Az oroszok hibrid hadviselése a európai GNSS rendszer ellen

Ön hogyan reagálna, ha egyszer csak meghalna a navigáció az autójában? Megszűnne a mobilhálózat, és egyszer csak az áram is eltűnne? Ugyanis ezek a főbb céljai az orosz hibrid hadviselés egyik eszközének, a **GPS-jelzavarás**nak. Ha esetleg úgy gondolja, hogy ez egy üres fenyegetés volna, ki kell, hogy ábrándítsam; ezt a funkciót már szinte havonta tesztelik az oroszok.

2024 novemberében **Todd Humphreys** professzor (*University of Texas at Austin*) egy fülest kapott, hogy érdemes lenne átnéznie néhány konkrét időpontot a korábbi GPS-figyelőállomások nyilvános adataiban, és egy furcsa jelenség végére járnia.

A GPS-műholdak adását világszerte több adatgyűjtő állomás is rögzíti; Európában is több tucat ilyen rendszer működik. Ezek egyszerűen loggolják a látható műholdak adatait, és ezek a logfájlok lekérhetők és elemezhetők. A megfigyelőknek már többször is feltűnt, hogy az európai GPS néhány hetente 2–3 másodpercre *„kihullik”*; az összes európai egység egyszerre rövid idejű zavart észlel a GPS-tevékenységben. Visszamenőleg 75 olyan napot találtak 2019 óta, amikor ugyanez a kontinensszintű minta megismétlődött – a hatás Spanyolországtól a Spitzbergákig (Svalbard) érezhető volt.

Egy kicsit itt egy pillanatra álljunk meg, mert pontosítanom kell: A GPS a *„köznyelvi”* elnevezése a globális szatelitkommunikációs rendszereknek, nevezzük ezeket nevén, a **GNSS**-nek (*Global Navigation Satellite System*). Ennek a teljes rendszernek az amerikai GPS csak egy – igaz, a legrégebbi működő – része, ezenkívül még az európai Galileo, a kínai BeiDou és az orosz GLONASS műholdak is részt vesznek a navigáció biztonságának biztosításában. De először hadd fárasszalak néhány háttérinformációval, hogy érzetessem a bejegyzésben tárgyalt eset súlyát:

Hogyan talál meg minket a GPS a világűrből?

Képzeljük el, hogy a Föld körül keringő műholdak olyanok, mint a világűrben elhelyezett, szuperpontos órával felszerelt **világítótornyok**. Ezek a műholdak folyamatosan sugározzák a pontos időt és a saját helyzetüket a Föld felé. Amikor a telefonunk veszi ezeket a rádiójeleket, a fénysebesség alapján kiszámolja, hogy mennyi idő alatt ért hozzá a jel, és ebből megtudja, milyen messze van az adott műholdtól. Ha a telefonunk egyszerre legalább négy ilyen „űrbéli világítótorony” távolságát ismeri a matek segítségével – a körök metszéspontjait keresve –, méterre pontosan képes meghatározni, hol állunk a bolygón. Minél több műholdat lát és használ egyszerre a telefonunk, a különböző irányból érkező adatok annál jobban pontosítják egymást,

így a helymeghatározás akár centiméteres precizitásúvá is válhat.

Milyen károkat okozna a GNSS tartós kiesése?

Ha valaki egy hibrid háborús művelet keretében teljesen vagy részben kiiktatná a **GNSS** (*GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou*) rendszereket Európában, az azonnali infrastrukturális és gazdasági összeomlást okozna, napi szinten több milliárd eurós veszteséggel. Mivel a modern gazdaság az OECD becslései szerint mintegy 10%-ban közvetlenül a műholdas hely- és időmeghatározástól (**PNT**) függ, a hatások messze túlmutatnának azon, hogy az autósok elveszítik a Google Mapsot. A polgári repülés azonnal megbénulna. Bár a repülők képesek földi radarok alapján is navigálni, a repülőtéri megközelítések és a sűrű európai légtér menedzselése GNSS nélkül kivitelezhetetlen. Járatok ezreit kellene törölni vagy földre kényszeríteni.

