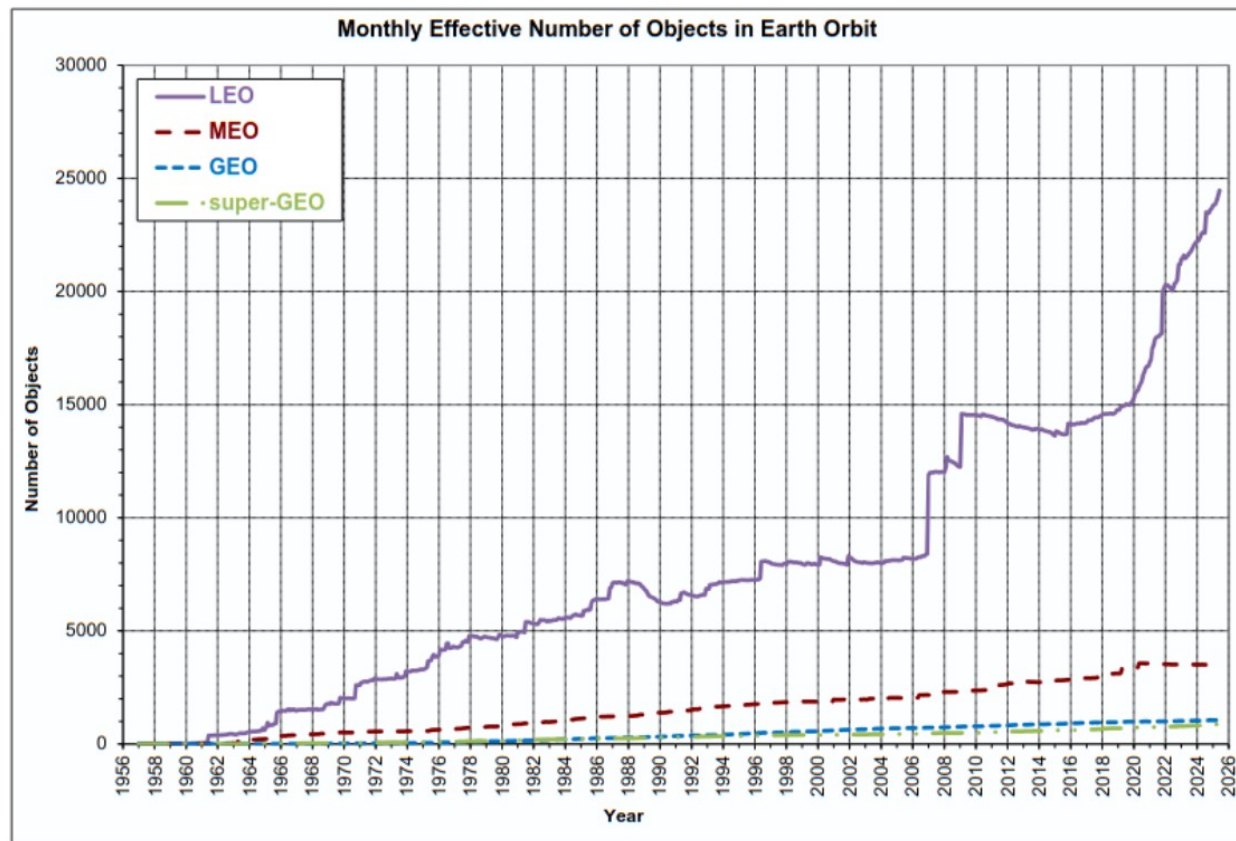




Kosmiczne otoczenie Ziemi

Krzysztof Kamiński

Zmiana liczby obiektów wokółziemskich na wszystkich orbitach.



Monthly Effective Number of Objects in Earth Orbit by Orbital Regime cataloged by the U.S. Space Surveillance Network as 28 July 2025. This chart displays the number of all objects in Earth orbit officially cataloged by the U.S. Space Surveillance Network. Low Earth orbit (LEO) includes resident space objects (RSOs) with altitudes within or crossing below 2,000 km; medium Earth orbit (MEO) RSOs with altitudes within or crossing the range from 2,000 km to 35,586 km; geosynchronous orbit (GEO) RSOs with altitudes within or crossing the range from 35,586 km to 35,986 km; and the remainder with altitudes within or crossing the range from 35,986 km to 600,000 km, referred to as Super-GEO. "Effective" number sums the fraction of each orbit that falls within the specified ranges. Cataloged objects without available orbital elements are excluded.

National Aeronautics and Space Administration



Orbital Debris

Quarterly News

Volume 29, Issue 3
September 2025

Inside...

Overview of the Cataloged Population over the Past 20 Years..... 5

Meeting Reports..... 7

Upcoming Meetings..... 8

Monthly Effective Number of Objects in Earth Orbit..... 9

Space Missions and Satellite Box Score..... 10

International Space Station Maneuvers Again to Avoid Debris

The International Space Station (ISS) conducted its first Predetermined Avoidance Maneuver (PDAM) of 2025 to mitigate repeated high-risk conjunctions with a debris object (International Designator 2005-024L, U.S. Satellite Catalog Number 35272). The PDAM took place at 22:10 GMT on 30 April 2025 and raised the altitude of the ISS by approximately 0.53 km. The avoided object appears to be associated with the CZ-20 upper stage (International Designator 2005-024B, U.S. Satellite Catalog Number 28738) that deployed China's SJ-7 spacecraft in 2005. This PDAM increased the total number of collision avoidance maneuvers conducted by the ISS to avoid potential collisions with objects tracked by the U.S. Space Surveillance Network (SSN) to a total of 41 since 1999. ♦

PROJECT REVIEW

An Updated Explosion Rate Methodology for Long-Term Orbital Debris Environment Modeling

A. MANIS, M. MATNEY

On-orbit accidental explosions are a significant contributor to the growth of the orbital debris population, comprising 214 of the 282 historical breakups that occurred as of the end of 2024 [1] (ODQNs: vol. 26, issue 3, September 2022, pp. 2; vol. 27, issue 1, March 2023, pp. 1-2; vol. 27, issue 2, June 2023, pp. 1-2; vol. 27, issue 4, October 2023, pp. 1-2; vol. 28, issue 4, October 2024, pp. 1-2; and vol. 29, issue 1, February 2025, pp. 1). A histogram of historical breakup events by year through 2024 is shown in Figure 1, including all breakup events and only accidental explosions. On average, approximately three explosions per year occurred from 1961 through 2024.

