

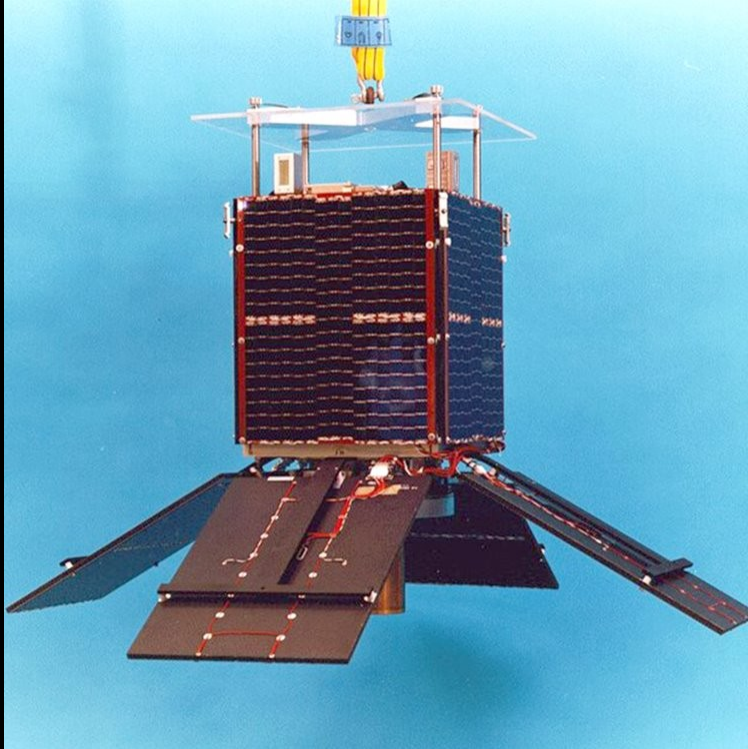


Kosmiczne otoczenie Ziemi

Krzysztof Kamiński

Fragmentacje na orbicie

1996-07-24 Cerise 1995-033B + R/B 1986-019RF



Satelita Cerise

Francuski satelita wojskowy,
zbudowany przez brytyjską firmę
Surrey Satellite Technology LTD.

Służący głównie do nasłuchu radiowego
w paśmie HF.

Masa: 50 kg

Rozmiar: 30 x 30 x 60 cm + pręt 3m

Start: 1995-07-07

Orbita: $h = 581-589$ km

1996-07-24 Cerise 1995-033B + R/B 1986-019RF

O godzinie 9:48 UT utracono kontrolę nad orientacją mikrosatelity Cerise.

Wszystkie systemy satelity wskazywały poprawne działanie.

Wstępna analiza wykazała gwałtowną zmianę momentu bezwładności satelity.

Jedynym wyjaśnieniem była utrata pręta stabilizującego (gravity gradient boom).

1996-07-24 Cerise 1995-033B + R/B 1986-019RF

time	distance	relative velocity
01h37mn02.0s	2.6 km	14.769 km/s
03h15mn14.1s	2.3 km	14.769 km/s
04h53mn26.1s	1.8 km	14.769 km/s
06h31mn38.2s	1.8 km	14.769 km/s
08h09mn50.2s	1.6 km	14.769 km/s
09h48mn02.3s	1.5 km	14.769 km/s

Lista bliskich zbliżeń
z obiektem o numerze satcat
(NORAD) 18208.

Kolizja o 9:48 UT

Obiektem był 3 stopień ostatniej
w serii rakiety Ariane 1 V16.
Start: 1986-02-22



ARIANE 1



ARIANE 2



ARIANE 3



ARIANE 4



ARIANE 5



ARIANE 5 Evolution

Rakieta Ariane 1 V16 umieściła na orbicie satelitę Spot 1 I Viking dnia 1986-02-22.

Było to pierwsze użycie rakiety Arian na orbicie LEO.

Dnia 1986-11-13 trzeci stopień tej rakiety eksplodował produkując 465 skatalogowanych odłamków!

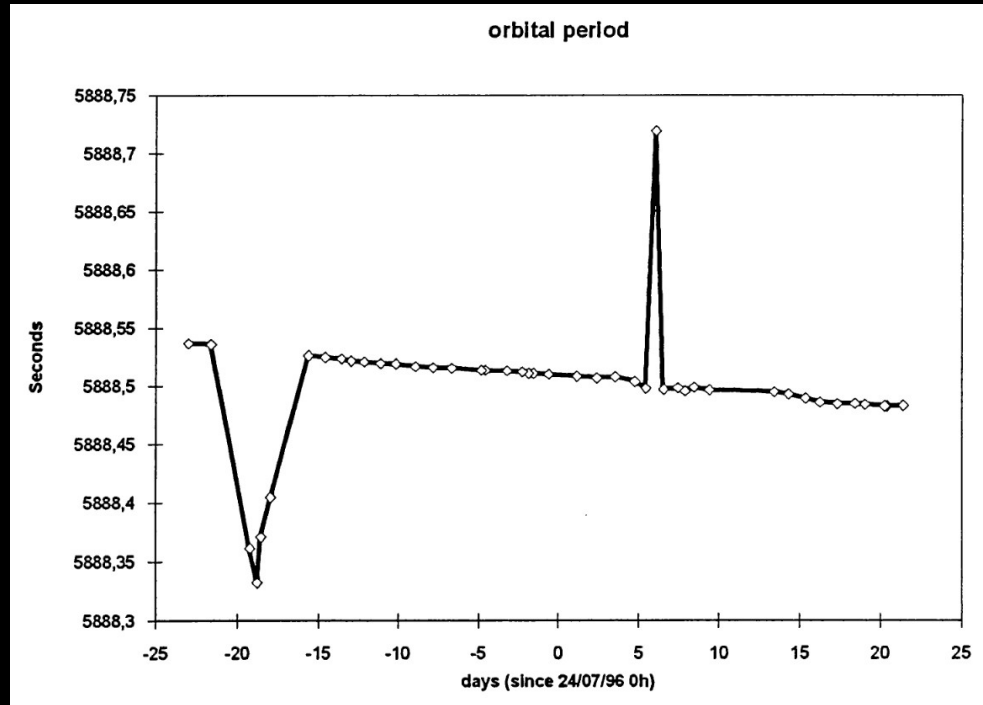
W tamtym czasie była to najliczniejsza fragmentacja na orbicie!

Biorąc pod uwagę rozmiary obydwu obiektów i niewielką precyzję orbity TLE, prawdopodobieństwo kolizji podczas pojedynczego zbliżenia wynosiło ok. $2 \cdot 10^{-6}$.

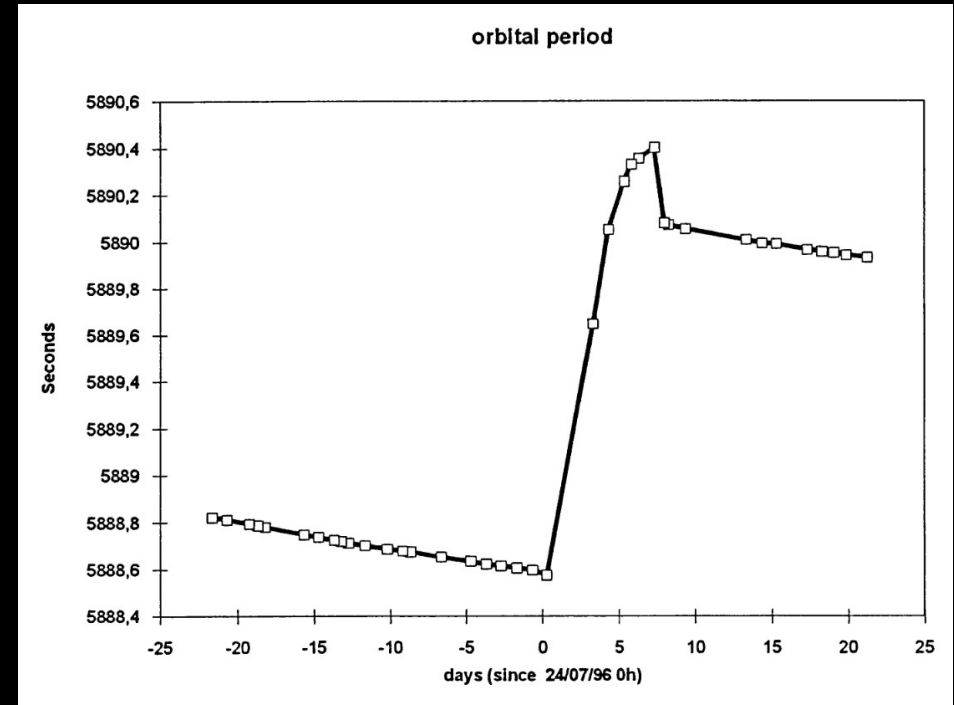
Prawdopodobieństwo zderzenia na m² na rok z obiektami nieskatalogowanymi:

	d>1 cm	d>0.5 cm	d>0.1 cm
meteorite flux	$0.57 \cdot 10^{-6}$	$0.88 \cdot 10^{-5}$	$0.18 \cdot 10^{-2}$
debris flux	$0.33 \cdot 10^{-4}$	$0.15 \cdot 10^{-3}$	$0.77 \cdot 10^{-2}$
total flux	$0.34 \cdot 10^{-4}$	$0.16 \cdot 10^{-3}$	$0.95 \cdot 10^{-2}$

Zmiany okresu orbitalnego



Cerise



Ariane R/B

	Cerise	object n° 18208
Δ period	0	1.5 sec
Δ inclination	0	0.006 deg
Δ argument of perigee	6 deg	12 deg

Zmiany okresu orbitalnego

W katalogu SatCat (NORAD) pojawił się w 1996-07-27 nowy obiekt 23994.

	Cerise	nowy obiekt
$h_{\min}$	656.5 km	656.1 km
$h_{\max}$	681.5 km	682.3 km
i	98.1°	98.1°
Omega	142.2°	142.2°

Pozycje nowego obiektu i Cerise w momencie kolizji są zbieżne.

Orbita Cerise praktycznie się nie zmieniła.

Orbita Ariane wzrosła o ok 1.2 km, ale będzie maleć szybciej niż Cerise.

Wysokość nowego śmiecia jest tylko o 60m inna niż Cerise.

To wszystko oznacza, że jest możliwe ponowne zderzenie Cerise z obydwoima obiektami, ale jego prawdopodobieństwo jest trudne do oszacowania.

1991-12-23 Kosmos 1934 oraz fragmentem Kosmos 926

Jest to najwcześniejsza znana kolizja pomiędzy skatalogowanymi obiektami.

Kolizję tą zauważono dopiero w 2005r (NASA ODQN vol 6).

W jej wyniku mniejszy obiekt zniknął z katalogu SSN.

Dodatkowo pojawiły się dwa nowe obiekty.

2007 – Fengyun 1C



FY-1A

Satelita pogodowy

start: 1999-05-10

masa: 954 kg

rozmiar: ok 1.5m + 2x panele 1.5x4m

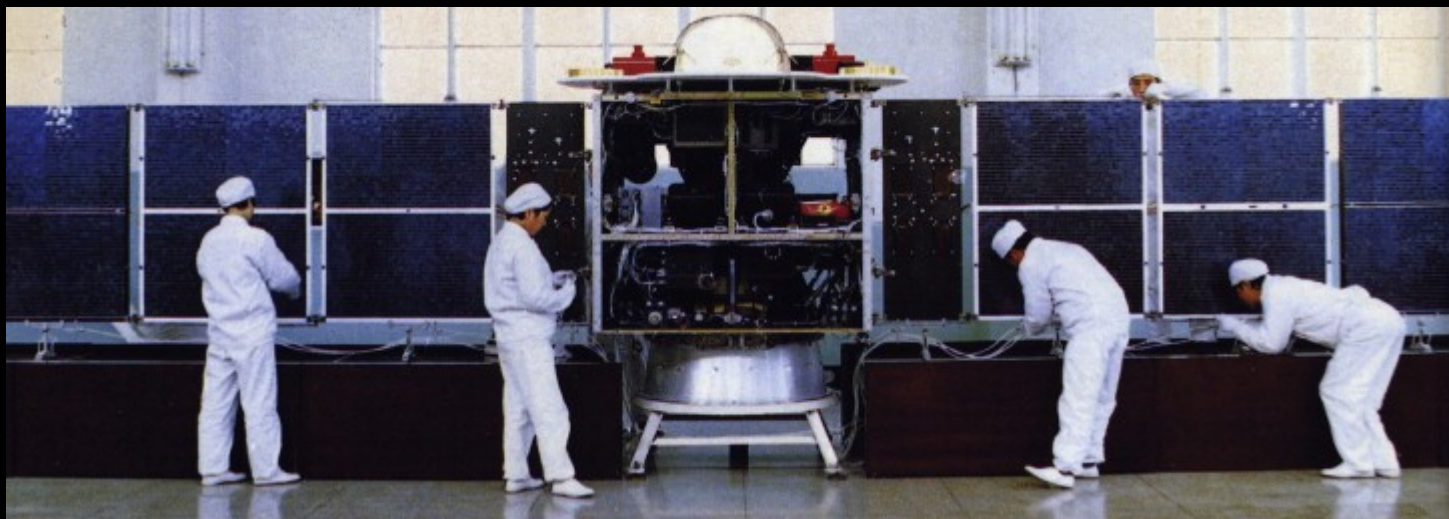
orbita:

$h = 849-866 \text{ km}$

$i = 98.8^\circ$

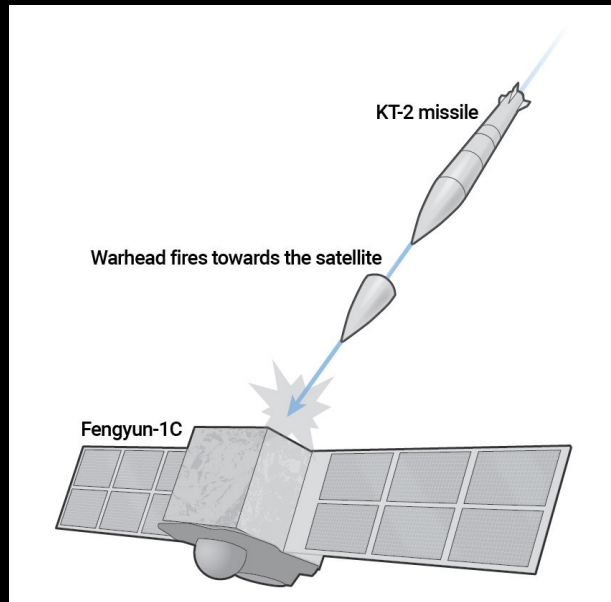
planowany czas pracy: 2 lata

rzeczywisty czas pracy: 4.5 roku



FY-1C

2007-01-11 22:26 UT, podczas przelotu satelity FY-1C nad terytorium Chin dokonano jego zniszczenia za pomocą balistycznej broni kinetycznej.



