

Reziliens PNT szolgáltatások

Helyzetjelentés egy megbízható helymeghatározási, navigációs és időszolgáltatási (PNT) ökoszisztéma felé vezető úton

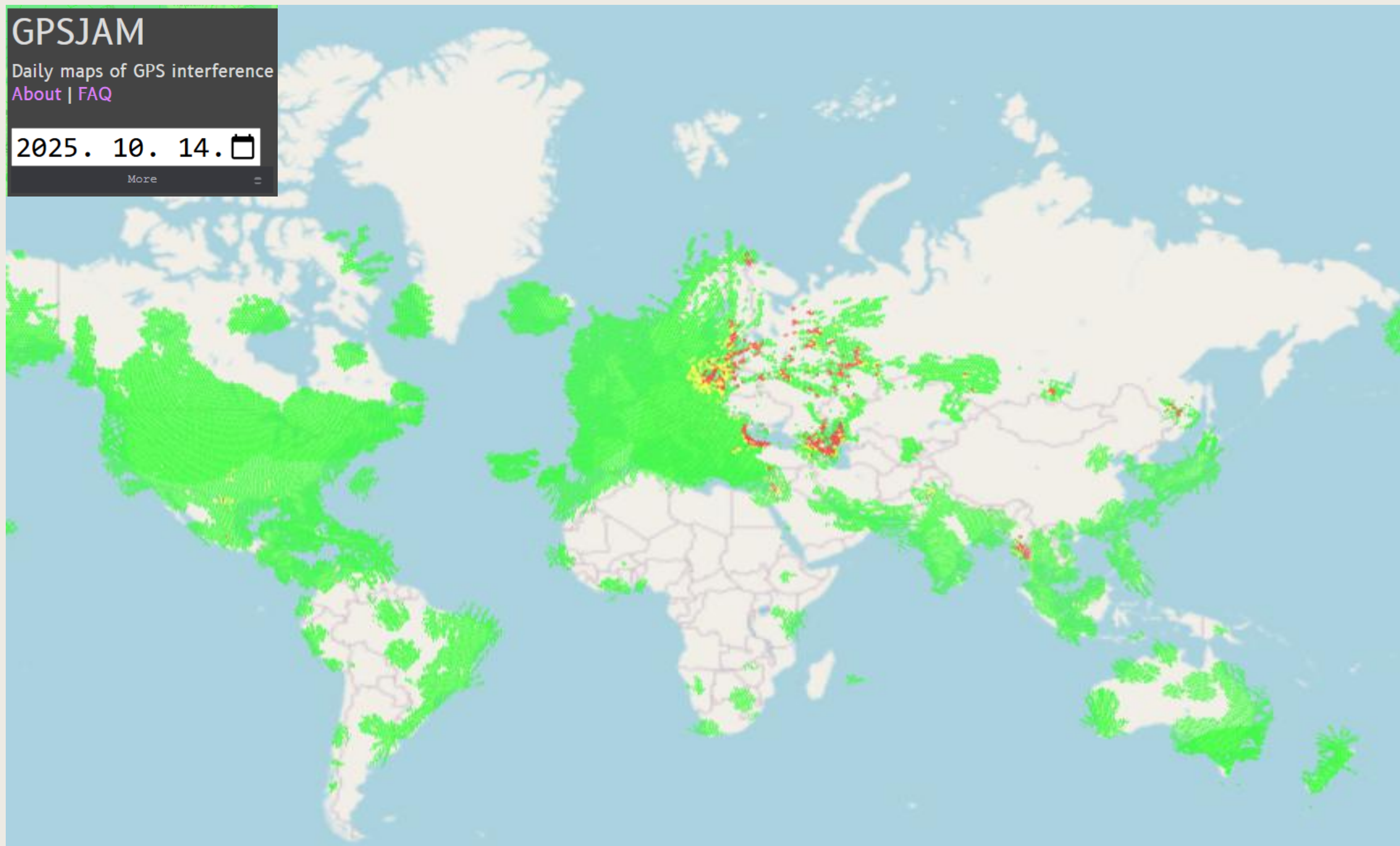
Dr. Orbán József PhD
szakértő

Védelmi és Rendészeti Frekvenciagazdálkodási Igazgatóság
Nemzeti Média és Hírközlési Hatóság



- **A modern társadalom PNT-függősége:** kommunikáció, közlekedés, energetika, pénzügyi rendszerek, nem polgári (védelmi, rendészeti, katasztrófavédelmi, nemzetvédelmi) rendszerek.
- **GNSS dominancia és sérülékenység** (jamming, spoofing, meaconing, többutas terjedés, úridőjárás).
- **Kockázati statisztikák:** hány kritikus infrastruktúra támaszkodik kizárólag GNSS-re.
- **A reziliencia mint rendszerszintű képesség** (ISO 22316, NIST PNT Profile, EU CER).