In addition, fragments from accidental explosions have historically contributed over half of all cataloged fragments. Due to the historical significance of explosion events, it is important to realistically model their behavior when assessing the future evolution of the orbital debris environment. This project review summarizes a new time-dependent methodology for probabilistically assessing future explosion rates; full details are provided in [2].

NASA's LEO-to-GEO Environment Debris (LEGEND) model is a long-term evolutionary model spanning low Earth orbit (LEO) to geosynchronous orbit (GEO) altitudes. It was developed by the NASA Orbital Debris Program

continued on page 2



A publication of the
NASA Orbital Debris
Program Office (ODPO)

ESA UNCLASSIFIED - Releasable to the Public

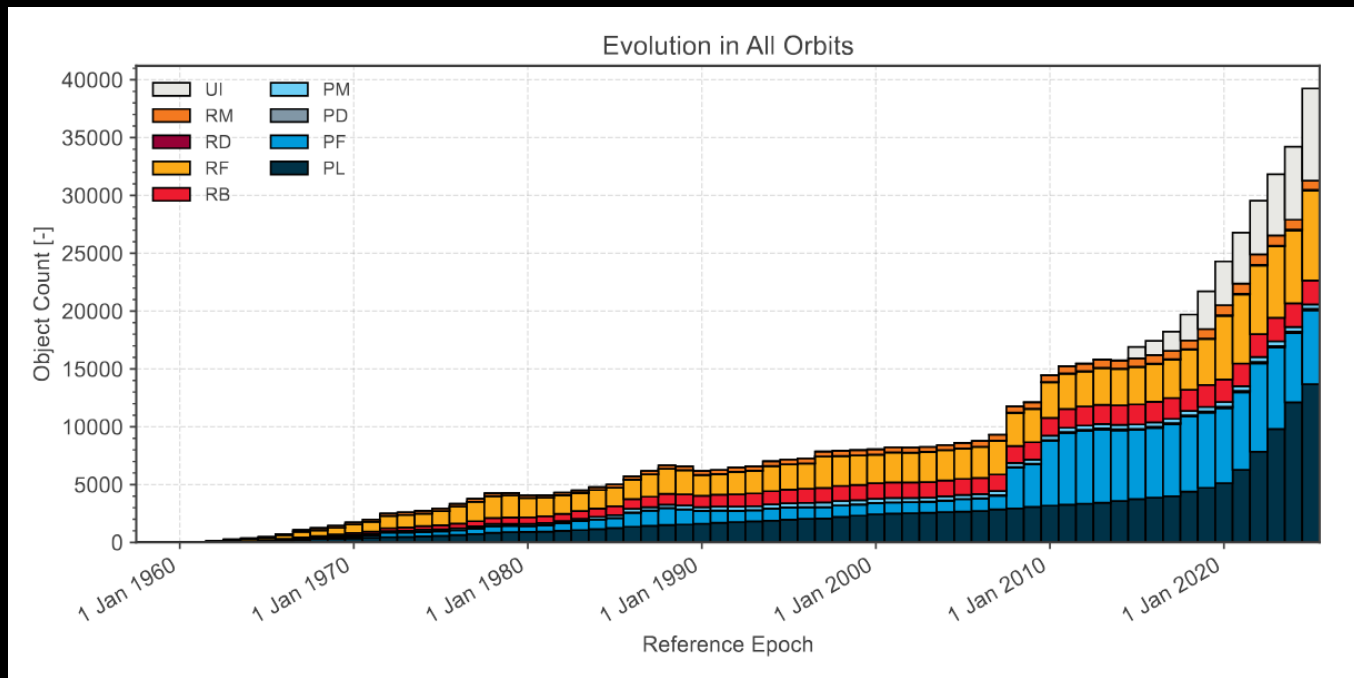


ESA ESOC
Robert-Bosch-Strasse 5
D-64293 Darmstadt
Germany

ESA'S ANNUAL SPACE ENVIRONMENT REPORT

Prepared by	ESA Space Debris Office
Document Type	LOG
Reference	GEN-DB-LOG-00288-OPS-SD
Issue/Revision	9.1
Date of Issue	21 October 2025
Status	Final

Zmiana liczby obiektów wokółziemskich na wszystkich orbitach.