A kikötők (pl. Rotterdam, Hamburg) működése leállna, mivel az automatizált konténerdaruk és a teherhajók centiméterpontos GNSS-irányítással mozognak. A globális ellátási láncok napokon belül összeomlanának. A *„just-in-time”* (épp időben történő) logisztikai hálózatok és az ételfutár-szolgáltatások megbénulnának, ami azonnali áruhiányt okozna a szupermarketekben.

Az 5G- és 4G-bázisállomások mikroszekundumos pontossággal szinkronizálják az adatcsomagok küldését a műholdakkal. GNSS nélkül a mobilhálózatok órákon belül szétesnének, megszakadnának a hívások és az mobilinternet. Az áramszolgáltatók a GNSS-időkódokat használják az energiaelosztó hálózat fázisainak összehangolására. A szinkron elvesztése kiterjedt áramszüneteket (blackout) okozhatna Európa-szerte.

A banki tranzakciókat, tőzsdei ügyleteket és ATM-készpénzfelvételeket a csalások megelőzése és a jogi követhetőség miatt kötelező ezredmásodperces pontossággal ellátni (*timestamp*). Ha nincs műholdas időkód, a nemzetközi bankközi utalások és a kártyás fizetési rendszerek biztonsági okokból automatikusan leállhatnak.

A segélyhívó központok nem látnák a bajbajutottak pontos helyzetét, a mentők és tűzoltók navigáció híján lassabban érnének ki a helyszínekre, ami közvetlen emberéletekbe kerülne.

A nyomozás

A kutatók kezdetben földi zavaróállomásra (például a kalinyingrádi orosz exklávé katonai tornyaira) gyanakodtak – nyilván már a kutatás első pillanatától kezdve az sem volt kérdés, hogy melyik nagyhatalom ármánykodása bújik meg a jelenség mögött. A Föld görbülete miatt viszont egy földi sugárzó nem képes egyszerre egy egész kontinens koordinált zavarására. A geometriai számítások kimutatták, hogy a forrásnak legalább 1200 km magasan kell lennie az űrben.

A korai fázisban a kutatók 14 geostacionárius műholdra szűkítették a listát, de a nyomozás elakadt, mert a GNSS-adatokat rögzítő állomások nem elég (idő)pontossággal rögzítették az adatokat, így a további szűkítésre nem volt lehetőség. A kutatók megosztották az addigi eredményeiket további egyetemekkel, bízva a támogatásukban. Áttörést az hozott, amikor 2026 februárjában két intézet (Amszterdam és a norvégiai Trondheim) egyszerre jelzett kiesést, és a nyers, digitalizált rádiófrekvenciás feszültségmintáikhoz nagyon nagy pontosságú időpecsétet is tudtak adni.

Mivel a nyers jelek mintavételezése rendkívül nagy felbontású volt, a kutatók össze tudták mérni, hogy a zavaró jel mikor érkezett be a két különböző városba. A jel nagyjából 139 mikroszekundummal

hamarabb érte el Trondheimet, mint Amszterdamot. Ez a hajszálpontos időkülönbség meghatározott egy térbeli felületet (*hiperboloidot*), amelyen a jelforrásnak el kellett helyezkednie.

Kosmos 2546

Miután az összes létező műhold ismert pályáját rávetítették erre a matematikai modellre, mindössze egyetlen űreszköz egyezett a mért adatokkal, mégpedig tűpontosan: az orosz **Kosmos 2546**. A műhold röppályája mindössze 200 méteres hibahatáron belül (ami bőven a nyilvános pályadatok bizonytalanságán belül van) végig rásimult a mérési felületre a zavarás 2,3 másodperces időtartama alatt.

Kezdetben némi ellentmondást okozott, hogy a műholdat csak 2020. május 22-én indították el, és az első zavarásokat már 2019-ben is érzékelték, de ez a probléma is megoldódott, amikor kiderült, hogy a műhold egy hat műholdból álló konstelláció tagja, amely Oroszország korai rakétavédelmi figyelmeztető rendszeréhez (**EKS / „Tundra”**) tartozik (az orosz „**Golden Dome**” része).

