

Telefonos futásjószág mérés bevezetése az üzemeltetésben és a minőségbiztosítási folyamatokban

Kelemen Zsolt
járműtechnológiai mérnök

Tartalom

- Bevezetés
- Futásjóság fogalma
- Futásjóság értékelése
- Mérési eljárás
- Kalibrációs próbajárat
- Futásjóságmérési eredmények
- Futásjóság a minőségbiztosításban
- 1583 futásjóságmérése
- 1583 eredmények
- Kérdések
- Hullámos kopás
- Hullámos kopás hatása a futásjóságra és a zajra
- Összefoglalás

- 2023 óta folyik az együttműködés az Infrastruktúra Főmérnökség és a Járműműszaki Főmérnökség között a kerék – sín, illetve a jármű – pálya együttműködés vizsgálatában.
 - Kiindulási pont: az analitikus, ismeretlen paramétereket igénylő összefüggések helyett mérhető, üzemi paraméterek vizsgálata. Eddigi témakörök:
 - Nagykörút és a Combinók állapotának vizsgálata, kerékállapot-fogalmak bevezetése
 - CAF járművek aszimmetrikus kopása esetén a probléma felvázolása
 - Hullámos kopás lehetséges vizsgálata
 - Kerékesztergálás optimalizálása a kerékabroncs élettartama szerint
- 2025-ben új téma jött: a futásjóság fogalma különös tekintettel a pálya – jármű rendszerben játszott szerepére.

A PÁLYA-JÁRMŰ KÖLCSÖNHATÁS DINAMIKUS MOZGÁSJELLEMZŐINEK VIZSGÁLATA A BKV ZRT. KÖZÚTI VASÚTI VONALHÁLÓZATÁN



Budapesti Közlekedési Zrt.
Villamos Üzemigazgatóság
Villamos Infrastruktúra Főmérnökség
Villamos Járműműszaki Főmérnökség
2025

Futásjóság fogalma

- Futásjóság: a jármű mozgásának az utasokra gyakorolt hatását értjük üzemszerű működés esetén: ez egy összetett érzés, amit az utas átél, miközben lengőmozgások és a tehetetlenségből fakadó mozgások adódnak át a testére a vasúti járműszerkezetről.
- Szubjektív érzékelés
- Sperling-szám
- EN 12299
 - Nagyvasút!
 - Gyorsulásokból
 - Súlyozás frekvencia szerint
 - Kvázistatikus futáskomfort
 - Pillanatnyi futáskomfort

$$a_{X_j}^{W_i}(t) = \left[\frac{1}{T} \cdot \int_{t-T}^t \left(\ddot{x}_{W_i}(\tau) \right)^2 d\tau \right]^{0,5}$$

$$a_{Y_j}^{W_i}(t) = \left[\frac{1}{T} \cdot \int_{t-T}^t \left(\ddot{y}_{W_i}(\tau) \right)^2 d\tau \right]^{0,5}$$

$$a_{Z_j}^{W_i}(t) = \left[\frac{1}{T} \cdot \int_{t-T}^t \left(\ddot{z}_{W_i}(\tau) \right)^2 d\tau \right]^{0,5}$$

$$N_{MV} = 6 \cdot \sqrt{(a_{XP95}^{W_d})^2 + (a_{YP95}^{W_d})^2 + (a_{ZP95}^{W_b})^2}$$

Futásjóság értékelése

- Pillanatnyi futáskomfort keresztirányban és függőlegesen:

$$C_{Cy}, C_{Cz}(t) < 0,20 \text{ m/s}^2$$

nagyon kényelmes

$$0,20 \text{ m/s}^2 \leq C_{Cy}, C_{Cz}(t) < 0,30 \text{ m/s}^2$$

kényelmes

$$0,30 \text{ m/s}^2 \leq C_{Cy}, C_{Cz}(t) < 0,40 \text{ m/s}^2$$

közepes

$$0,40 \text{ m/s}^2 \leq C_{Cy}, C_{Cz}(t)$$

kevésbé kényelmes

- Átlagos futáskomfort

$$N_{MV} < 1,5$$

nagyon kényelmes

$$1,5 \leq N_{MV} < 2,5$$

kényelmes

$$2,5 \leq N_{MV} < 3,5$$

közepes

$$3,5 \leq N_{MV} < 4,5$$

kényelmetlen

$$4,5 \leq N_{MV}$$

nagyon kényelmetlen

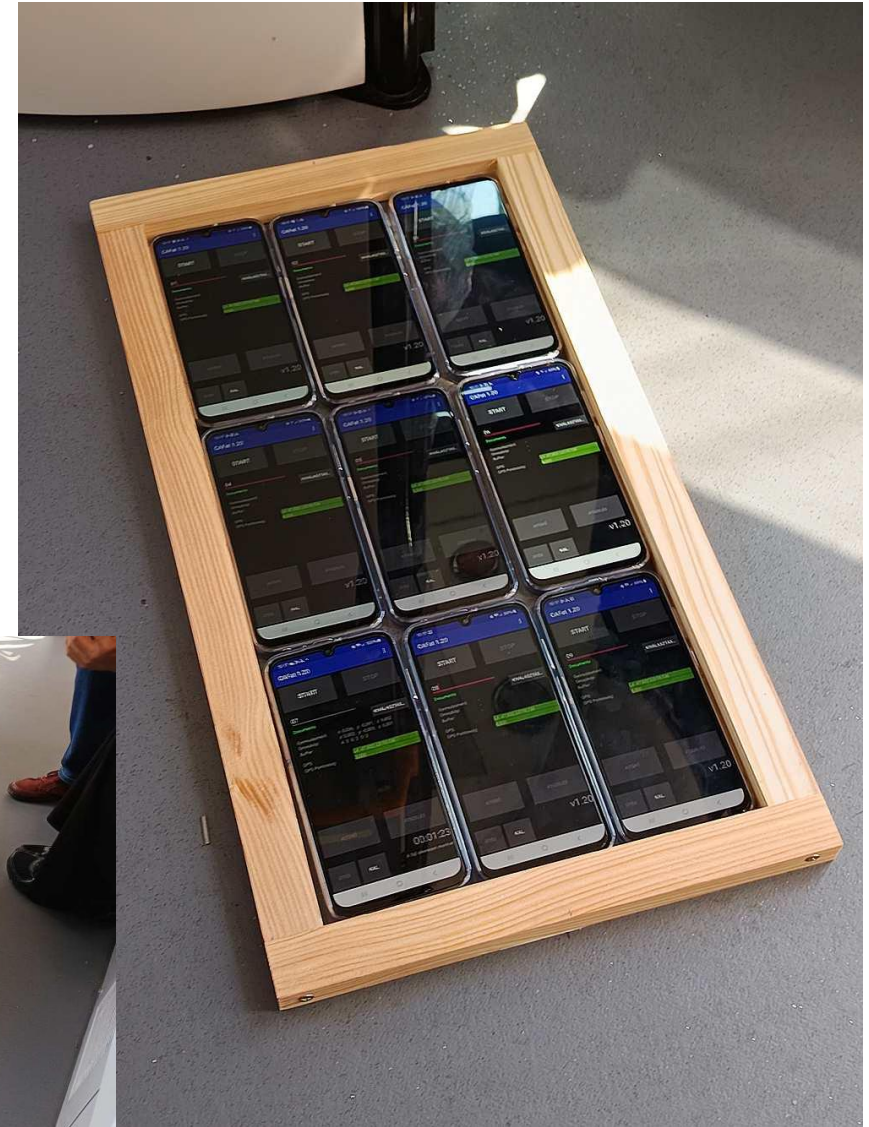


Mérési eljárás

- Futásjóságmérés korábban speciális mérőeszközökkel, speciálisan kiképzett szakemberekkel
- Okostelefon: háromtengelyű gyorsulásmérő, megfelelő pontosság
 - Samsung Galaxy A25
 - 18 (9+9)
- CAFat 1.20 szoftver
 - BME ÉMK
- Rögzített paraméterek:
 - Gyorsulás x, y, z tengely mentén
 - Szögsebesség x, y, z tengely körül
 - GPS koordináta
 - Időjel

