

A Kessler-szindróma

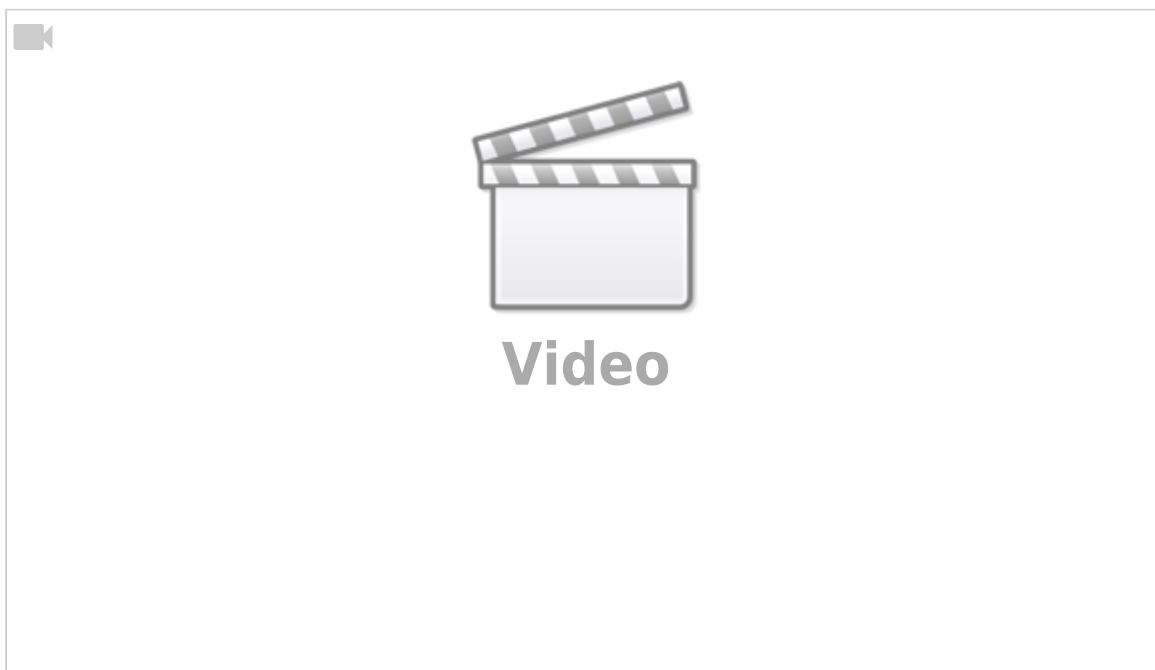


A **Kessler-szindróma** (vagy **Kessler-effektus**) az a jelenség, melynek során a világűrben az alacsony Föld körüli pályán keringő és egymással összeütköző szemétdarabok egyre nagyobb valószínűséggel további szemétdarabokat állítanak elő.

