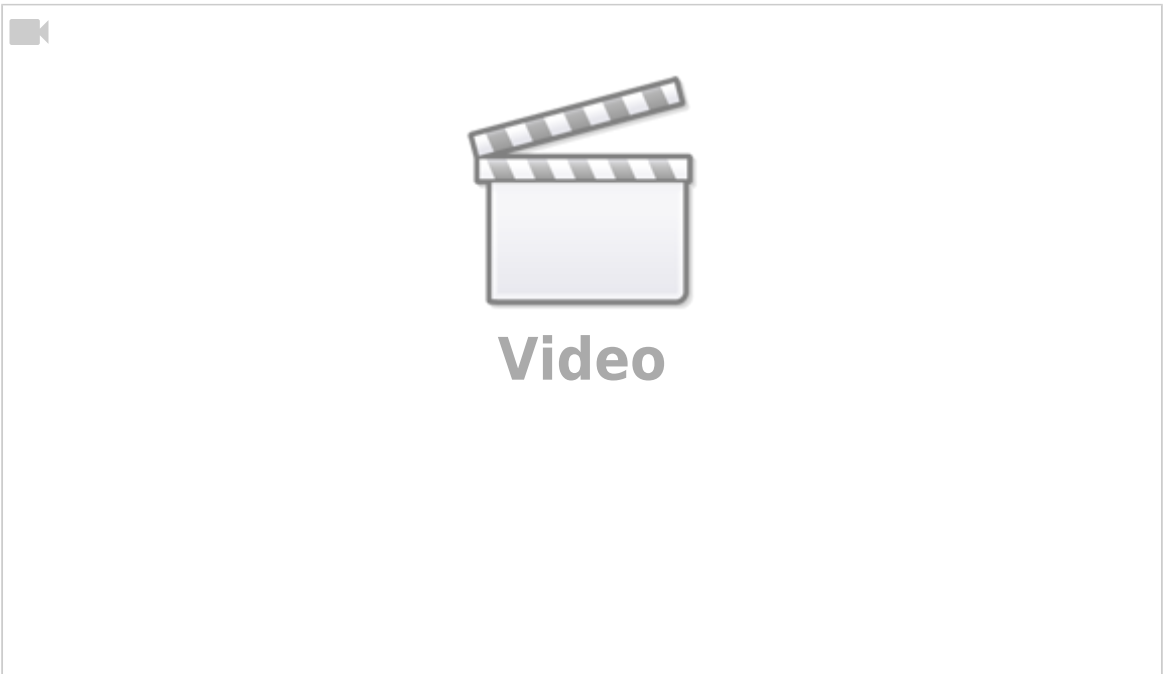
A Kessler-szindróma

A **Kessler-szindróma** (vagy **Kessler-effektus**) az a jelenség, melynek során a világűrben az alacsony Föld körüli pályán keringő és egymással összeütköző szemétdarabok egyre nagyobb valószínűséggel további szemétdarabokat állítanak elő.

> A jelenségre a NASA egyik tudósa, **Donald J. Kessler** hívta fel a figyelmet, még 1978-ban. Tanulmányában leírta, hogy az alacsony Föld körüli pályán lévő űrszemét egy kritikus sűrűséget meghaladva olyan ütközéseket produkál, melyek valószínűsége egyre nagyobb lesz. Ennek egyik következménye lehet, hogy az űrhajózás és a műholdak működtetése akár évtizedekre lehetetlenné válik. Wikipedia: Kessler-szindróma

A szakértők úgy vélik, hogy a műholdak és az űrbe telepített megakonstellációk, például az **Elon Musk** – féle **Starlink** projektnek hamarosan pusztító következményei lehetnek. Pedig régóta léteznek megoldások, vagy legalábbis tervek a Kessler-szindróma elkerülésére.