Mi az EKS/„Tundra" műholdkonstelláció valódi fő feladata?

A Tundra műholdakat rendkívül érzékeny, öt spektrumú (köztük infravörös és ultraviola) optikai szenzorokkal szerelték fel. Elsődleges feladatuk, hogy a világ bármely pontjáról – különösen az óceánokon lévő tengeralattjárókról vagy az USA területéről – indított ballisztikus és hiperszonikus rakéták hajtóműveinek hőcsóváját azonnal érzékeljék, és riasszák a moszkvai katonai vezetést. Ezen kívül a műholdak rendelkeznek egy másodlagos, szigorúan védett kommunikációs hasznos teherrel. Ennek célja, hogy egy esetleges atomháború esetén biztosítsa a titkosított parancsok továbbítását az orosz nukleáris megtorló erőknek. Bár eredetileg 6 műholdat bocsátottak fel, az elsőként indított egység (Kosmos 2510) már korábban elöregedett és leállt. A megmaradt 4 darab Tundra műhold alkotja a rendszer gerincét, amelyek a következők: • Kosmos 2541 (Tundra 3 – Indítás: 2019) – Időszakos pályakorrekciós és stabilitási problémákkal küzd. • Kosmos 2546 (Tundra 4 – Indítás: 2020) – Ez a konkrét műhold, amelyet a GPS-zavarások elsődleges forrásaként azonosítottak. • Kosmos 2552 (Tundra 5 – Indítás: 2021) – Jelenleg ez tűnik a legstabilabban és legmegbízhatóbban működő egységnek a hálózatban. • Kosmos 2563 (Tundra 6 – Indítás: 2022) – A konstelláció legújabb tagja, bár 2025 folyamán ennél is észleltek pályatartási anomáliákat.

Oroszország eredetileg 10 darabra akarta bővíteni a konstellációt. Az Ukrajna elleni inváziót követő nyugati szankciók (különösen a csúcstechnológiás mikrochipek és az optikai szenzorok embargója) miatt azonban az orosz űripar képtelen új Tundra műholdakat legyártani, így a flotta utánpótlása teljesen elakadt.

A konstelláció erősen elliptikus (**Molnyija**) pályán kering; ez lehetővé teszi, hogy a műhold a hosszan elnyúló északi félteke felett lelassuljon és huzamosabb ideig ott tartózkodjon. Mivel a konstelláció globális lefedettséget biztosít, elméletileg nemcsak Európa, hanem akár az Egyesült Államok felett is képes lenne GNSS-zavarást végrehajtani.

A nyers adatok szerint a Kosmos 2546 nemcsak a GPS-sávok közvetlen szomszédságát (1577,5 MHz) sugározta túl egy hatalmas erejű jellel, hanem egy alacsonyabb frekvenciát (1558,5 MHz) is, amely a kínai Beidou navigációs rendszer frekvenciájával fed át.

A kutatók tanulmányukat *„Chasing Lightning: Detecting, Characterizing, and Identifying a Powerful Space-Based GNSS Interference Source”* címmel nyújtották be az *Institute of Navigation* nevű elismert szakmai szervezet *NAVIGATION* folyóiratához.

Az elsők között számolt be a felfedezésről a The New York Times, amely kiemelte, hogy a texasi kutatók eredményeit egy tőlük teljesen független európai vizsgálat is alátámasztja. **Richard Bowden**, a spanyol **GMV** technológiai óriásvállalat navigációs szakértője, saját adatokkal igazolta, hogy a 75 dokumentált esetből legalább háromnál kétséget kizáróan orosz katonai műholdak álltak a háttérben. A globális navigációs iparág vezető szaklapja, a **GPS World** is részletesen foglalkozott a tanulmánnyal, megjegyezve, hogy *az orosz nagykövetség nem kívánta kommentálni a vádakat*.