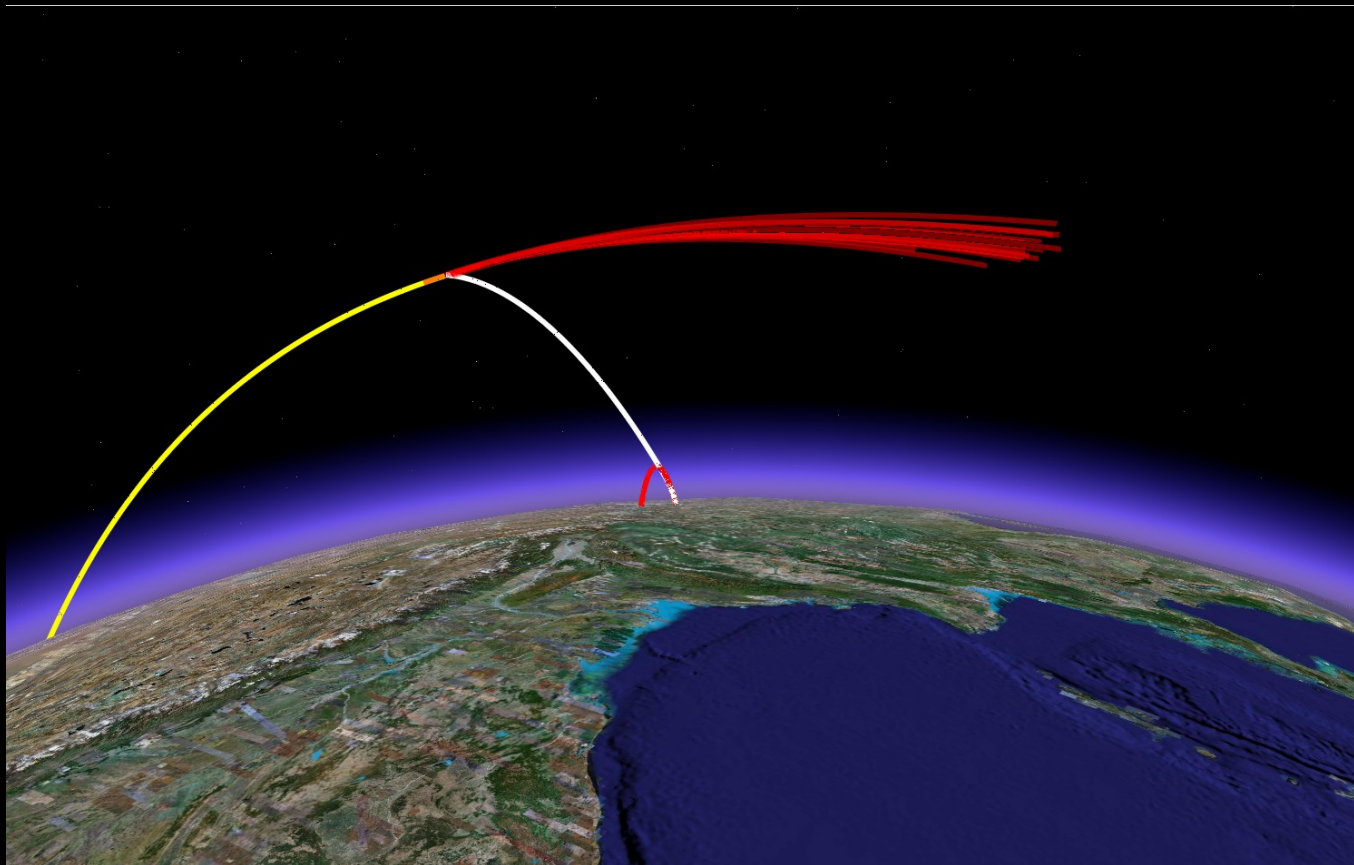
Pierwsza publiczna informacja o tym wydarzeniu została podana 17 stycznia w czasopiśmie "Aviation Week and Space Technology". 23 stycznia potwierdził to rząd Chin, ale nie podano żadnych detali.

Uderzenie nastąpiło na wysokości ok 863 km.
Prędkość kolizji wynosiła ok 9 km/s.

Tego typu atak nazywa się: direct ascent antisatellite attack,
czyli pocisk nie wszedł na orbitę.

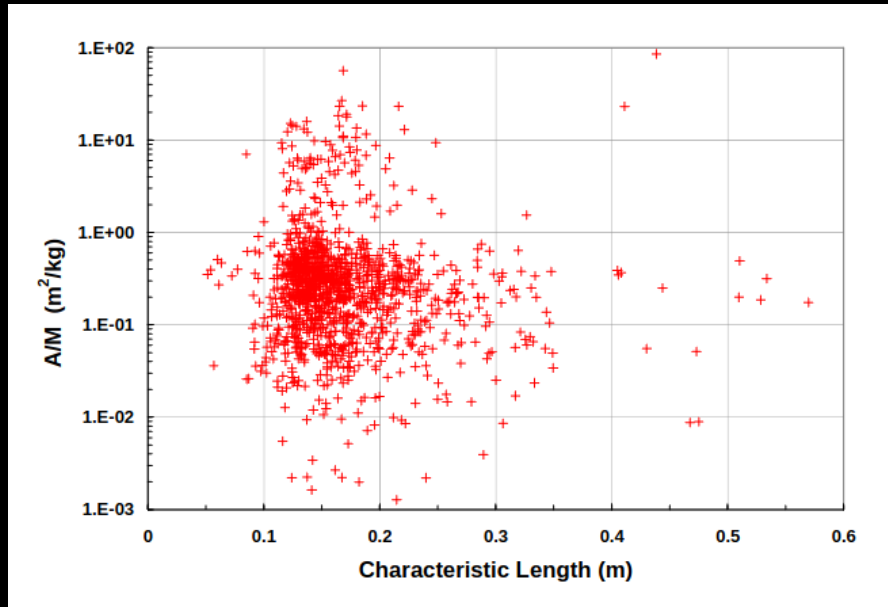
Do tego testu wykorzystano prawdopodobnie rakietę DF-21 na paliwo stałe,
o zasięgu ok. 1000 km w górę i ok. 2500 km na ziemi (przy masie głowicy 600 kg).



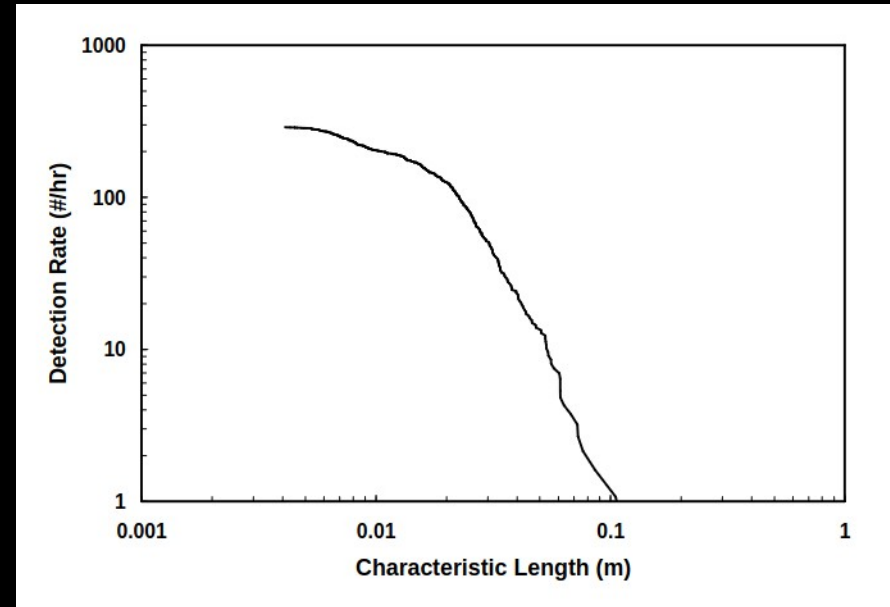


Uderzenie nastąpiło prawdopodobnie w pobliżu apogeum suborbitalnego toru lotu rakiety.

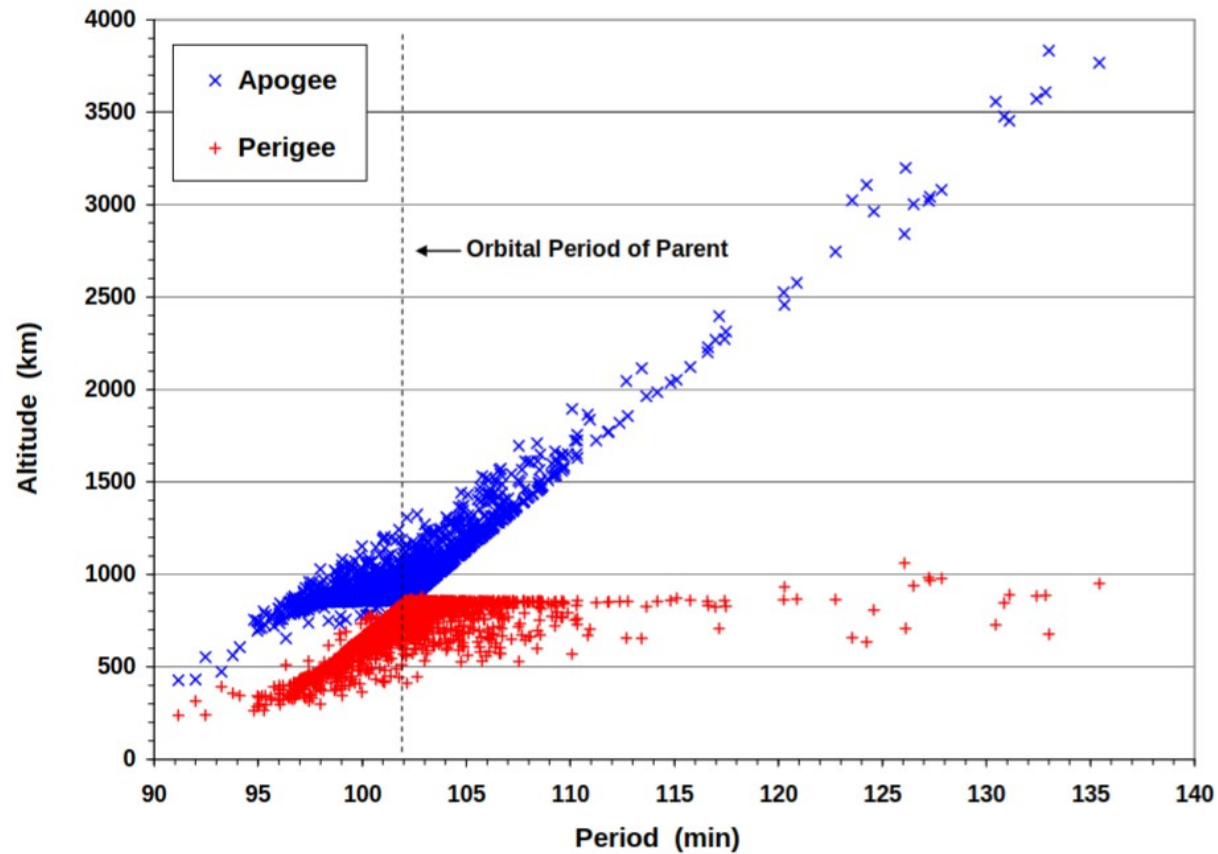
Ok. 1600 odłamków wydaje się być większych niż 10 cm.



A/M odłamków, szacowane po zmianach orbitalnych, jest dość wysokie.



Detekcje radarem Haystack podczas 1.9h dnia 2007-01-12.



Wykres Gabbarta
ok. 6 miesięcy po
fragmentacji.

2347 fragmentów.