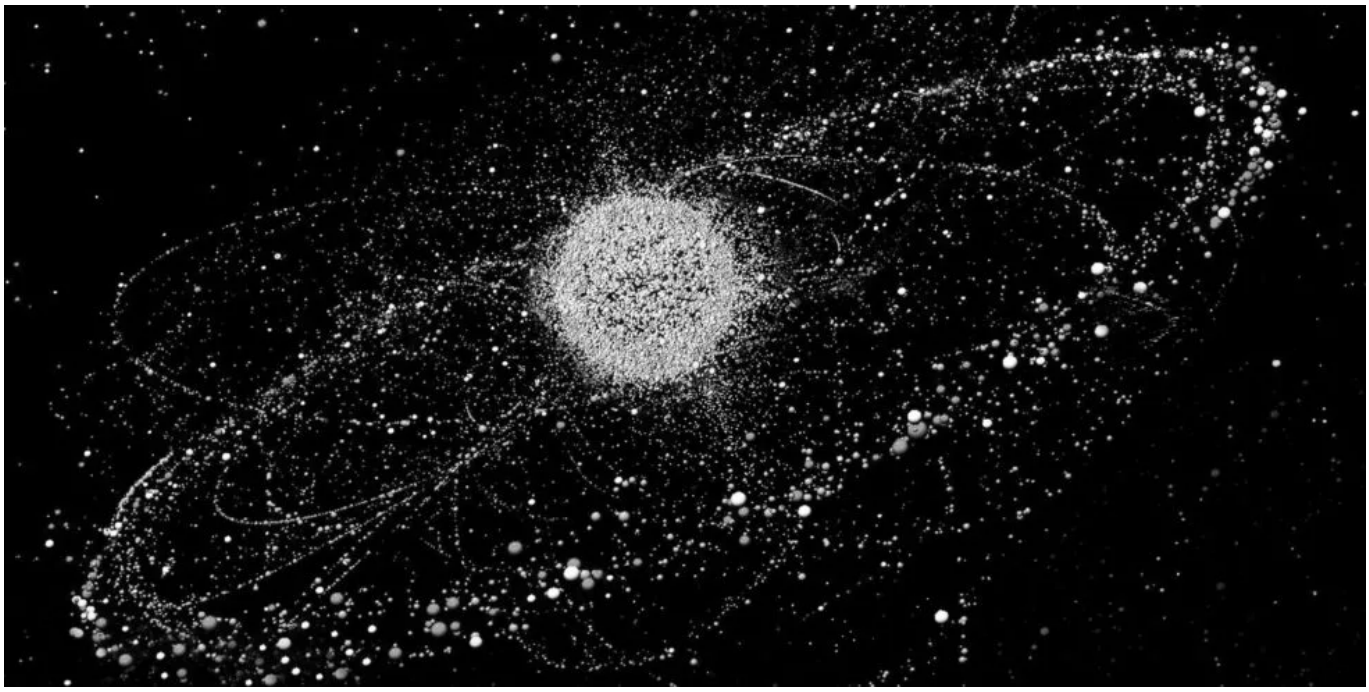
Ráadásul a műholdak összeütközése már nem csak egy elméleti lehetőség; 2009. február 10-én, Észak-Szibéria fölött a 600 kg súlyú **Iridium 33** és a 900 kilós **Kosmos 2251** összeütköztek. Ezt a balesetet modellezi a lenti animáció:



Az ütközés 42 000 km/h sebességgel (sebesség-különbséggel) történt, 800 kilométerrel a felszín felett. Az orosz Cosmos műhold a baleset időpontjában már csak űrszemétként keringett a Föld körül, 2 éves missziója után 1995-ben kikapcsolták. A baleset nyomán nagyjából százezer törmelékkel bővült a Föld körül keringő űrszemét mennyisége, ebből ezer törmelékdarab mérete haladta meg a 10 centimétert.

A SpaceX tervei mintegy 40 000 műhold felbocsátásáról szólnak, és Elon Musk cége csak egy, a kommunikációs szatellitrendszert üzemeltetni tervező vállalkozások közül. Ha csak egy műhold is meghibásodik, és mozgását már nem lehet ellenőrizni, fennáll az ütközések veszélye.