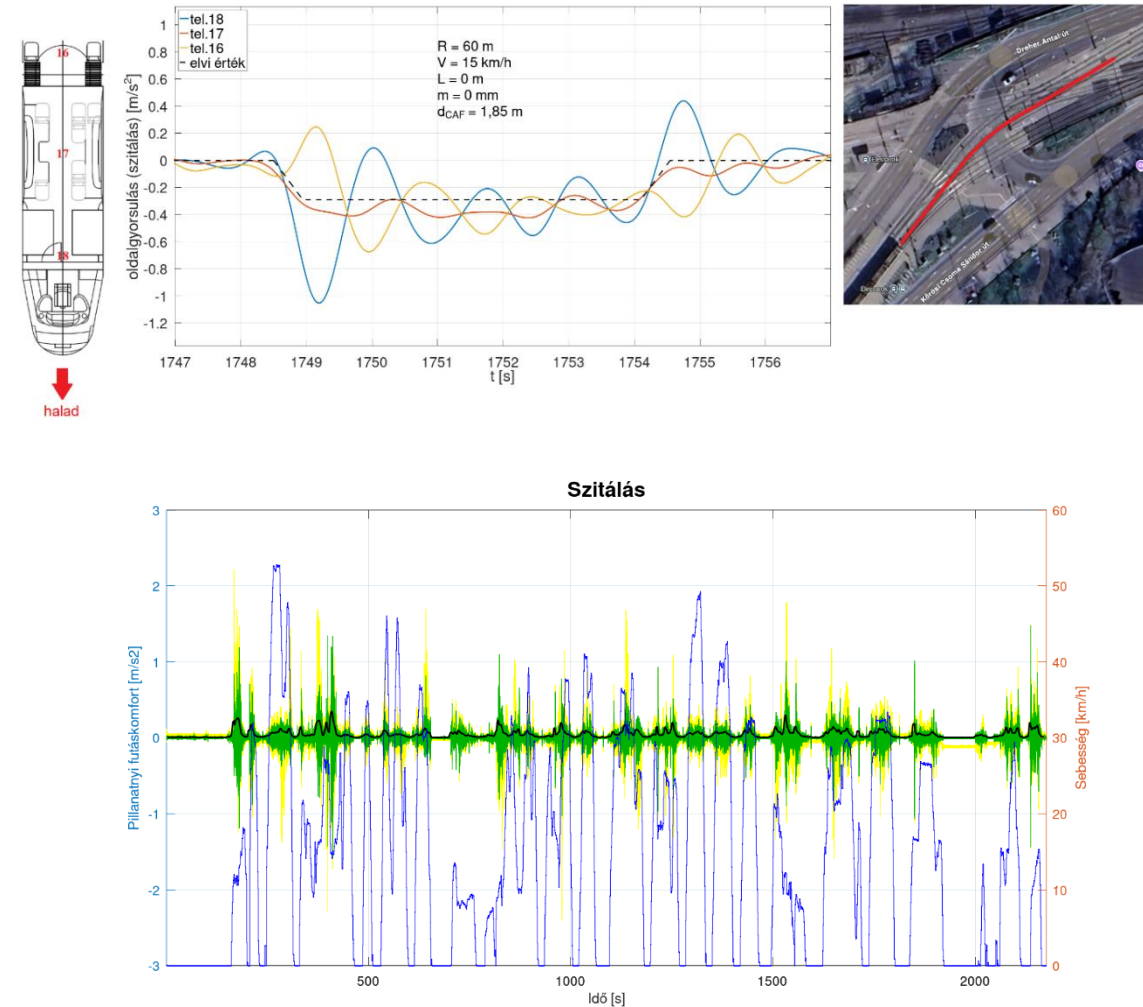


Kalibrációs próbajárat

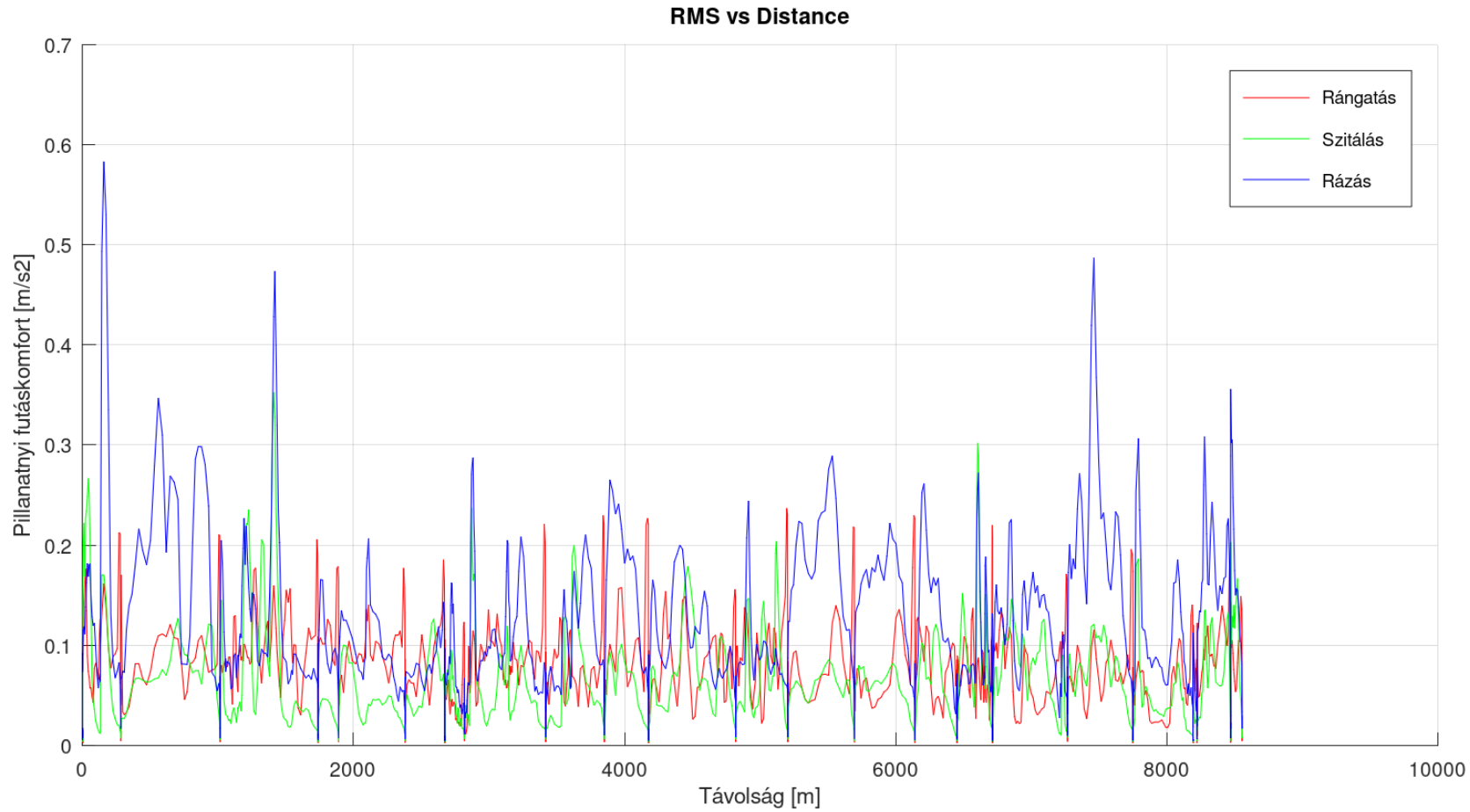


Futásjóságmérési eredmények I.

- Infrastruktúra Főmérnökség vizsgálta:
 - Oldalgyorsulás-változás (h-vektor)
 - Az elméleti, pályaaoldali tervezéskor használt értékekhez képest a valóság jelentősen eltér a járműszerkezeti sajátosságok miatt
- Járműműszaki Főmérnökség vizsgálta:
 - Típusonkénti futásjóság ugyanazon a vonalszakaszon
 - Elméletben jó, gyakorlatban nagyon nehezen megvalósítható
 - Pályaszakasz, sebességtartás, vezetési stílus
 - Az eddigi eredmények megfelelnek a várakozásoknak, de túl általánosak
 - A szabvány minősítési rendszere nem alkalmazható közúti vasúton
 - További vizsgálat mindenképpen szükséges!



Futásjóságmérési eredmények II.