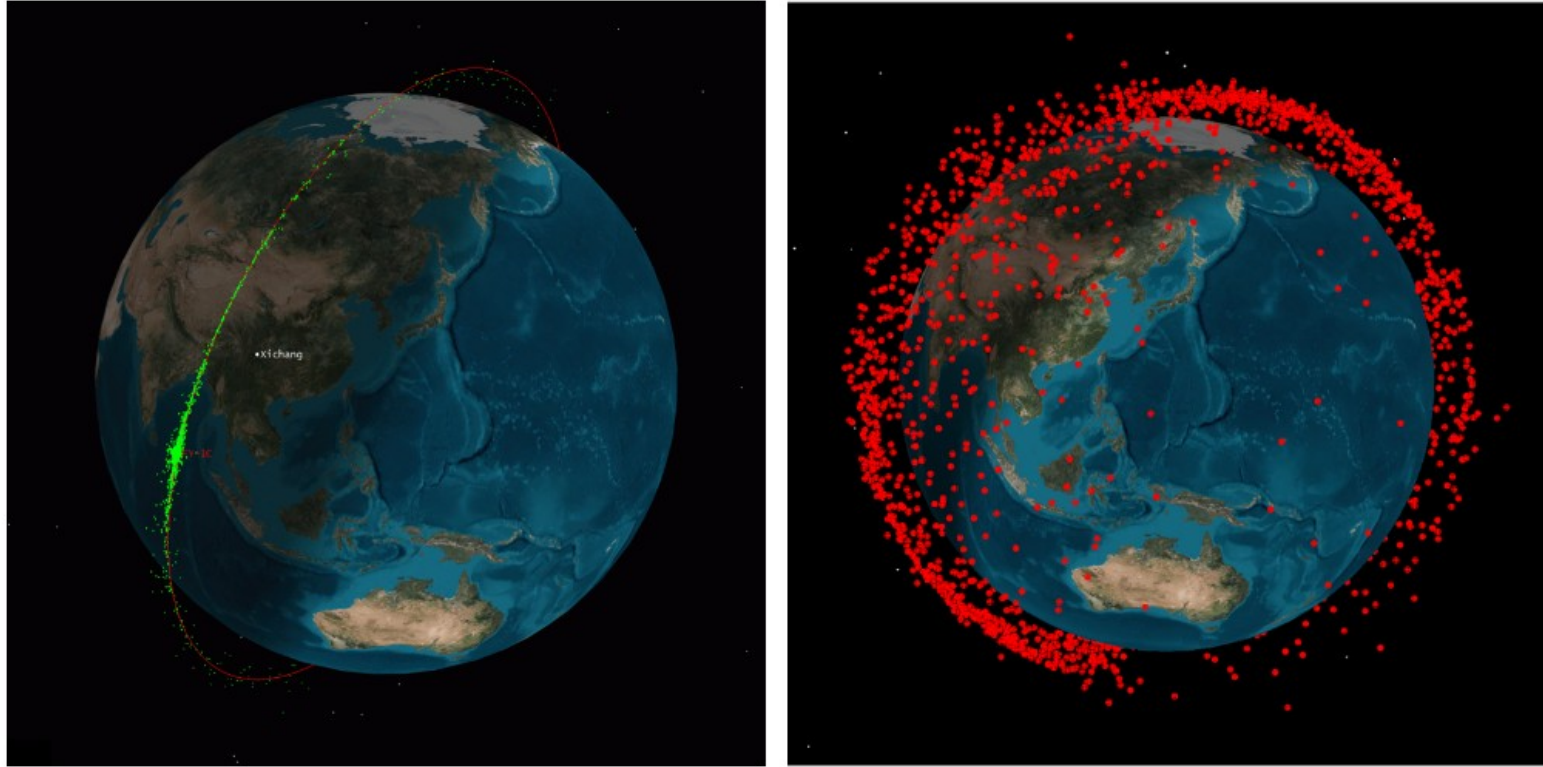
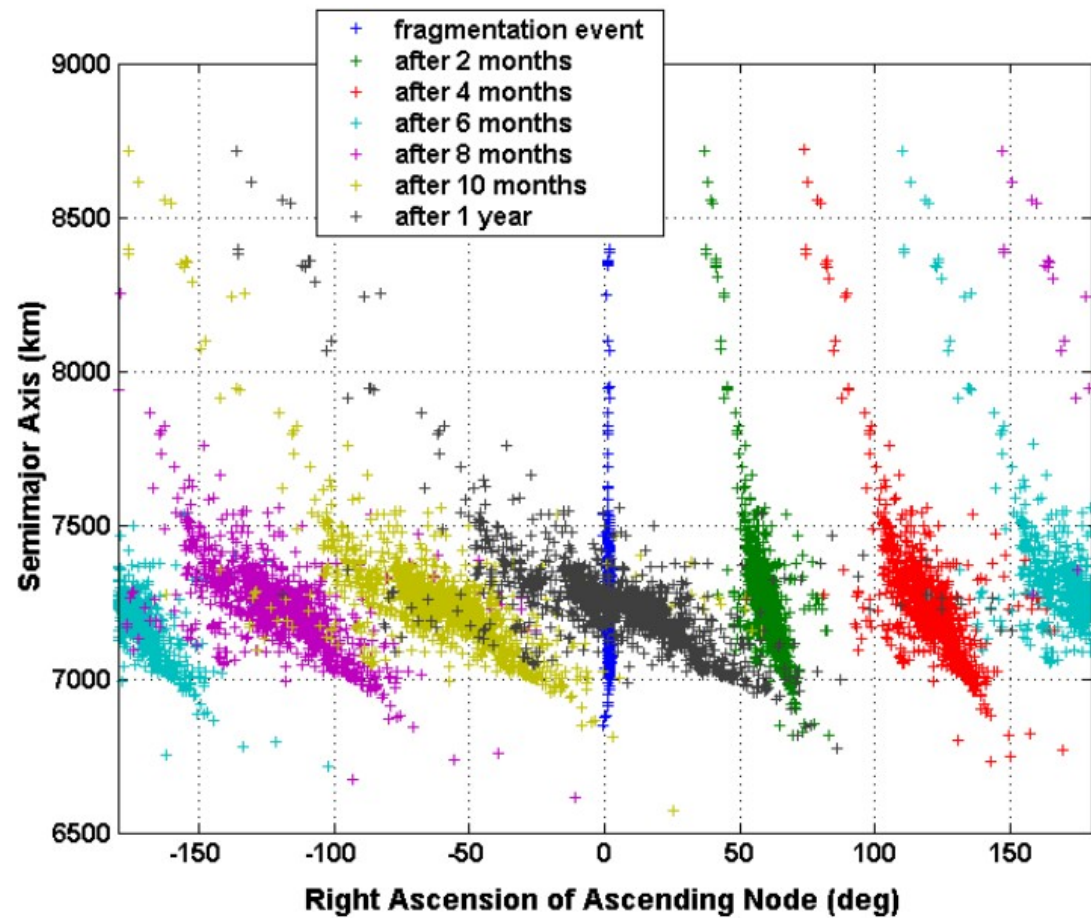
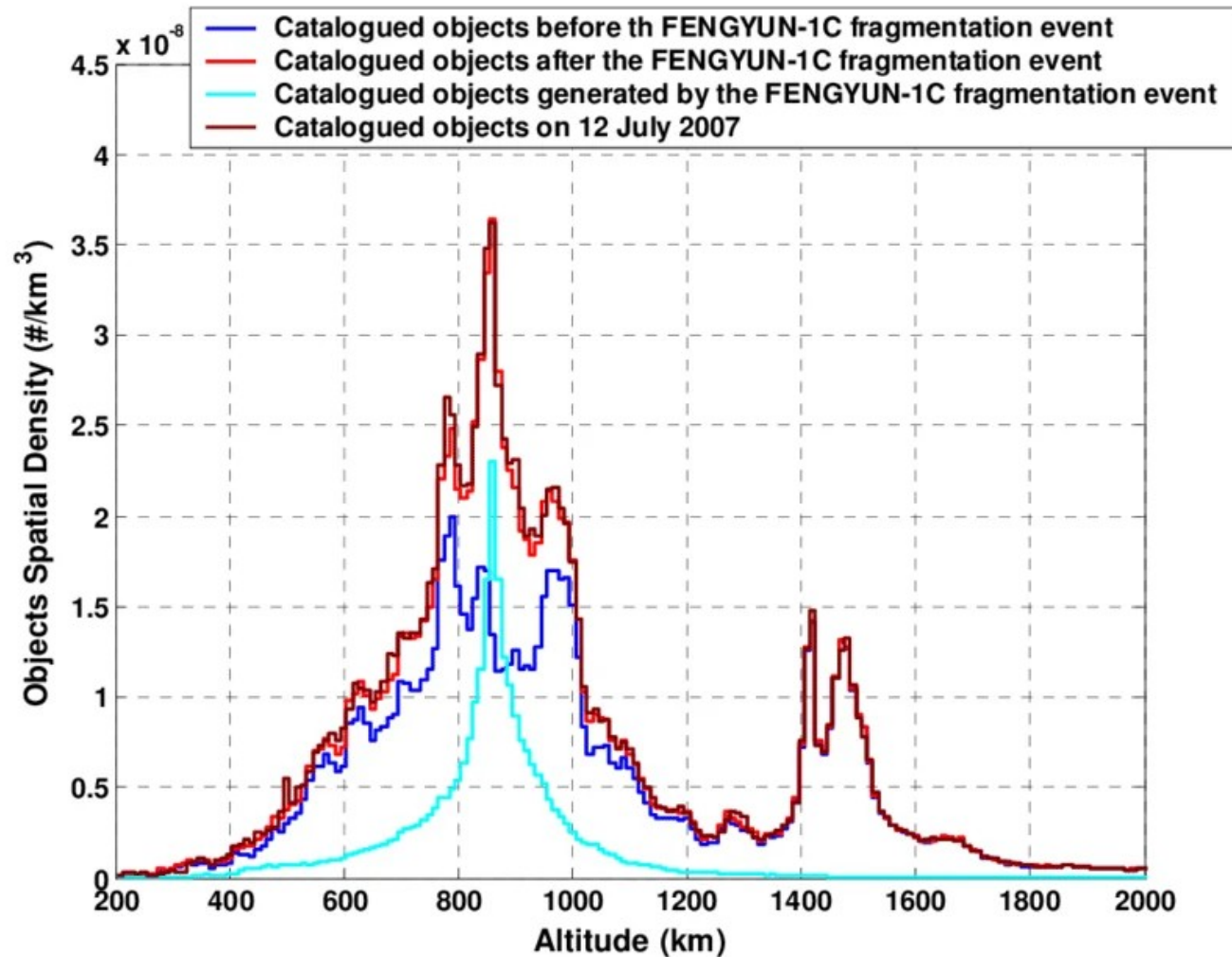
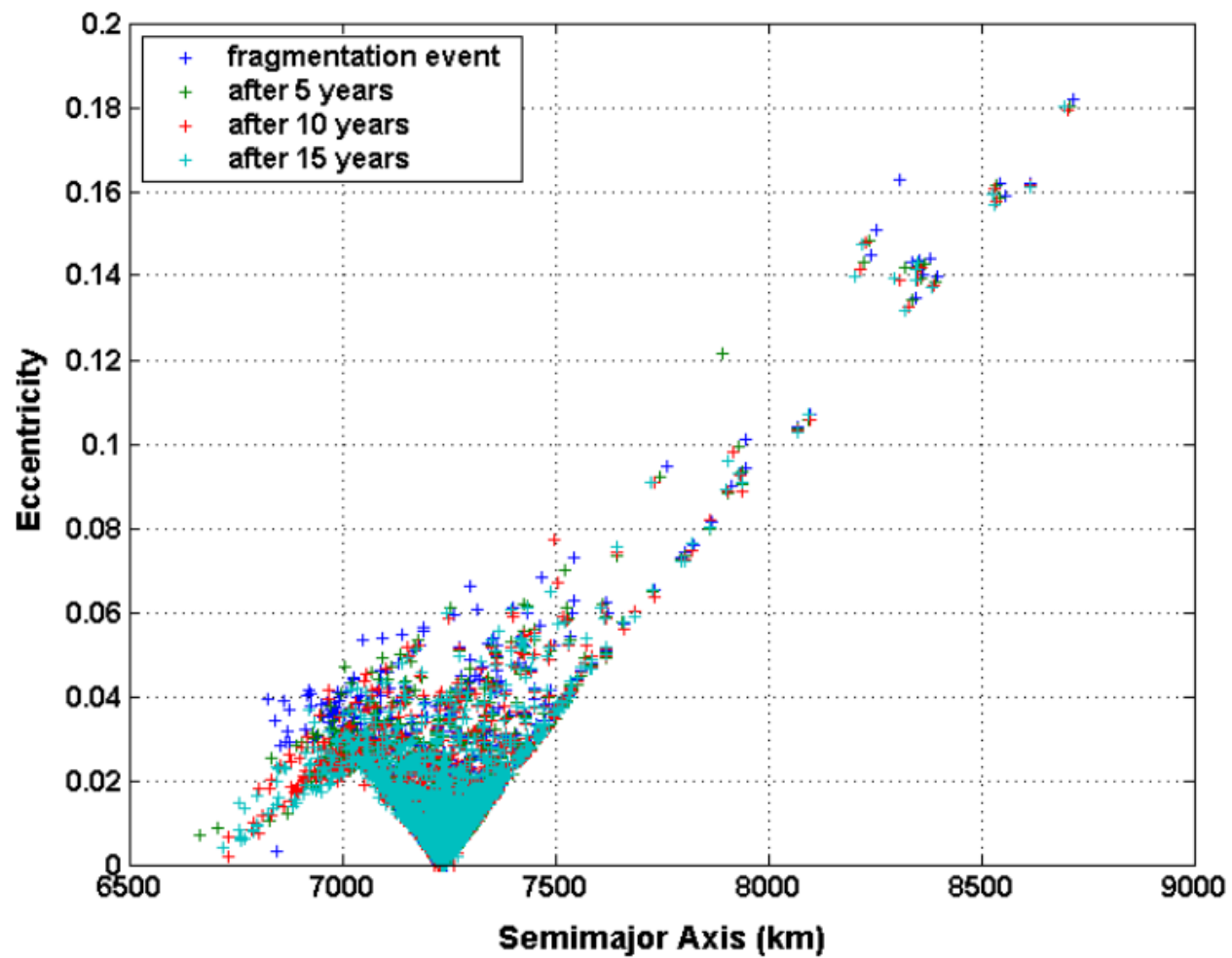
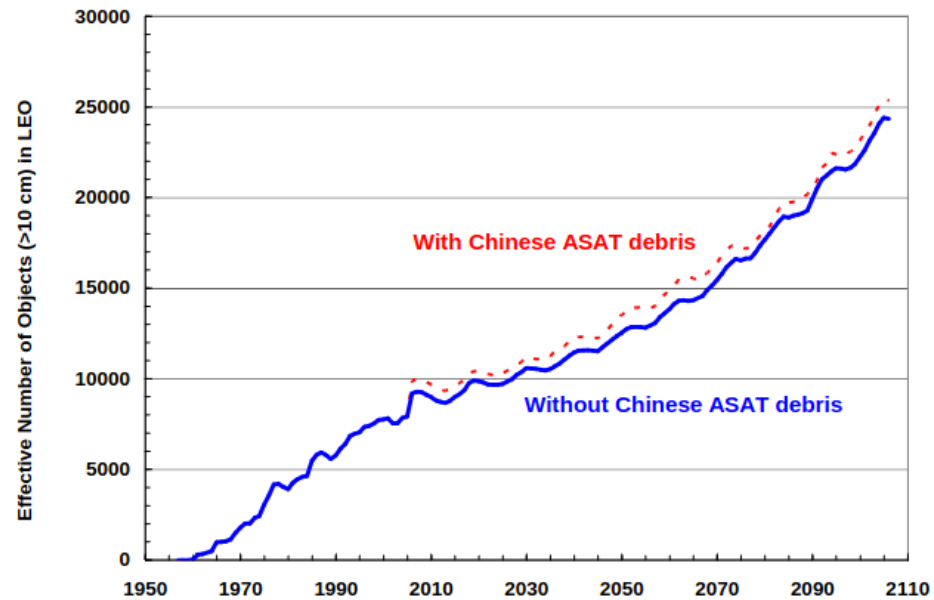
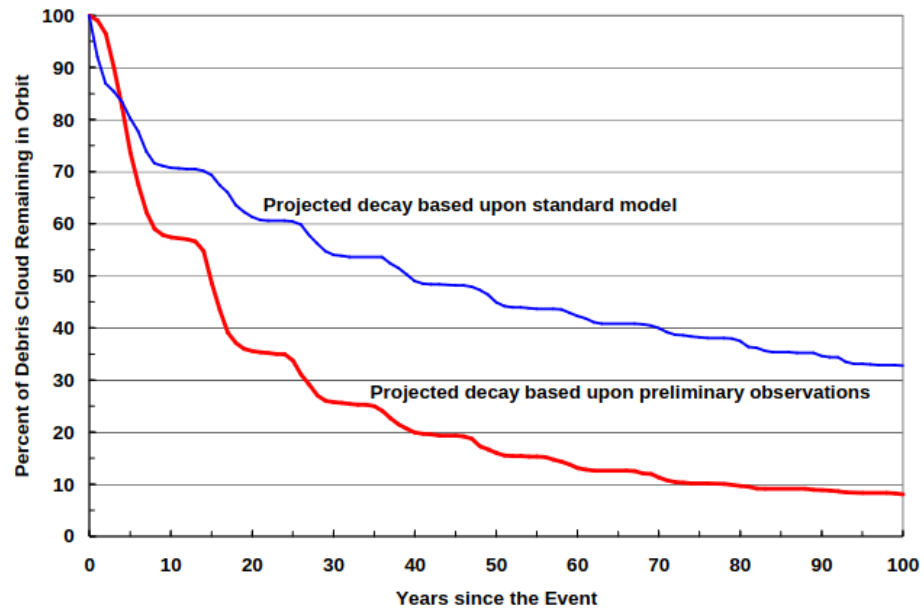


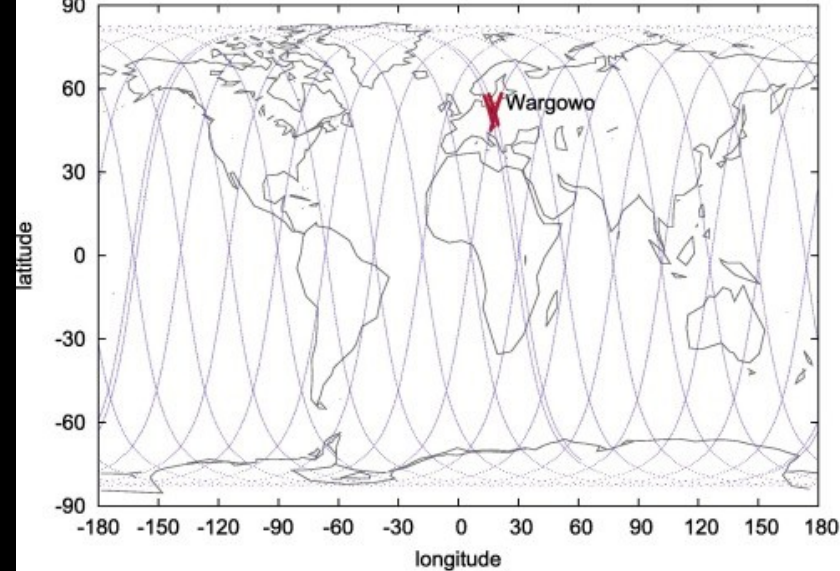
Figure 2.1: FengYun 1C debris after impact (left) and 1 year later (right) [1].



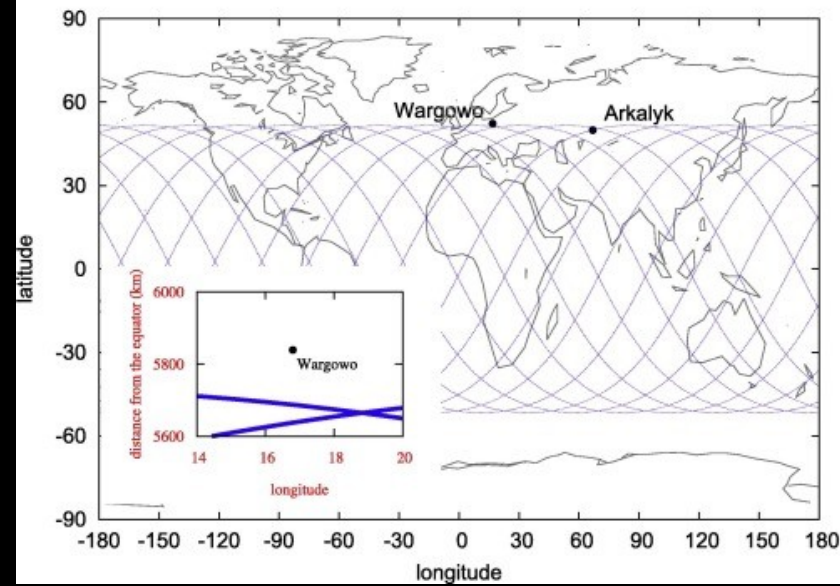








27.04.2012
Wargowo
k/Obornik



2 kawałki,
nadal gorące,
usłyszane
i znalezione
przez sołtysa.



History of On-orbit Satellite Fragmentations, 16th Edition

Orbital Debris Program Office

*Phillip Anz-Meador
John Opiela
Jacobs
Houston, Texas*

*Jer-Chyi Liou
NASA Johnson Space Center
Houston, Texas*

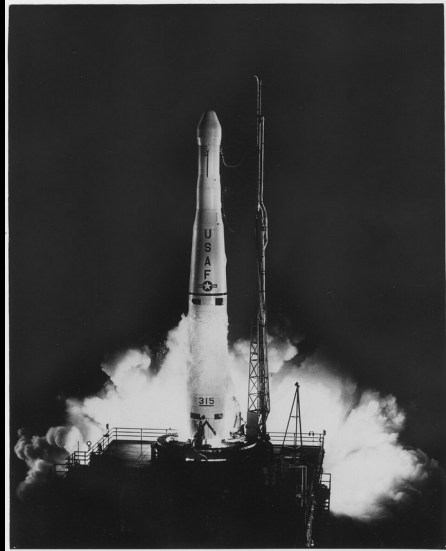
National Aeronautics and
Space Administration

Lyndon B. Johnson Space Center
Houston, Texas 77058

December 2022

Pierwsza fragmentacja

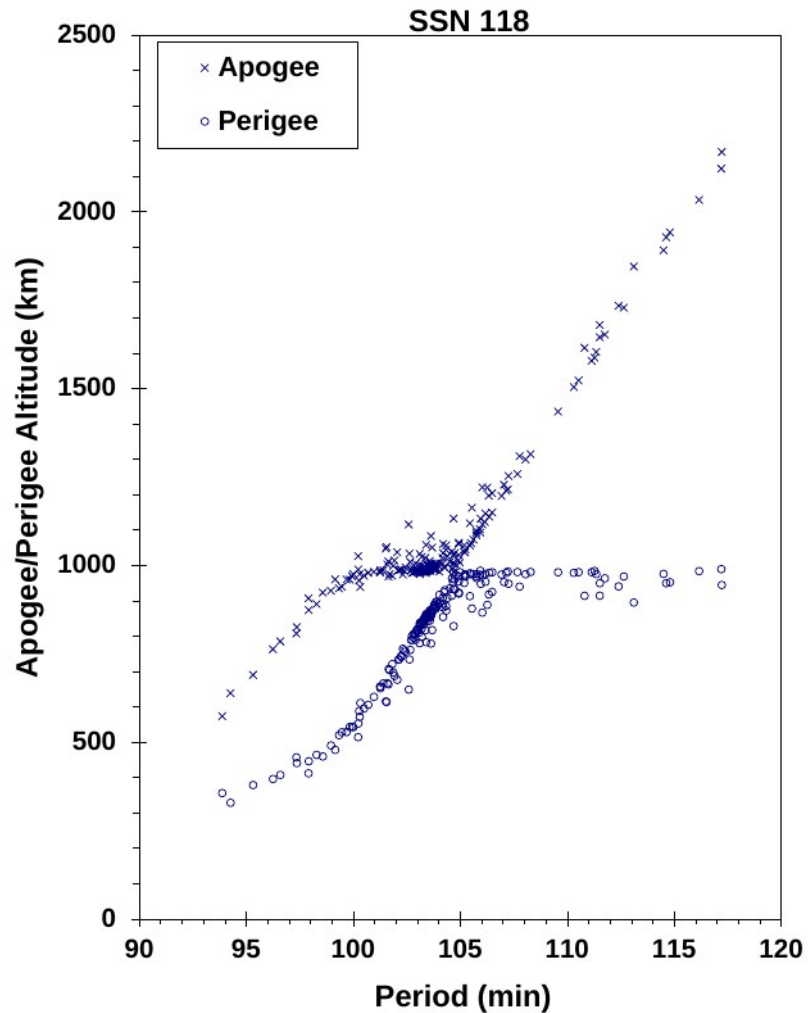
Pierwszy znaczący rozpad na orbicie nastąpił dnia 29.06.1961. 77 minut po odseparowaniu ładunku (trzech satelitów: Transit 4A, Injun, and Solrad 3) górny człon rakiety (po wykonaniu wszystkich wcześniejszych manewrów prawidłowo eksplodował na ok 200 zarejestrowanych kawałków).