„Valójában félelmetes lehetőség” – állítja **Sabine Klinkner**, a stuttgarti egyetem Űrrendszer-intézetének professzora – *„Az ilyen szatellitrendszer üzemeltetőknek gondoskodniuk kell arról, hogy a műholdjaiknak csak kis hányada hibásodhasson meg. De ha a több ezer műholdra gondolunk, akkor elkerülhetetlenül a Kessler-effektus felé tartunk.”*

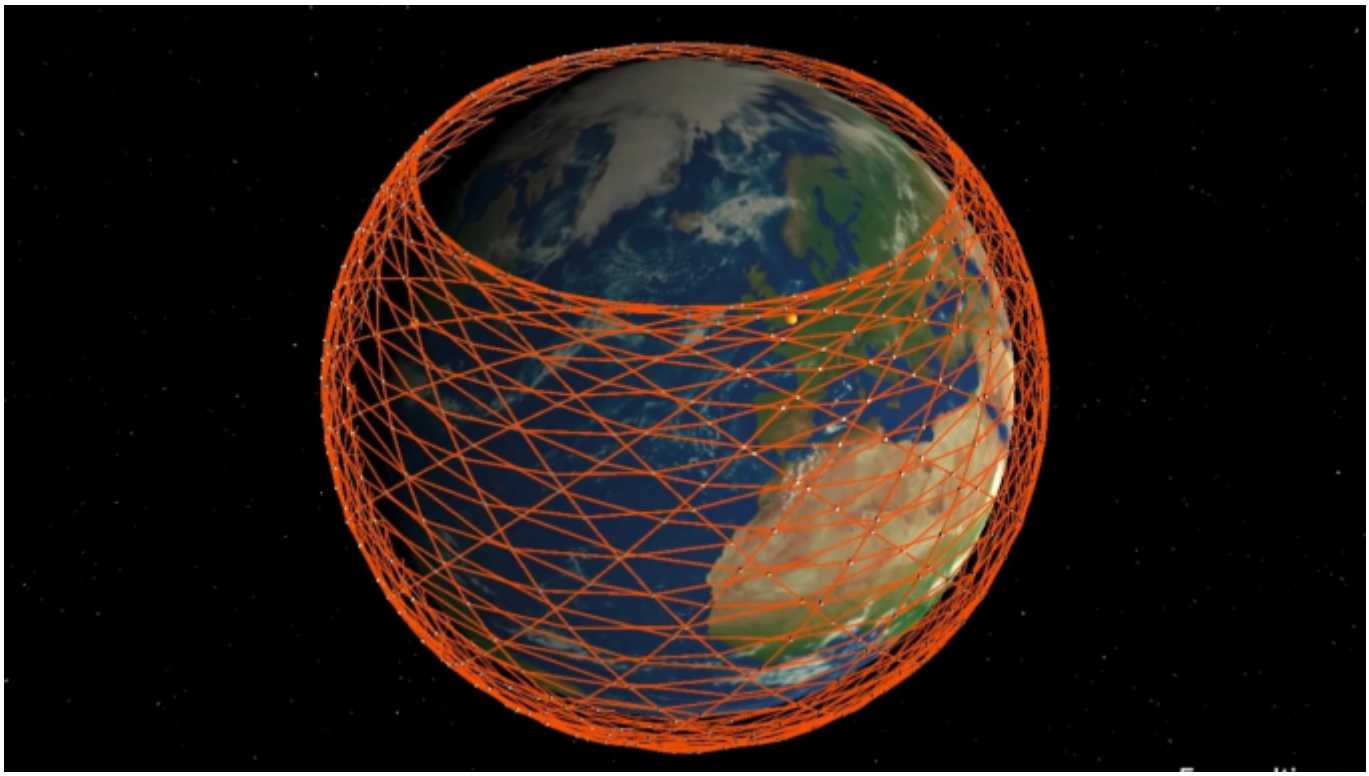


„Több ezer vagy tízezer eszköz esetén azt kell feltételezni, hogy ebből egy bizonyos százalék meghibásodik. Ez már az ilyen megakonstellációk alap-koncepciójába van kódolva: Ahelyett, hogy néhány nagyon drága műholdat üzemeltetnének, sokkal olcsóbb kicsiket építeni. Ha egyik felmondja a szolgálatot, funkcióját egyszerűen egy másik veszi át. Így az olcsó sorozatgyártással egyszerűbb a projekthez támogatókat szerezni. Ennek nagy hátránya az, hogy sok halott műhold marad az űrben, amit senki nem akar.” – ezek már **Carsten Wiedeman**nak a gondolatai, aki a Braunschweigi Műszaki Egyetem űrmérnöke.

