Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság

HÍRKÖZLÉSI ÉS INFORMATIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
ALAPÍTVA 1949

A GNSS-függőség rendszerszintű következményei Magyarországon

30 napos kiesési forgatókönyv: ágazati sorrend, kaszkádhatások és rezilienciaerősítő intézkedések

2026.11.23. HTE Infokom 2026

Dr. Orbán József PhD.
szakértő
Védelmi és Rendészeti
Frekvenciagazdálkodási Igazgatóság



A PNT közös módusú függőség: egy jelforrás kiesése több ágazatot érint

Helymeghatározás és navigáció

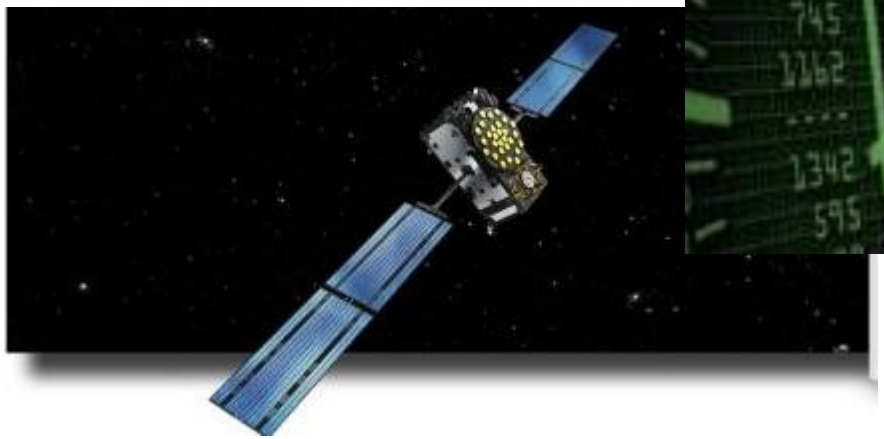
Közúti és vasúti forgalom, légi navigáció, mentésirányítás, földmérés és precíziós mezőgazdaság

Idő- és frekvenciaszinkron

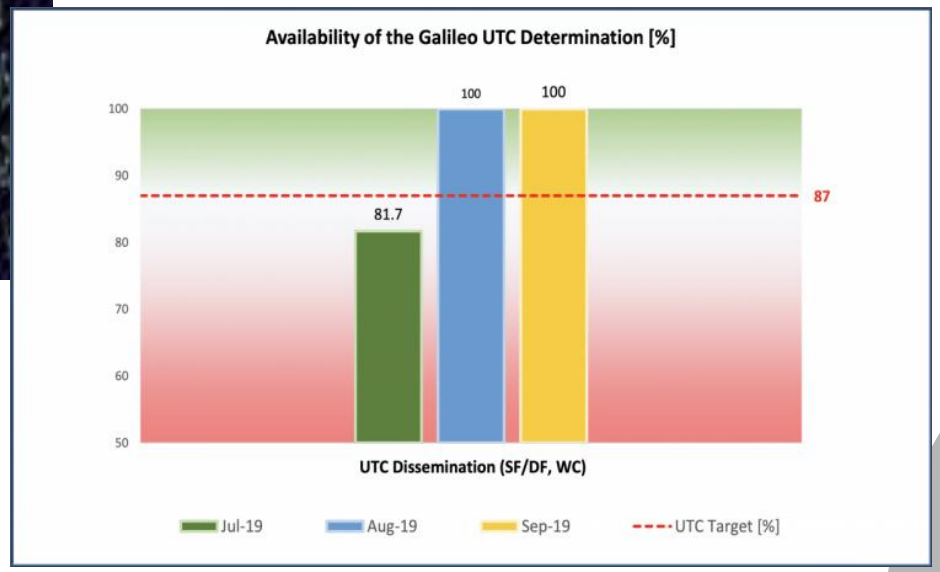
Mobilhálózatok, villamosenergia-rendszer mérései és pénzügyi időbélyegzés

Közös módusú hiba

Az ágazati redundancia gyakran látszólagos, mert a tartalék rendszerek is ugyanarra a gyenge műholdjelre épülnek







