

Kozmikus környezetvédelem



A környezetvédelem kérdése a 20. században került előtérbe, amikor az ipar és az urbanizáció mértéke már meghaladt egy kritikus mértéket.

- erőforrások, nyersanyagok kiaknázása: bányászat, mezőgazdaság, folyószabályozás, stb. magával hozta az eredeti természeti környezet pusztulását, átalakulását.
- az emberi tevékenység során keletkezett hulladék, melléktermék, ipari és kommunális szemét problémája.

A 20. század vége felé a Föld közvetlen környezetével, a földközeli világűrrel kapcsolatban is felmerült, hogy védelemre szorul, mert az űrtevékenység nyomán ez a térség is telítődik űrszeméttel, ami miatt használhatatlanná, sőt veszélyessé válhat.

Más, naprendszerbeli égitestekkel kapcsolatban a környezetvédelem még csak a kezdeteknél tart. Ami a távolabbi világűrt jelenti, általános az a nézet, hogy befogadóképessége végtelen, ezzel a kérdéssel még időszerűtlen foglalkozunk.

Először foglalkozunk a Föld körüli pályán felhalmozódó űrszeméttel!

Űrszemétnek nevezzük azt a milliányi ember alkotta tárgyat, amely most is a bolygónk körüli térségben kering. Számuk ijesztően magas, és a jövőben valószínűleg emelkedni

fog. Számos darab ezek közül túl kicsi ahhoz, hogy – radarral – nyomon lehessen követni, de ahhoz elegendően nagy, hogy kárt okozzon mesterséges holdakban. Technikai és politikai kihívás egyben, hogy ezek számát valamilyen módon csökkentsük, ám igazán gazdaságos és jó eredményt adó megoldást még nem sikerült találni.

Műholdak

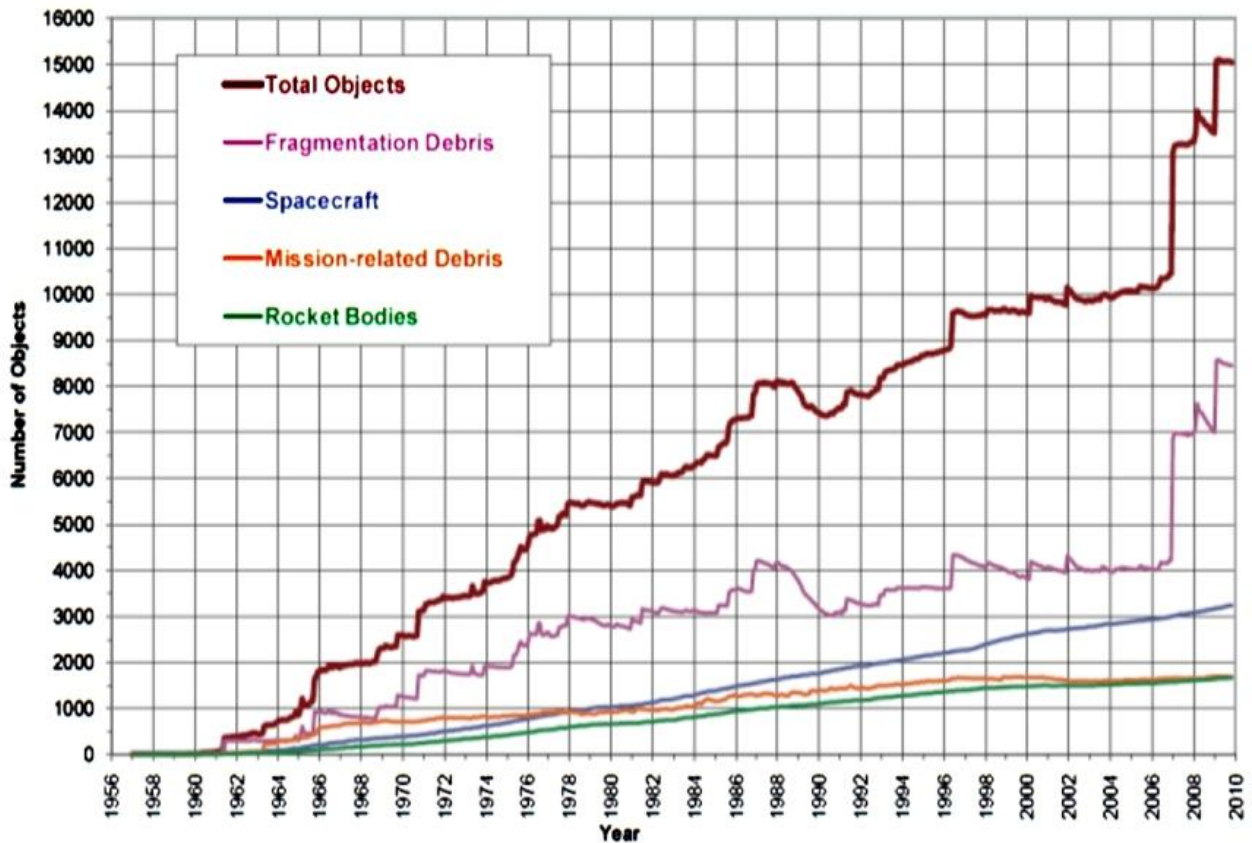
A mesterséges holdak alapvetően két csoportra oszthatók; civil és katonai alkalmazású holdakra. 1957. október 4-én került pályára az első mesterséges hold, a Szputnyik-1. Azóta az eltelt évek alatt közel 1000 aktív mesterséges hold indítására került sor, melyeknek kb. a fele polgári-kereskedelmi, a másik fele pedig katonai felhasználásra készült. Az aktív holdak 2/3-ad részét telekommunikációra használták. A fennmaradó hányad egyenlő arányban oszlik meg a navigációs, a katonai felderítés, a Föld-megfigyelés (erőforrás-kutatás), az asztrofizika és űrfizika, a földtudományok és a meteorológiai alkalmazás között.