A Starlink műholdak többsége szerencsére csak 500 kilométer magas Föld körül körüli pályára kerül. Innen a műholdak küldetésük végeztével viszonylag gyorsan lesüllyednek a légkörbe, ahol aztán elégnek. A helyzet jóval problematikusabb a 800-1200 kilométer magas pályákon, ahol már a légellenállásból adódó süllyedés kevésbé játszik – várhatóan a közeli jövőben ide is fog kerülni pár ezer Starlink műhold.

> Az FCC (Federal Communications Commission; (Amerikai) Szövetségi Kommunikációs Bizottság) 2019 áprilisában jóváhagyta a kérelmet, hogy (a Starlink) közel 12 000 műholdat helyezzen el három orbitális pályán: először körülbelül 1600 egységet 550 km-es magasságban, majd később

> hozzávetőlegesen 2800, Ku- és Ka-sávú műholdat helyezhet el az 1150 km-es és körülbelül 7500, V-sávú műholdat a 340 km-es pályán. Wikipedia: Starlink



„Ezek a műholdak évszázadokig, ha nem évezredekig ott maradnak” – állítja Wiedemann. A kontroll nélkül maradó műholdak, amiket nem sikerül ezekről a pályákról a légkörbe visszahozni, veszélyes hulladékként maradnak ott.