A tartós kiesés valós kockázat: rendszerhiba és zavarás is előfordult

Esemény	Időszak	Megfigyelt hatás
Galileo rendszerszintű kiesés	2019. július, 6 nap	Navigációs és időszolgáltatás leállása a földi infrastruktúra hibája miatt
GPS SVN-23 kivonása	2016. január 26.	Kb. 13 µs UTC-eltérés, közel 12 órás riasztások időszervereken
Finnair, Tartu (Észtország)	2024. ápr. 29. – máj. 31.	Járatok felfüggesztése GNSS-zavarás miatt
Európai légtér	2025	A GNSS-interferencia 80%-kal nőtt 2024-hez képest



A kvalitatív forgatókönyvet GDP-arányos kárbecslés egészíti ki

Lépések	Tartalom
➢ **Forgatókönyv**	Minden GNSS-konstelláció és az EGNOS 30 napig elérhetetlen Magyarország területén
➢ **Kvalitatív elemzés**	Ágazati függőségtérkép, holdover-idők, Rinaldi-féle függőségtípusok (fizikai, kiber, földrajzi, logikai)
➢ **Kvantitatív becslés**	Haszonátvitel: brit és amerikai kárbecslések GDP-arányos skálázása, alsó és felső sávval
➢ **Kaszkádmodell**	Inoperabilitási input–output modell (IIM)* mint keret a szektorközi továbbterjedés leírására
➢ **Kimenet**	Ágazati sorrend, kaszkádútvonalak, rétegzett intézkedések, NIS2-megfeleltetés

* Inoperabilitás (működésképtelenség). A modell központi változója egy 0 és 1 közötti normalizált érték, amely azt mutatja meg, hogy egy adott ágazat vagy infrastruktúra milyen mértékben nem képes teljesíteni a tervezett termelési vagy szolgáltatási kapacitását. A 0 teljes működőképességet, az 1 teljes leállást jelent.

A navigáció azonnal, az időszinkron napok alatt omlik össze*

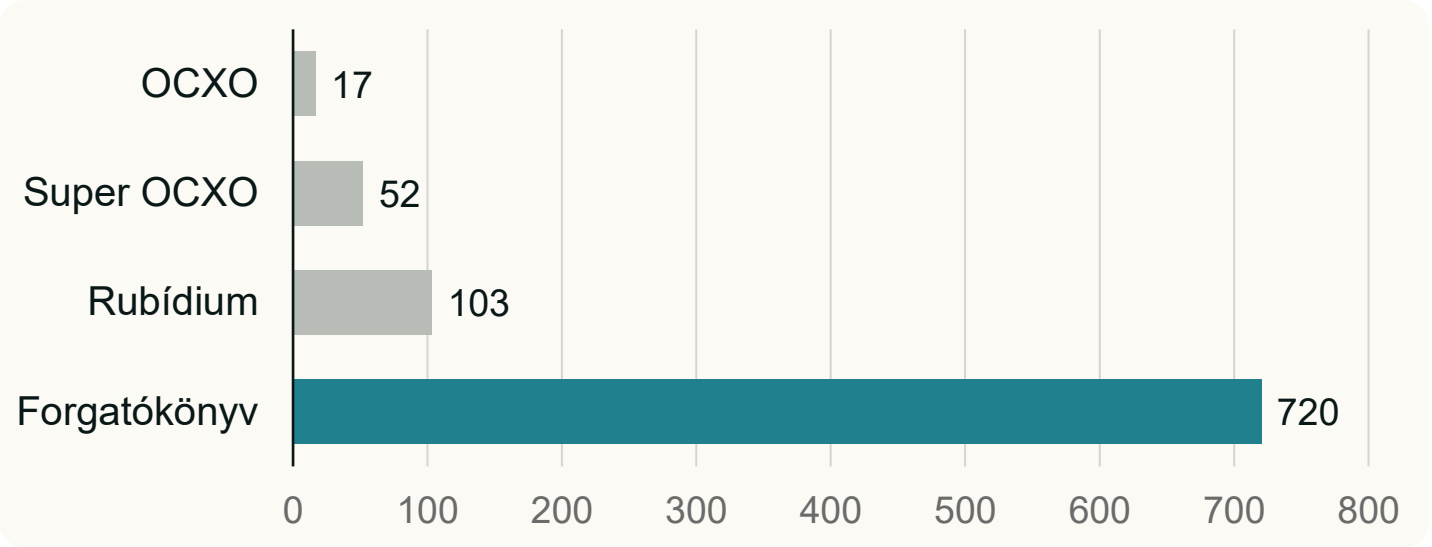
	0–3. nap	4–10. nap	11–20. nap	21–30. nap
➢ **Közlekedés**	Navigáció, HU-GO pozíció kiesik	Manuális diszpécserelés	Logisztikai késések	Ellátási láncok lassulnak
➢ **Távközlés**	OCXO** holdover kimerül	Rubídium holdover kimerül	TDD-cellák kapacitásvesztése	Csak földi időforrás stabil
➢ **Energetika**	PMU-időbélyegek romlanak	Hibahely pontatlanabb	Csökken a láthatóság	Távközlési visszahatás
➢ **Pénzügy**	Időbélyegek nem követhetők	RTS 25 megfelelés kétséges	Kereskedési zavarok	Megfelelési költségek
➢ **112, mentés**	Hívó helye pontatlan	Kiérkezési idők nőnek	Tartós degradált mód	Egészségügyi kockázat