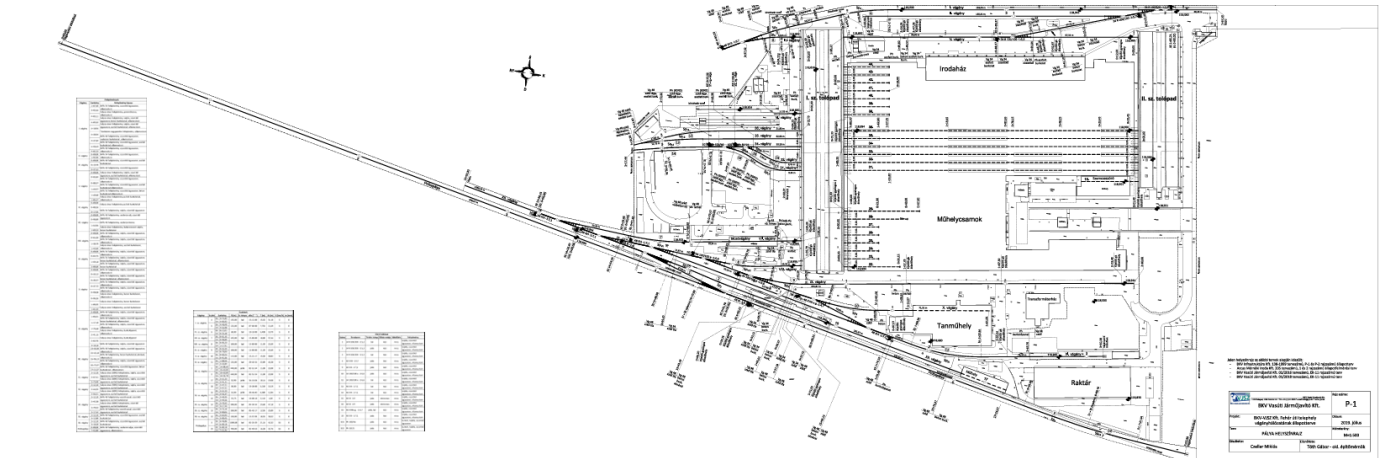
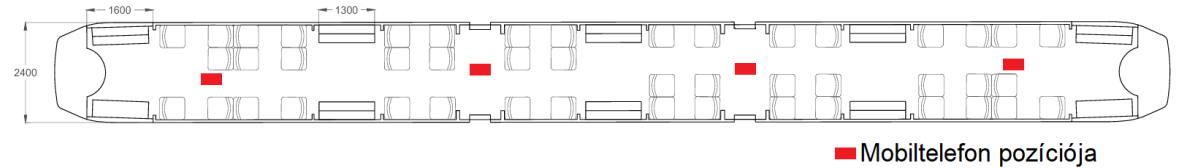
Futásjóság a minősegbiztosításban

- Hagyományos értelemben: típusvizsgálatok során.
- Célok:
 - járműegyed minősítése főjavítás, kocsiszíni javítás után
 - hibakeresés, diagnosztika
- EN 12299
 - eljárás alkalmazható
 - minősítés nem alkalmazható
- Első kísérlet: 1583
 - 2025: „J” javítás
 - MEO: „Rendellenes szítálás érzékelhető 20 km/h sebességnél!” ← szubjektív
 - Számszerűsíthető??