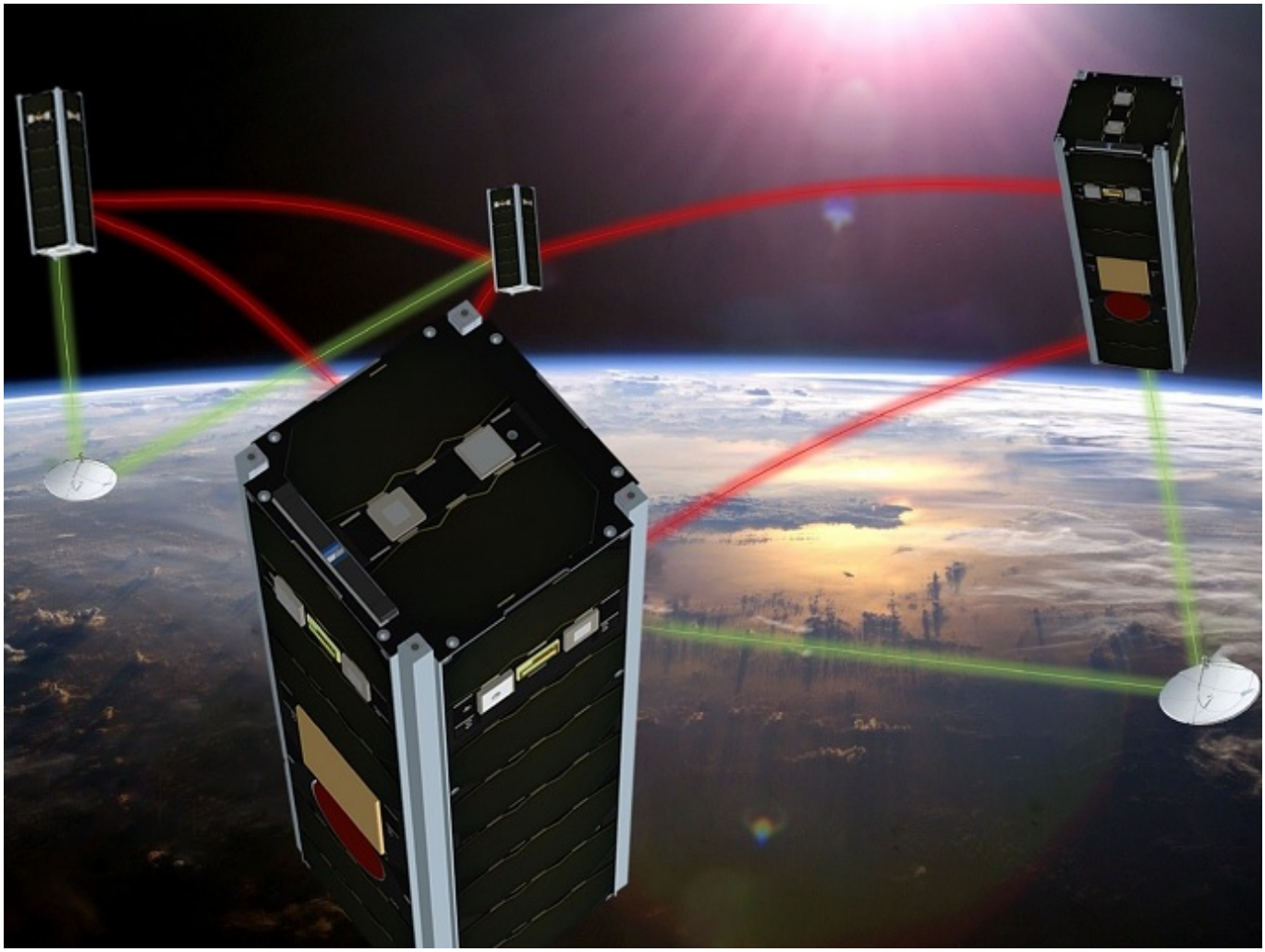
„Ez egy olyan dolog, amely valóban komoly fejtörést okoz nekünk” – mondja Sabine Klinkner. – *„Nincs olyan globális szabályozás vagy megállapodás, amely világszerte alkalmazható volna. Csak részleges szabályok és magatartási kódexek léteznek. Sok állam állítja, hogy legalább dolgoznak valamiféle szabályozáson, de ez országonként eltér.”*

Németországban például az állam felel az összes itt megépített és innen indított műholdért, és léteznek szabályozások az indításokra és a rádiófrekvenciákra. Az államnak azonban nincs közvetlen ráhatása a műholdak fejlesztési fázisára. *„Ezt érzékeltük, amikor a Stuttgarti Egyetemen a saját műholdat indított. A projektet részben a DLR (Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt; Német Repülési és Űrrepülési Központ) finanszírozta és állami felügyeletet rendelt a projekthez. De elméletileg valaki összecsavarhat egy pár tonhalkonzervet és korlátozás nélkül eljuttathatja az űrbe – feltéve, hogy talál valakit, aki ezt feljuttatja.”*

Egy további probléma, hogy az ütközések elkerülése érdekében a műholdas szolgáltatóknak megbízható kapcsolatot kell fenntartaniuk egymással. Ennek fontosságára egy 2019 szeptemberében bekövetkezett esemény mutatott rá: Egy **SpaceX** műhold ütközési pályára került az ESA Európai Űrügynökség **Aeolus** kutatási műholdjával. Az ESA szakértői kiszámították az ütközés kockázatát és úgy döntöttek, hogy az Aeolust kissé távolabb irányítják a Földtől, hogy az a SpaceX műholdját felülről kerülje el.