Pályaelemeiket tekintve négy fajtájukat lehet megkülönböztetni:

- Alacsony pályájú *Low Earth Orbit (LEO)* holdak: 160-2000 km felszín fölötti pálya. Földmegfigyelés, katonai felderítés, és néhány kommunikációs hold. A Nemzetközi Űrállomás (ISS) is LEO objektum, magassága 350 km. Az ennél alacsonyabb pályán keringő égitestek erősen fékeződnek a légkörben, élettartamuk rövid, elégnak a légkörben.
- Közepes magasságú *Medium Earth Orbit (MEO)* holdak 2000 és 36 000 km között keringenek. Főleg navigációs célokat szolgálnak. Ilyenek a GPS holdak kb. 20 000 km magas pályákon.
- Geostacionárius holdak (*GEO*) 36 000 km-es pályán szinkronban vannak a Föld forgásával. Ezek telekommunikációs holdak.
- Magas pályán keringő *High Earth Orbit (HEO)* holdak. 36 000 km-nél távolabb keringenek, számuk kevés, főleg csillagászati alkalmazásúak.

Miből lesz az űrszemét?

- Minden mesterséges hold indításakor a hordozórakéta utolsó fokozata(i) és egyes szerkezeti elemek is pályára kerülnek.
- Már nem működő mesterséges holdak. (átlagos élettartamuk 12-15 év)
- Űrhajókból, űrállomásokból kidobott szemét, leszerelt, vagy elvesztett alkatrészek, szerszámok.
- Mesterséges holdak ütközésekor keletkezett törmelék. (ez a legnagyobb számú és legveszélyesebb).



1970 és 1980 között évente 100, 1980 óta évente kb. 150-170 tonnával nő a keringő szemét tömege, napjainkra már eléri az 5000 tonnát. Ugyanakkor az elmúlt 50 évben összesen kb. 2000 tonnányi tömeg tért vissza a Földre.

1978. január 24-én a légkörben elégtől és széteső szovjet Kozmosz-954 kémhold darabjai, többek között annak radioaktív agyagot tartalmazó áramforrása Kanada északi – szerencsére lakatlan – területére hullott. Annak ellenére, hogy nemzetközi egyezmény tiltja radioaktív anyagok használatát Föld körül keringő mesterséges égitesteken, a NATO tengeralattjárók helyzetének és mozgásának felderítését végző Kozmosz-954 reaktorában kb. 50 kg dúsított 235-ös uránium volt. A műhold lehullott törmelékét sikerült összegyűjteni. Az eset diplomáciai konfliktust váltott ki.