Rakieta Thor-Ablestar

W momencie rozpadu na pokładzie było jeszcze 100kg paliwa hipergolowego. Był to pierwszy człon rakiety typu Able, który nie wypuścił paliwa w kosmos po misji.

Po eksplozji rekomendowano by jednak to zawsze robić.



Transit 4A R/B debris cloud of 201 cataloged fragments in May 1964 as reconstructed from the US SSN database.

Diagram Gaddarta dla fragmentacji
z 1961r (stan na maj 1964)

Kilka ciekawostek:

1. Do roku 2022 zanotowano 268 rozpadów.
2. Z 38% rozpadów wszystkie odłamki weszły w atmosferę.
3. Wg. stanu na rok 2022 10 misji kosmicznych odpowiada za 28% obiektów w katalogu satelitarnym.

3 z nich to samozapłon paliwa po misji, który można by było uniknąć gdyby zastosować współczesne protokoły deaktywacji.

3 z nich to zapłon baterii

2 to celowe zniszczenie satelity

2 to przypadkowe zderzenie dwóch dużych satelitów

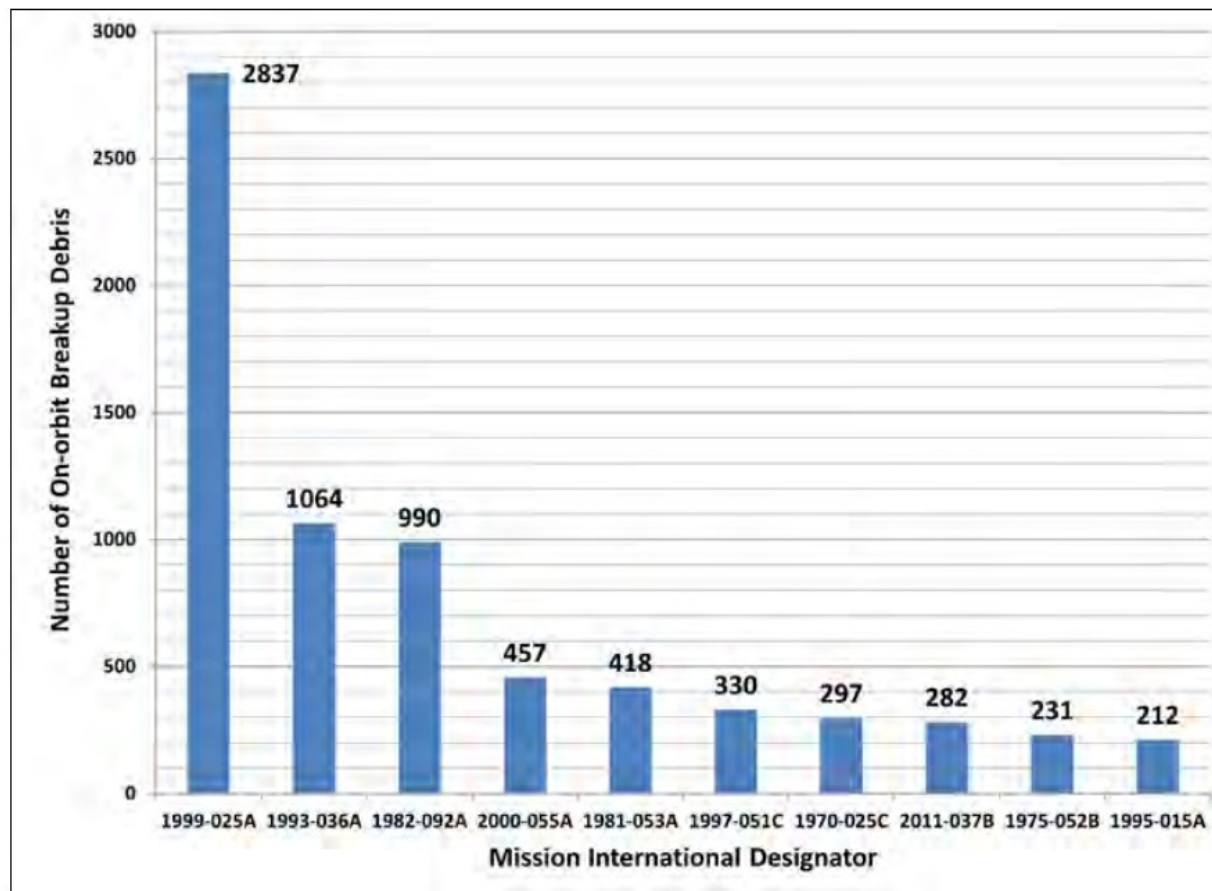


Figure 1.0-1. Magnitude of the 10 largest debris clouds in orbit as of 01 May 2022.
Note that cataloging is ongoing, accounting for increased totals for some missions relative to the 15th edition of this book.

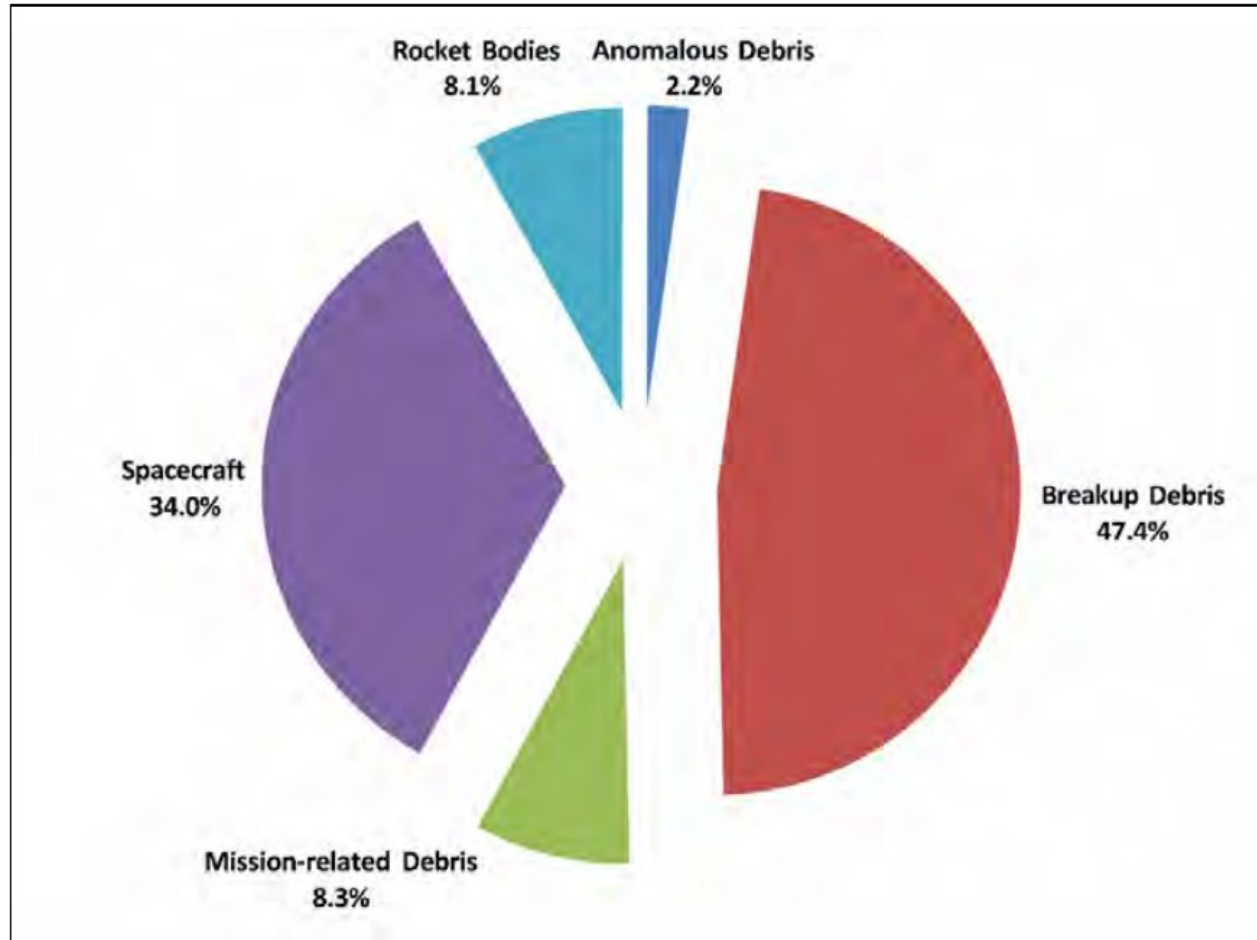


Figure 1.0-2. Relative segments of the cataloged in-orbit Earth satellite population.

Typy fragmentacji

rozpad satelity (satellite breakup)

Celowy lub przypadkowy rozpad na orbicie, który jest zwykle destruktywny, zwykle produkuje dużą liczbę odłamków zarówno widocznych i niewidocznych

przypadkowa separacja (anomalus event)

Przypadkowe odłączenie, zwykle niedestruktywne, po którym obiekty pozostają nienaruszone
zwykle produkuje małą liczbę dużych obiektów

planowana separacja (mission-related debris)

Planowane odrzucenie obiektu w kosmos.

on-orbit									
	US	CIS	France	PRC	India	Japan	ESRO/ESA	Other	Total
payloads	4413	1467	80	636	104	196	83	1664	8643
rocket bodies	613	957	155	194	39	54	7	42	2061
mission-related debris	751	795	151	336	6	38	14	17	2108
breakup debris	3450	4935	202	3311	70	11	28	55	12062
anomalous debris	316	221	7	4	0	1	12	2	563
Total	9543	8375	595	4481	219	300	144	1780	25437
decayed or beyond Earth orbit									
	US	CIS	France	PRC	India	Japan	ESRO/ESA	Other	Total
payloads	1497	2054	11	103	15	84	32	153	3949
rocket bodies	811	2582	80	209	25	74	6	16	3803
mission-related debris	1044	5854	175	315	14	141	10	110	7663
breakup debris	3598	5698	492	940	432	130	13	62	11365
anomalous debris	186	129	6	3	2	6	2	4	338
Total	7136	16317	764	1570	488	435	63	345	27118
							GRAND TOTAL		52555

Liczby odłamków mogą być mylące ze względu na:

1. Czułość systemu US SSN na LEO ok 10cm, ale na GEO tylko ok 1m.
2. W przypadku orbit typu Mołnia perygeum jest na półkuli południowej, na której detekcja US SSN jest utrudniona.
3. Fragmenty po rozpadzie na wysokości poniżej 400km mogą wejść w atmosferę zanim zostaną wykryte a ich orbity będą wyznaczone.

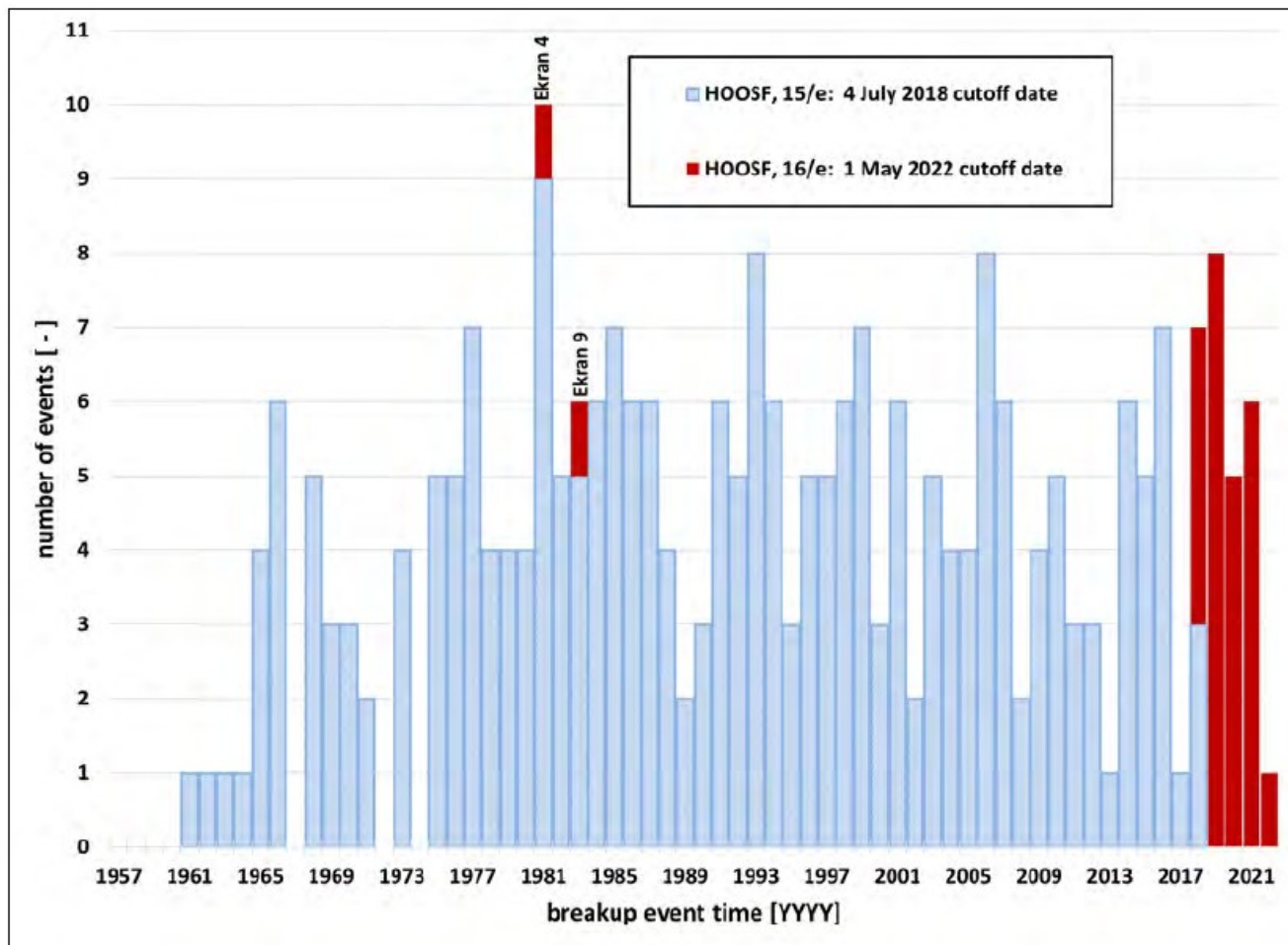


Figure 2.0-1. Number of breakups by year since 1961.
Breakups new to this edition are indicated in red.