*Forgatókönyv-alapú szakértői értékelés, nem mért adat.
**OCXO: Oven-Controlled Crystal Oscillator

A legjobb holdover is csak a 30 napos kiesés töredékét hidalja át

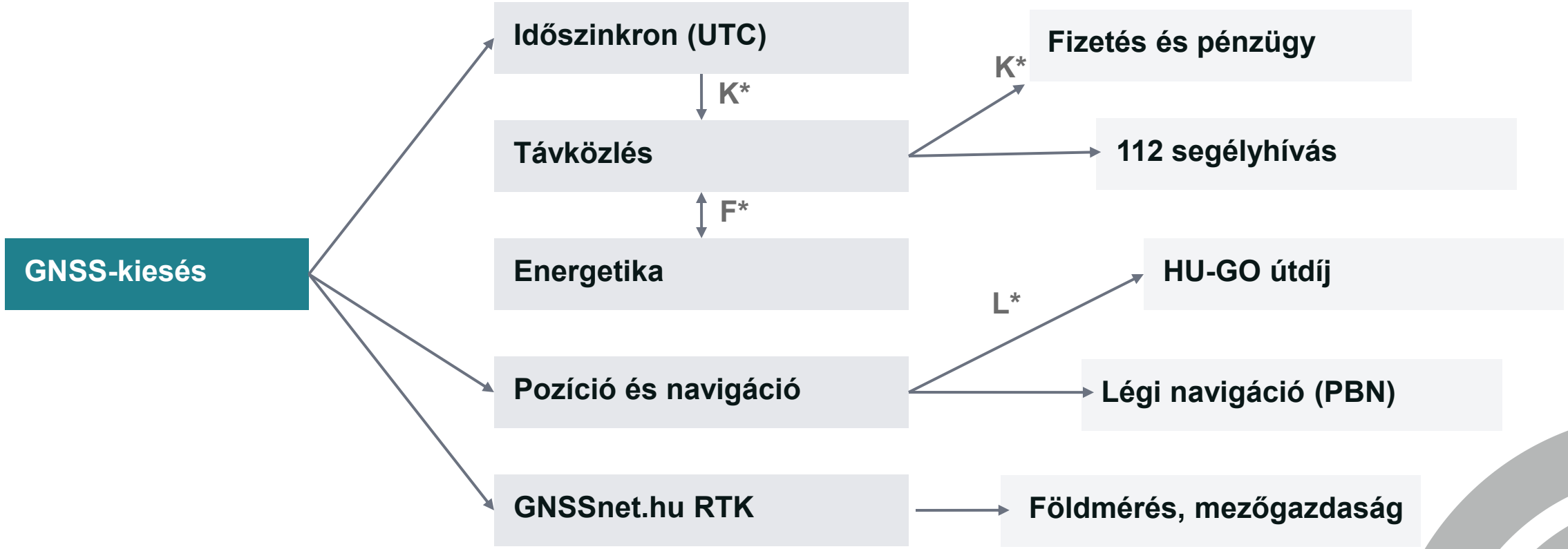
Holdover-idő ±1,5 µs határon belül (óra)

Sokaság: Távközlési időszerver-oszcillátorok; Földrajzi kör: n. a. (Eszközjellemző); Időszak: Gyártói adatlap; Viszonyítás: 30 napos forgatókönyv (720 óra); Státusz: forgatókönyv