Nyilván, aki az oroszoktól beismerést vár, az addig álljon féllábon, de az adatok és a mérések nagy tömege egyértelművé teszi az elkövetőt. A szakértők két fő okot feltételeznek arra, hogy a Kosmos 2546 miért csak pár másodperces, eltolt frekvenciájú adásokkal bombázza a kontinenst. Egyrészt ez képességtesztelés (Todd Humphreys elmélete): Oroszország egy esetleges éles konfliktusra készülve teszteli az űrbéli elektronikai hadviselési rendszert. Azért nem közvetlenül a GPS-frekvencián és csak rövid ideig sugároznak, hogy ne fedjék fel teljesen a fegyver valódi erejét, de ellenőrizzék a működését. Egy másik európai kutatócsoport alternatív elmélete szerint a zavarás valójában nagyon rövid, kódolt kommunikációs üzenetek melléktermék. Azért használják a védett navigációs sávokat, mert az ellenséges erők nem merik majd zavarni ezeket a frekvenciákat, nehogy a saját navigációs rendszereiket is megbénítsák.

A reakciók

Az EU és a tagállamok védelmi miniszterei többször is elítélték Oroszország tevékenységét. Kijelentették, hogy a balti és észak-európai régióban tapasztalható GPS-kimaradások közvetlenül veszélyeztetik a polgári légiközlekedés biztonságát.

Az *Európai Repülésbiztonsági Ügynökség* (**EASA**) és a *Nemzetközi Légi Szállítási Szövetség* (**IATA**) közös akciócsoportot hozott létre. Folyamatosan monitorozzák a zavarások földrajzi elhelyezkedését és figyelmeztetéseket (*Safety Information Bulletin*) adnak ki a pilótáknak.

Mivel a zavarás forrása egy katonai műholdkonstelláció, a **NATO** beemelte a GPS-védelmet a kollektív védelmi stratégiájába. Az északi és balti tagállamok határai mentén megerősítették a rádióelektronikai felderítést.

Az amerikai hírszerzés és az **U.S. Space Command** (*Amerikai Űrparancsnokság*) értékelése szerint ez a tesztsorozat egyértelmű üzenet volt az Egyesült Államoknak és a NATO-nak is. Oroszország ezzel bizonyította, hogy ha fegyveres konfliktusra kerülne sor, nemcsak a frontvonalak közelében, hanem akár az amerikai és európai hátország felett is képes egyetlen gombnyomással megbénítani a műholdas navigációt és a precíziós fegyverek irányítását.

Mit lehet tenni a fenyegetés ellen?

A műholdas zavarás ellen nem létezik egyetlen *„csodafegyver”*, ezért az EU és a légi közlekedési szektor egy többrétegű védelmi stratégiát alkalmaz.

A legbiztosabb védelem az, ha nem függünk teljesen az űrből érkező jelektől. Európa-szerte elkezdték modernizálni és újra üzembe helyezni a **Loran** (*Long Range Navigation*) rendszer digitális, modern

változatát, az **eLoran**-t.

Ez a rendszer nagy teljesítményű földi rádiótornyok hálózatán alapul. Ennek a jele az alacsony frekvencia miatt rendkívül erős. Nagyjából milliószor erősebb a földfelszínen, mint a GPS rendkívül gyenge műholdas jele, így egy űrbéli zavaróegység képtelen elnyomni.

Érdekesség, hogy Dél-Korea és Kína már korábban kiépítette a saját eLoran hálózatát, mivel náluk az észak-koreai földi GPS-zavarások mindennapos problémát jelentenek.

Miután az orosz hibrid fenyegetés felerősödött, az Egyesült Királyság, Norvégia és több észak-európai ország is elkezdte újjáépíteni és bekapcsolni az eLoran-állomásait a kritikus kikötők és hajózási útvonalak védelmében.

A modern utasszállító repülőgépek már most sem csak a GNSS-re hagyatkoznak. Gyűrűlézer-giroszkópok (**RLG** – *Ring Laser Gyroscope*) és gyorsulásmérők segítségével a gép számítógépe a felszállás pillanatától kezdve pontosan tudja, milyen irányba és milyen sebességgel halad. Ez egy teljesen zárt rendszer; nem fogad külső rádiójeleket, így immunis mindenfajta külső zavarásra vagy hamisításra. (Hátránya, hogy többórás repülés alatt minimálisan felhalmozódhat benne pozíciós hiba.)