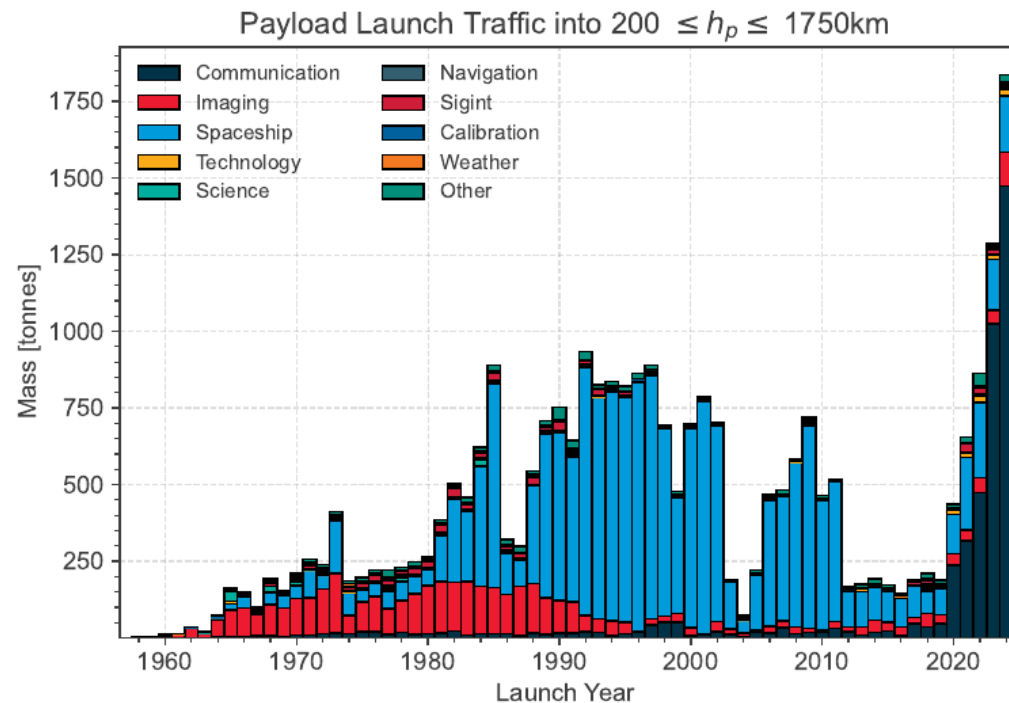
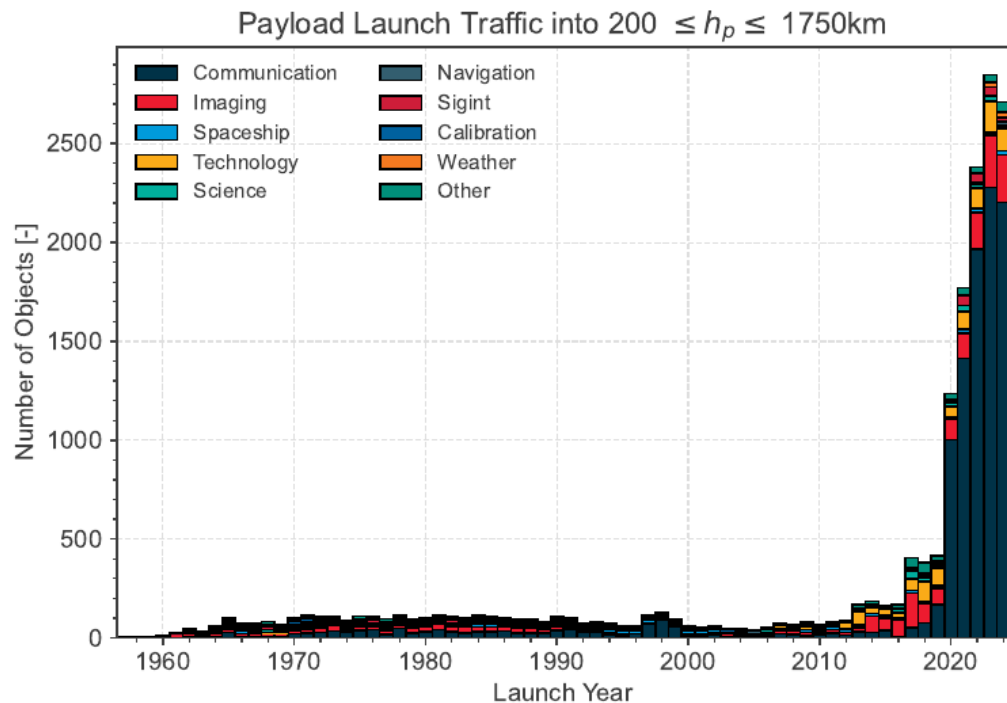


Type	Description
PL	Payload
PF	Payload Fragmentation Debris
PD	Payload Debris
PM	Payload Mission Related Object
RB	Rocket Body
RF	Rocket Fragmentation Debris
RD	Rocket Debris
RM	Rocket Mission Related Object
UI	Unidentified

PM, RM to obiekty celowo wyrzucone w kosmos (np. pokrywa optyki)

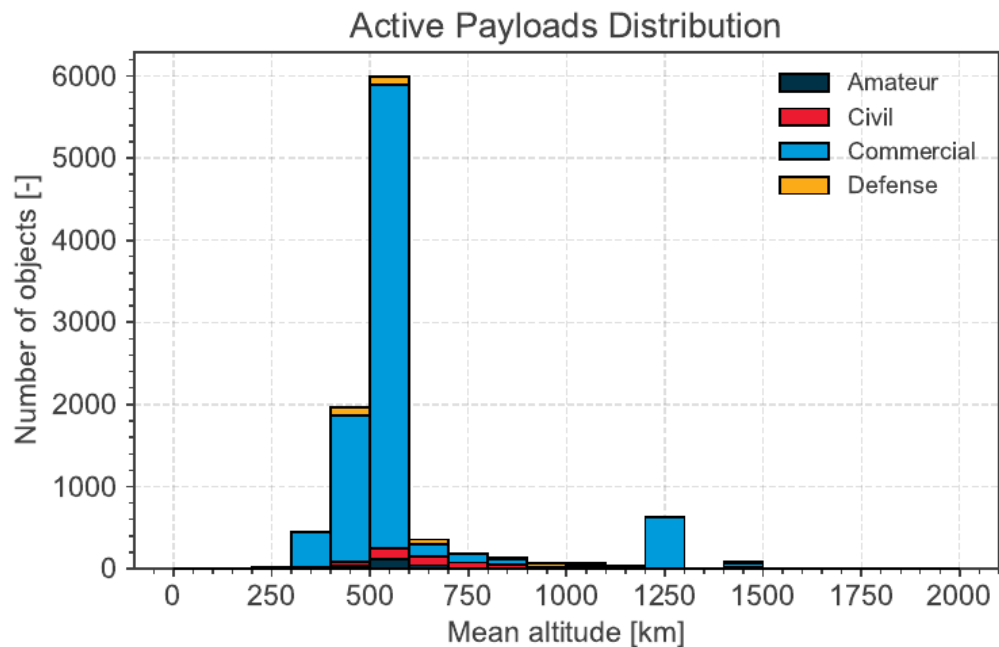
PF, RF to obiekty przypadkowo wyrzucone w kosmos

