

ZAKŁÓCENIA SYSTEMU GNSS

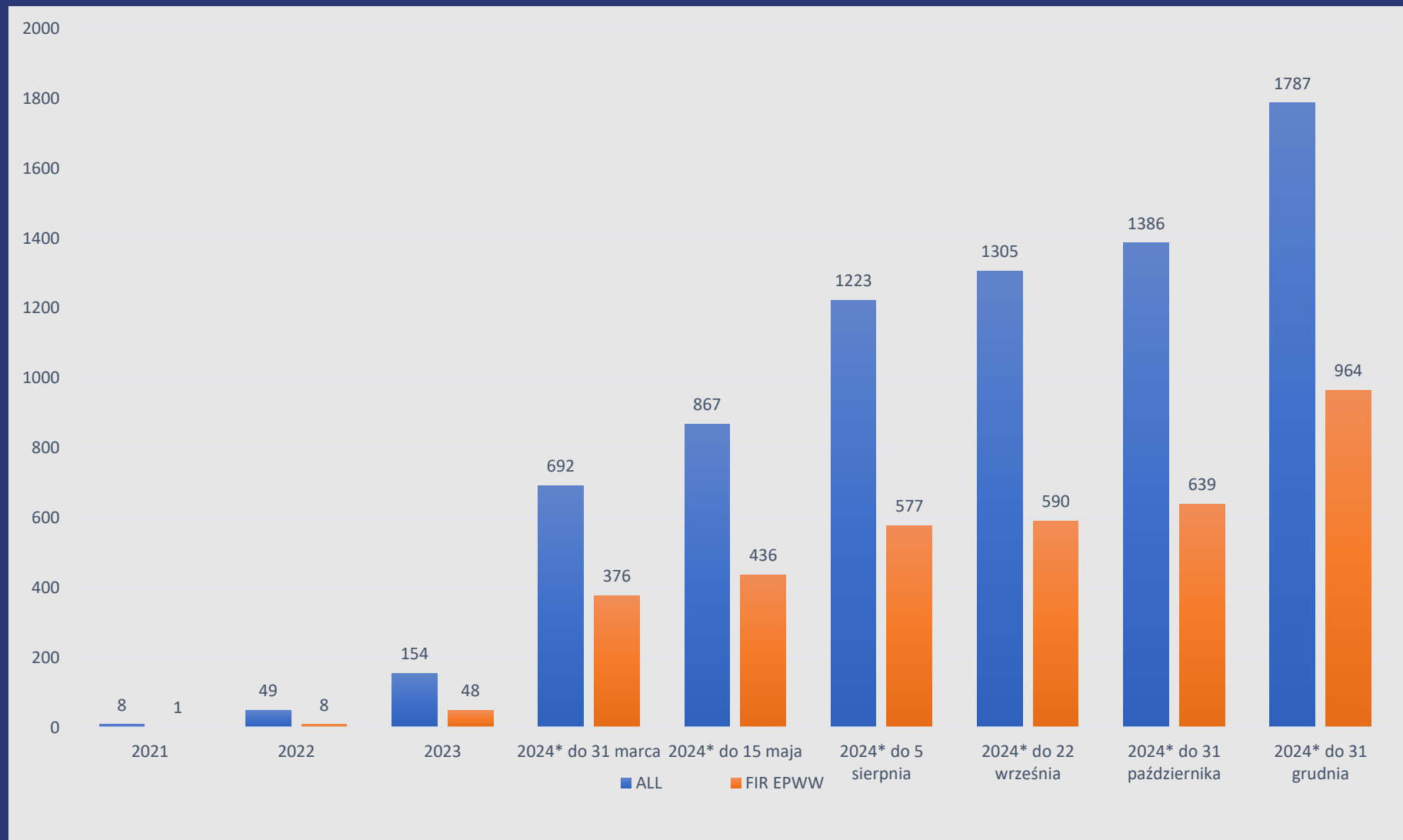


Urząd
Lotnictwa
Cywilnego



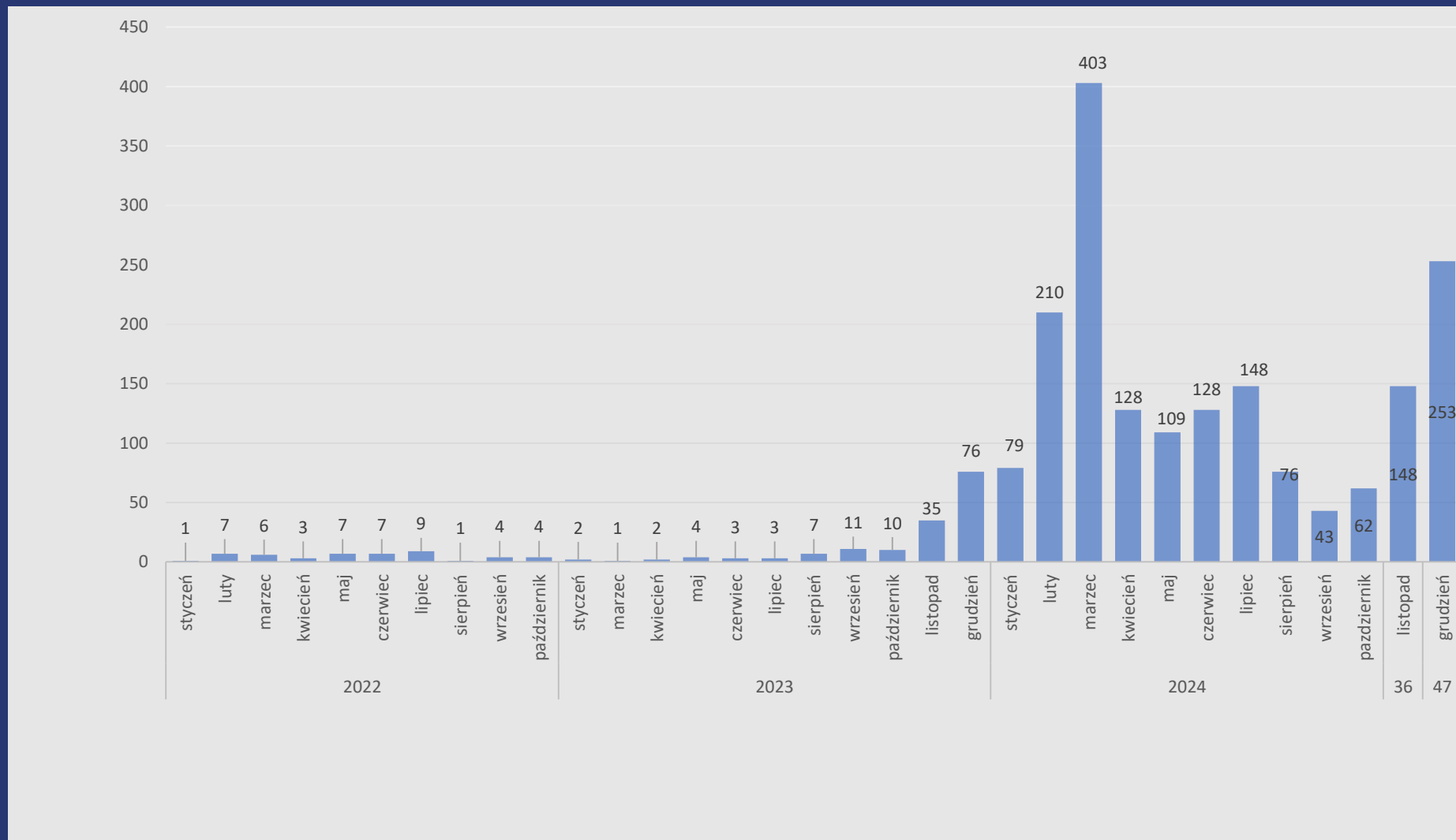
Karol Kaźmierczak
Departament Żeglugi Powietrznej
ULC
tel. 22 520 72 25
e-mail: kkazmierczak@ulc.gov.pl