A repülőterek környezetében az EU fenntartja és fejleszti a hagyományos, földi telepítésű rádió-navigációs hálózatokat (**DME** - *távolságmérő berendezés*, **VOR** - *körsugárzó irányadó*). Ha a GPS teljesen elvész, a pilóták ezen földi adók segítségével centiméteres pontossággal képesek leszállni.

Az eLoran (enhanced Loran)

Az eLoran (**enhanced Loran**) egy nagy hatótávolságú, kizárólag földi telepítésű rádió-navigációs rendszer, amelyet a műholdas GPS- és Galileo-hálózatok legfőbb biztonsági tartalékaként hoztak létre.

Ez a technológia a II. világháború idején kifejlesztett, majd a 2000-es években a GPS miatt háttérbe szorult analóg LORAN-C rendszer teljesen digitális, modernizált változata.

A rendszer nem az űrből, hanem a földfelszínre épített, gigantikus méretű rádióantennákból sugározza a rendkívül alacsony frekvenciájú (100 kHz-es) jeleket. A vevőegység (például egy hajó vagy repülőgép) veszi a környező földi tornyok jeleit, és a jelek beérkezési időkülönbségéből pontosan kiszámítja a saját pozícióját, pontosan úgy, mint a GPS, csak földi adókkal. Az eLoran nem váltja fel a GPS-t, hanem kiegészíti azt; ha a GPS elvész, azonnal átveszi a helyét, mert technikailag szinte elpusztíthatatlan és zavarhatatlan az űrből.

A meglévő GPS/Galileo chipek sajnos jelenleg még fizikailag képtelenek fogni az eLoran jeleit, mivel teljesen más frekvenciasávon (a GPS az 1,2–1,5 GHz-es mikrohullámú sávban, az eLoran pedig a 100 kHz-es hosszúhullámú sávban) működnek.

A technológia integrációja jelenleg egy kritikus átmeneti fázisban van, ahol a chipek miniatürizálása már sikeres, de a lakossági piacra (okostelefonokba) való belépés még várat magára. Ahhoz, hogy az eLoran eljusson az átlagos okostelefonokba vagy autókba, nem is maga a szilícium-chip a fő akadály, hanem az antenna mérete.

A GPS hullámhossza rövid (kb. 20 cm), így a telefon sarkában egy apró fémdarab is elég antenna gyanánt. Az eLoran hullámhossza viszont rendkívül hosszú (3000 méter). Hagyományosan ehhez hatalmas ostorantennák kellettek.

A brit **Roke** fejlesztőcég az **ESA** támogatásával 2024 végén mutatta be az első olyan miniatürizált eLoran antennát (**Nav-Sync Pulse**), amely mindössze 55 mm-es és kifejezetten kézi/hordozható eszközökbe tervezték.

Amint az ESA és a Roke által fejlesztett miniatűr antennák és kombinált chipek tömeggyártása megindul, a prémium kategóriás autók navigációs rendszereibe, majd végül a csúcskategóriás okostelefonokba is bekerülhetnek másodlagos védelmi vonalként.

Források

A bejegyzés megírásához a Gemini AI segítségét is igénybe vettem.

A bejegyzést elsősorban a Vertiasium alábbi videója alapján készítettem (a képeket is innen vettem): Something is jamming GPS over Europe. Here's what we found https://www.youtube.com/watch?v=tz23G_UXCGA GPSWord: Todd Humphreys: Russian satellites a cause of GNSS jamming across Europe - GPS World Ars Technica:Tests suggest Russian satellites can jam GPS on a continental scale - Ars Technica Gizmodo Russian Satellites Are Jamming GPS Signals, Study Says

A legutóbbi bejegyzések a blogon

Az oroszok hibrid hadviselése a európai GNSS rendszer ellen (2026.06.27)
Ebolajárvány Kongóban
Amikor egy naperőmű teszi oázissá a sivatagot
Boeing 737 MAX / MCAS
Csernobil árnyéka: Negyven évvel a katasztrófa után
A Mars Climate Orbiter (MCO) program banális katasztrófája
Therac-25: A hibaüzenet, amit senki nem értett
Amikor a király a másodpióta
A világ legnagyobb városa, Csungking

2026/05/28 14:43

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, osszd meg velem! Elérhetőségeim az Impresszumban találhatók.