Zmiana liczby oraz masy obiektów umieszczanych na orbicie.



Sigint = Signal Intelligence = Zwiad/Nasłuch Elektromagnetyczny

Rozkład gęstości przestrzennej ładunków

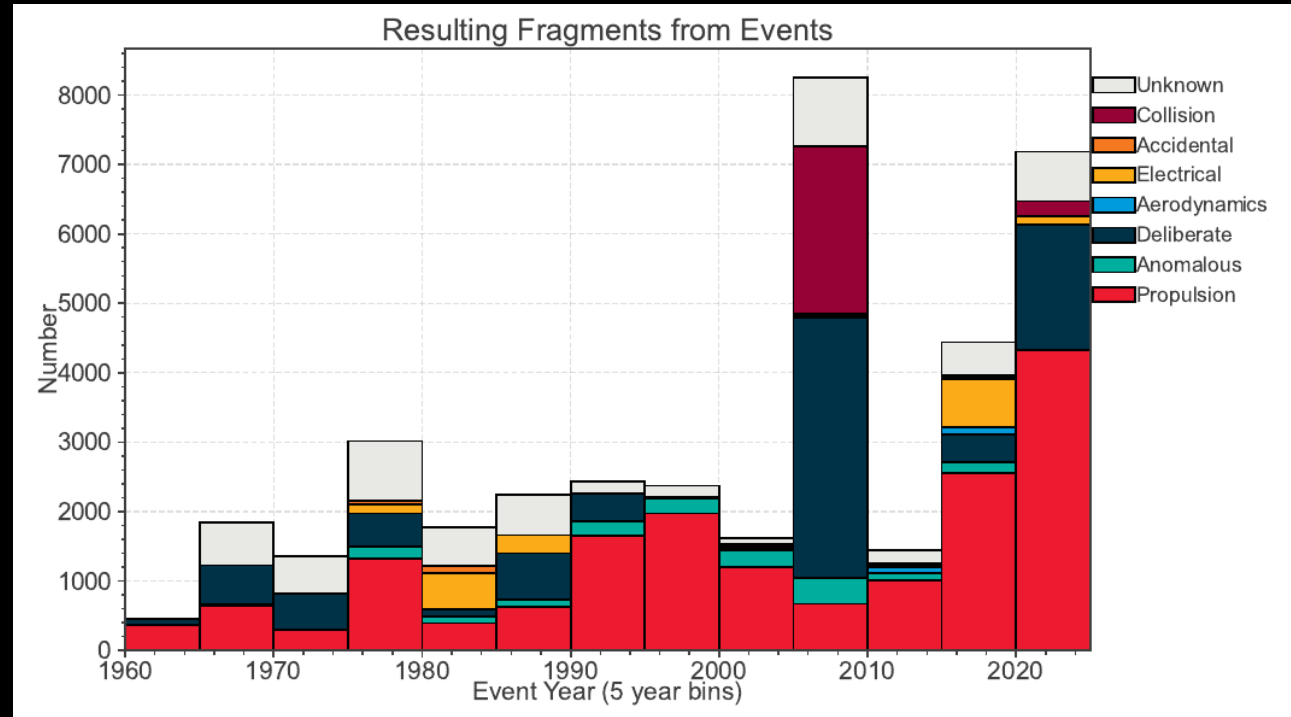


Rozkład gęstości przestrzennej obiektów



Liczba śledzonych fragmentów powstałych w wyniku rozpadów.

Duży procent fragmentów powstaje na orbitach niskich co oznacza, że stopniowo atmosfera zacieśnia ich orbitę aż do spadku.



Średnio utrzymuje się poziom 10.5 przypadkowych rozpadów rocznie w latach 2005-2025.

Średnio tylko 1.7 rozpadów generuje fragmenty, które przebywają na orbicie długo.

Większość rozpadów nie jest spowodowana kolizjami.

Przykładowo w roku 2024 zarejestrowano łącznie ok 3000 nowych fragmentów, które zostały przypisane rozpadom z tego roku.