Roczna liczba zgłoszeń związanych z zakłóceniem sygnatu GPS w latach 2021 - 2024 RP - ECCAIRS



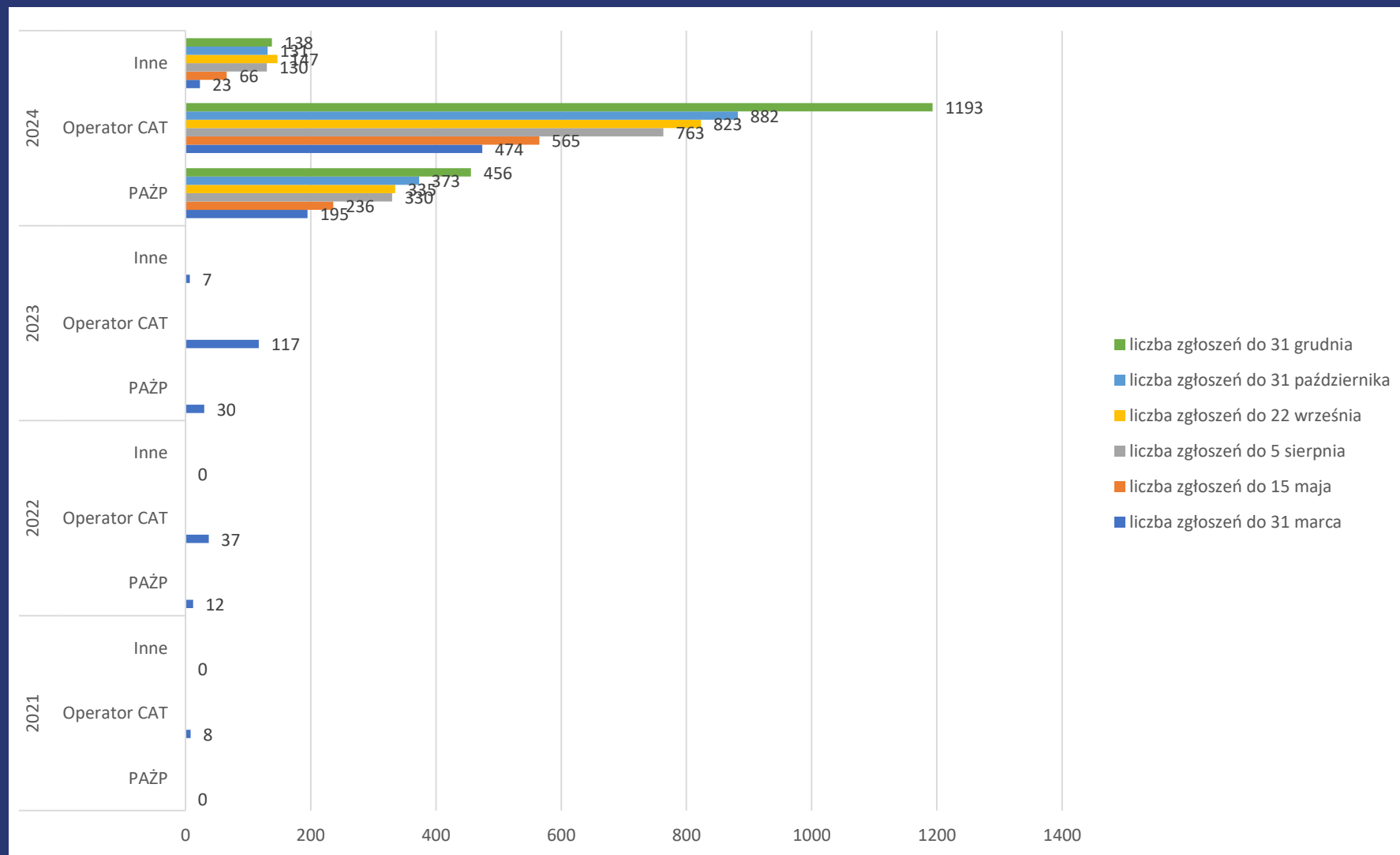
15.04.2025

Miesięczna liczba zgłoszeń związanych z zakłóceniem sygnału GPS w latach 2021 - 2024 ECCAIRS