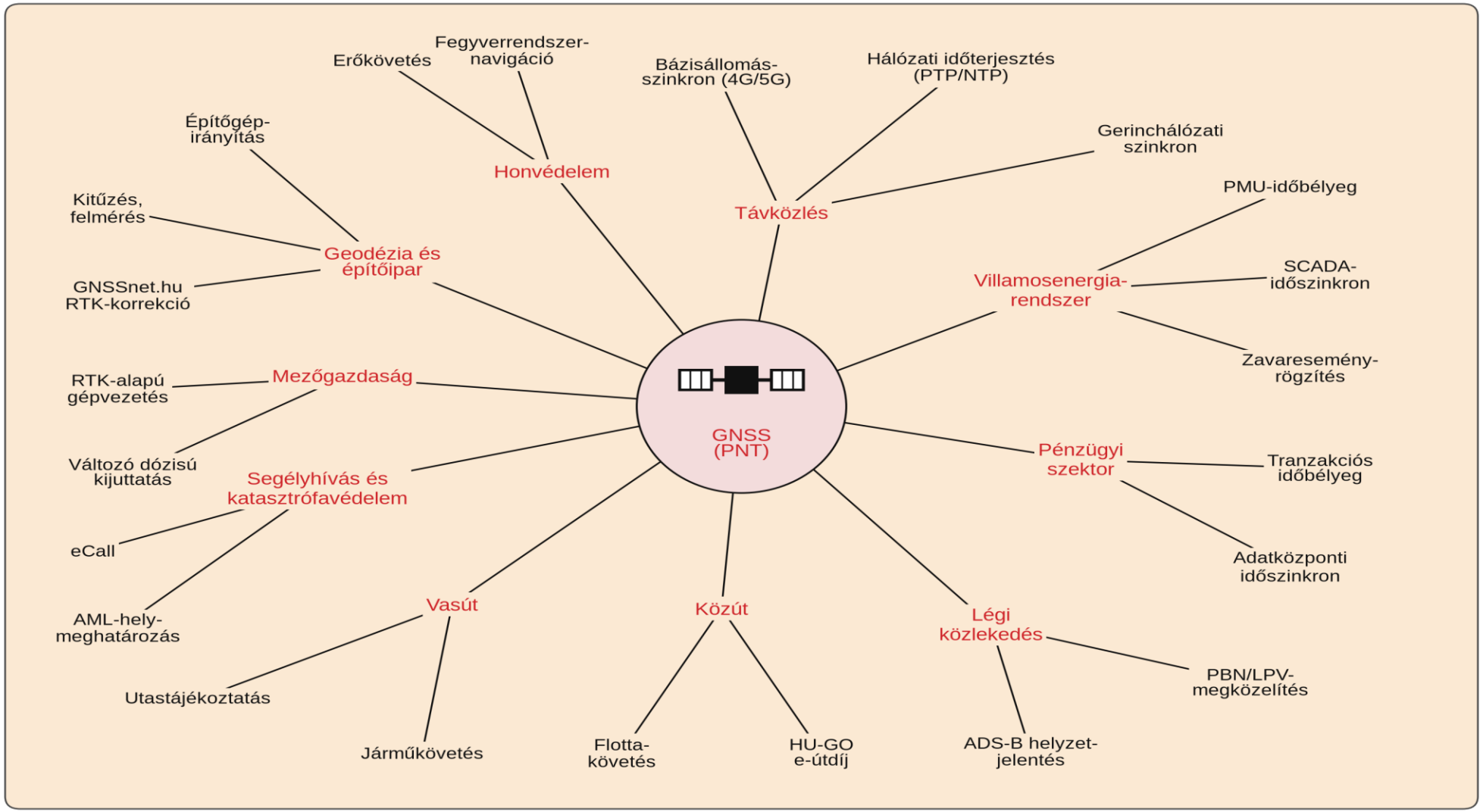
- TDD-mobilhálózat: ±1,5 µs határ (G.8271)
- Rubídium: kb. 4,3 nap után átlépi
- HFT-kereskedés: 100 µs UTC-követés (RTS 25)

A kaszkád az időszinkronon és a távközlésen át éri el a pénzügyet



*Rinaldi et al. (2001) tipológiája alapján; F = fizikai, K = kiber, L = logikai függőség
(Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies.)