2009 februárjában Szibéria felett, 800 km magasságban két mesterséges hold véletlenül ütközött össze. Az egyik egy még aktív amerikai kommunikációs hold volt, a másik egy már üzemén kívüli szovjet műhold. Az ütköző objektumok relatív sebessége 40 000 km/ó felett volt, ami a teljes megsemmisülésüket eredményezte. Ezen ütközés alkalmával 1400 db katalogizálható törmelék keletkezett, mindegyike tovább kering a Föld körül.

Egy másik hasonló esemény 2007. januárjában történt, amikor is Kína szándékosan megsemmisített egy használaton kívüli meteorológiai műholdját, amely 900 km magasságban keringett. Ennek során 2700 új törmelék keletkezett, bár a NASA becslései szerint az 1 cm-nél nagyobb darabok száma a 150 000-et is meghaladta.

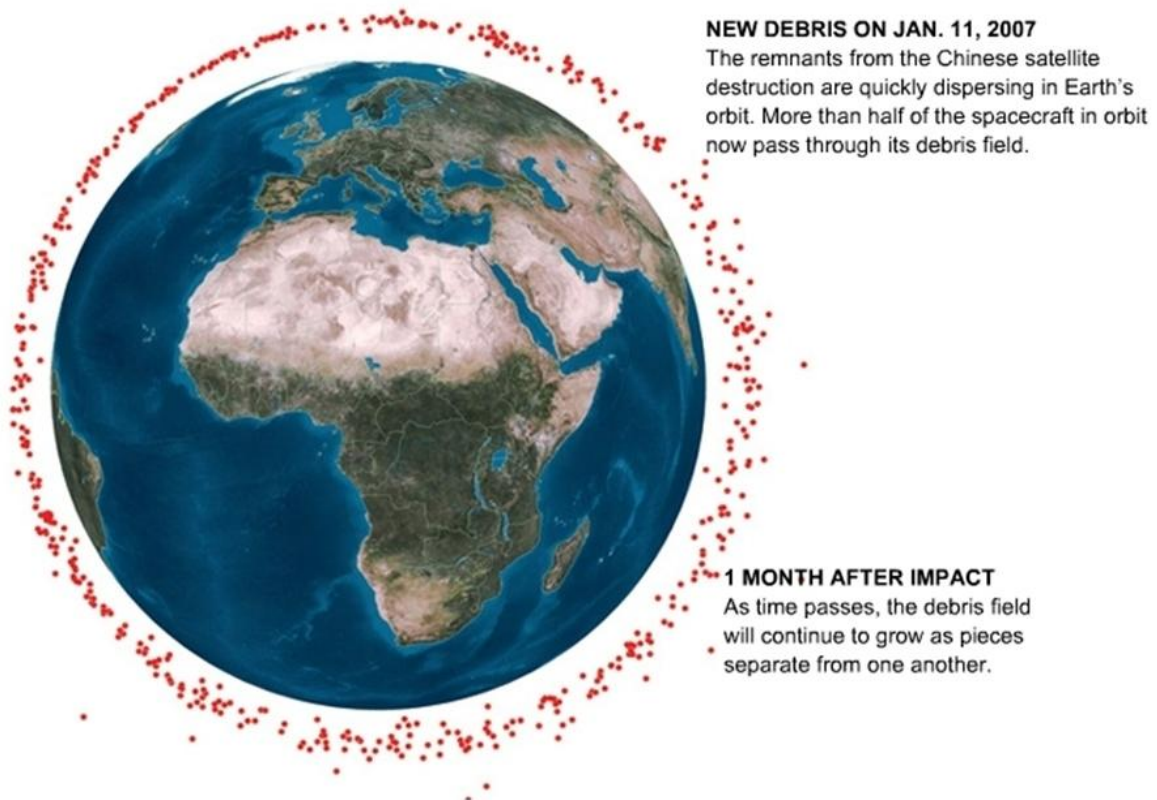


NEW DEBRIS ON JAN. 11, 2007

The remnants from the Chinese satellite are quickly dispersing in Earth's orbit. More than half the spacecraft in orbit now pass through its debris field.