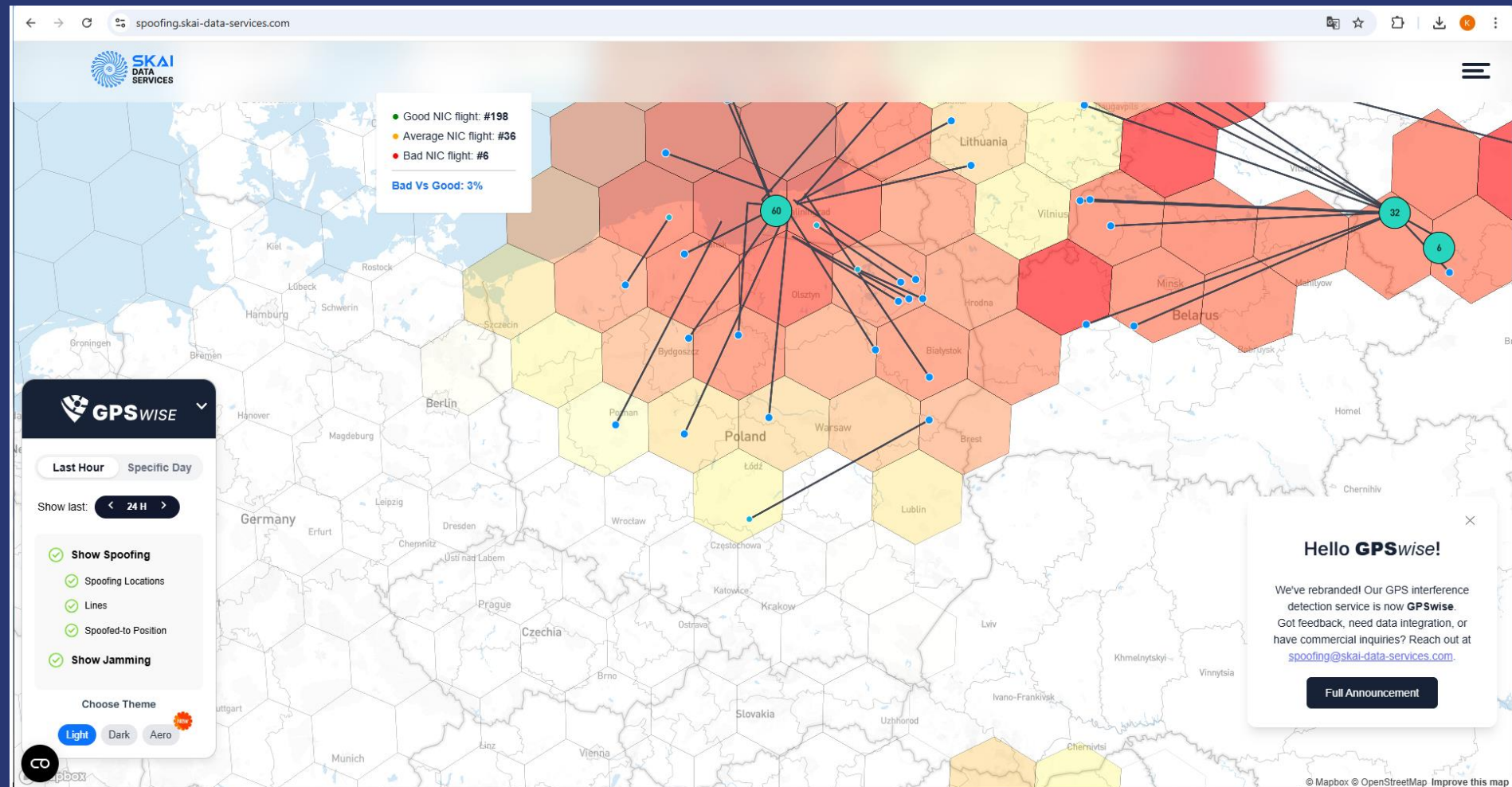
15.04.2025

Liczba zgłoszeń związanych z zakłóceniem sygnału GPS w latach 2021- 2024 ECCAIRS wg. Zgłaszających



Lokalizacja zakłóceń sygnału GPS

<https://spoofing.skai-data-services.com/>



Lokalizacja zakłóceń sygnału GPS w listopadzie 2024 (*Polska*) na podstawie danych pozyskanych z PAŻP





Kluczowe wydarzenia dot. zakłóceń GNSS w 2024 roku

Międzynarodowe:

- ITU WRC23: Rezolucja 676 w sprawie RNSS (GNSS L1/E1 i L5/E5)
- Warsztaty EASA / IATA GNSS RFI, styczeń 2024 r
- Warsztaty ICAO EUR/MID, luty 2024 r. prowadzące do State Letter ICAO 2024/054, *Zagadnienia bezpieczeństwa lotniczego dotyczące zakłóceń w GNSS*
- Konferencja żeglugi powietrznej ICAO ANC/14 (w tym europejskie WP 61 i 63)
- Zalecenie 2.2/2 – Rozwiązanie kwestii zakłóceń GNSS i planowanie awaryjne
- Nieformalna odprawa zespołu przewodniczącego NSP ICAO dla Rady ICAO i Komisji AN, w tym ITU i IMO

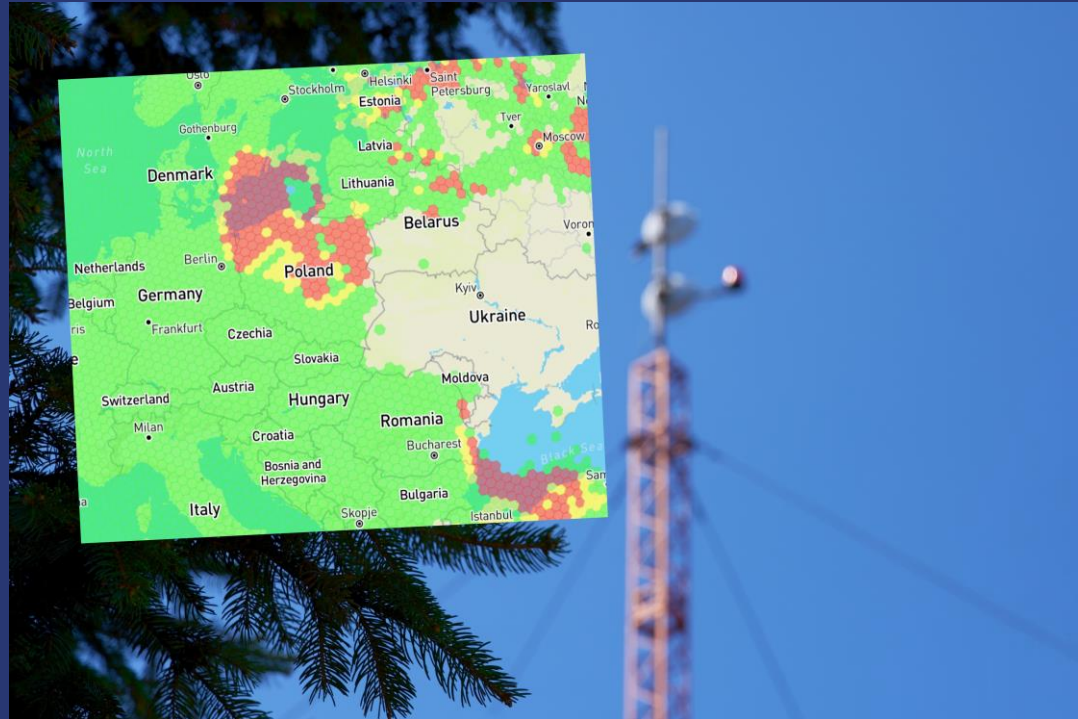
Krajowe:

- Aktualizacja Krajowego Planu Bezpieczeństwa; 2024 r.
- Usystematyzowanie sposobu zgłaszania w ECCAIRS zdarzeń lotniczych związanych z zakłóceniami sygnału GNSS/GPS; komunikat ULC z 29.03.2024 r.
- Spotkanie ws . zakłóceń systemów GNSS, zorganizowane przez ULC; 08.04.2024 r.
- Warsztaty z zakresu zakłóceń w systemach IK z użyciem jammingu spoofingu GPS, przeprowadzone w MC; 11.04.2024 r.
- Spotkanie „ZASTRZEŻONE” ws . bieżących problemów i zagrożeń dla żeglugi morskiej i powietrznej, spowodowanych zakłóceniami GNSS, zorganizowane wspólnie przez BZK MI i RCB; 16.04.2024 r.