Magyarország GNSS függősége (becsült*)

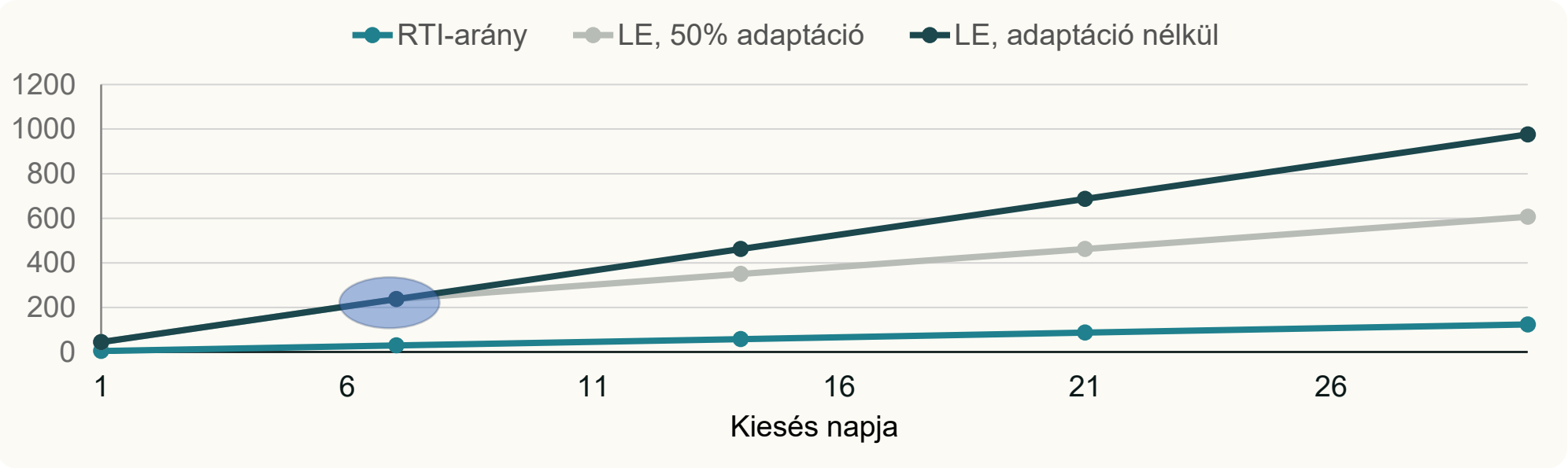


*Szerzői becslés

A 30 napos kiesés kára 120–980 milliárd Ft, a sávot az adaptáció szabja meg

Halmozott gazdasági kár (milliárd Ft, 2025-ös GDP-szinten)

Sokaság: Magyar nemzetgazdaság; Földrajzi kör: Magyarország; Időszak: Kiesés napja; Viszonyítás: Zavartalan GNSS-szolgáltatás; Státusz: forgatókönyv

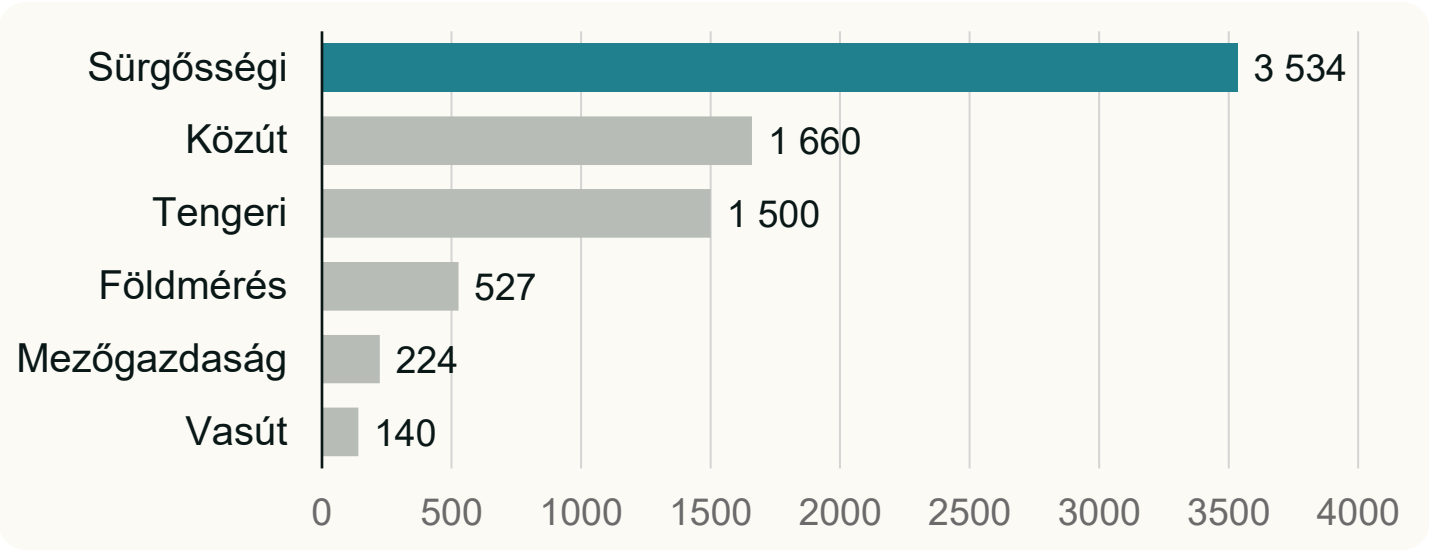


Rövidítések:
RTI: RTI International is an independent scientific research institute
LE: London Economics, is one of Europe's leading specialist policy and economics consultancies