Przyczyny fragmentacji

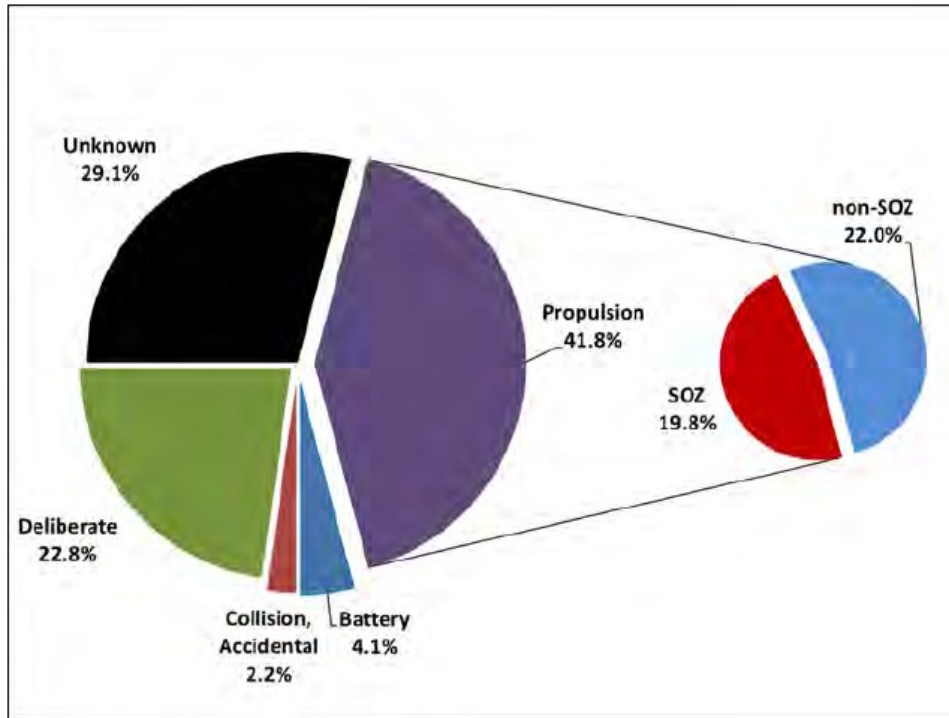


Figure 2.1-1. Causes of known satellite breakups.

Najbardziej „wybuchowa rakietą”:

Soviet/Russian Blok-DM Sistema Obespecheniya Zapuska (SOZ),
ang. Launch Assurance System
lub Ullage Motor System

SOZ to małe silniki rakietowe na paliwo płynne, służące do tego by po ich odpaleniu paliwo w dużych zbiornikach dużych silników układało się prawidłowo przed ich odpaleniem.

Obiekty macierzyste

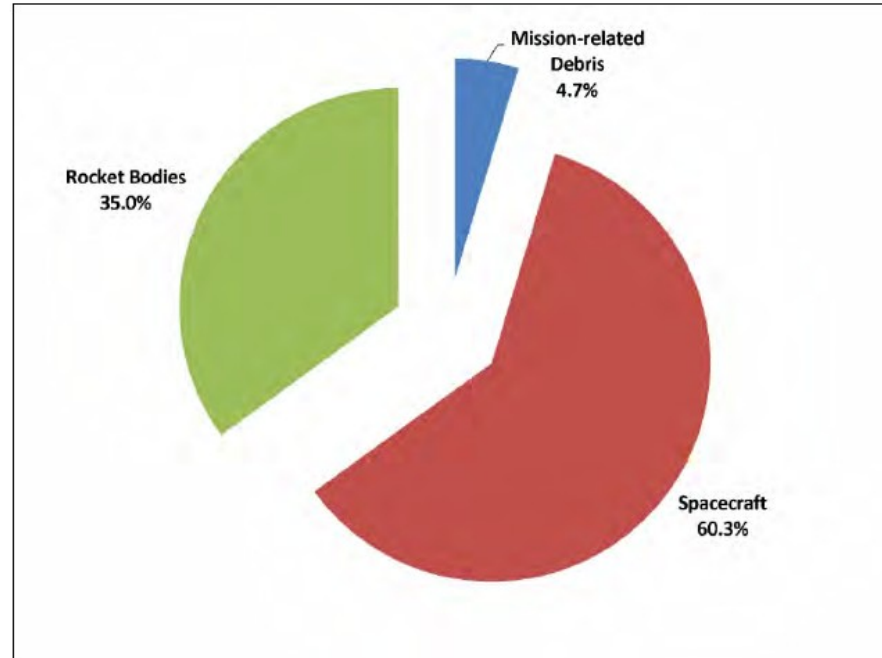


Figure 2.1-4. Sources of all cataloged satellite breakup debris by satellite type.

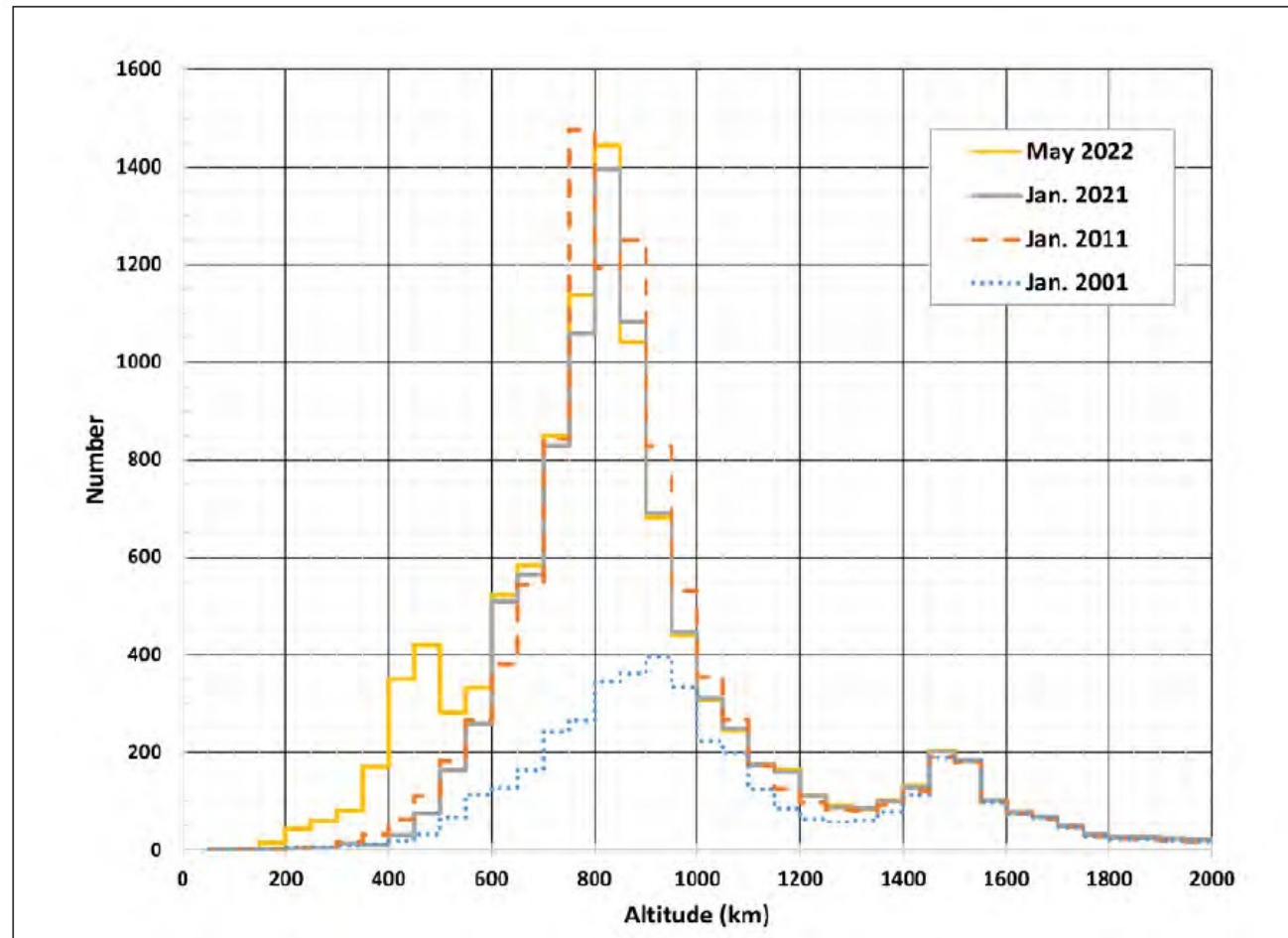


Figure 2.1-7. Effective number density as a function of altitude for all cataloged breakup debris at epoch.

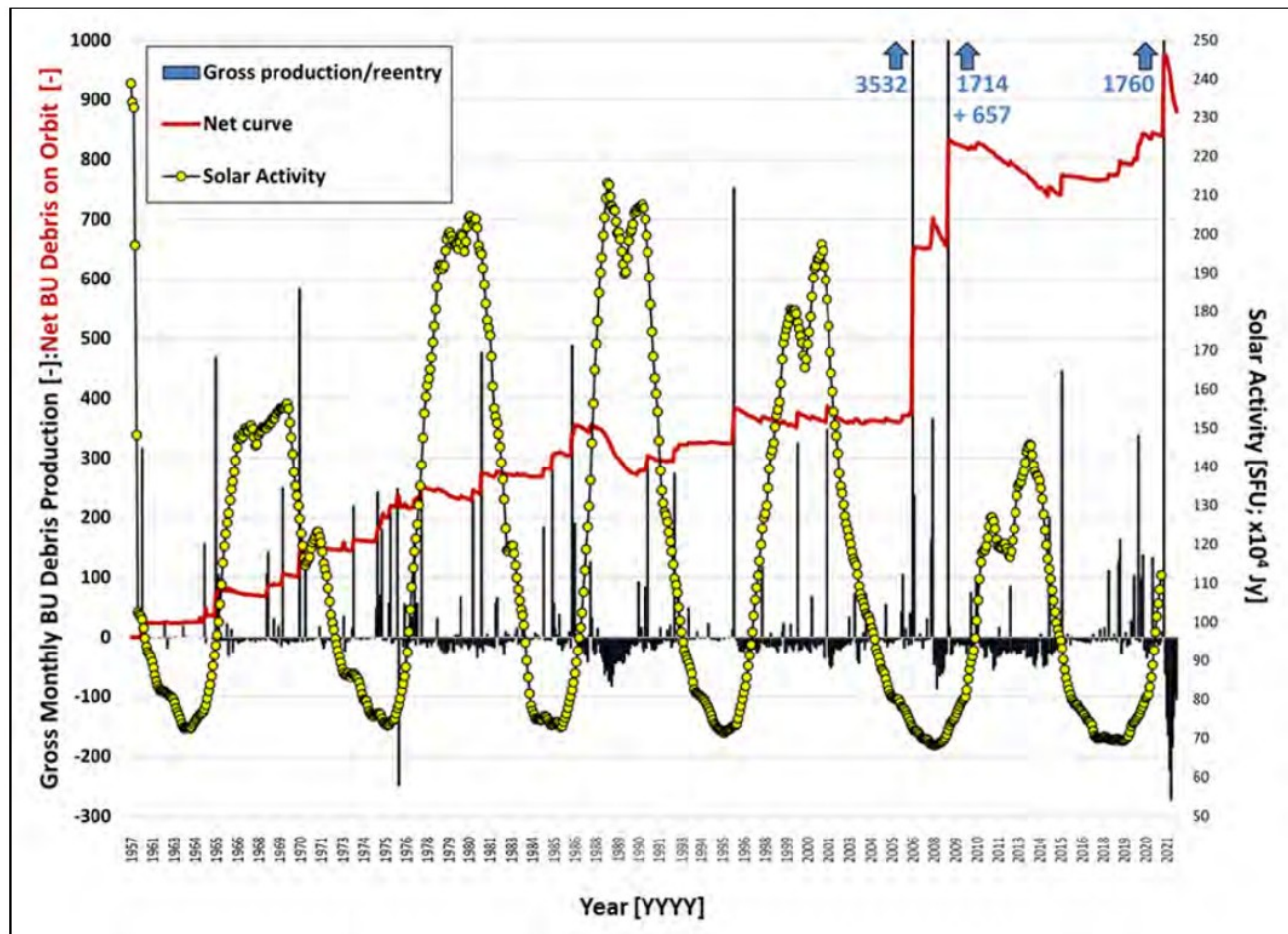


Figure 2.1-9. Number of debris produced and removed (black; relative to left vertical axis) and the net debris population (dark red; relative to left vertical axis but scaled by 0.075 to be accommodated in this plot.) The monthly average solar activity is plotted relative to right vertical axis.

TABLE 2.1.4-1 MISSION PHASE ACCOUNTING FOR PAYLOADS

Spacecraft	Mission Phase			
Assessment	In-mission	Post-mission	Unknown	Total
collision, accidental	4	2	0	6
collision, deliberate	5	2	0	7
explosion, accidental	11	3	0	14
explosion, deliberate	52	0	0	52
unknown	5	38	1	44
Total	77	45	1	123

TABLE 2.1.4-2 MISSION PHASE ACCOUNTING FOR ROCKET BODIES

Rocket Bodies	Mission Phase			
Assessment	In-mission	Post-mission	Unknown	TOTAL
collision, accidental	0	1	0	1
collision, deliberate	1	0	0	1
explosion, accidental	13	40	3	56
explosion, deliberate	1	0	0	1
Unknown	3	18	7	28
Total	18	59	10	87

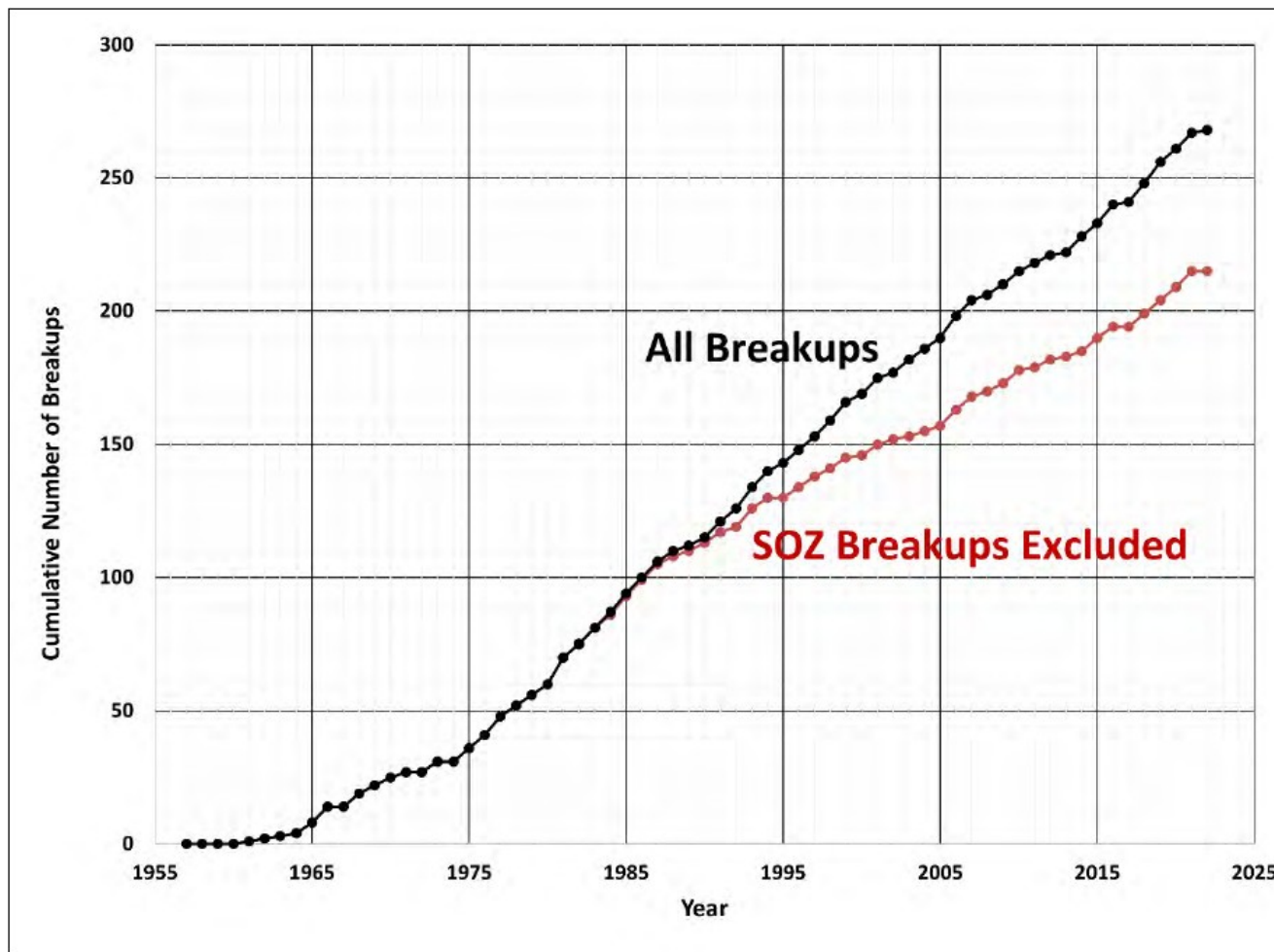


Figure 2.1-10. The number of breakups through 01 May 2022 is plotted as a cumulative distribution, with and without the SOZ breakups included.