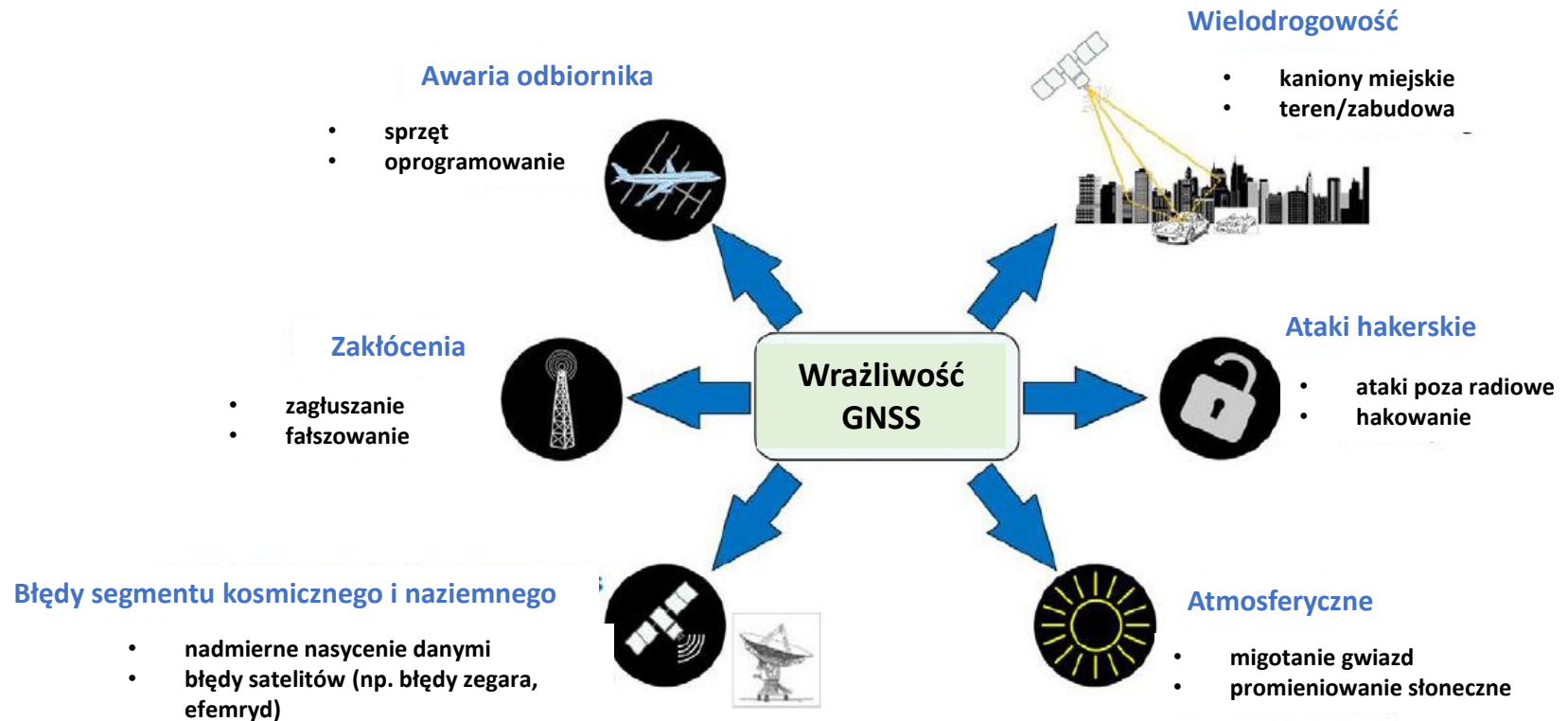
Kluczowe wydarzenia dot. zakłóceń GNSS w 2024 roku

Krajowe:

- Seminarium dot. zakłóceń systemu GNSS zorganizowane w PPL przez ULC; 24.05.2024 r.
- I Spotkanie w sprawie zakłóceń GNSS w ULC; 25.07.2024 r
- II Spotkanie w sprawie zakłóceń GNSS w ULC; 09.09.2024 r.



Błędy nawigacji GNSS - przyczyny



Zagłuszanie oraz fałszowanie jako metody zakłócania

Zagłuszanie sygnału GNSS (ang. jamming) - emisja fal radiowych, mająca na celu utrudnienie lub uniemożliwienie odbioru satelitarnych sygnałów radiowych, z reguły na tej samej częstotliwości, na której nadawany jest sygnał zagłuszający.

Fałszowanie sygnału GNSS(ang. spoofing) - polega na emitowaniu fałszywych sygnałów satelitarnych w celu oszukania odbiorników GNSS, powodując obliczanie przez nie nieprawidłowych danych dotyczących pozycji, nawigacji i czasu