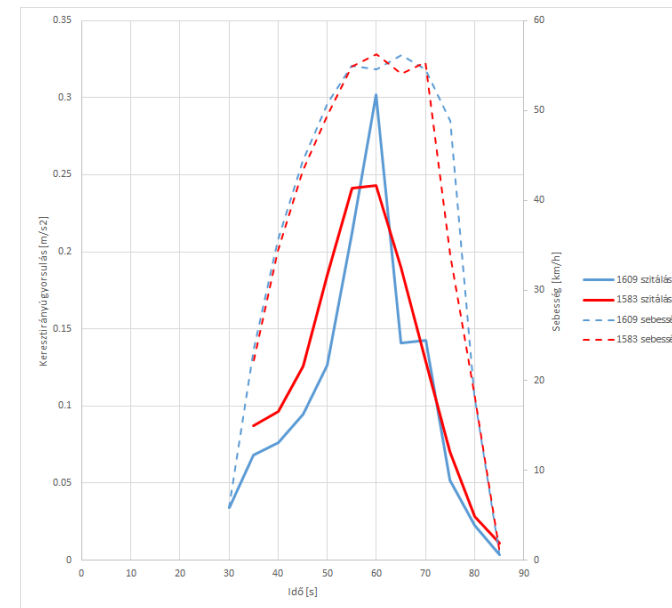
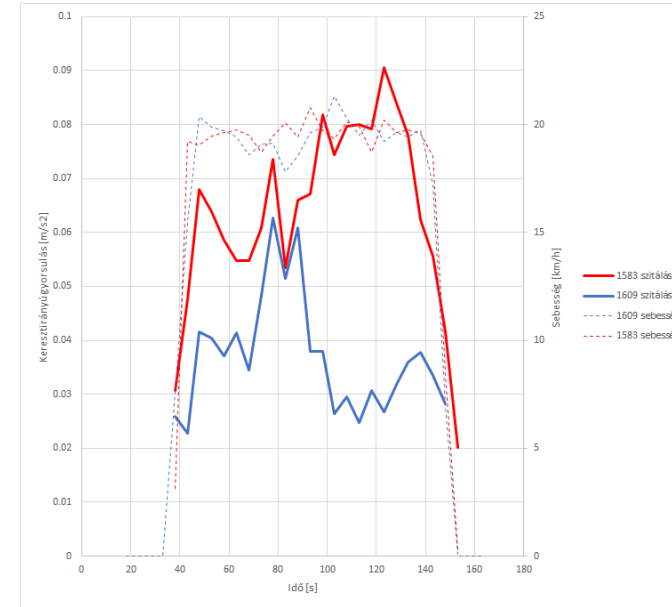
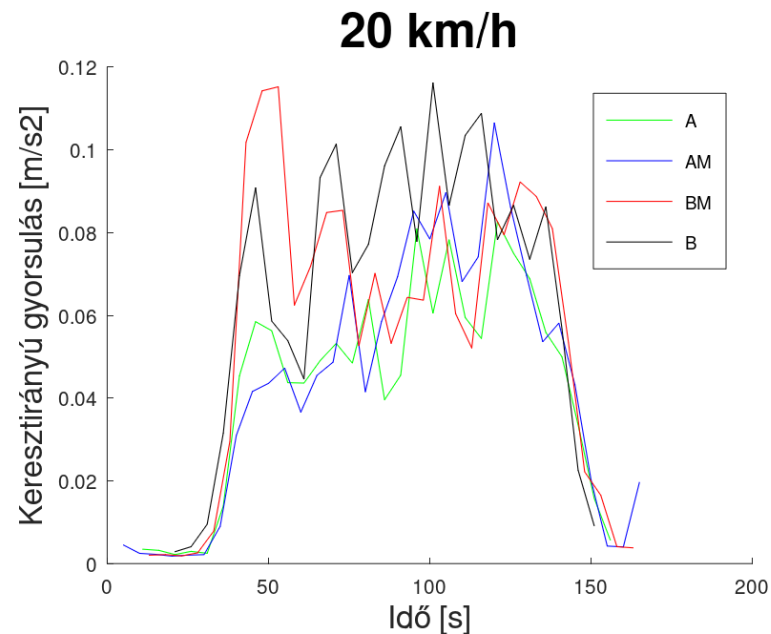
1583 futásjóságmérése

- Mérési pontok: 4 db (forgócsap-pozíció fölött)
- Helyszín: VJSZ Kft. Próbapálya
 - 753 méter hosszú
 - Problémák: ív, kitérő
- Mérési sebességek
 - 20 km/h
 - 30 km/h
 - 40 km/h
 - 50 km/h
 - 55 km/h
- Kontrollmérés: 1609



1583 eredmények

- 20 km/h sebességnél jelentős különbség a keresztirányú gyorsulásokat illetően
 - 0,03...0,04 m/s²
 - 0,06...0,08 m/s²
- 50 km/h sebességnél nincs érdemi különbség