Az ESA ezzel egy időben felvette a kapcsolatot az SpaceX-szel, hogy megbizonyosodjon arról, hogy nem fog mindkét műhold azonos irányba elkerülőmanővert kezdeni. Az ilyen egyeztetések azonban nem mindig működnek zökkenőmentesen: „Vannak műholdas szolgáltatók, akik egyszerűen nem

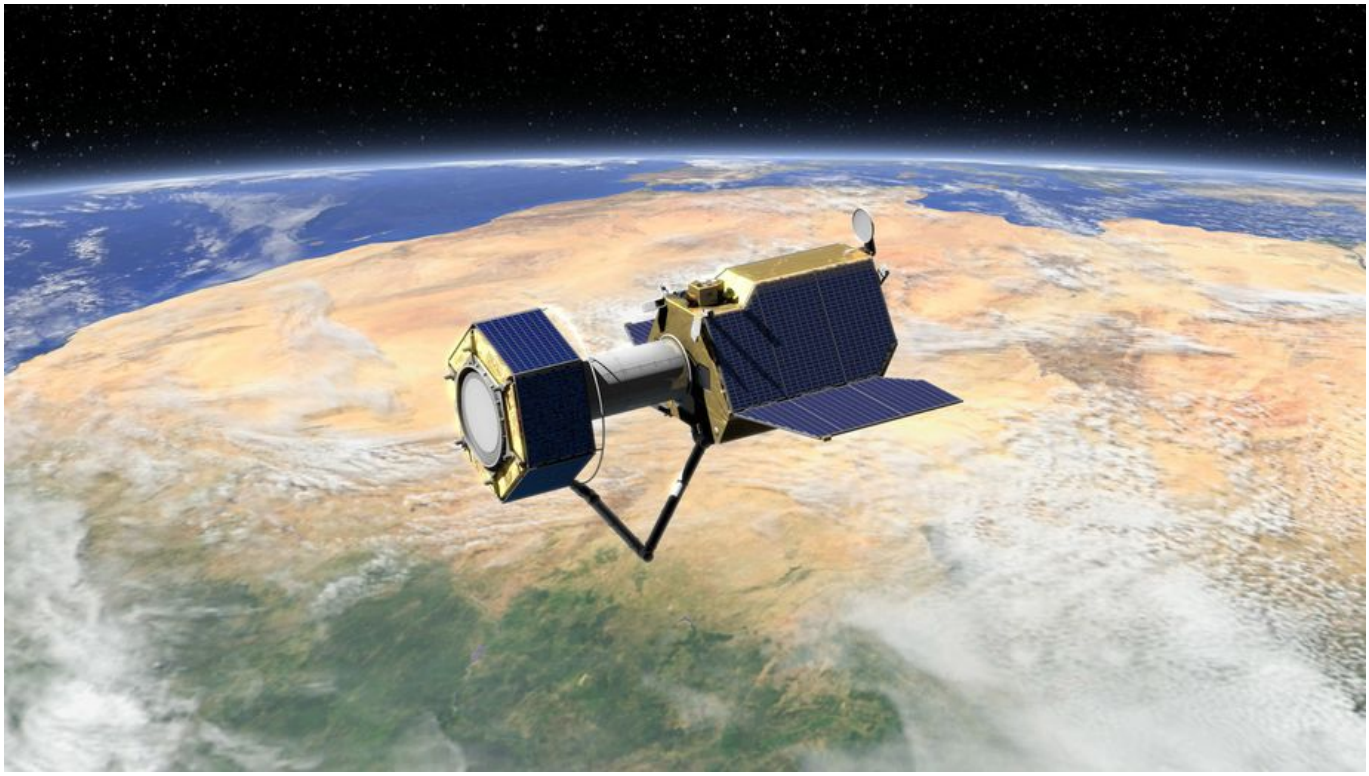
válaszolnak a megkeresésekre” – mondta **Holger Krag**, az ESA űrhulladékkal foglalkozó irodájának a vezetője.