Kulcsüzenet: A PNT-szolgáltatások biztonsága = társadalmi reziliencia egyik pillére.



- **Definíciók:**

- *„A **PNT-szolgáltatások**” kifejezés minden olyan rendszert, hálózatot vagy képességet jelöl, amely lehetővé teszi a hosszúsági és szélességi fok, a magasság, illetve az idő- vagy frekvenciaadatok meghatározását vagy azok kiszámításának kiegészítését — illetve ezek bármely kombinációját.”**
- *A **PNT-reziliencia** a PNT-rendszerek képessége, hogy zavarás, támadás vagy hiba esetén is megőrizze funkcióikat.”*

- **Komponensek:**

- *Redundancia* – több forrásból származó PNT.
- *Robusztusság* – interferencia-tűrés, CRPA**, RAIM***
- *Helyreállítás* – automatikus fallback vagy backup szolgáltatás.

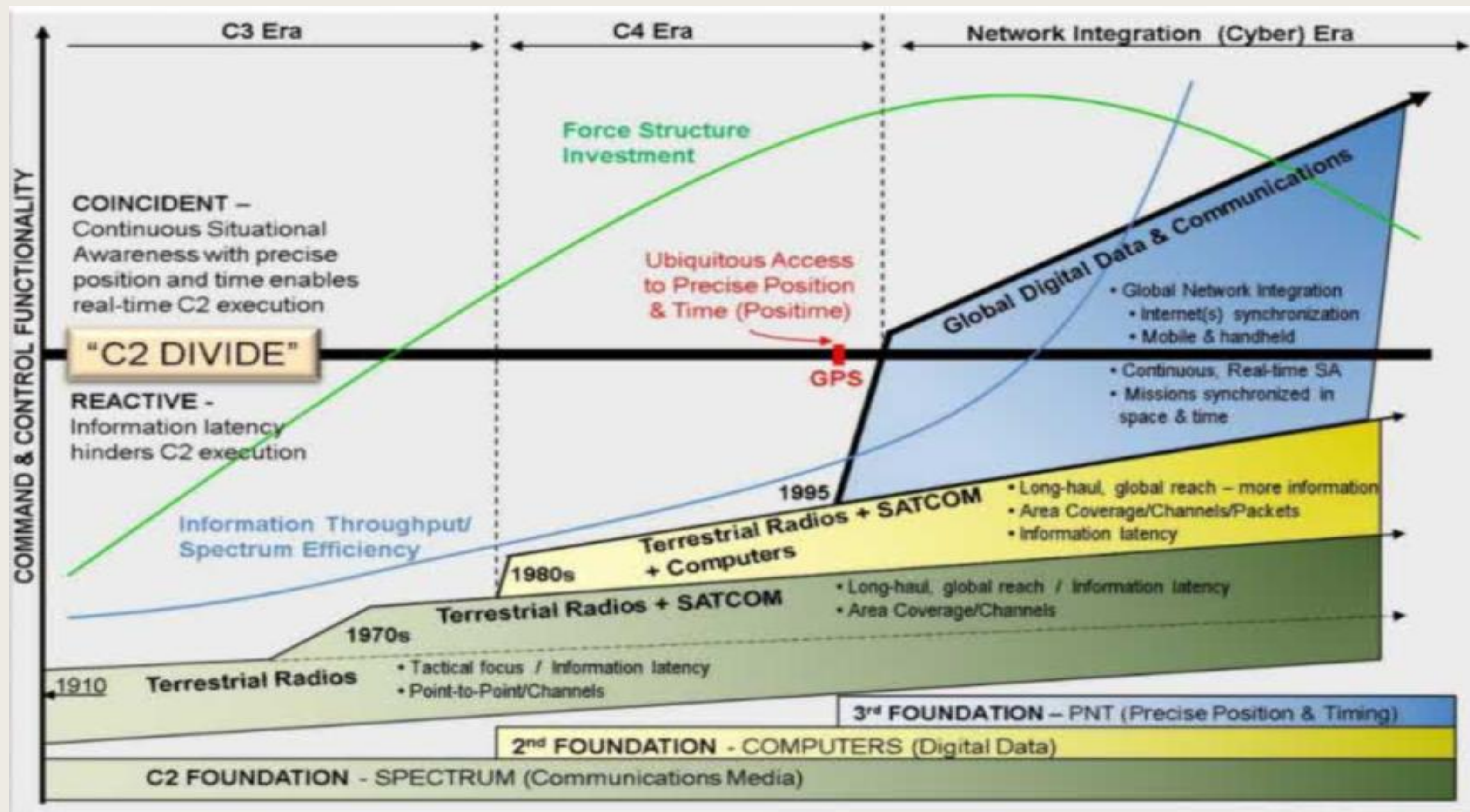
- **Kapcsolódás** a Safety Management System (SMS) és Szervezeti Reziliencia fogalomrendszeréhez.