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.”*

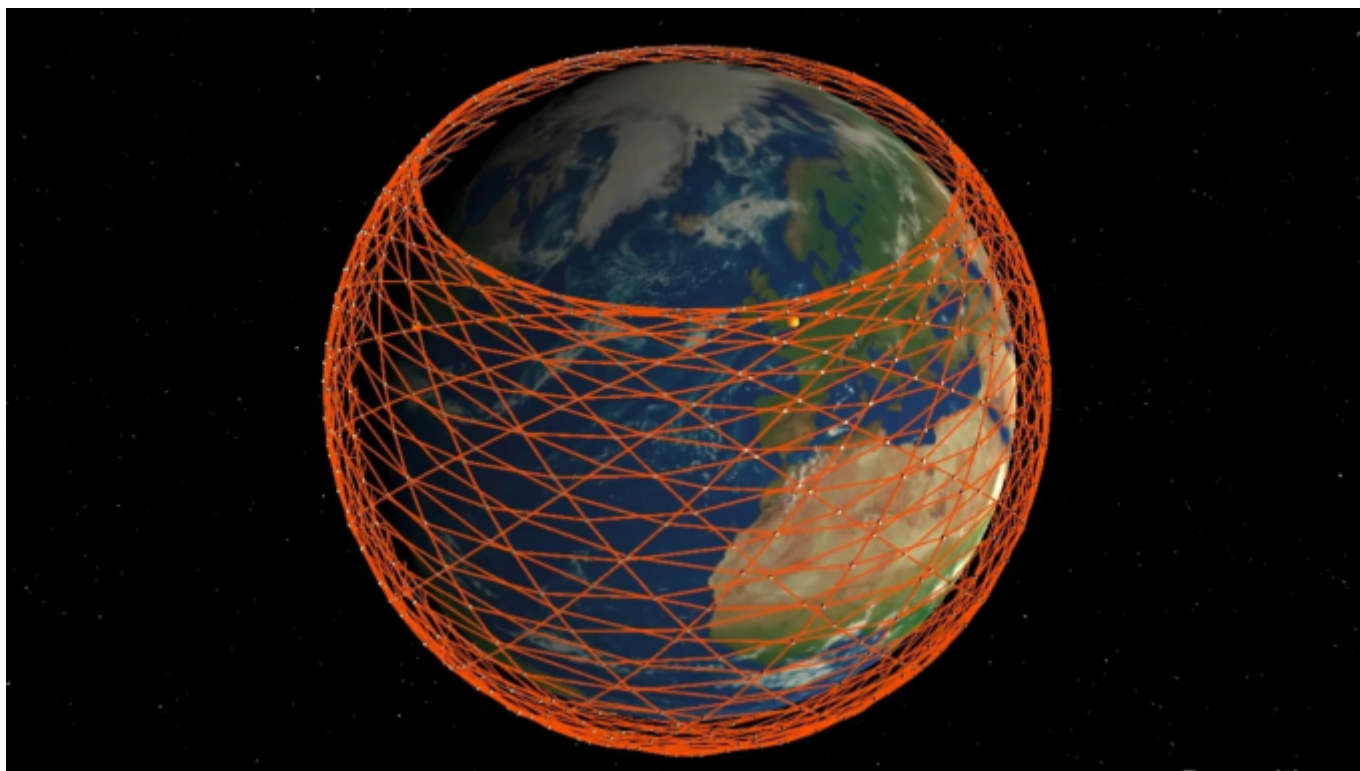


*„Több ezer vagy tízezer eszköz esetén azt kell feltételezni, hogy ebből egy bizonyos százalék meghibásodik. Ez már az ilyen megakonstellációk alap-konceptiójába van kódolva: Ahelyett, hogy néhány nagyon drága műholdat üzemeltetnének, sokkal olcsóbb kicsiket építeni. Ha egyik felmondja a szolgálatot, 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 Wiedemann**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 végétével viszonylag gyorsan lesüllyednek a légkörbe, ahol aztán elégnak. 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

hosszávetőlegesen 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 Stuttgarter 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 összezsavarhat 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

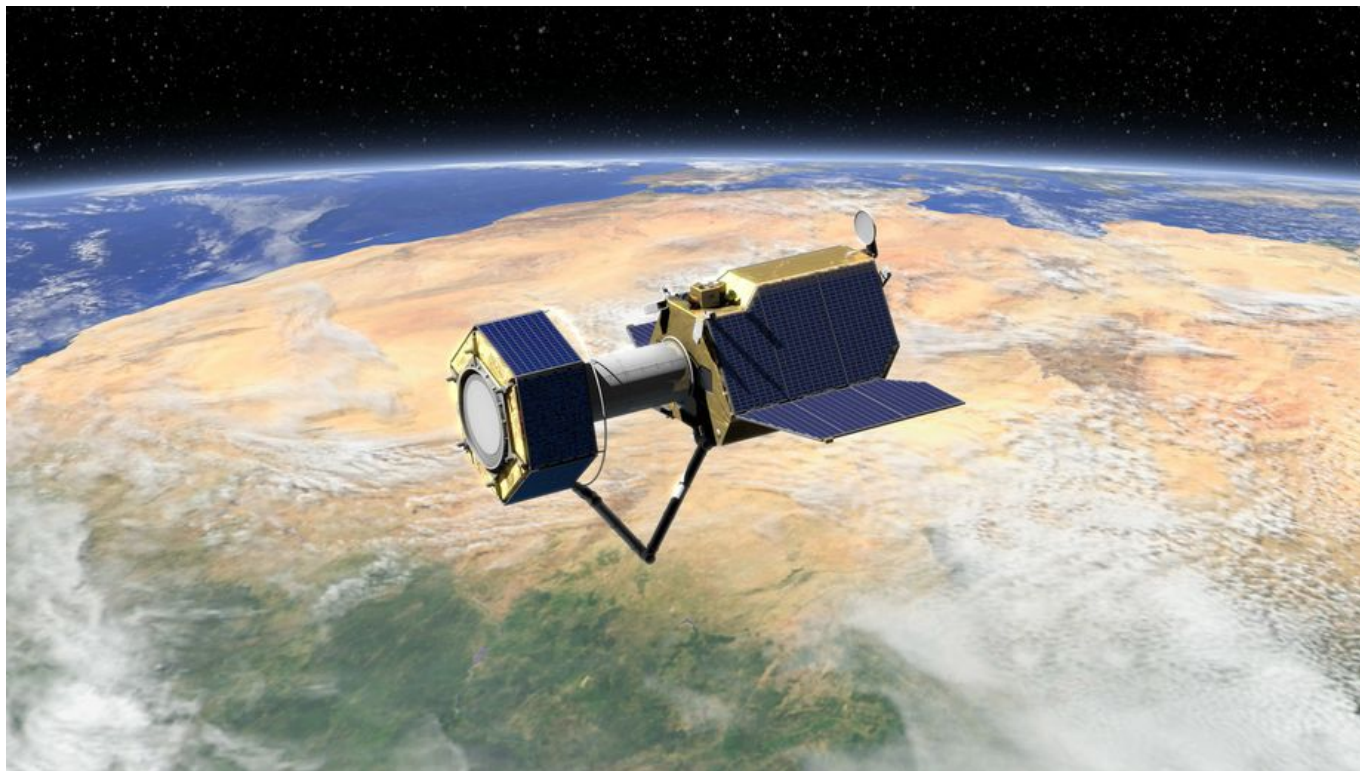
válaszolnak a megkeresésekre” – mondta **Holger Krag**, az ESA űrhulladékkal foglalkozó irodájának a vezetője.



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 szemétkelési díjat kellene beszedni a műholdas szolgáltatóktól, és abból kellene az űrtisztítási projekteket finanszírozni.”*

Kedves olvasóm! Ha már idáig eljutottál az olvasásban, talán joggal feltételezhetem, hogy nem volt teljesen érdektelen számodra ez a bejegyzés. Jaj, le ne ixelj még; nem pénzt akarok tarhálni.

Pusztán annyit kérek, hogy ha van olyan ismerősöd, akivel jót tudnál vitatkozni az itt leírtakról, vagy csak simán megosztanád vele, kérlek, ne késlekedj!

Továbbra is keresek megjelenési lehetőséget az írásaim számára. Ha esetleg van ötleted, oszd meg velem! Elérhetőségeim az [Impresszum](#)ban 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: 133

From:

<https://mail.bolyongo.hu/> - **bolyongó**

Permanent link:

https://mail.bolyongo.hu/doku.php?id=passport:a_kessler-szindroma

Last update: **2026/04/21 12:28**