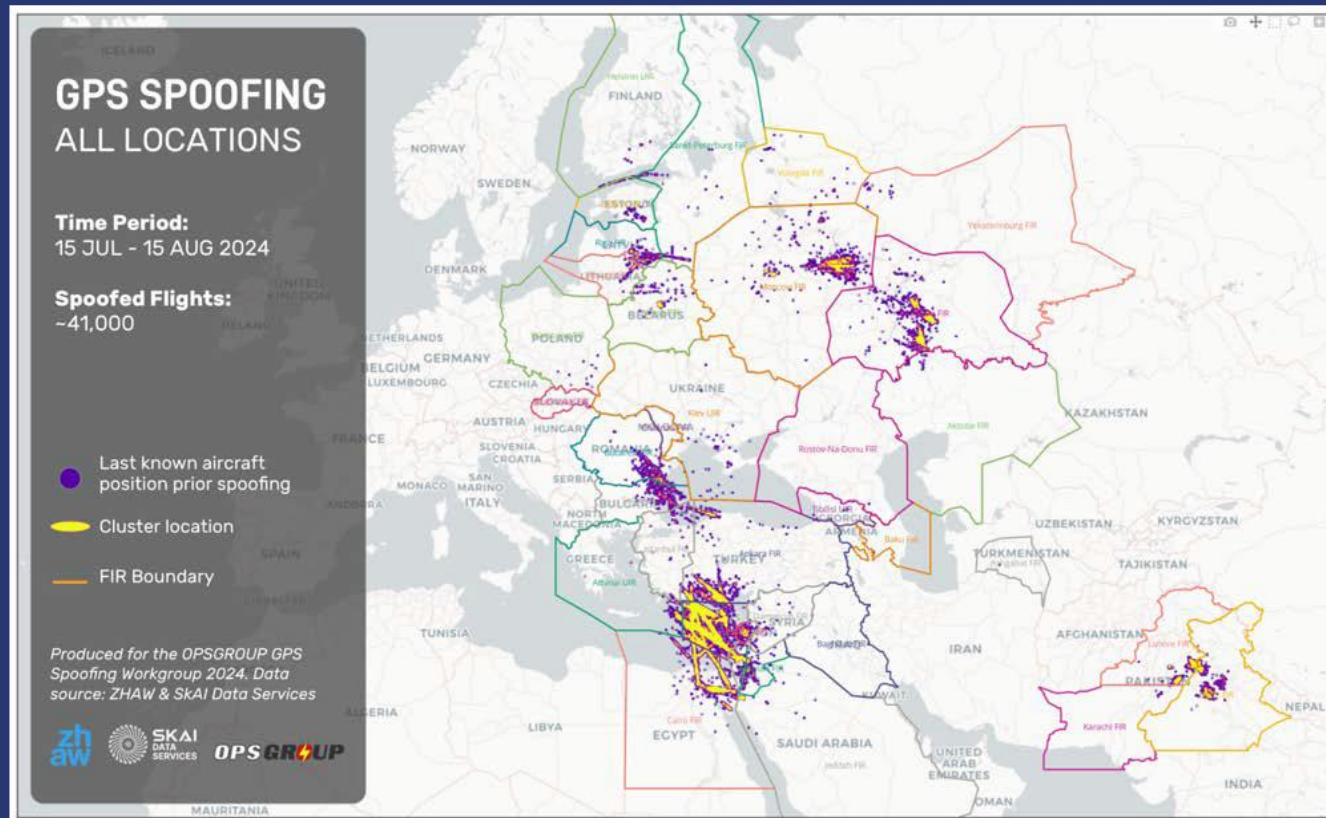
Urządzenie zagłuszające
sygnały GNSS



Urządzenie fałszujące
sygnały GNSS

Obecna sytuacja

- Fałszowanie GNSS jako nowa metoda zakłóceń
 - Pojedyncze przypadki fałszowania pod koniec 2023 r., znaczny wzrost od kwietnia 2024 r. do około 1000 dotkniętych lotów dziennie
 - Wpływ na wszystkie systemy CNS i tzw. *safety nets*, czasami trwający daleko poza strefą zakłóceń GNSS
 - Duże zainteresowanie mediów budzi obawy dotyczące możliwej dalszej eskalacji





Najczęstsze problemy związane z zakłóceniami GNSS

Raporty pilotów

- utrata jednego lub obu odbiorników GPS
- niezgodność pomiędzy pozycjami GPS i FMS NAV
- brak możliwości lotu wg RNP i żądanie wektorowania radarowego
- błędne wskazania prędkości względem powietrza i ziemi
- utrata ADS-B
- awaria CPDLC
- Zegary pokładowe przestały działać lub zaczęły odliczać wstecz
- Ostrzeżenia kolizji z ziemią– żądanie wznoszenia.
- Przesunięcie na mapie/ nieprawidłowe działanie wyświetlacza
- Brak dostępności systemu Brake to Vacate
- Wzrost obciążenia pracą / dezorientacja
- błędy radaru pogodowego

Problemy na ziemi

- utrata niektórych funkcji usługi dozoru (ADS-B, ADS-C)
- utrata komunikacji CPDLC
- wzrost obciążenia pracą ATC
- redukcja pojemności



Konsekwencje zakłóceń GNSS

- ryzyko wejścia na wydzielone obszary wojskowe, zakazane, obszary objęte ograniczeniami lub niebezpieczne ze względu na fałszowanie
- Fałszywe ostrzeżenia EGPWS/„przesunięcia mapy” – może to skutkować nieskoordynowanym wznoszeniem, wypadnięcie z pasa startowego, CFIT, Zderzenie w powietrzu.
- Awaria CPDLC z powodu awarii GPS, pilot/ATCO może nie wiedzieć, czy wiadomość została wysłana/odebrana

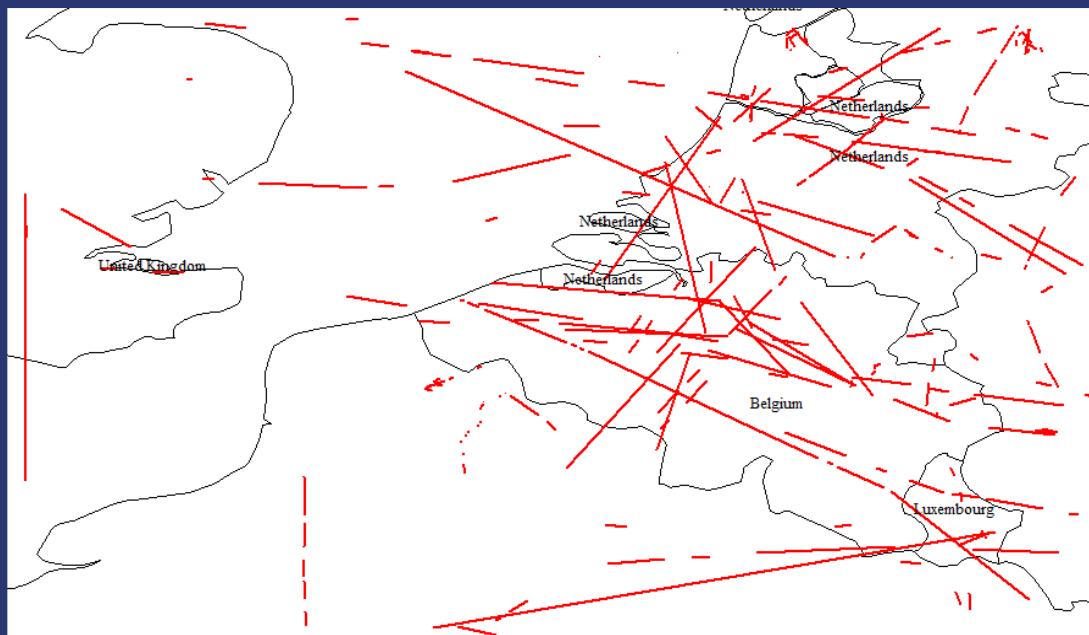
Wskazania zakłóceń GNSS – perspektywa pilota

- Przez większość czasu
 - Błąd raportowania ADS-B
 - Pozycja NAV GNSS/ACFT nie jest zgodna
 - RNP niedostępne
- Wskazanie pośrednie
 - Ostrzeżenia terenowe (EGPWS)
 - Problemy z zegarem
- Czasami bezpośrednio wskazanie
 - Utrata podstawowego GPS