Wybrane fragmentacje

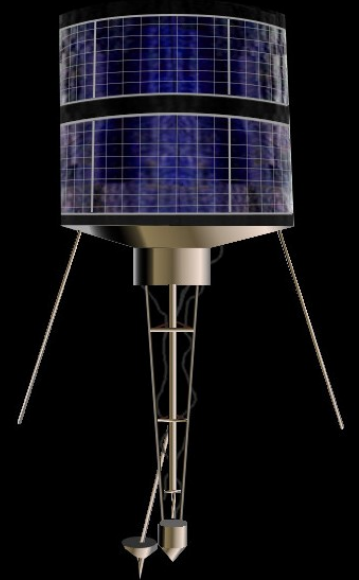
2009 – Kosmos 2251 - Iridium 33



Iridium 33

Iridium 33
1997-051C
komercyjny
560 kg
 $h = 775 - 778$ km
 $i = 86.39^\circ$

Kosmos 2251
1993-036A
wojskowy
950 kg
 $h = 781 - 806$ km
 $i = 74.04^\circ$



Stella-2M



Konstelacja 66 satelitów Iridium, utworzona przez Motorolę.
Początkowo miało być 77 satelitów, stąd nazwa od metalu ₇₇Ir.

Sieć rozpoczęła działalność w 1.11.1998r po umieszczeniu na orbicie wszystkich niezbędnych satelitów.

W 1999r firma zgłosiła bankructwo (chapter 11 bankrupcy),
gdyż nie była w stanie spłacać długów, ale pozostała właścicielem,
a sieć przestała działać.

W 1999r firma zgłosiła bankructwo (chapter 11 bankrupcy),
gdyż nie była w stanie spłacać długów, ale pozostała właścicielem,
a sieć dalej działała.

w 2000r Motorola ogłosiła deorbitację konstelacji, ale jej nie wykonała.



W 2001r działalność została przywrócona.

W latach 2007-2017 wymienione wszystkie satelity na nową generację Iridium NEXT (66+9 zapasowych na orbicie)



Telefon Iridium 9555.
Cena ok. 6000 zł brutto.
Pobieranie do 60 kb/s, przesyłanie do 15 kb/s.
Wbudowana poczta e-mail
dla wiadomości tekstowych o długości do 160 znaków.

Abonament 100 minut – 30 dni – 880zł brutto.



Błyski satelitów Iridium



Kolizja Iridium-Cosmos

Zderzenie nastąpiło 10 lutego 2009r o 16:56 UT.

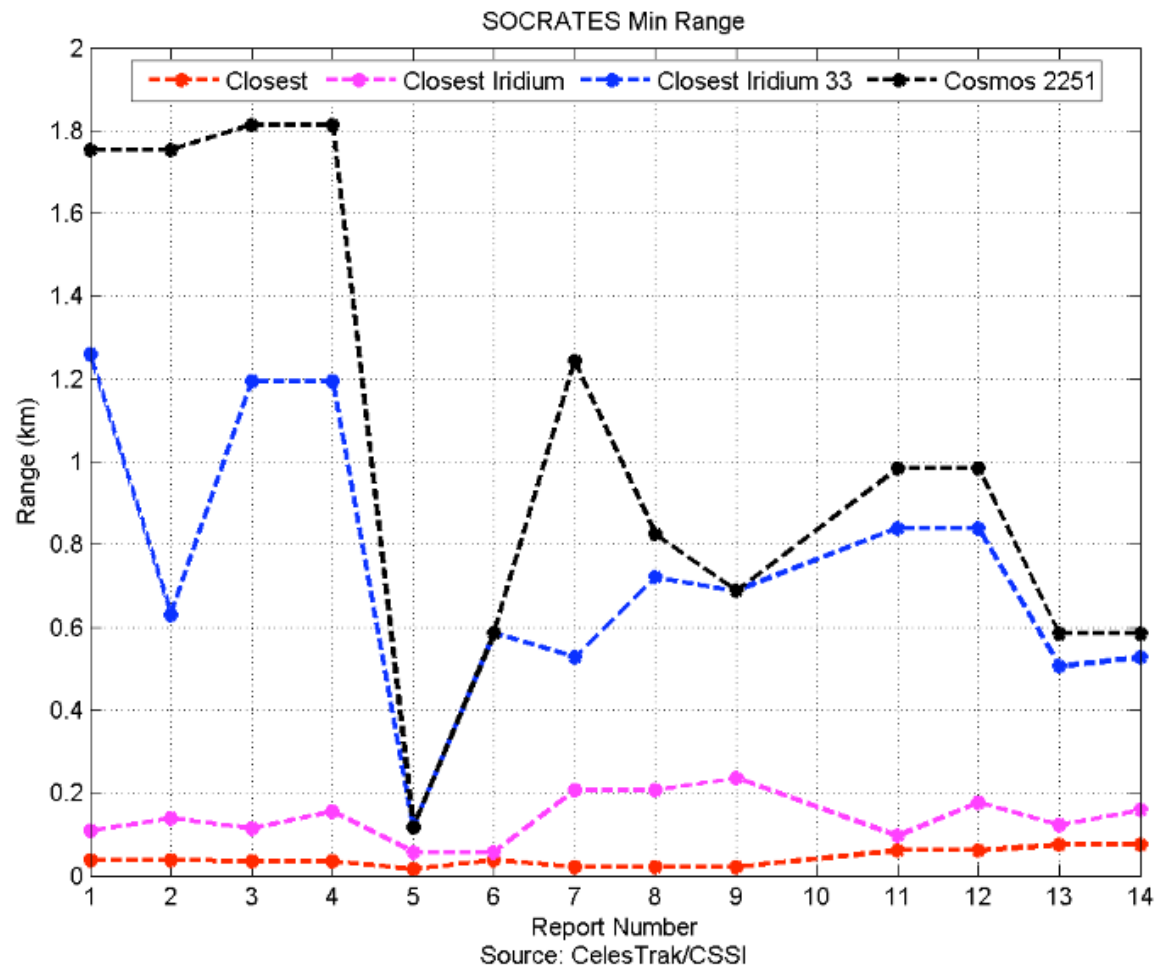
Prędkość względna satelitów 11.7 km/s.

Firma Iridium poinformowała o zderzeniu dzień później zaznaczając, że nie doszło do niego z przyczyny zaniedbania.

Jest to pierwsze zderzenie dwóch satelitów.

Przewidywany dystans minięcia wg Celestraka to ok 600m.

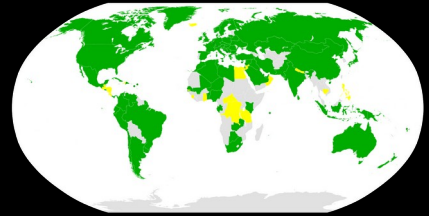
Cała sieć miała 400 alertów tygodniowo (zblizenia <5km).



Raporty o zbliżeniach
(bliskich przelotach)
z serwisu Sokrates
dla:
wszystkich satelitów,
wszystkich Iridiów,
Iridium 33,
Kosmos 2251.

ONZ
Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects
1972

[link](#)



Zgodnie z drugim scenariuszem Konwencji o odpowiedzialności, stosuje się zasadę odpowiedzialności za winę (podobnie jak w prawie morskim), zgodnie z którą państwo będzie uznane za odpowiedzialne tylko wtedy, gdy można udowodnić, że szkoda została spowodowana winą państwa lub państw odpowiedzialnych za wystrzelenie obiektu kosmicznego. Odszkodowanie ma być wtedy proporcjonalnie do winy. Konwencja stosuje się tylko do państw.

Stwierdzenie winy było jednak niemożliwe, a egzekucja odszkodowania nie istnieje, więc konwencja ta nie została zastosowana.

