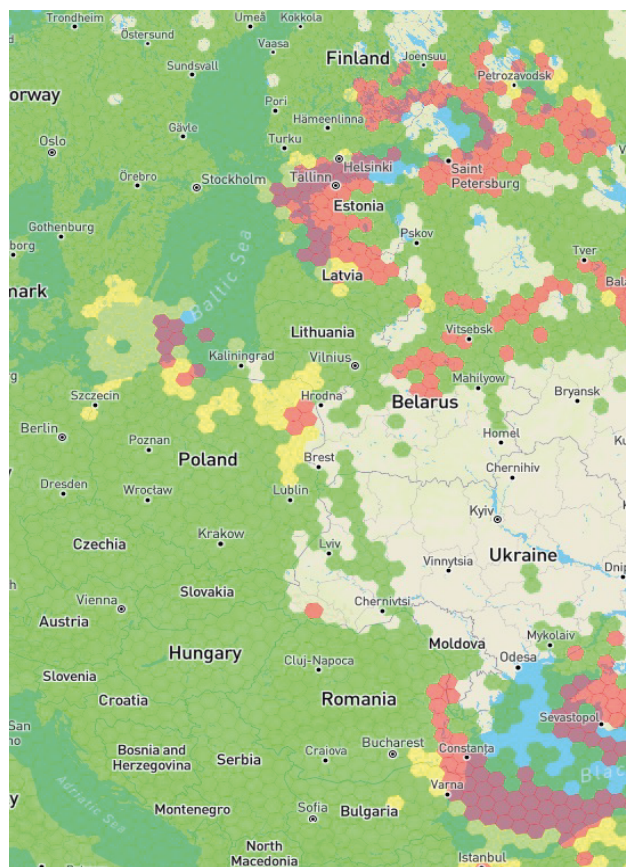
## JAKIE ZAGROŻENIA DLA LOTNICTWA CYWILNEGO NIESIE ZAKŁÓCENIE SYGNAŁU GNSS?

Jamming to celowe zagłuszanie sygnału GNSS – tzw. RFI [radio frequency interference] - tak, że odbiornik GNSS staje się nieskuteczny / uszkodzony dla użytkowników w obszarze objętym zakłóceniami.

Spoofing to „oszukiwanie” odbiorników fałszywym sygnałem, w wyniku czego podawana jest nieprawidłowa pozycja statku powietrznego w czasie (zob. PNT [Positioning, Navigation and Timing])<sup>13</sup>. Przykładowym atakiem jest „carry-off”,

gdzie początkowa pozycja 3D statku powietrznego pokrywa się z rzeczywistością<sup>14</sup>.

Nieprawidłowe informacje o pozycji mogą prowadzić do m.in.: naruszenia przestrzeni powietrznej, niebezpiecznego zbliżenia/kolizji w powietrzu – MAC [Mid-Air Collision<sup>15</sup>], zaistnienia fałszywych ostrzeżeń TAWS [Terrain Awareness and Warning System] mogących skutkować ryzykiem kontrolowanego lotu ku ziemi CFIT [Controlled Flight Into Terrain<sup>16</sup>]<sup>17</sup>.



Rejony zakłóceń GPS

Źródło: <https://gpsjam.org>

W biuletynie EASA znajduje się szczegółowa lista zagrożeń<sup>18</sup>. Nie ma bądź może nie być ostrzeżeń dla załogi o zakłóceniach – oraz – zakłócenia mogą wystąpić w różnych fazach lotu.

<sup>11</sup> European Plan for Aviation Safety (EPAS) Volume III Safety Risk Portfolios 2024 Edition, EASA, s. 21.

<sup>12</sup> tamże, s. 39.

<sup>13</sup> EASA SIB nr: 2022-02R2, s.1.

<sup>14</sup> Zob. <https://dlapilota.pl/wiadomosci/swiat/gps-jamming-i-spoofing-w-lotnictwie-cywilnym-part-1-czym-sa-i-dlaczego-dopiero> [29.04.2024].

<sup>15</sup> Zob. Podręcznik klasyfikacji kategorii zdarzeń lotniczych (tzw. „Occurrence Category”) wg systematyki ICAO ADREP oraz ECCAIRS 5 dla organizacji lotniczych, zgodny z wymogami Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 376/2014; 21.07.2017 r., s.16.