5 MINUTES AFTER IMPACT

The one-ton satellite was at an altitude of 530 miles when struck at 18,000 miles per hour.



Jelenleg is, folyamatosan keletkeznek újabb űrtörmelékek. Számuk növekedésével a roncsoló ütközések száma is növekszik, amelyek újabb darabokat hoznak létre. Ez a Kessler-szindrómának ismert lavina-folyamat, amely a jövőben teljesen el is lehetetlenítheti a földkörüli térségben a szatelliták működését és űrhajók alkalmazását.

Az űrszemetet – méretük szerint – három csoportba lehet sorolni:

1. Olyan LEO objektumok, amelyek mérete nagyobb mint 10 cm. Ezeket radarral követni lehet. Számuk néhány ezer, velük való ütközés elkerülhető. Ebbe a csoportba tartoznak azok a GEO objektumok is, amelyek mérete 1 méter alatt marad.

2. Az 1 – 10 cm nagyságú darabok. Számuk a legnagyobb. Ezek a „halálos” populációt képezik, mert elég nagyok, hogy egy mesterséges holdat megsemmisítsenek, vagy nagyon komoly sérüléseket okozzanak az űrhajóknak, űrállomásoknak, de kicsik ahhoz, hogy követni lehessen őket.

3. Az 1 cm méret alatti űrszemét. Nem elég nagyok ahhoz, hogy becsapódásukkal megsemmisítsenek űreszközöket, de károkat okozhatnak. Nagy veszélyt jelentenek az űrsétát végző űrhajósokra nézve.

Objektum mérete	Objektumok száma	Műholdak potenciális veszélyeztetése
>10 cm	19 000	teljes megsemmisítés
1-10 cm	néhány százezer	feldarabolás, roncsolás
<10 cm	néhány száz millió	Részegységek,műszerek meghibásodása

A világűr környezetének védelméhez hozzátartozik a kihelyezett eszközök (műholdak, űrállomások) biztonságos üzemeltetése, a szennyezés megelőzése és a kozmikus hulladék eltávolítása, megsemmisítése. Az ember űrbeli tevékenységét nemzetközi jogi törvények és egyezmények szabályozzák. Az ENSZ 1967-es Világűr Egyezménye még azelőtt íródott, hogy széles körben ismertté vált volna az űrszemét kérdése és éppen ezért nem is szabályozza az ezzel kapcsolatos dolgokat. Azonban azóta sem született nemzetközi megállapodás ebben a kérdésben. A Világűrjogi Egyezmény ugyan megállapítja, hogy az űrkutatásnak tartózkodnia kell a káros és veszélyes szennyeződések okozó kísérletektől, de soha nem definiálták pontosan a mögöttes tartalmát. A COPUOS (ENSZ Világűrbizottság), az IADC (Ügynökségek közötti Űrhulladék Bizottság) környezetvédelmi szabályozásra irányuló tervezetei ennek a folyamatnak a kifejlesztésén munkálkodnak. A munkában aktívan részt vállaló szervezetek: Nemzetközi Világűrjogi Intézet (International Institute of Space Law, IISL), Nemzetközi Asztronautikai Szövetség (IAF), Világűr Békés Felhasználásának Bizottsága (General Assembly's Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, COPUOS), az ENSZ Világűrrel Kapcsolatos Ügyek Irodája (OSA).

Csökkenteni lehet az űrszemét veszélyét egyrészt olyan műholdak alkalmazásával, amelyek védőpajzzsal vannak ellátva, vagy képesek kimanőverezni a törmelék útjából, másrészt csökkenteni kell a már pályán lévő törmelék mennyiségét. Védőpajzs alkalmazása jelentősen növelné a műhold tömegét, ezzel az indítás költségét is. Első sorban az emberes űrrepüléseknél lenne szükséges az alkalmazása.

Hogyan lehetne csökkenteni az űrszemét mennyiségét?