Symulacja firmy: Ansys Government Initiatives

<https://www.youtube.com/watch?v=BiHY5dR5Jsg>

IRIDIUM-33 RIC

Time (UTC): 10 Feb 2009 17:05:59.806

Radial (km): -2988.123964

In-Track (km): -4131.486847

Cross-Track (km): -4097.828081

Range (km): 6541.426708

Earth Inertial Axes
10 Feb 2009 17:05:59.806



10 minut po kolizji

IRIDIUM-33 RIC

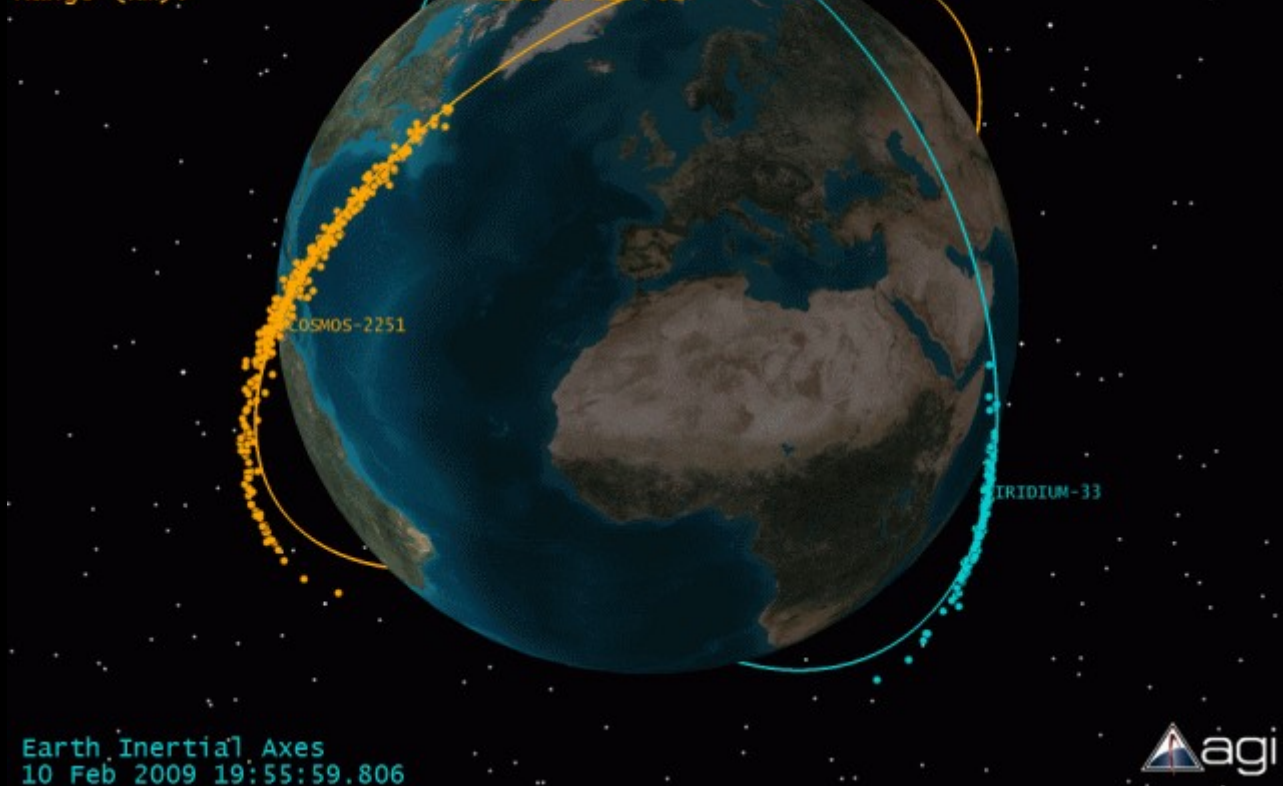
Time (UTC): 10 Feb 2009 19:55:59.806

Radial (km): -8203.456327

In-Track (km): 1995.980986

Cross-Track (km): 6799.241430

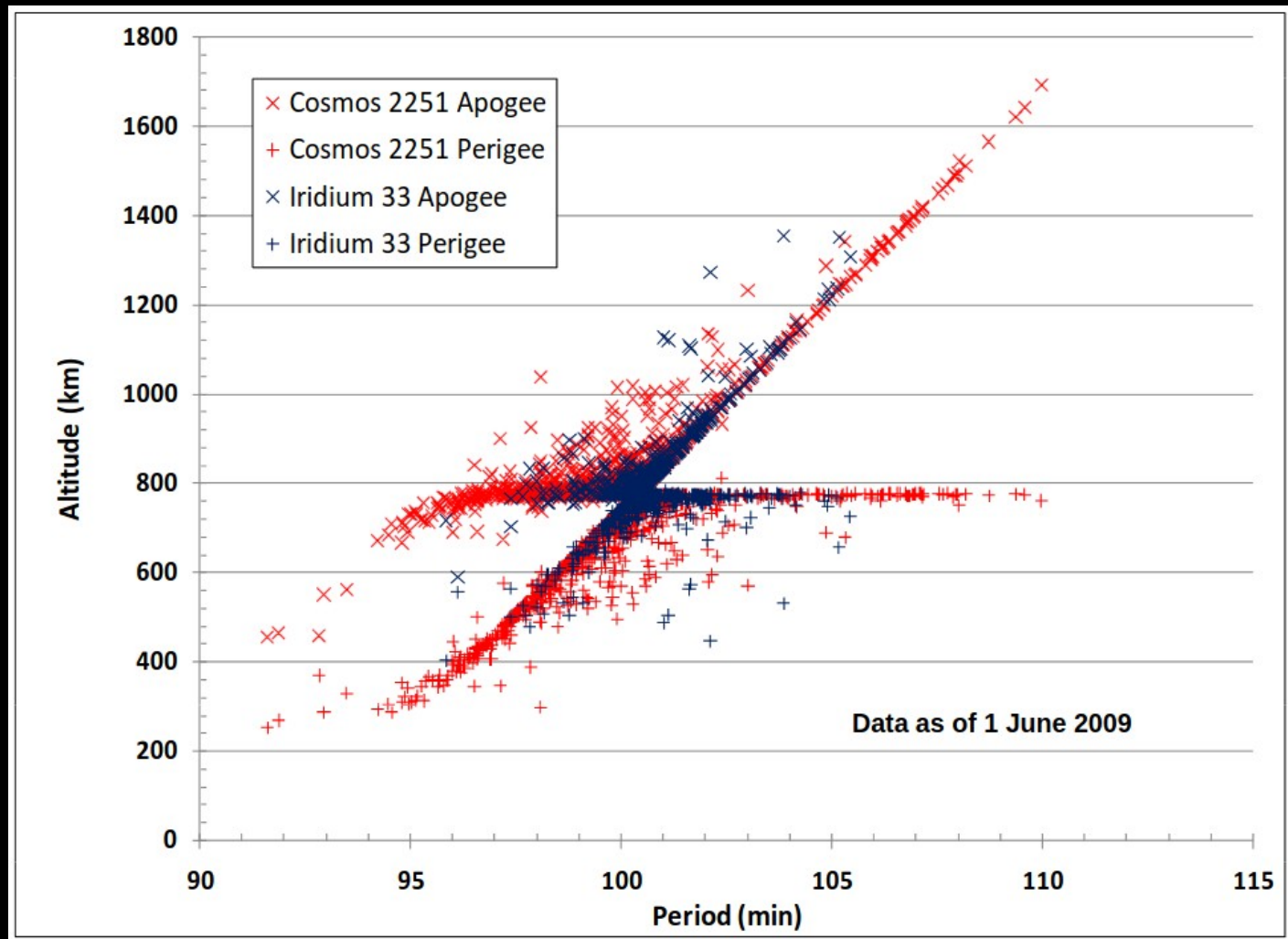
Range (km): 10840.217702



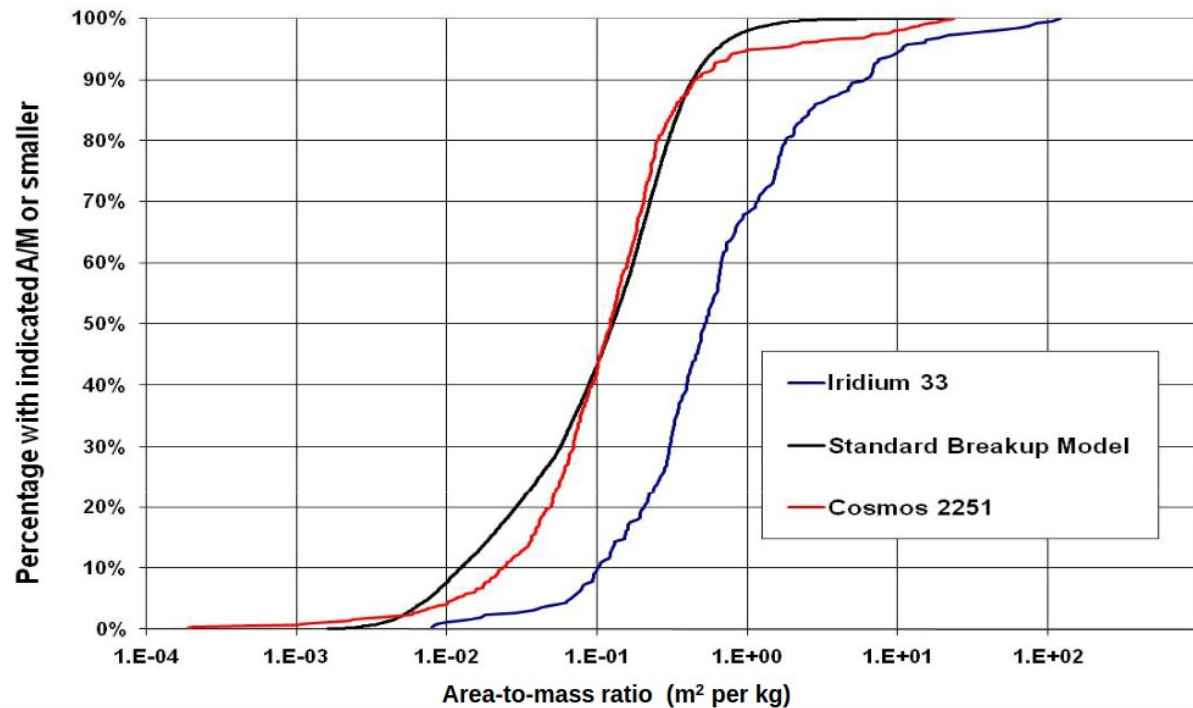
180 minut po koliziji

nagranie

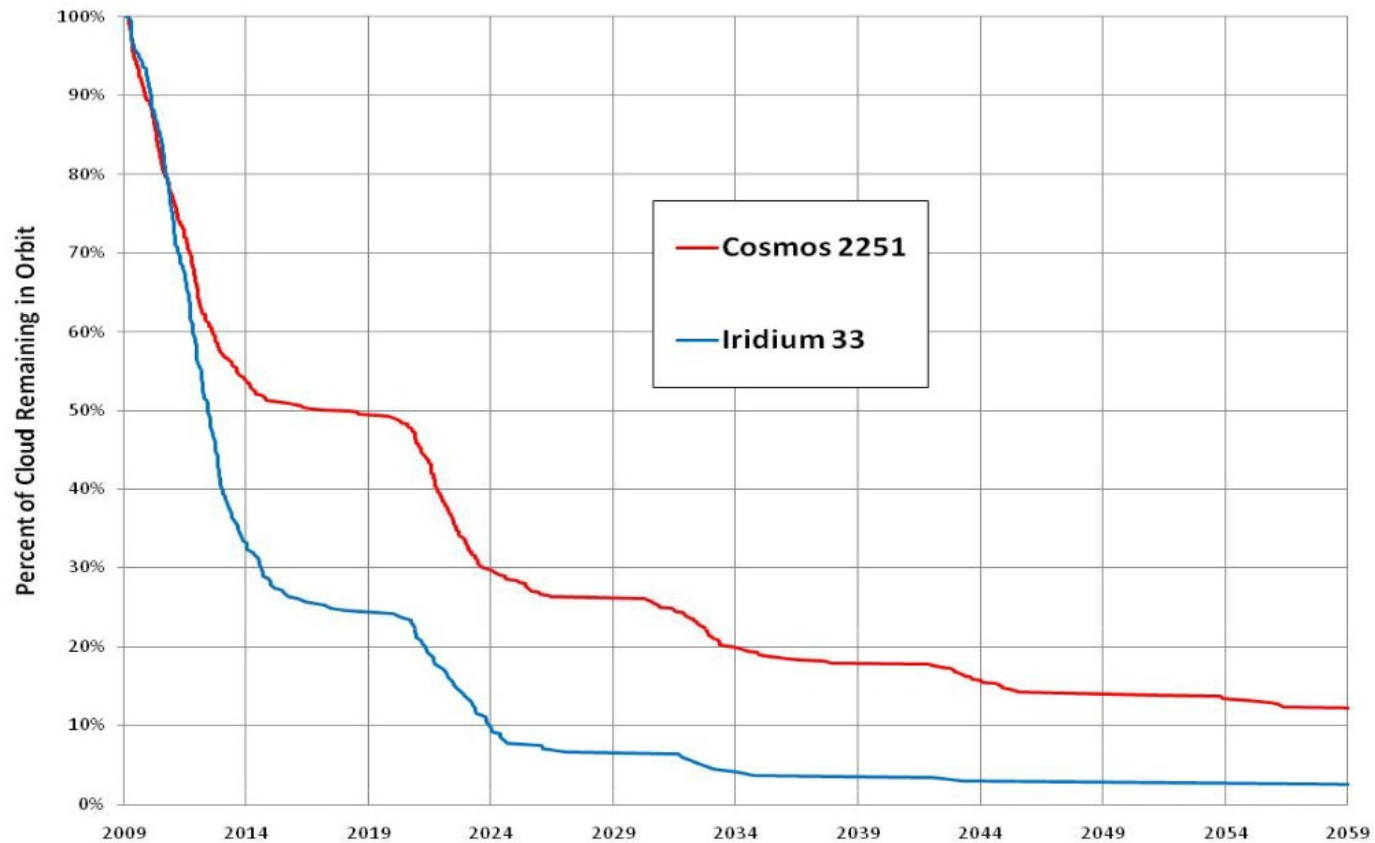
Główny odłamek Iridium 33 oraz nieaktywny Iridium 28
12 marca 2009



110 dni po koliziji



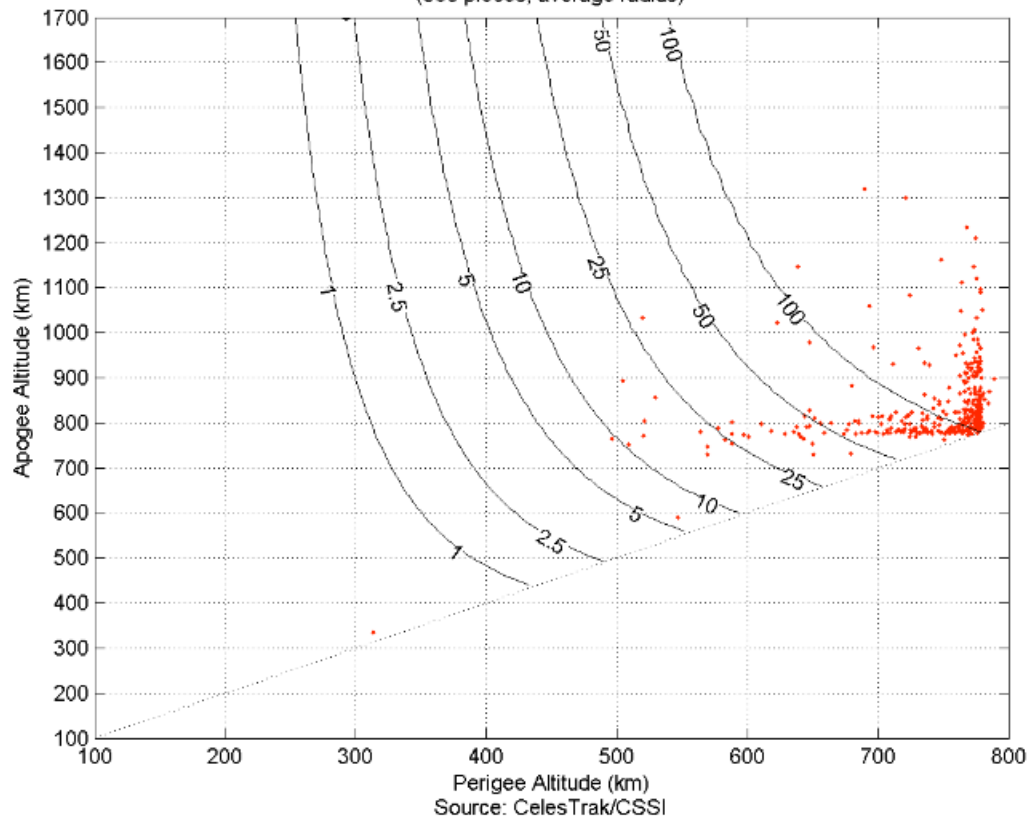
Odłamki Iridium są lżejsze prawdopodobnie ze względu na użycie większej ilości materiałów kompozytowych.



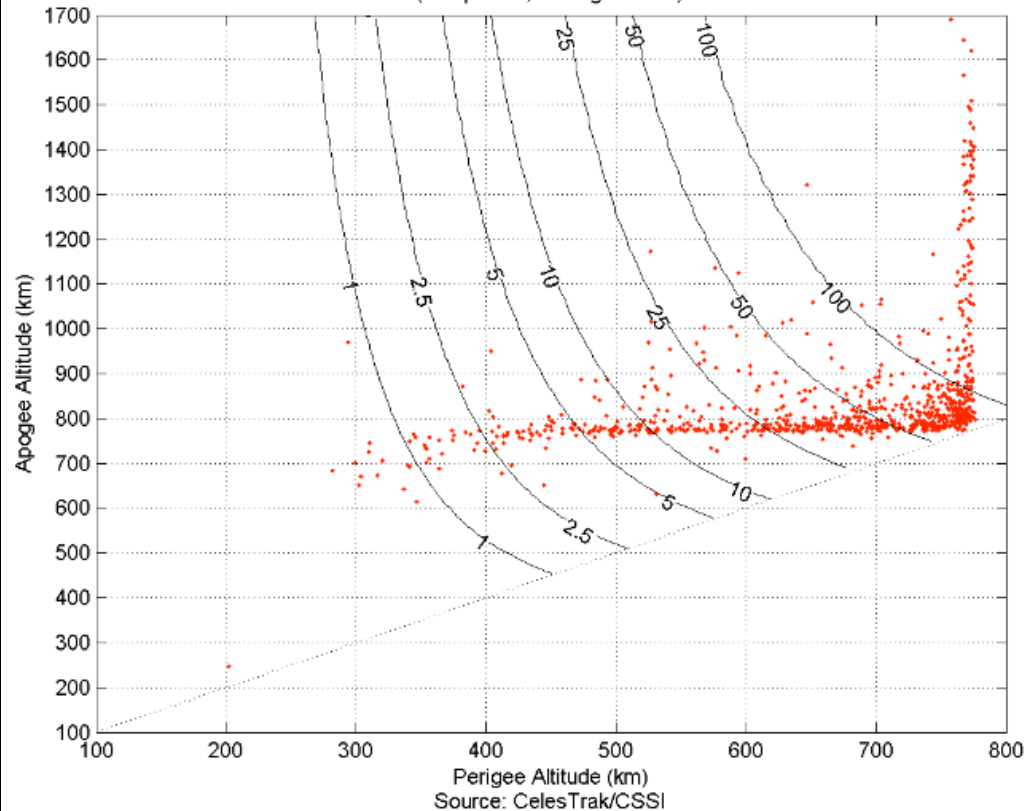
Symulacja
zakładająca
"standardowe"
cykle słoneczne.

Wykresy apogeum-perygeum-czas życia

Apogee-Perigee Lifetime Plot of Iridium 33 Debris
(366 pieces, average radius)



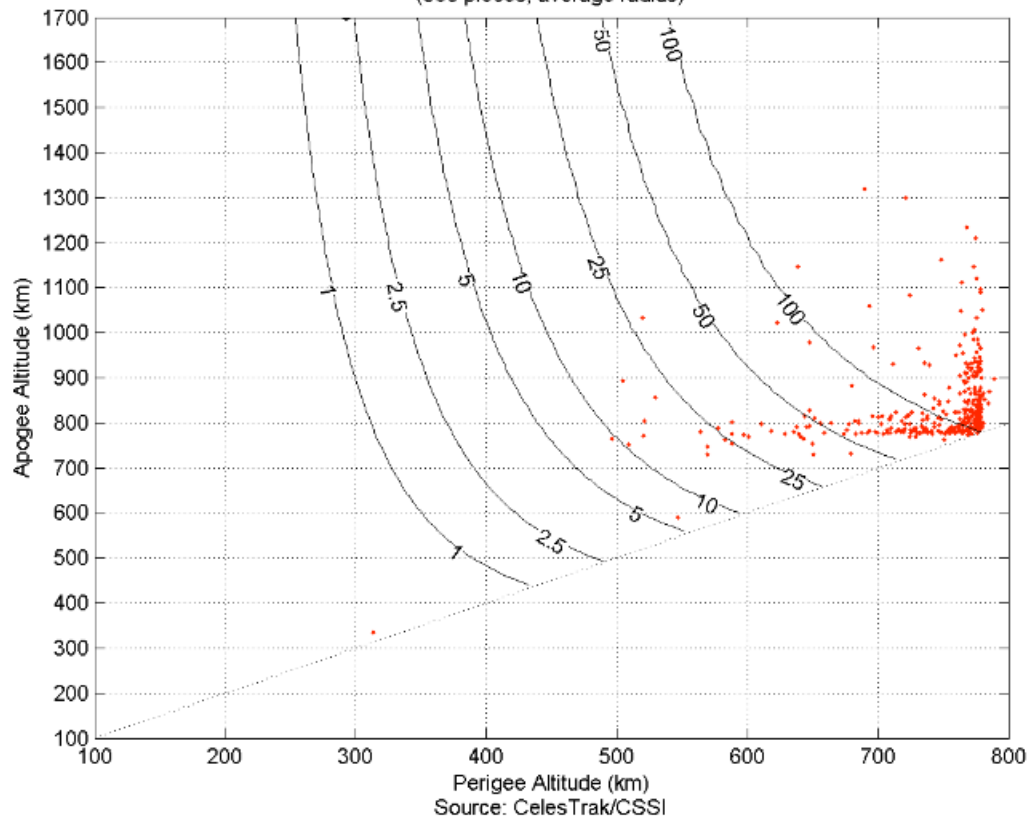
Apogee-Perigee Lifetime Plot of Cosmos 2251 Debris
(893 pieces, average radius)



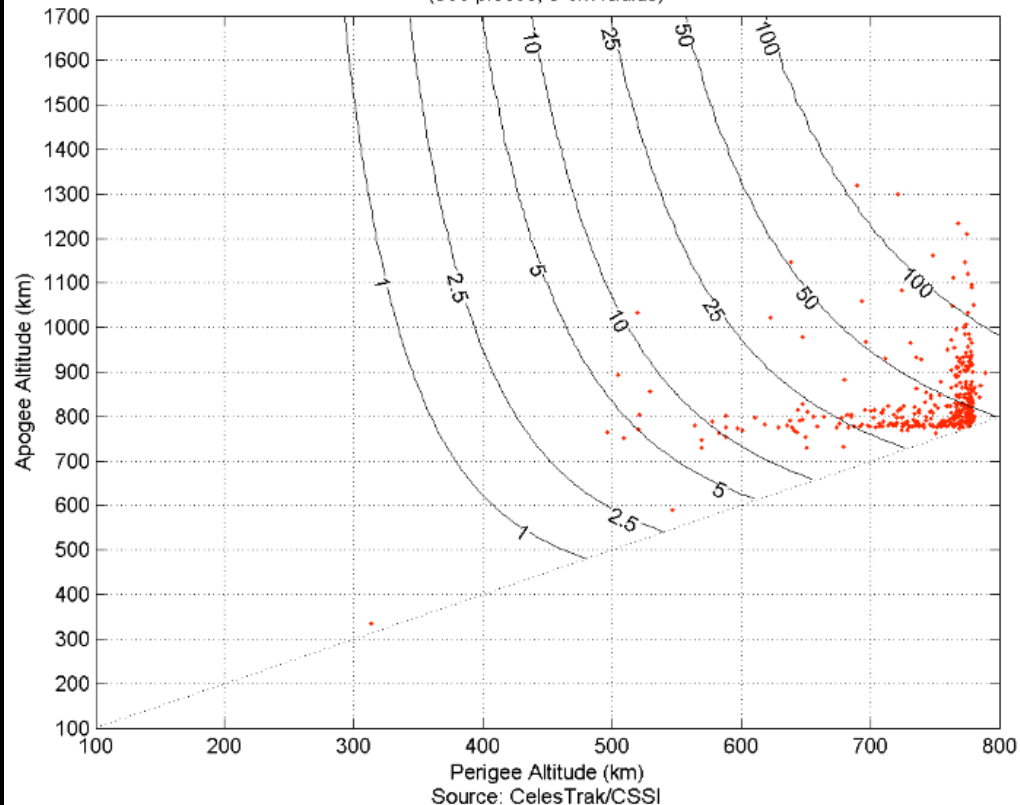
Zakładając równy rozmiar 12.5cm i masę ok 1kg każdego odłamka.

Wykresy apogeum-perygeum-czas życia

Apogee-Perigee Lifetime Plot of Iridium 33 Debris
(366 pieces, average radius)



Apogee-Perigee Lifetime Plot of Iridium 33 Debris
(366 pieces, 5-cm radius)



Lewy: rozmiar 12.5cm, masa ok 1kg. Prawy: rozmiar 5cm, ta sama gęstość.