A brit analógiában a kár 46%-a a sürgősségi ellátásnál keletkezik

Hétnapos kiesés gazdasági kára (millió £)

Sokaság: Brit nemzetgazdaság ágazatai; Földrajzi kör: Egyesült Királyság; Időszak: London Economics (2023); Viszonyítás: Zavartalan GNSS-szolgáltatás; Státusz: forgatókönyv



- Sürgősségi, közút, tengeri: a kár 87,6%-a
- Hazánkban a tengeri tétel elhagyható
- Rezilens PNT-vel a kár közel feleződik (LE)

A PNT-reziliencia három egymásra épülő rétegben erősíthető

Technológiai réteg

Atomóra-holdover, földi időelosztás optikán UTC(k)-ból, földi PNT (pl. eLoran), CRPA-antenna, zavarásfigyelés

Szervezeti réteg

PNT-függőségi leltár, üzletmenet-hatáselemzés, degradált üzemmódú eljárások és rendszeres kiesési gyakorlatok

Szabályozási réteg

Nemzeti PNT-stratégia, felelős hatósági szerep, a PNT beemelése a NIS2 és a CER szerinti kockázatértékelésbe

A NIS2 21. cikke már ma jogi keretet ad a kiesési kockázat kezelésére

21. cikk (2)	PNT-specifikus tartalom	Igazoló bizonyíték
a) Kockázatelemzés	GNSS-kiesés és -zavarás mint kockázati forgatókönyv	Függőségi leltár, kockázati regiszter
b) Incidenskezelés	Zavarás észlelése és bejelentési küszöbe	Zavarásfigyelési napló
c) Üzletmenet-folytonosság	Holdover-idő a megengedett kieséshez mérve	Hatáselemzés, degradált mód tesztje
d) Ellátási lánc	Időszolgáltatók, vevők, firmware	Beszállítói követelmények
f) Hatékonyságértékelés	Kiesési gyakorlat, holdover-mérés	Gyakorlati jegyzőkönyv

Előbb a függőség láthatóvá tétele, majd a földi alternatívák kiépítése

	Technológiai	Szervezeti	Szabályozási
0–12 hó	Zavarásfigyelés, holdover-felmérés	Függőségi leltár és hatáselemzés	PNT a nemzeti kockázatértékelésben
12–36 hó	Földi időelosztás, földi PNT vizsgálata	Ágazatközi 30 napos kiesési gyakorlat	PNT-stratégia, felelős hatósági szerep

Megjegyzés: A szerző javaslata, nem elfogadott kormányzati intézkedés

Az eredmények nagyságrendi becslések, hazai adatokkal validálandók

Haszonátvitel

A GDP-arányos skálázás szerkezeti hasonlóságot feltételez; a brit és az amerikai módszertan eltérő ellenforgatókönyvre épül

Hiányzó hazai adatok

Nincsenek nyilvános hazai PNT-függőségi és holdover-adatok; az IIM kalibrálásához ágazati kapcsolati mérleg szükséges

Validálás

Szolgáltatói felmérés és ágazati interjúk adhatnak empirikus alapot a sorrend és a kárbecslés pontosításához

A 30 napos GNSS-kiesés rendszerszintű, de a NIS2 keretében kezelhető kockázat

JAVASOLT KÖVETKEZŐ LÉPÉSEK

Szolgáltatói PNT-rezilienciafelmérés lefolytatása	*Kutatás*	*2027. 06.*
IIM-kalibráció hazai ágazati kapcsolati mérleggel	*Kutatás*	*2027. 12.*
PNT-forgatókönyv a nemzeti kockázatértékelésben	*Szabályozó*	*2027. 12.*

Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság

HÍRKÖZLÉSI ÉS INFORMATIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
ALAPÍTVA 1949

Köszönöm a megtisztelő figyelmüket!



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