Systemy antydronowe C-UAS - przykład

- Koniec marca 2021 r., 40-watowy jammer anty dronowy przeciw paparazzi na prywatnym jachcie
 - Jammer został przypadkowo włączony przez personel serwisowy, pld-zach NL
 - Wpływ na ruch lotniczy w Holandii, Belgii, Francji i MUAC na kilka godzin
- Główny obszar przestrzeni powietrznej nad Europą z ruchem wznoszącym i zniżającym z niektórych głównych lotnisk



Zanik ADS-B: problem dotyczył 93 samolotów, wiele samolotów w każdym sektorze

Jammary samochodowe - przykład

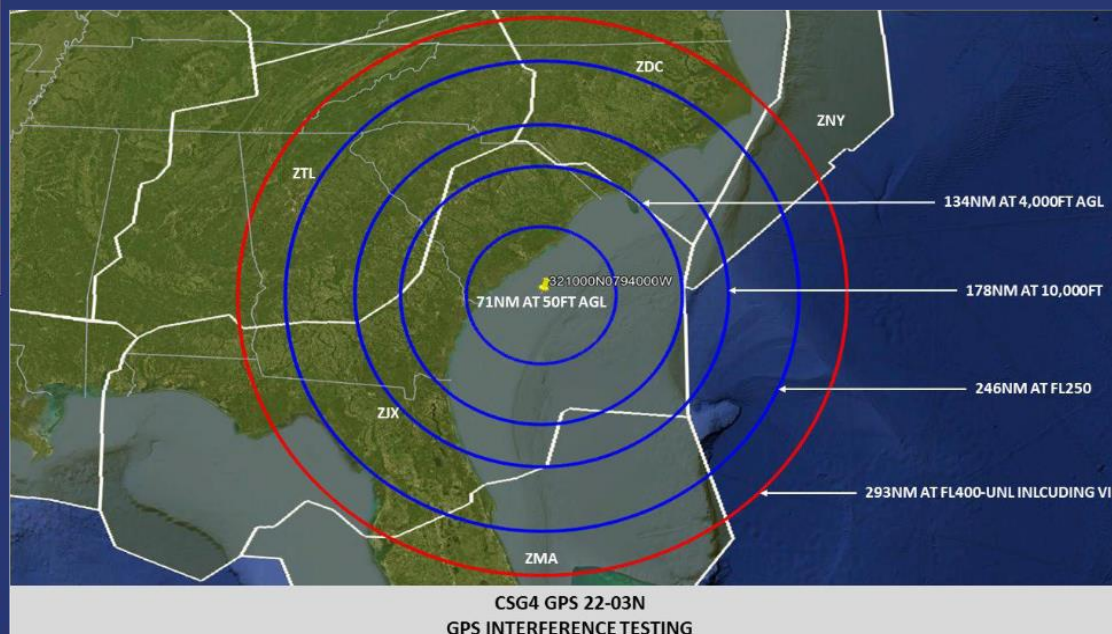
- Kwiecień 2017, mieszkaniec La Rochelle został ukarany grzywną w wysokości 2000 euro po tym, jak „zapomniał” wyłączyć zakłócacz GPS w swoim pojeździe, gdy zostawił go na parkingu na lotnisku Nantes Atlantique.
- 50-latek zostawił w swoim samochodzie działający zakłócacz i udał się do Afryki. Urządzenie zakłócało systemy nawigacji samolotów znajdujących się w strefie działania urządzenia zakłócającego, co doprowadziło do opóźnień kilku lotów, zanim zostało zlokalizowane i wyłączone.
- Lipiec 2023, kierowca ciężarówki został aresztowany w Oullins (na południe od Lyonu) za użycie urządzenia zakłócającego GPS w celu zamaskowania lokalizacji swojej ciężarówki. Postępowanie wszczęła Krajowa Agencja Częstotliwości Radiowych (ANFR) w związku z zakłóceniami na lotnisku w Lyonie sygnału GPS.



Ćwiczenia wojskowe

CARRIER STRIKE GROUP FOUR (CSG4) 22-03

5-12 czerwiec 2022



Testowanie GPS odbywa się zgodnie z poniższym harmonogramem i może skutkować niewiarygodnym lub niedostępnym sygnałem GPS.

A. Lokalizacja: w punkcie 321000N 794000W lub na radialu CHS VOR 162 stopni na 48NM.

B. Daty i godziny (Daty i godziny podano w strefie GMT (Z).):

5 CZERWCA 22 1100Z –2000Z

12 CZERWCA 11:00 –21:00 Z

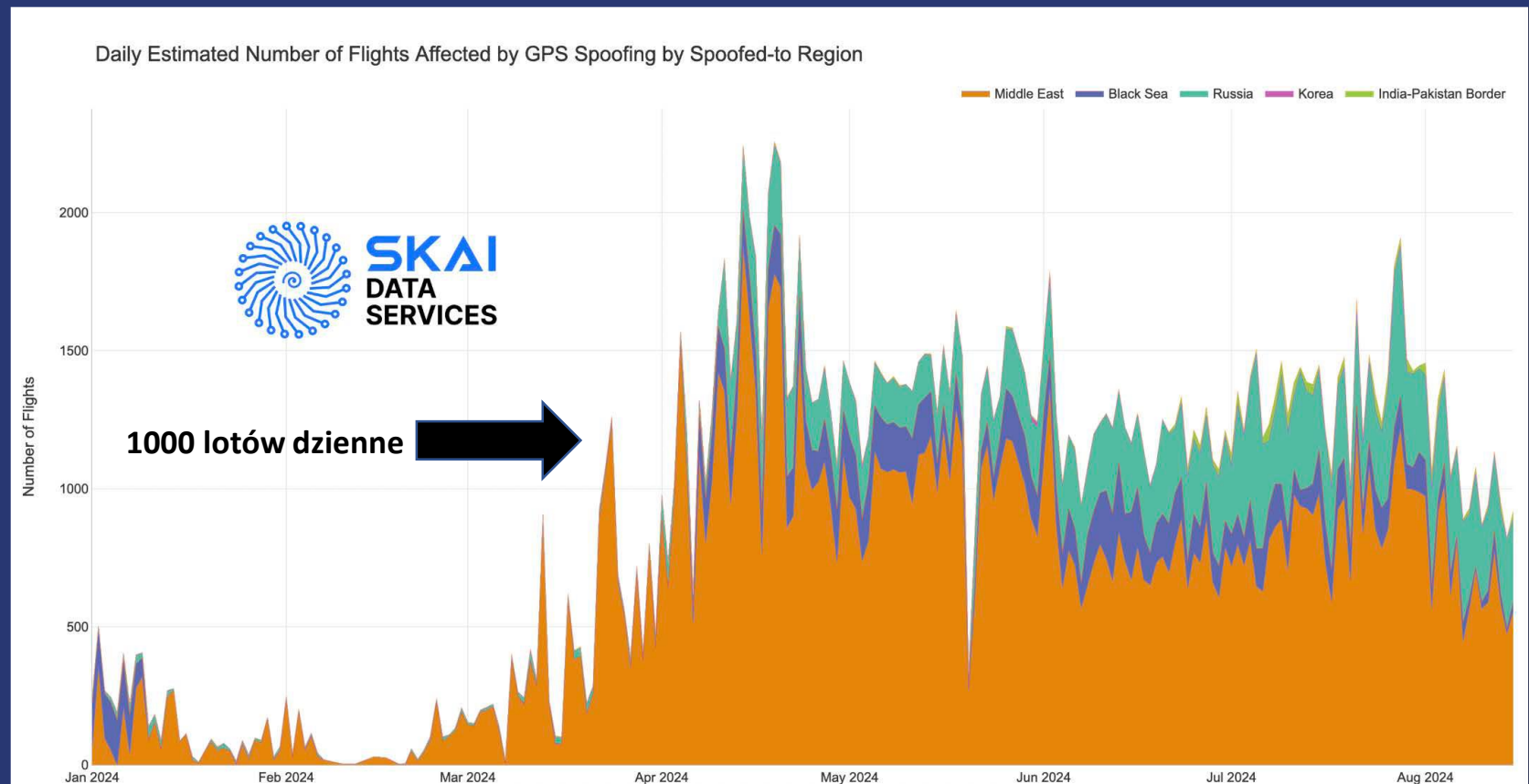
C. Czas trwania: Każde wydarzenie może trwać cały wnioskowany okres.