A legegyszerűbb megoldás a helyzetre az volna, ha a műholdak kommunikálnának egymással, és *„megbeszélnék egymással”* a szükséges kitérőmanővereket, leegyeztetve, hogy melyik szatellit melyik irányba fog kitérni a másik elől. Ilyen – illetve hasonló működési elvű – rendszerrel, a **TCAS**-szal (Traffic Alert and Collision Avoidance System), illetve **ACAS**-szal (Airborne Collision Avoidance System) például 2005 óta már kötelező felszerelni minden, 5,7t-nál nagyobb repülőgépet.

Egy ilyen rendszer fejlesztésével foglalkozik például a Würzburgi Julius Maximilians Egyetem Robotikai és Telematikai Központjának csapata. A projekt **NetSat** néven fut (itt), ennek keretében négy kicsi műhold térbeli koordinációját kell biztosítani. Ezeket a szatelliteket érzékelőkkel és speciális kommunikációs eszközökkel látták el, illetve – nyilván – saját meghajtással is kell rendelkezniük, hogy a kitérőmanővereket végre tudják hajtani. Az első NetSat (kísérleti) műholdakat várhatóan idén (2020) augusztusban fogják pályára állítani.

Nyilván, a már eddig *„előállított”*, mintegy 6500 tonnányi űrszeméttel is kezdeni kellene valamit, míg a Kessler-hatás eredményeként ez a mennyiség nem sokszorozódik meg. A DLR a DEOS/TECSAS programjában (itt) robotok segítségével a sérült műholdakat és egyéb objektumokat tervezte letéríteni a pályájukról, és ezeket a légkörbe kísérni vagy irányítani. A programmal 2018-ban – az elszállt költségek okán – felhagytak.



„Technikailag ez lehetséges, de a költségek miatt kudarcot vallott” – mondja a DEOS-ról **Klaus Schilling** professzor – *„Valójában szemétkezelési díjat kellene beszedni a műholdas szolgáltatóktól, és abból kellene az űrtisztítási projekteket finanszírozni.”*

Ez egy elfeledett sarka a netnek, örülök, hogy sikerült elvetődnöd ide!

Továbbra is keresek megjelenési lehetőséget az írásaim számára. Ha esetleg van ötleted, oszd meg velem! Elérhetőségeim az Impresszumban találhatók.

A passport.blog jelenlegi egyetlen megjelenési lehetősége a Facebook. Ha értesülni szeretnél az új bejegyzésekről, kövesd a Bolyongó Facebook oldalt.

Ha szeretnéd a bejegyzést kinyomtatni, vagy önálló formában menteni, ennek a legegyszerűbb módja a PDF formába konvertálás. Ezt a jobb oldali, fentről negyedik (Adobe) ikonnal teheted meg.

Eddigi bejegyzések a bolyongó.hu-n

Az összes bejegyzés ABC-be rendezett indexe itt található. A blog helyekhez köthető bejegyzései a google.maps térképen is megtalálhatók: A világ valódi csodái. A mostanában a blogon megjelent írások a főoldalon jelennek meg.

2026/05/28 18:05

Források

A bejegyzést jórészt ennek a cikknek a fordításából írtam:
ingenieur.de: Starlink: Warum die SpaceX-Satelliten zu einer Katastrophe führen könnten

Wikipedia: 2009-es műhold-összeütközés
Wikipedia: Kessler-szindróma

baleset, műhold, űrprogram, összeütközés, SpaceX, DLR, Cosmos, Kessler-szindróma, Starlink, NetSat, Iridium, tech, Donald J Kessler, 1978, Elon Musk, űrszemét, Sabine Klinkner, Carsten Wiedeman, FCC, DLR, ESA, Aeolus, Holger Krag, TCAS, ACAS, NASA, rakéta, veszély

Bejegyzésmegtekintések száma: 231

From:
https://www.bolyongo.hu/ - **bolyongó**

Permanent link:
https://www.bolyongo.hu/doku.php?id=passport:a_kessler-szindroma

Last update: **2026/08/21 12:55**