**Executive Order 13905*

***CRPA: Controlled Reception Pattern Antenna, vagyis irányított vételi mintázatú antenna.*

****RAIM = Receiver Autonomous Integrity Monitoring*

A közös hadviselés elektronikai fejlődése és a PNT



- **Technikai:**
 - RF ellentevékenységek: jamming, spoofing, meaconing
 - RF-interferencia: szándékos, vagy emberi hibából meghibásodásból eredő RF-interferencia.
- **Természeti:** űridőjárás, ionoszférikus zavarok, multipath.
- **Szervezeti:** függőség egyetlen GNSS-rendszertől, hiányos monitoring.
- **Jogszabályi környezet:** FCC MDRI, Elnöki rendelet (USA)*, NATO PNT Policy. EU CER**, (HU?)***

* Executive Order 13905 of February 12, 2020 Strengthening National Resilience Through Responsible Use of Positioning, Navigation, and Timing Services

** EU 2022/2557 irányelve (2022. december 14.) Arra kötelezi a tagállamokat, hogy nemzeti stratégiát dolgozzanak ki a kritikus entitások rezilienciájára, illetve ezek az entitások kockázatelemzést végezzenek, és megfelelő technikai, szervezeti és biztonsági intézkedéseket alkalmazzanak.

*** Az EU 2022/2557 irányelv még nem épült be a hazai szabályozásba

Megoldás	Leírás	Előny
eLoran / Loran-C	földi LF-navigáció	nagy zavarvédetség
Locata / UWB / U-TDOA	helyi rádiós alternatíva	GNSS-független
Inerciális navigáció (INS)	gyorsulásmérők, giroszkópok	rövid távú autonómia
Signals of Opportunity (SoO)	LTE, 5G, Wi-Fi, DAB, TV	városi környezetben
Multi-GNSS RAIM / SBAS / GBAS	integrált megoldások	hibatűrés
AI alapú interferencia észlelés	SDR + gépi tanulás	korai előrejelzés, spektrumfigyelés

Reziliencia nemcsak technikai:

- ***képzés, protokollok, eseménykezelés, adatmegosztás (!)***
- PNT Risk Management és Contingency Planning

Példák:

- NMHH
 - Spektrum monitoring integráció,
 - GNSS jamming monitoring
- UK CAA – Reziliens PNT mérőpad
- HungaroControl – GNSS jamming monitoring

- **Bayes-alapú reziliencia-modellezés**
 - hibavalószínűségek és
 - kockázati korrelációk.
- **Conjoint-alapú felhasználói preferenciák** - mely PNT-tulajdonságok fontosak (pontosság vs. megbízhatóság)
- **Reziliencia mérőszámok (KPI-k) és „műszerfalak” (dashboard)**
 - Átlagos felépülési idő (Mean Time to Recover, MTTR)
 - rendelkezésre állási index (Availability Index)
 - redundancia arány (Redundancy Ratio)
- **AI-támogatott interferencia-azonosítás** – SDR adatok alapján

Cél:

**„Garantált helymeghatározás, navigáció és időszolgáltatás –
bárhol, bármikor.”**

Megvalósítási javaslatok:

- **Integrált multi-szenzoros rendszerek, AI-alapú hibatűrés.**
- **Szabályozási és oktatási szintű rezilienciafejlesztés.**
- **Felhívás a nemzeti PNT-reziliencia stratégia kialakítására.**

Köszönöm a megtisztelő figyelmüket!

Dr. József Orbán PhD.
orban.jozsef@nmhh.hu