D. INFORMACJE NOTAM: NAV GPS (CSG4 GPS 21-01) (INCLUDING WAAS, GBAS, AND ADS-B) MAY NOT BE AVBL WI A 293NM RADIUS CENTERED AT 321000N0794000W (CHS162048) FL400-UNL,,

E. Zachęcamy pilotów do zgłaszania anomalii zgodnie z AIM.

Fałszowanie jako nowa metoda zakłócania

- Możliwości MIL ewoluują znacznie szybciej niż lotnictwo
- Okres innowacji w walce elektronicznej szacuje się na około 6 tygodni
- Okres 6 lat wprowadzania zmian w lotnictwie uważa się za ekstremalnie szybki: zawsze pozostanie w tyle



Zakłócenia GNSS – jak reagować?

Wpływ

Jaki problem zidentyfikowano?

- Utrata nawigacji opartej o GNSS, wzrost obciążenia pracą załogi
- Możliwość powrotu do nawigacji konwencjonalnej

Informacja

Kogo należy poinformować?

- Służby ATS, inne załogi
- Regulatora radiokomunikacyjnego
- Regulatora lotniczego

Procedury awaryjne

Jakie mam procedury zapasowe ?

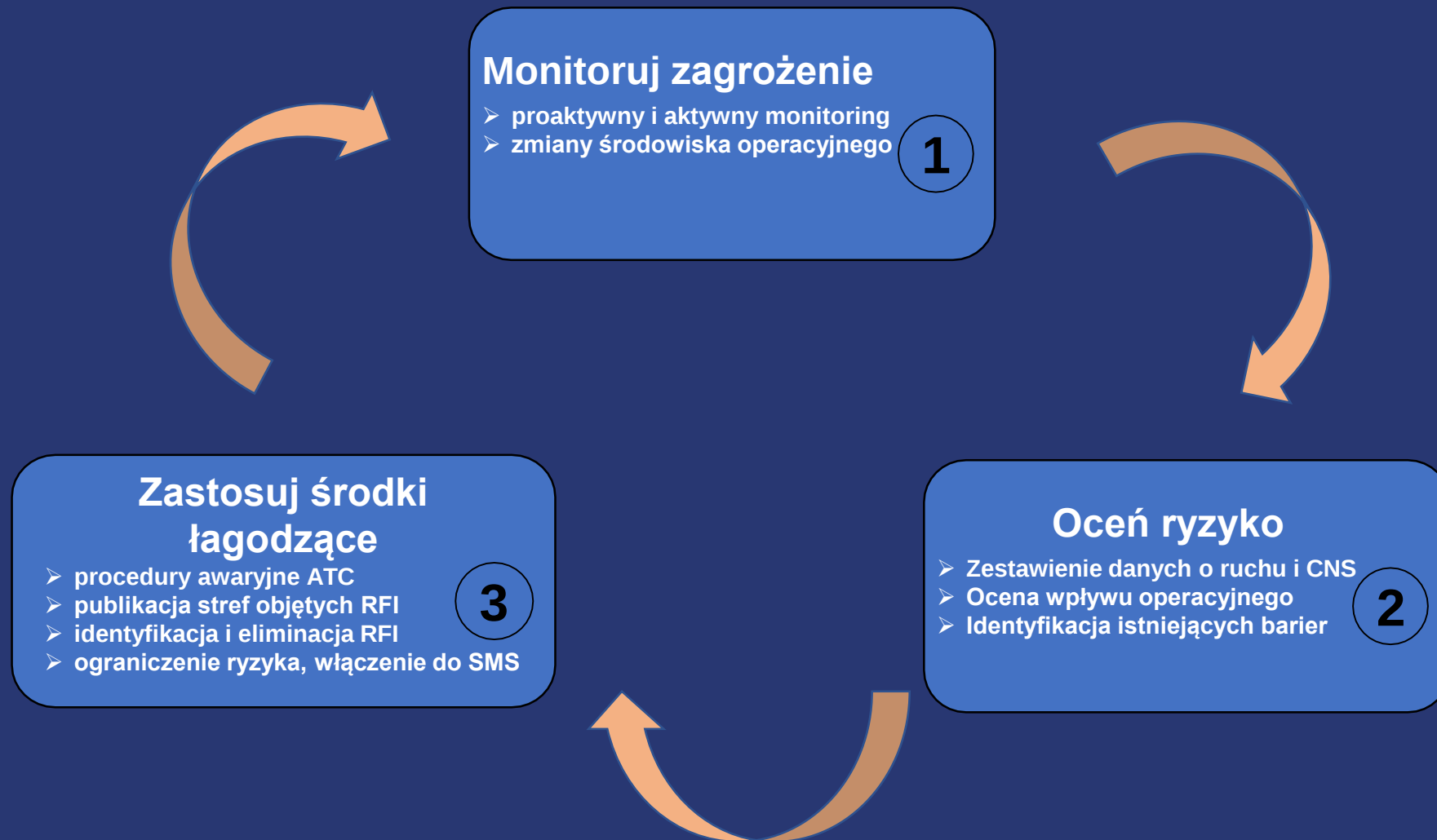
- Procedury oparte o pomoce naziemne
- Wektorowanie radarowe,
- Procedura po nieudanym podejściu,