Hosszú távon csak ez lehet a megoldás. Az alábbi módszerek jöhetnek szóba:

- A már nem üzemelő, vagy roncs műholdhoz hajtóművet kell erősíteni és kilökní a földkörüli pályáról.
- Egy űreszközre szerelt robotkarral el kellene kapdosni a törmelékdarabokat és új pályára irányítva elégetni a légkörben.
- Gravitációs perturbációval kilendíteni az űrszemetet Földtől távolabbi területre.
- Lézer lövésekkel lelassítani a darabokat, hogy hamarabb elégjenek a légkörben.
- Óriási méretű „vatta-ballon” műholdakkal „összepszivózni” a törmelékét.
- El kell érní, hogy ne maradjon üzemanyag a műholdakban, vagy rakétafokozatokban.
- Olyan rakétaindításokat kell végezni, hogy a lehető legkevesebb haszontalan darab kerüljön pályára. (STS!)
- A jövőben a mesterséges holdakat kiegészítı hajtóművel kellene ellátni, amely a légkörbe, vagy távolabbi pályára irányítaná őket, miután befejezték működésüket.

Ezeknek az eljárásoknak az alkalmazása ma még nem kidolgozott, nagyon nehéz.

A nagyobb egységek nem égnek el maradéktalanul a légkörben, visszahozásuk veszélyes.

Lásd: Skylab, Mir. Ezeket lakatlan területekre vagy óceánokba kell irányítani.

Az emberi tevékenység a Naprendszerben.

A Naprendszer valamennyi bolygóját meglátogatták már űrszondák.

Elrepülés: Merkúr, Vénusz, Hold, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz, több kisbolygó.

Keringés: Vénusz, Hold, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Merkúr, Vesta

Leszállás: Vénusz, Hold, Mars, Erosz kisbolygó, Itokawa-kisbolygó, Jupiter, Titán

Becsapódás: Vénusz, Hold, Mars, Tempel-1 üstökös, Jupiter.

A Naprendszer űreszközökkel történő kutatása két, egymással szembenálló nézetet – filozófiát – termelt ki: a csillagászok féltik az emberi beavatkozásoktól az égitesteket, kutatásuk tárgyait szeretnék eredeti állapotukban megtartani, míg a mérnökök az ember természetátalakító tevékenységét szeretnék más égitestekre is kiterjeszteni.

Az emberiség jövője szempontjából elkerülhetetlen a kozmikus terjeszkedés – ami óhatatlanul a birtokba vett égitestek megváltoztatásával jár. Történelmi tapasztalat, hogy

a „hódítókat” egyáltalán nem érdekli a környezetvédelem, ez csak egy későbbi fázisban jelentkezik.

Még egy alapvetően tudományos kutatószonda is átformálhatja egy égitest felszínét. A jövőben egyes égitesteken ipari méretű erőforrás-kutatásra és kihasználásra is számítani lehet.

Élettelen, vagy potenciálisan élettel bíró égitestről van-e szó? Nehéz eldönteni.

Földön kívüli életformával még eddig nem találkoztunk. Életet hordozó égitest több is lehet a Naprendszerben: Mars, Titán, Europa, Enceladus(?).

Extremofil élőlények felfedezése óta nem lehetünk biztosak semmiben sem.

Biológiai fertőzés veszélye.

A biológiai, de akár a vegyi szennyeződés is megzavarhatja, adott esetben ki is pusztíthatja egy égitest „bennszülött” életformáját. Évtizedekkel ezelőtt megállapodás született arról, hogy a bolygókutató űreszközöket sterilizálni kell, hogy ne szennyezzük földi életformával az égitestet.

A sterilizálás nagyon költséges és tönkretelheti az érzékeny műszereket.

A visszaszennyezés veszélyei.

Anyagmintákat hozó, vagy visszatérő űrhajósok kémiai és biológiai szennyezést, fertőzést hozhatnak a Földre. (Apollo karantén)

Ha emberek lépnek egy idegen égitest felszínére, akkor a szennyezés elkerülhetetlen. Az ember jelenléte mindenképpen különleges veszélyforrást jelent. Lakóbázisok építése a Holdon vagy a Marson, űrturizmus, stb.

Terraformálás: Lényegében a bolygómérnöki tevékenység folyamata. A végső cél egy olyan bioszféra megteremtése más égitesten, amely összetettségében és funkcióiban a Földével egyenértékű és tökéletesen alkalmas az emberi élet számára.