<sup>16</sup> tamże, s. 8.

<sup>17</sup> European Plan for Aviation Safety (EPAS) Volume III Safety Risk Portfolios 2024 Edition, EASA, s. 39.

<sup>18</sup> Zob. EASA SIB nr: 2022-02R2, s. 2.

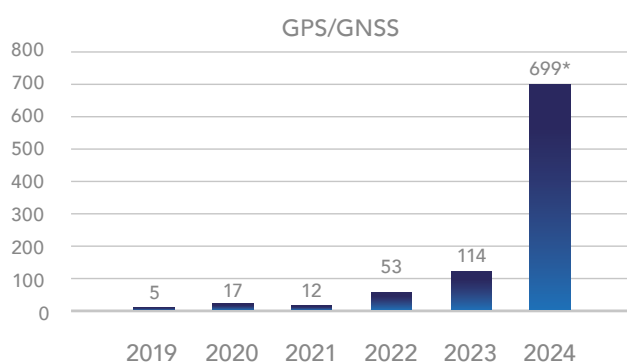
Nie mniej w SIB-ie znajduje się wykaz głównych obszarów dotkniętych zjawiskiem zakłóceń – z wyszczególnieniem na rejony informacji powietrznej, tj. FIR-y [Flight Information Region] z obszarów mórz: Czarnego, Śródziemnomorskiego, Bałtyckiego – oraz obszaru Arktycznego. Dla rejonu Morza Bałtyckiego są to FIR-y sąsiadujące z obwodem królewieckim<sup>19</sup>, (a dokładnie z FIR UMKK) tj. zachodnia część FIR Wilno EYVL, północno-wschodnia część FIR Warszawa EPWW, południowo-zachodnia część FIR Ryga EVRR. Można samodzielnie sprawdzać rejony zakłóceń korzystając ze stron: [gpsjam.org](https://gpsjam.org) czy [flightradar24.com/data/gps-jamming](https://flightradar24.com/data/gps-jamming)<sup>20</sup>.

Wśród zaleceń dla podmiotów, w biuletynie znajdują się rekomendacje dla operatorów lotniczych, którzy powinni m.in.: zapewnić, aby załogi lotnicze i odpowiedni personel odpowiedzialny za operacje lotnicze był świadom zagrożenia; opracowywać scenariusze operacyjne, które należy wdrażać w odpowiednim czasie w zależności od rozpoznania rodzaju zagrożenia (zagłuszania bądź fałszowania); zadbać o spełnianie minimów operacyjnych (w kontekście niedziałającego systemu radionawigacji i MEL [Minimum Equipment List]) przed rozpoczęciem użytkowania statku powietrznego w dotkniętych zagrożeniem obszarach a w związku z tym – zapewnić dostępność alternatywnych, konwencjonalnych procedur przylotu i podejścia. Nie należy uwzględniać procedurami podejścia lotniska znajdującego się w zagrożonym obszarze, jeśli jest wyposażone wyłącznie w GNSS. Zalecenia dla załóg statków powietrznych, uwzględniają czynności przed wylotem i podczas zakłócania sygnału i zostały podzielone wg rodzaju zagrożenia. M.in. załogi powinny sprawdzić, czy dla zamierzonej trasy i podejścia są dostępne kluczowe pomoce nawigacyjne, zachować gotowość do powrotu do procedury przylotu

innej niż z pomocą GNSS, prowadzić monitoring czasu w oparciu o źródła z dostępem i bez dostępu do GNSS, informować służby ruchu lotniczego o zakłóceniach, wysłać meldunek AIREP [Aircraft Report].

Ważnym elementem jest również – w procesie zarządzania ryzykiem – zgłaszanie zdarzeń. Pozwala to określić skalę zagrożenia i działać zaradczo w dłuższej perspektywie, np. w procesie projektowania systemów GNSS czy wytycznych dla producentów statków powietrznych.