A passport.blog jelenlegi egyetlen megjelenési lehetősége a Facebook. Ha értesülni szeretnél az új bejegyezésekről, 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 16:05

Források

Ajánló

Hasonló jellegű bejegyzéseket a **Érdekes történet** tag alatt talál:

- 60 éves a Trabant
- A 61. vágány
- A Berlinben lezuhant szovjet vadászrepülőgép története
- A CIA lopott műholdja
- A dannenwalde-i baleset
- A Davis-Besse atomerőmű esete a vírussal
- A drogbáró alagútjai
- A drogfutárság veszélyei
- A Dunning-Kruger-hatás
- A Jennifer projekt
- A Kaktusz-kupola
- A Kaszpi-tengeri Szörny
- A Mars Climate Orbiter (MCO) program banális katasztrófája
- A millió dollár pont
- A moszkvai Metro–2 legendája
- A Poligon
- A rénszarvas és a tengeralattjáró
- A Silk Road hagyatéka
- A Stuxnet sztori
- A Trans-Szibéria gázvezeték 1983-as robbanása
- A valódi Mad Max
- A Világ valódi csodái
- A világvégi mozi
- A Wall Street Market bukása
- Alkohol az űrben
- Amikor egy naperőmű teszi oázissá a sivatagot
- An0m sztori
- Atlantropa
- Atomvillanás fentről
- Az ekranoplán; ismét a hullámok felett

- Az oroszok hibrid hadviselése a európai GNSS rendszer ellen
- Basilique Notre-Dame de la Paix, a világ legnagyobb katolikus temploma
- Bayernturm, a funkcióját vesztett kilátó
- Blackout Spanyolországban
- Boeing 737 MAX / MCAS
- Csernobil árnyéka: Negyven évvel a katasztrófa után
- Csernobil és Putyin katonái
- Csónakokkal az anyahajó ellen – a Millennium Challenge 2002 gyakorlat
- Felhőkarcoló ablakok nélkül
- Gladbecker-túszdráma
- Hadsereg romokból
- Hedy Lamarr: filmszínésznő és feltaláló
- Hitler Pervitinjétől a meth-ig
- Hitler utolsó amerikai katonája
- Hogyan lett Kínának repülőgép-hordozója?
- Híd a Kwai folyón
- Hűtővonat atomrakétákkal
- Kémek hídja
- Majak
- Mazsolabombázók
- Mert az Opel sosem kop' el
- Modernkori bolygó hollandi
- Neuralink
- Német hackerek és a KGB
- Ottó utazásai
- Probstzella – végállomás
- Surtsey, az ötvenéves sziget
- Sztálin elfeledett vasútja
- Teufelsberg FSB
- Therac-25: A hibaüzenet, amit senki nem értett
- Vészjelzések a Dakotáról
- Whisky-háború a Hans szigetért
- Yokoi háborúja
- Átadták a világ leghosszabb alagútját
- Öreg fiúk bankrablócsapata

2026, érdekes történet, Todd Humphreys, tech, oknyomozás, Oroszország, GPS, GNSS, Galileo, GLONASS, BeiDou, Európa, EU, blackout, Kosmos 2541, Kosmos 2546, Kosmos 2552, Kosmos 2563, Tundra, Golden Dome, Molnyija, NATO, eLoran, enhanced Loran, Nav-Sync Pulse, ESA, Roke, EASA, IATA

Bejegyzésmegtekintések száma: 115

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

Permanent link:
https://bolyongo.hu/doku.php?id=passport:oroszok_a_gnss_ellen&rev=1782582166

Last update: **2026/06/27 17:42**