Inter-Agency Space Debris Coordination Committee



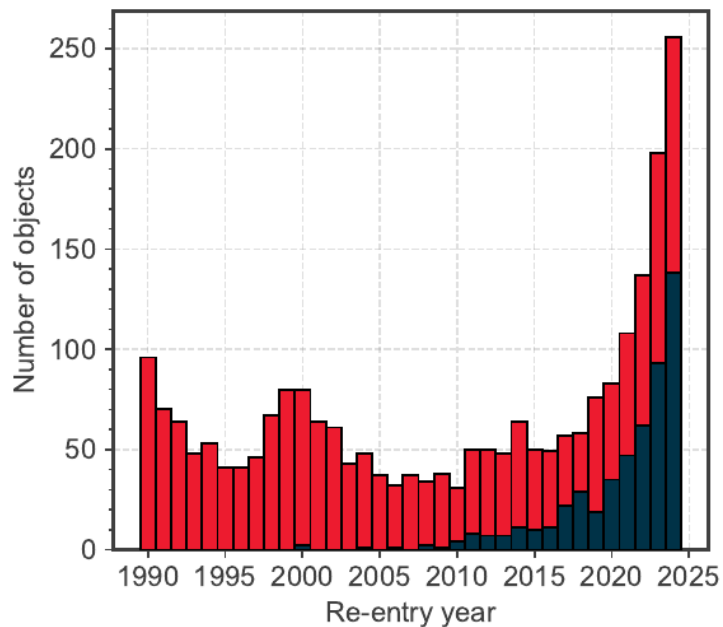
IADC to międzyrządowe zrzeszenie 13 agencji kosmicznych (w tym ESA, ale bez PAK) założone w 1993r, które ma koordynować wymianę informacji w sprawie śmieci kosmicznych i które w 2020r opublikowało zestaw zaleceń.

Inter-Agency Space Debris Coordination Committee. Space Debris Mitigation Guidelines, IADC-02-01, Revision 4, 2025

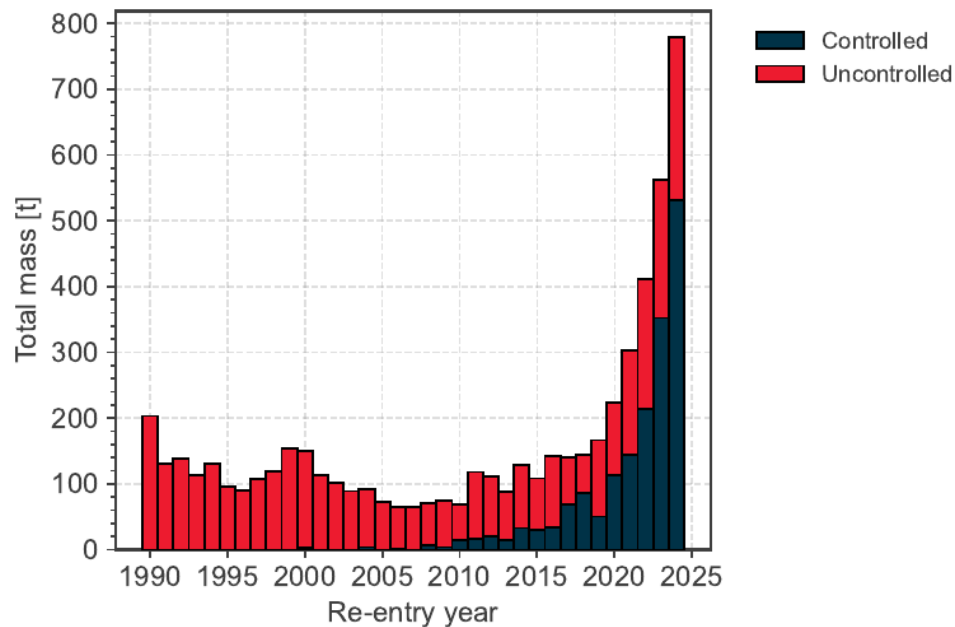
Zgodnie z zaleceniami IADC satelity w obszarze LEO powinny ograniczyć czas swojego przebywania na orbicie do maksymalnie 25 lat.

Wg. raportu ESA 84-99% satelitów poniżej 1000kg oraz 52% powyżej 1000kg spełnia te zalecenia.

Zmiana liczby kontrolowanych i niekontrolowanych deorbitacji górnych członów rakiet.