European GNSS Contingency/
Reversion Handbook for
PBN Operations
PBN HANDBOOK No. 5



Zakłócenia GNSS – łagodzenie zagrożeń (ICAO Doc 9849)



Błędy nawigacji GNSS – środki łagodzące

Poziom operacyjny

*Redundancja: równa lub podobna zdolność NAV

**Kopia zapasowa: zredukowana zdolność NAV

Środki łagodzące wrażliwość GNSS

Odporność (System pokładowy)

tj. zdolność urządzeń pokładowych GNSS do kontynuowania nawigacji PBN pomimo narażenia na zakłócenie GNSS

Niezawodność (Cały system CNS)

tj. zdolność do kontynuacji operacji PBN pomimo awarii sprzętu GNSS

Umożliwione poprzez :

- Redundancję* sprzęt pokładowy zdolny do nawigacji z wymaganą operacją PBN i dostępna infrastruktura naziemna (DME, VOR, ILS)
- możliwość wykorzystania COM i SUR oraz pomocy ATC

Procedury awaryjne

tj. niemożność kontynuowania wymaganej operacji PBN z powodu awarii sprzętu GNSS.

- Utrata GNSS / RNP ale backup** naziemnej infrastruktury (DME, VOR, NDB i ILS) umożliwiający dalszą nawigację (RNAV lub konwencjonalną)
- Utrata NAV, potrzeba wektorowania ATC (nie ma brak możliwości nawigacji PBN w przestrzeni powietrznej PBN)

ŚRODKI ZAPOBIEGAWCZE:

- Monitorowanie skuteczności konstelacji GNSS, prognozy RAIM (*Receiver Autonomous Integrity Monitoring*)
- Monitorowanie i ocena aktywności słonecznej
- Kontrola przestrzegania i egzekwowanie przepisów radiowych

PRZYSZŁY ROZWÓJ ŁAGODZENIA

- Wiele konstelacji, dwie częstotliwości GNSS i usprawnienie systemu wspomagania GNSS do poprawy odporność odbiornika GNSS

Poziom techniczny

15.04.2025

15.04.2025



Działania łagodzące ryzyka oraz rekomendacje

1. Właściwe organy (CA)

- Ustanowienie procedur awaryjnych z instytucjami zapewniającymi ATM/ANS.
- Wdrożenie proaktywnych środków łagodzących ryzyko i wydanie NOTAM
- Gromadzenie informacji na temat zakłóceń GNSS i niezwłoczne powiadamianie użytkowników przestrzeni powietrznej.

2. Instytucje zapewniające zarządzanie ruchem lotniczym (ATM) i instytucje zapewniające służby żeglugi powietrznej (ANSP)

- Zbieranie i przekazywanie informacji na temat zakłóceń GNSS.
- Zapewnienie, że infrastruktura nawigacji naziemnej (system lądowania według wskazań przyrządów (ILS), radioodległosciomierze(DME), radiololotarnie dookólne VHF (VOR)) jest dostępna dla użytkowników przestrzeni powietrznej.
- Dostarczanie aktualnych informacji użytkownikom przestrzeni powietrznej za pośrednictwem odpowiednich środków.
- Opracowanie planów awaryjnych na wypadek zdarzeń związanych z zakłócaniem/fałszowaniem GNSS.

Działania łagodzące ryzyka oraz rekomendacje

3. Operatorzy lotniczy

- Prowadzenie szkoleń załóg lotniczych w zakresie rozpoznawania zakłóceń GNSS i reagowania na nie.
- Niezwłocznie zgłaszanie wszelkich zaobserwowanych anomalii GNSS.
- Uwzględnianie scenariuszy zagłuszania/fałszowania GNSS w szkoleniu załóg.
- Prowadzenie oceny ryzyka operacyjnego i ograniczeń wynikających z utraty GNSS.
- Zapewnienie dostępności alternatywnych procedur innych niż opartych na GNSS

Szczegółowe zalecenia dla operatorów lotniczych

W przypadku zagłuszania:

- zweryfikować pozycję statku powietrznego za pomocą środków innych niż GNSS;
- sprawdzić dostępność naziemnych pomocy nawigacyjnych; oraz
- zgłosić nieprawidłowości.



Działania łagodzące ryzyka oraz rekomendacje

W przypadku fałszowania:

- monitorować pozycję statku powietrznego za pomocą systemów nawigacyjnych innych niż GNSS;
- uważnie śledzić częstotliwości służb ruchu lotniczego (ATS);
- stosować instrukcje producenta dotyczące wykrywania podejrzeń fałszowania GNSS i postępowania w przypadku podejrzeń fałszowania GNSS; oraz
- zgłosić nieprawidłowości.

Producenci statków powietrznych i sprzętu pokładowego

- Przeprowadzenie oceny skumulowanego wpływ zagłuszania/fałszowania na produkowane wyroby.
- Zapewnienie operatorom lotniczym wytycznych dotyczących wykrywania fałszowania sygnału i postępowania z nimi.
- Dostarczenie instrukcji dotyczących postępowania podczas zakłóceń GNSS.

Dalsze wskazówki

EASA SIB No.: 2022-02R2

EASA
European Union Aviation Safety Agency

Safety Information Bulletin
Operations – ATM/ANS - Airworthiness

SIB No.: 2022-02R2
Issued: 06 November 2023

Subject: Global Navigation Satellite System Outage and Alterations Leading to Navigation / Surveillance Degradation

Revisions:
This SIB revises EASA SIB 2022-02R1 dated 17 February 2023.

Ref. Publications:
None.

Applicability:
Competent Aviation Authorities (CAAs), Air Traffic Management/Air Navigation Service Providers (ATM/ANS providers), air operators, aircraft and equipment manufacturers.

<https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/news/easa-updates-sib-gnss-outage-and-alterations>

OPERATIONS
GNSS Interference



GNSS Interference

Signals from the Global Navigation Satellite System (GNSS) are one of the main inputs used for aircraft positioning or time reference for Communication, Navigation and Surveillance functions on-board most of the Airbus aircraft.

Operators report an increasing number of events related to the loss of GNSS signals due to Radio Frequency Interference (RFI) during operations in some areas of the world.

This article explains the causes of RFI, the effects on the aircraft systems and provides recommendations for flight and maintenance crews.

Safety first #29 September 2019 - 1/8

<https://safetyfirst.airbus.com/gnss-interference/>

IATA

**Global Navigation Satellite System
GNSS-Radio Frequency Interference**
Safety Risk Assessment

Version 3 September 2023





Dziękuję za uwagę