Urząd Lotnictwa Cywilnego zachęca do korzystania z ECCAIRS w celu raportowania zakłóceń sygnału GPS. Można dokonać jednego scalonego zgłoszenia z podaniem w opisie grupy statków powietrznych (znaki rozpoznawcze, producent/model), których zakłócenie dotyczyło w danej lokalizacji/obszarze geograficznym – bądź pojedynczego zgłoszenia związanego z danym statkiem powietrznym, jeśli doszło do niekorzystnych następstw. Zgłaszając jamming – należy w kategorii zdarzenia wybrać opcję: other a zgłaszając spoofing – opcję: sec<sup>21</sup>. Więcej informacji dostępnych jest na stronie ULC w zakładce „Zgłaszanie zdarzeń lotniczych” oraz w aktualnościach „Raportowanie zakłóceń sygnału GPS w ramach systemu zgłaszania zdarzeń lotniczych w ECCAIRS.”



Źródło: opracowanie własne ULC na podstawie danych ECCAIRS  
\*zakłócenia sygnału GPS- dane za okres styczeń - kwiecień 2024

**Marzena Pilecka**  
**Departament Zarządzania Bezpieczeństwem**  
**w Lotnictwie Cywilnym**

<sup>19</sup> Zob. <https://www.gov.pl/web/ksng/125-posiedzenie-komisji-standaryzacji-nazw-geograficznych-pozza-granicami-rp> [29.04.2024].

<sup>20</sup> <https://gpsjam.org/?lat=53.03451&lon=22.62373&z=4.0&date=2024-04-28> [29.04.2024].

<sup>21</sup> Zob. <https://www.ulc.gov.pl/pl/aktualnosci/6415-raportowanie-zaklocen-sygnału-gps-w-ramach-systemu-zgłaszania-zdarzeń-lotniczych-w-eccairs> [30.04.2024].

## Bibliografia:

1. EASA SIB nr: 2022-02R2: Global Navigation Satellite System Outage and Alterations Leading to Navigation / Surveillance Degradation; <https://ad.easa.europa.eu/ad/2022-02R2>
2. European Plan for Aviation Safety (EPAS) Volume III Safety Risk Portfolios 2024 Edition, EASA;
3. Podręcznik klasyfikacji kategorii zdarzeń lotniczych (tzw. „Occurrence Category”) wg systematyki ICAO ADREP oraz ECCAIRS 5 dla organizacji lotniczych, zgodny z wymogami Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 376/2014; [https://ulc.gov.pl/\\_download/bezpieczenstow\\_lotow/podrecznik\\_occurrence\\_category.pdf](https://ulc.gov.pl/_download/bezpieczenstow_lotow/podrecznik_occurrence_category.pdf)
4. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 376/2014 z dnia 3 kwietnia 2014 r. w sprawie zgłaszania i analizy zdarzeń w lotnictwie cywilnym oraz podejmowanych w związku z nimi działań następczych;
5. Wybrane aspekty zabezpieczenia nawigacji lotniczej Część 2, red. Ćwiklak J., Lotnicza Akademia Wojskowa, Dęblin 2020;
1. <https://globalgpsystems.com/gnss/rtk-gps-understanding-real-time-kinematic-gps-technology/2>.
2. <https://dlapilota.pl/wiadomosci/swiat/gps-jamming-i-spoofing-w-lotnictwie-cywilnym-part-1-czym-sa-i-dlaczego-dopiero>
3. <https://www.flightradar24.com/data/gps-jamming>
4. <https://gpsjamorg/?lat=53.03451&lon=22.62373&z=4.0&date=2024-04-28>
5. <https://www.gov.pl/web/ksng/125-posiedzenie-komisji-standaryzacji-nazw-geograficznych-pozza-granicami-rp>
6. <https://www.ulc.gov.pl/pl/aktualnosci/6415-raportowanie-zaklocen-sygnalu-gps-w-ramach-systemu-zglaszania-zdarzen-lotniczych-w-eccairs>



**Departament Zarządzania Bezpieczeństwem  
w Lotnictwie Cywilnym  
Urząd Lotnictwa Cywilnego**

ul. Marcina Flisa 2  
02-247 Warszawa

tel: + 22 520 75 22  
lbb@ulc.gov.pl  
lub lbb-2@ulc.gov.pl



Urząd Lotnictwa Cywilnego