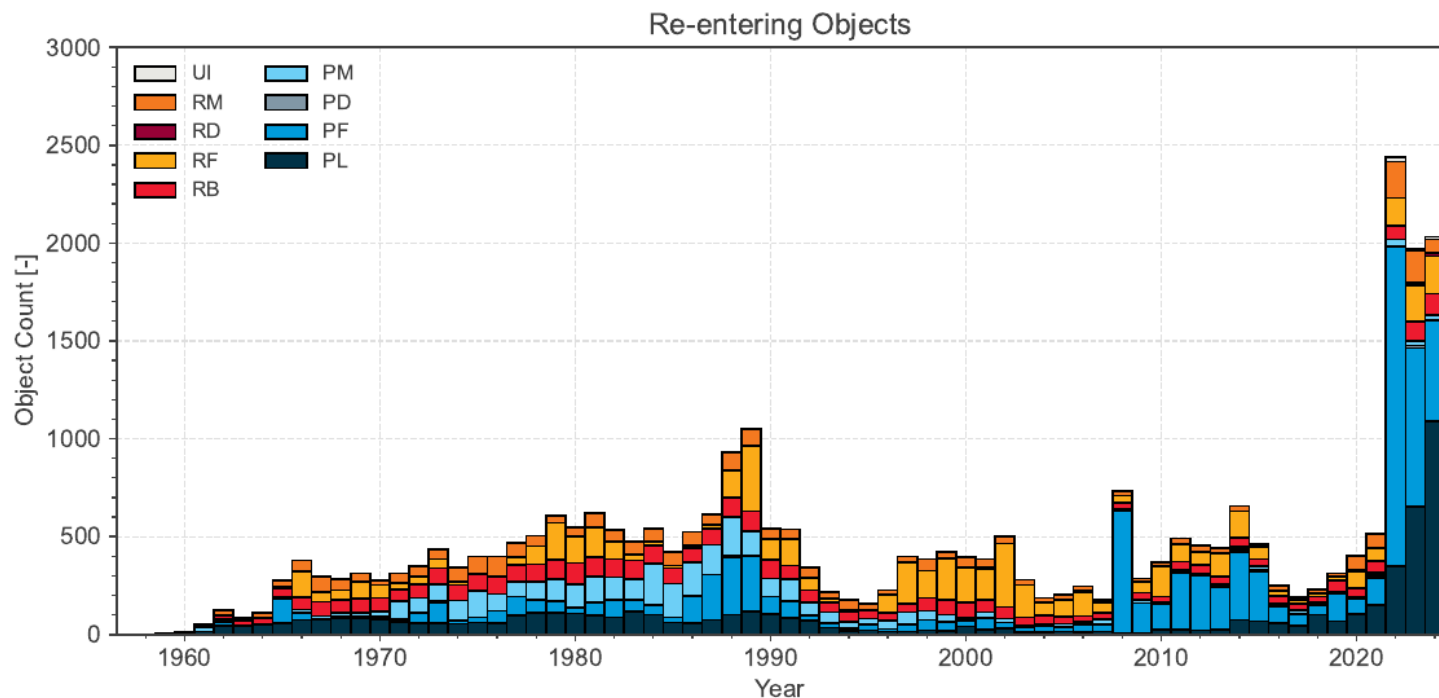


(a) Rocket Bodies: Count



(b) Rocket Bodies: Mass

Zmiana liczby spadków i deorbitacji



Type	Description
PL	Payload
PF	Payload Fragmentation Debris
PD	Payload Debris
PM	Payload Mission Related Object
RB	Rocket Body
RF	Rocket Fragmentation Debris
RD	Rocket Debris
RM	Rocket Mission Related Object
UI	Unidentified

W roku 2024 spadło na Ziemię rekordowe 1200 nienaruszonych obiektów.

Średnio 3.3 dziennie.

Sumaryczna (skumulowana) liczba kolizji na niskich orbitach

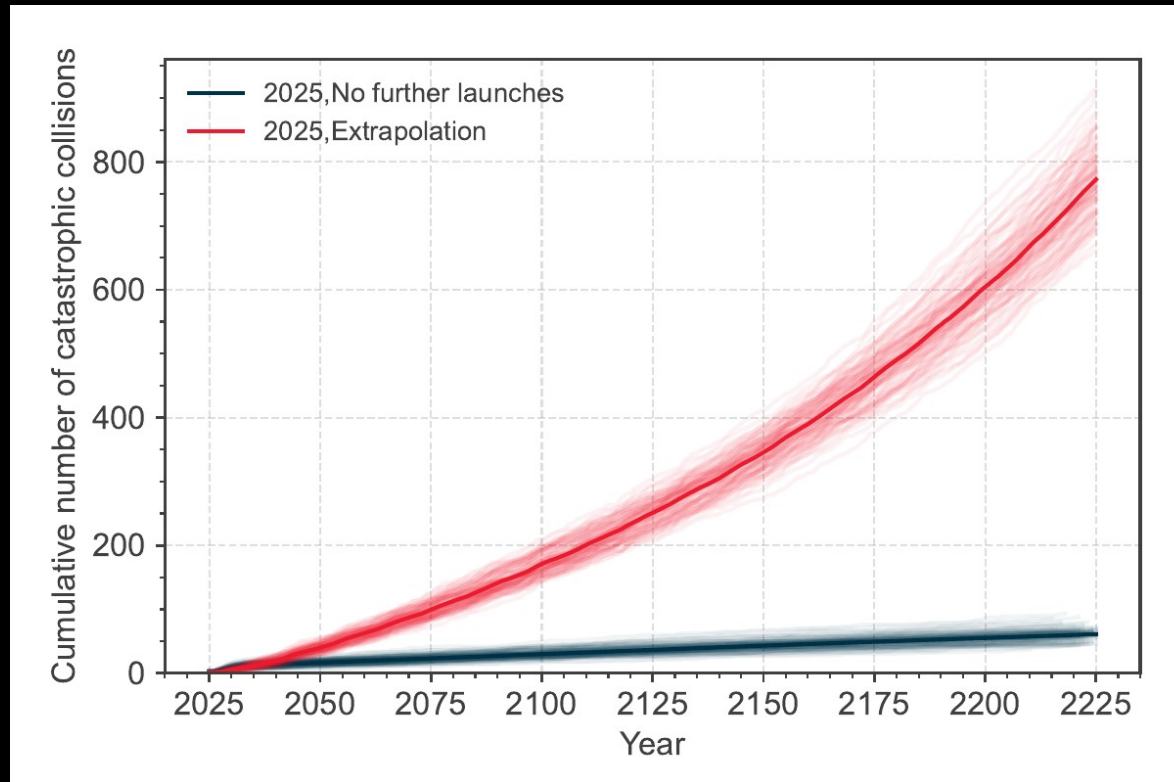


Table 1.2: Ranges defining each orbital class, with semi-major axis a , eccentricity e , inclination i , perigee height h_p and apogee height h_a . The units are km and degrees.