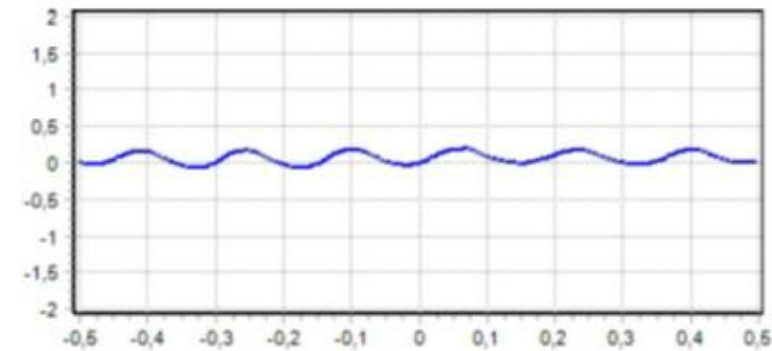
Kérdések

- Futásjóság még az érezhetően hibás járműnél is a legjobb kategóriába esik → saját minősítési rendszerre van szükség
- Minősítési rendszer alapja: etalon járművek kiválasztása, nagy átlag alkalmazása
 - Mekkora a szórás a járműegyedek között?
 - Mekkora eltérést lehet már nem megfelelőnek minősíteni?
- Futásjósági próbapálya: Ø Wildenrath, Velim
 - A saját pályahálózaton kell találni megfelelő pályaszakaszt. Kövelemények: kellő hosszúságban egyenes (nagy sugarú ívek), végig akár 50 km/h-val lehet rajta haladni, jó pályaállapot, kis forgalom.
 - Salgótarjáni utca
- Első lépés: a főműhelyből kijövő járművek mérése minősítés nélkül



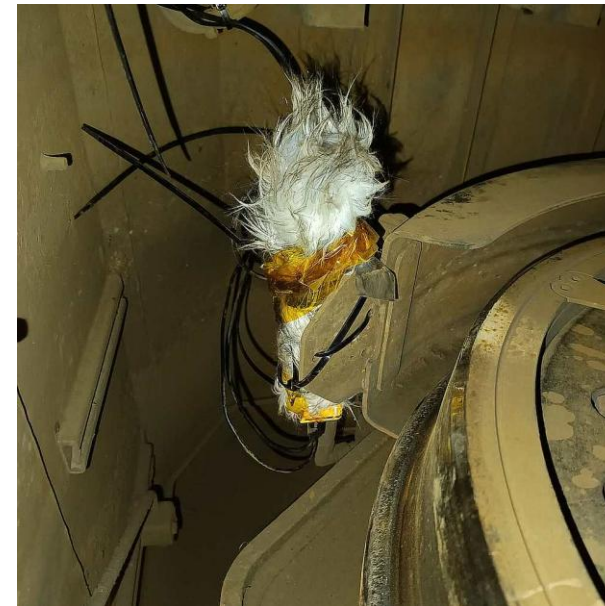
Hullámos kopás

- A sínszál felületének magassági kopása nem egyenletes, ciklikusan ismétlődő magas- és mélypontok követik egymást
- Hatása:
 - A pálya és jármű igénybevétele fokozódik
 - Önmagát erősíti, pozitív visszacsatolás
 - Pálya: burkolat felrepedhet, zúzottkő elaprózodhat, fekszinthibák, süppedések alakulhatnak ki
 - Jármű: fokozott vibráció, jelentős fárasztó igénybevétel a forgóváz alkatrészei számára (például fékolló-perselyek)
 - ZAJ
- Mérése: egyenességmérővel
- Javítása: síncsiszolással (BKV Zrt.)



Hullámos kopás hatása a futásjóságra és a zajra

- Az utas érzékeli a zajt és a darabosabb futást.
 - Örök kérdés: számszerűsíthető a különbség?
- Futásjósági próbajárat
 - Siemens Combino
 - 4 db futásjóságmérő telefon elhelyezve az utastérben
 - Nem a csapágytokon!
 - Zajmérő mikrofon a futó forgóváznál
 - Pályára engedélyezett sebességgel
- Síncsiszolás előtt
- Síncsiszolás után



Összefoglalás

- A futásjóság egy szubjektív érzet, ami számszerűsíthető (EN 12299)
- Eddigi eljárás: speciális mérőeszközök, speciális szaktudás
 - Típusmérések
- Újdonság: okostelefonok, egyszerű feldolgozás
 - Új lehetőség: MEO, hibakeresés
- Első mérések: útkeresés
- Járműminősítés a gyakorlatban
 - Hosszú az út, mire a mindennapos gyakorlatban használható lesz
- Egyéb pálya-jármű kölcsönhatások vizsgálatára is alkalmas lehet (pl. hullámos kopás)

Köszönöm a figyelmet!