Testy broni anty-satelitarnej

Rakiety anty-satelitarne były opracowywane od lat 50-tych przez USA, oraz od lat 60-tych przez ZSRR i Chiny.

Metoda A - atak współorbitalny:
satelita zbliża się do innego niemal zrównując ruch orbitalny.

ZSRR – program Istrebitel Sputnikov – formalnie operacyjny od 1973, zakończony w 1993:

W 1968r Kosmos 248 został zniszczony przez Kosmos 252, po nieudanych próbach zniszczenia przez Kosmos 249.

Typy broni anty-satelitarnej

Metoda A - atak współorbitalny:

satelita zbliża się do innego niemal zrównując ruch orbitalny.

Metoda B – bezpośredni atak rakieta ziemia-kosmos:

rakieta nie wchodzi na orbitę, uderza kinetycznie bądź eksploduje

Metoda C – atak energetyczny: wiązka lasera (niszczenie optyki, oślepienie)
lub wiązka mikrofal (niszczenie elektroniki)

Metoda D – atak elektroniczny: zagłuszanie, podszywanie się

Metoda E – atak cybernetyczny

Metoda B' – eksplozja broni nuklearnej w kosmosie

Testy broni anty-satelitarnej

Lata 50-te: program Bold Orion lub Weapons System 199B (WS-199B) – USA

Rakiety dalekiego zasięgu (1600km) z możliwością użycia jako broń antysatelitarna (ang. ASAT)

Jedyny test antysatelitarny (i lot w programie) odbył się dnia 13.01.1959r:

- start na wysokości 11km z B-47;
- symulowane przechwycenie satelity Explorer 6;
- przelot w odległości < 4 mil gwarantował zniszczenie z głowicą atomową;



Samolot B-57 Stratojet



Raketa i jej nośnik – samolot B-57

Testy broni anty-satelitarnej

W roku 1978 USA ponowiły rozwój broni antysatelitarnej w obawie przez ZSRR

W latach 1984-86 przeprowadzono 5 próbných lotów w tym jedną próbę zniszczenia satelity P78-1 Solwind.

Rakieta wystartowała z F-15 podczas naddźwiękowego (0.99 km/s) lotu wznoszącego na wysokości 11.6 km.

Trzecim stopniem rakiety był:
Miniature Homing Vehicle (MHV)
o masie 14 kg,
wyposażony w kamerę podczerwoną.

Zderzenie nastąpiło przy prędkości względnej 6.7 km/s na wysokości 555 km, produkując 285 skatalogowanych odłamków.



Testy broni anty-satelitarnej

2007-01-11 – Chiny – rakietka naziemna – wysokość 865 km

2008-02-21 – USA – rakietka naziemna – wysokość 247 km

2019-03-27 – Indie – rakietka naziemna – wysokość 283 km

2021-11-15 – Rosja – rakietka naziemna – wysokość 465 km

Próbné eksplozje nuklearne

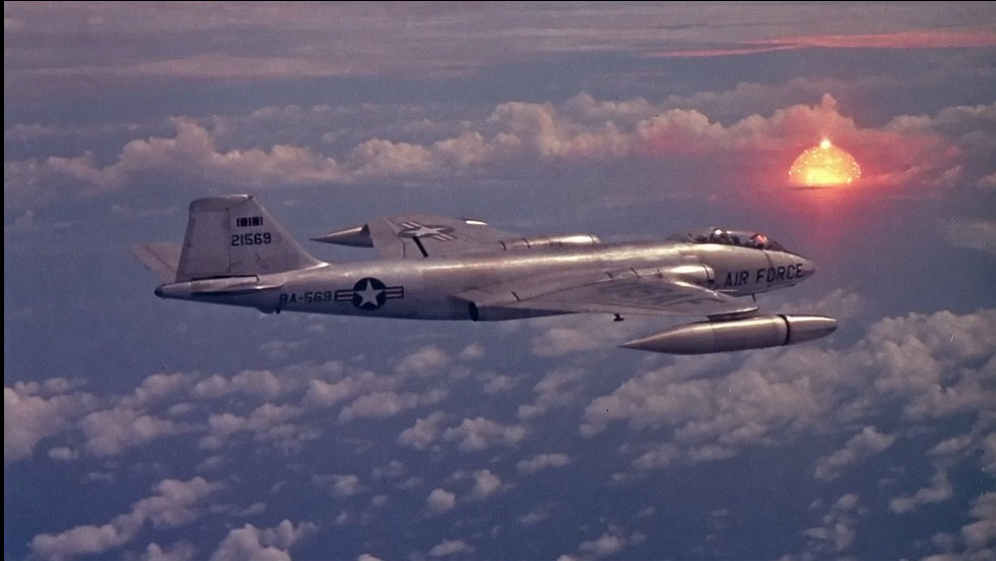
W latach 1958-62 18 ładunków jądrowych zostało zdetonowanych przez USA (11) i ZSRR (7) w górnych warstwach atmosfery i w kosmosie.

Na wysokościach od 20 do 540 km nad ziemią.

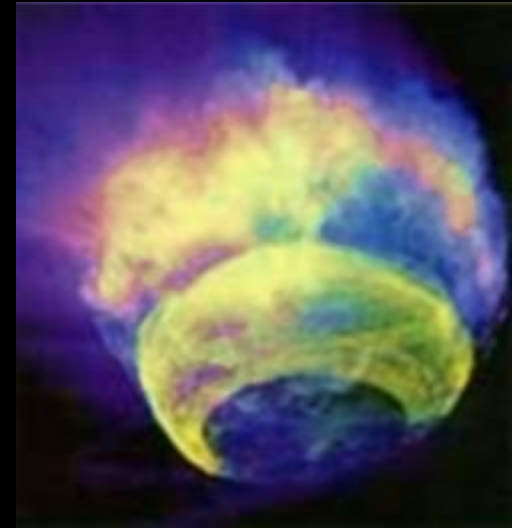
O mocy w zakresie od 1.2 kt do 3.8 Mt trotylu (Hiroszima 15 kt).

Próbnie eksplozje nuklearne

- 1958 – USA – Operacja Hardtrack I – 35 eksplozji, w tym 3 wysokościowe
- testy nowych technologii
 - testy wpływu eksplozji na okręty wojenne
 - pierwsze testy wysokościowe (26-34 km)



Samolot Martin RB-57D i grzyb atomowy



Eksplozja wysokościowa
"tęczowe bomby"

Próbnie eksplozje nuklearne

1958 – USA – Operacja Hardtrack I – 35 eksplozji, w tym 3 wysokościowe

Miejsce na odległej wyspie było wybrane ze względu na wybory prezydenckie i rosnące obawy opinii publicznej o bezpieczeństwo testów kontynentalnych w USA.

Testy przeniesiono na wyspy Marshalla (które były już używane od 1946r).

W wyniku testów ustalono m.in. że nawet w odległości 600km można uszkodzić siatkówkę w wyniku patrzenia na eksplozję.



Yucca – test balonowy
< Teak – test raketowy
Orange – test raketowy

Próbnie eksplozje nuklearne

1958 – USA – Operacja Argus – 3 testy wysokościowe

- badanie efektu Christofolos (efekt Argus), możliwość użycia broni jądrowej do niszczenia elektroniki rakiet międzykontynentalnych przez utworzenie tymczasowej powłoki wysokoenergetycznych elektronów (sztuczny pas radiacyjny)
- 200 - 540 km
- moc tylko 1.7 kt
- spieszono się by zdążyć przez memorandum 1958-61
- dostępna była tylko nieoptymalna rakiet

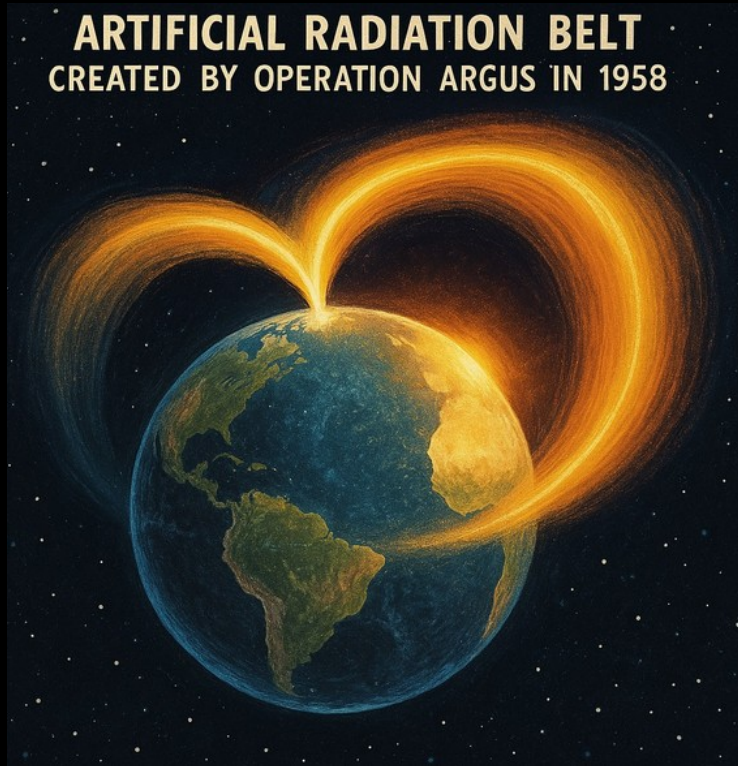


Lockheed X-17

3 stopniowa rakiet na paliwo stałe,
powstała do testowania wejścia w atmosferę
ziemską z wysokimi prędkościami.

Próbnie eksplozje nuklearne

1958 – USA – Operacja Argus – 3 testy wysokościowe



Powstałe “powłoki” wysokoenergetycznych elektronów przetrwały kilka tygodni (ilustracja artystyczna).

Efekt Christofolos/Argus okazał się za słaby, by zniszczyć przelatującą rakietę, ale wystarczający by zakłócać łączność lub radary.

Próbné eksplozje nuklearne

1961 – ZSRR – Kapustin Yar – 4 testy od 22 do 300 km

1962 – USA – Operation Fishblow – 5 testy od 50 do 400 km

1962 – ZSRR – Kapustin Yar – Projekt K – 3 testy od 59 do 290 km

Jednym ze skutków testu Starfish Prime w 1962r (Operation Fishblow) była zniszczona elektronika na Hawajach i Nowej Zelandii (w odległości 1300km od epicentrum): przepalone światła uliczne włączone lub uszkodzone alarmy przeciwwłamaniowe itp.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Operation_Dominic_-_Tightrope_-_Detonation.oggv

(detonacja na wysokości 147 km, ok 20 kT)

Próbné eksplozje nuklearne

1962 – USA – Operation Fishblow – Starfish Prime, 400km, 1.4 Mt



Eksplorzja Starfish Prime widoczna z Honolulu
(1450 km dalej)



3 min po eksplozji

Próbné eksplozje nuklearne

1962 – USA – Operation Fishblow – Starfish Prime, 400km, 1.4 Mt

Starfish Prime – największa w historii eksplozja nuklearna w kosmosie

Tymczasowo wzmocniła wewnętrzny pas van Allena
zasilając go elektronami o mocy rzędu MeV.

Zniszczyła 6 sztucznych satelitów Ziemi, m. in. Telstar 1
jeden z pierwszych satelitów telekomunikacyjnych, który pozwolił
na pierwszą w historii transmisję telewizyjną na żywo przez Atlantyk.

Orbita Telstar 1: $p = 952 \text{ km}$, $a = 5933 \text{ km}$ (!)

Próbné eksplozje nuklearne

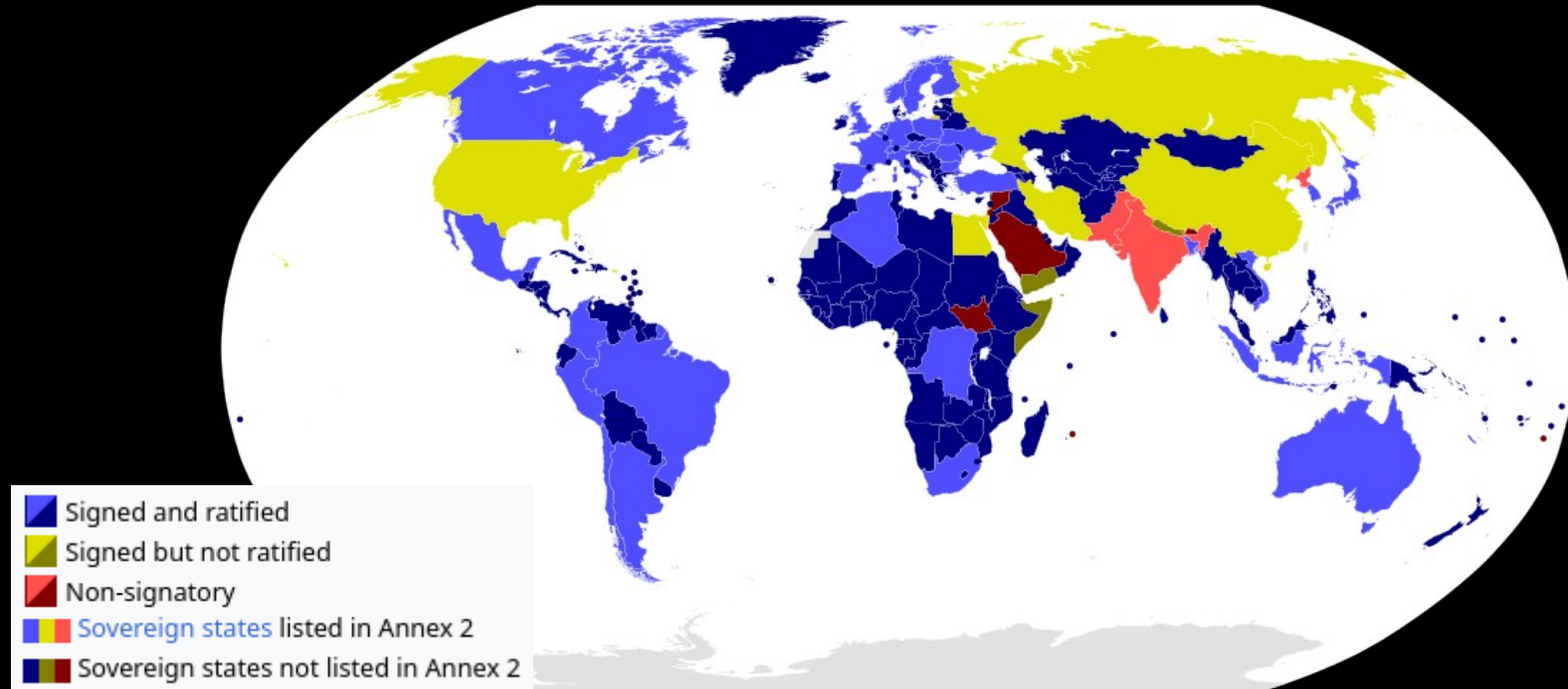
W 1963 roku USA, ZSRR i Anglia podpisały traktat o zakazie prób jądrowych w atmosferze, kosmosie i pod wodą.

W 1973 roku USA i ZSRR podpisały traktat o zakazie prób podziemnych o mocy większej niż 150 kt.

W 1996 roku wiele krajów podpisało traktat o całkowitym zakazie jakichkolwiek eksplozji nuklearnych "Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty" (na cele zarówno wojskowe jak i cywilne).

Próbnie eksplozje nuklearne

Traktat z 1996r “Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty”
nie obowiązuje (not entered into force) gdyż nie został ratyfikowany przez
USA, Rosję, Chiny, Egipt, Iran i Izrael
a Indie, Pakistan i Korea Północna go nie podpisały.



Dygresja traktaty międzynarodowe

Traktaty (porozumienia) międzynarodowe nie mają większego sensu gdyż są tylko spisaniem tego na co wszystkie strony już się zgadzają. Są więc tylko spisaniem aktualnej sytuacji – nie wnoszą nic nowego.

Traktaty międzynarodowe mogą być oczywiście wymuszone gdy są w interesie państwa zdolnego zmusić do jego przestrzegania. Wtedy są więc jednak jedynie spisaniem wymuszenia, nie są więc traktatem – porozumieniem.

Traktaty, które nie są w interesie państwa zdolnego zmusić do jego przestrzegania są po prostu ignorowane.

Prawo kosmiczne

Treaty	Official title	Year signed	Year of entry into force	Number of states parties
Partial Test Ban Treaty	Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere, in Outer Space, and Under Water	1963	1963	126
Outer Space Treaty	Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies	1967	1967	111
Rescue Agreement	Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space	1967	1968	98
Liability Convention	Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects	1972	1972	96
Registration Convention	Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space	1974	1976	71
Moon Treaty	Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies	1979	1984	18