Orbit	Description	Definition		
GEO	Geostationary Orbit	$i \in [0, 25]$	$h_p \in [35586, 35986]$	$h_a \in [35586, 35986]$
IGO	Inclined Geosynchronous Orbit	$a \in [37948, 46380]$	$e \in [0.00, 0.25]$	$i \in [25, 180]$
EGO	Extended Geostationary Orbit	$a \in [37948, 46380]$	$e \in [0.00, 0.25]$	$i \in [0, 25]$
NSO	Navigation Satellites Orbit	$i \in [50, 70]$	$h_p \in [18100, 24300]$	$h_a \in [18100, 24300]$
GTO	GEO Transfer Orbit	$i \in [0, 90]$	$h_p \in [0, 2000]$	$h_a \in [31570, 40002]$
MEO	Medium Earth Orbit	$h_p \in [2000, 31570]$	$h_a \in [2000, 31570]$	
GHO	GEO-superGEO Crossing Orbits	$h_p \in [31570, 40002]$	$h_a > 40002$	
LEO	Low Earth Orbit	$h_p \in [0, 2000]$	$h_a \in [0, 2000]$	
HAO	High Altitude Earth Orbit	$h_p > 40002$	$h_a > 40002$	
MGO	MEO-GEO Crossing Orbits	$h_p \in [2000, 31570]$	$h_a \in [31570, 40002]$	
HEO	Highly Eccentric Earth Orbit	$h_p \in [0, 31570]$	$h_a > 40002$	
LMO	LEO-MEO Crossing Orbits	$h_p \in [0, 2000]$	$h_a \in [2000, 31570]$	
UFO	Undefined Orbit			
ESO	Escape Orbits			

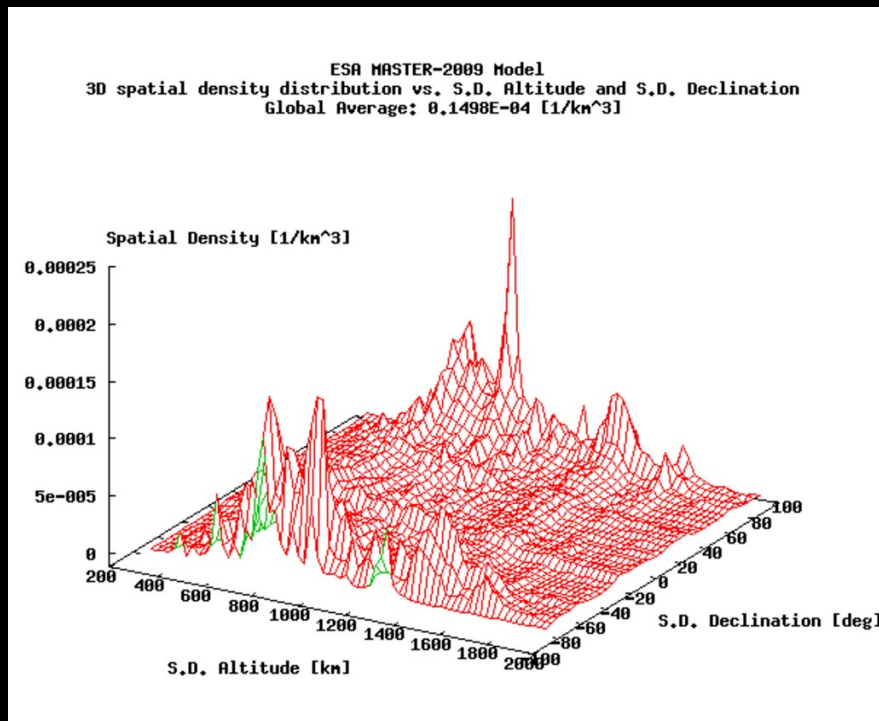
Table 1.3: Ranges defining each protected region, with altitude h and declination δ . The units are km and degrees.

Orbit	Description	Definition	
LEO _{IADC}	IADC LEO Protected Region	$h \in [0, 2000]$	
GEO _{IADC}	IADC GEO Protected Region	$h \in [35586, 35986]$	$\delta \in [-15, 15]$

Sytuacja z obiektami skatalogowanymi

pdf

Model ESA MASTER



Meteoroid and Space Debris Terrestrial Environment Reference

Cyfrowy model opisujący prawdopodobny rozkład mas, rozmiarów i orbit dla obiektów wokółziemskich o rozmiarach od 1 mikrona do 100 m w celu szacowania ryzyka zderzeń.

Najnowsza wersja 2408
opisuje stan na 2024-08-01

Model ESA MASTER

Model ten uwzględnia następujące źródła śmieci kosmicznych:

- fragmentacje na orbicie (zderzenia i wybuchy)
- odpalenia silników na paliwo stałe
- uwolnione chłodziwo reaktorów jądrowych
- degradacja powierzchniowa satelitów i śmieci
- fragmenty wyrzucane podczas niewielkich zderzeń
- naturalne meteoroidy sporadyczne oraz zmienne w czasie strumienie



Przykładowa wizualizacja
(oczywiście bez zachowania skali rozmiarów)

Sytuacja z obiektami nie-skatalogowanymi

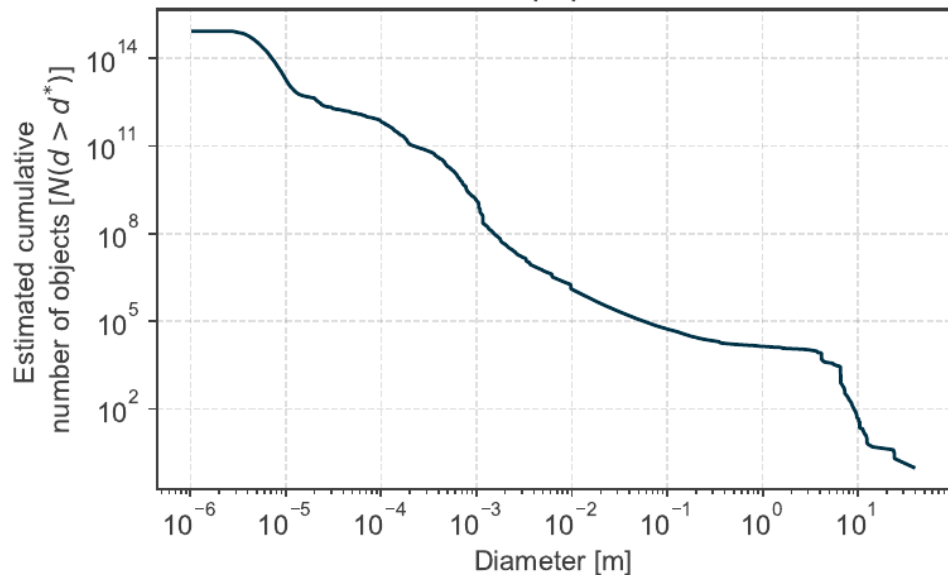
Stan w modelu MASTER na 2024-08-01:

54 000 obiektów większych niż 10 cm (ok 9300 aktywnych)

1.2 mln obiektów od 1 do 10 cm

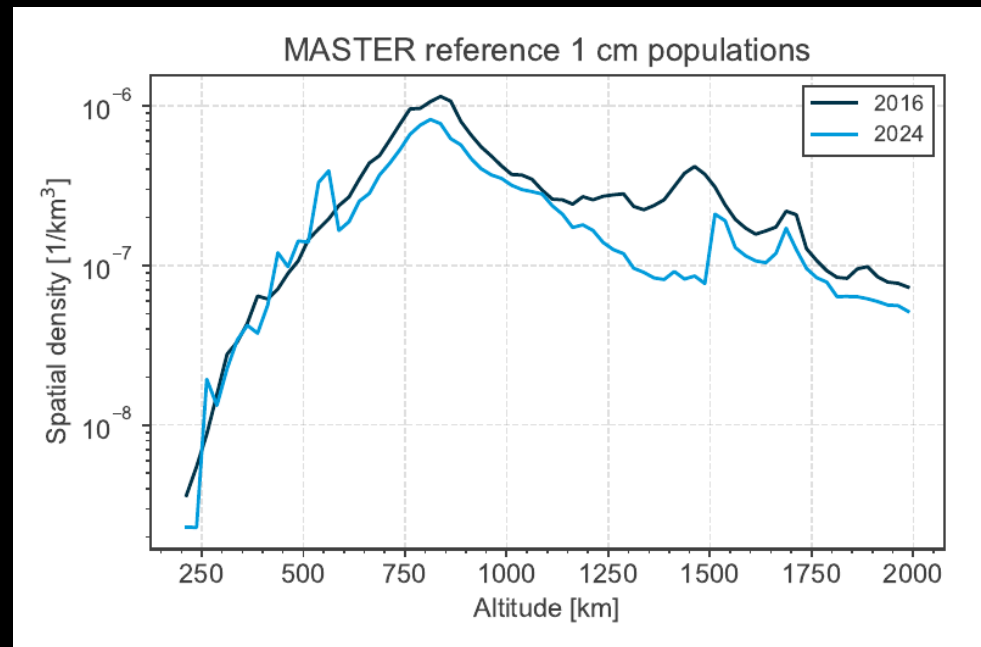
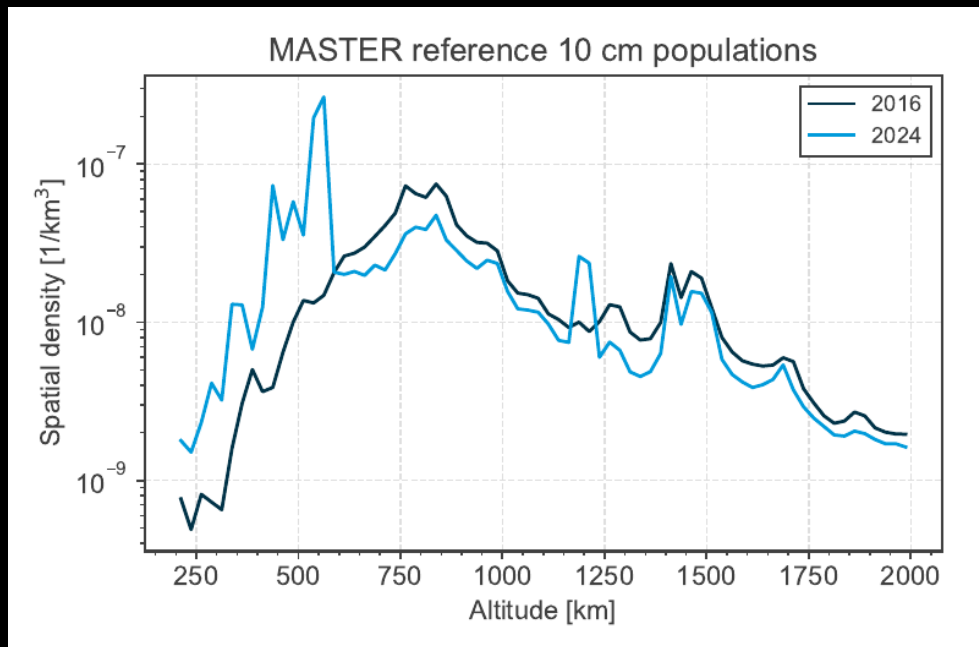
130 mln obiektów od 1 mm do 1 cm

MASTER reference population: 01/08/2024



Całkowita liczba obiektów przebywających w rejonie LEO (na stałe lub przecinających ten obszar) większych niż dana średnica równoważna.

Zmiana gęstości przestrzennej w rejonie LEO



2. SPACE ENVIRONMENTAL HISTORY IN NUMBERS
3. ENVIRONMENTAL STATUS 2024
4. INTENTIONAL OBJECT RELEASE
5. FRAGMENTATION HISTORY
6. END-OF-LIFE OPERATIONS HISTORY

pdf