

Vasúti kerekek futófelületének ultrahangos vizsgálata

MAROVISZ RAKK 2023, Eger

Benedek Béla

Homoki Ádám

Orentsák Géza

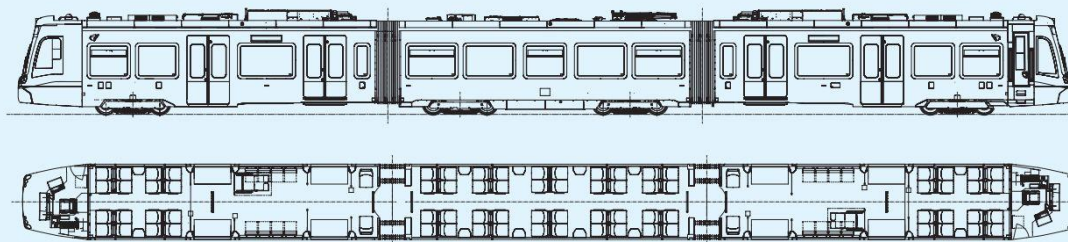


Vonal

- Szeged–Hódmezővásárhely vasútvillamos rendszer (tram-train)
- Villamos szakasz + nagyvasúti szakasz (Szeged–Békéscsaba, nem villamosított vasútvonal), összesen: 32 km

Jármű

- Stadler Citylink, hibrid dízel-villamos hajtás (600 V_{DC} + dízelmotor)
- 8 tengely, Bo'2'2'Bo'
- Kerékpárátmérő 720 mm (új), 640 mm (használt, min.)
- Max. sebesség 100 km/h
- Alacsonypadlós (peronmagasságról is, 300 mm és 550 mm)



Vizsgálati feladat, előírások

A vizsgálat terjedelme:

- Citylink jármű kerekeinek futófelülete
- 720 mm Ø, abroncsos, gumirugózott vasúti kerék

Elrendezés:

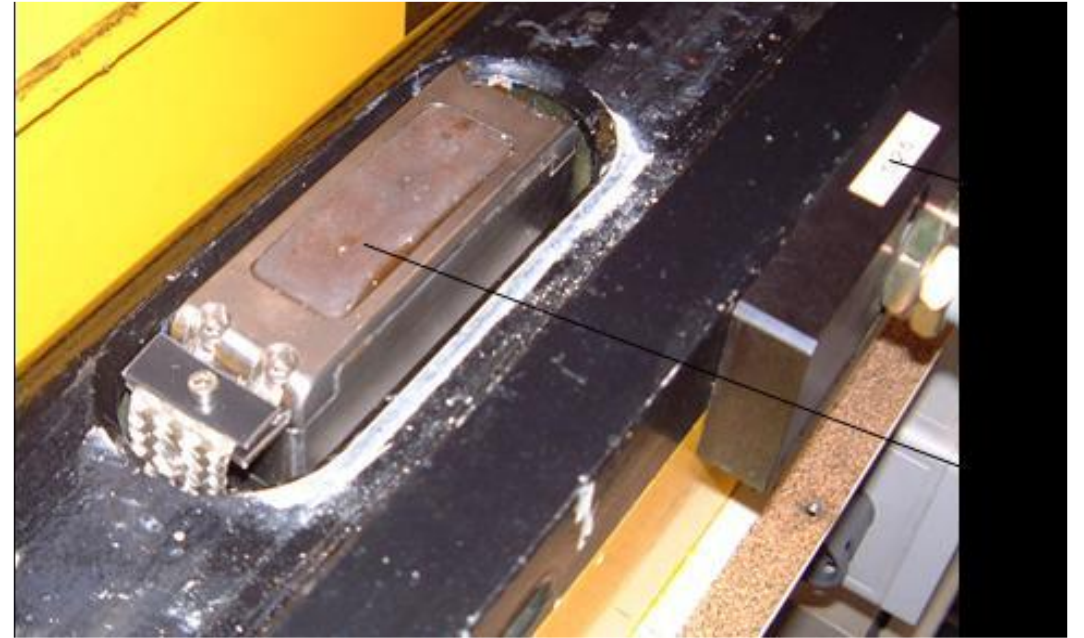
- Sínebben elhelyezett ultrahangos szondák, 4 db (700 mm távköz + jobb-bal sínszál eltolva)
- Impulzus-visszhang eljárás felületi hullámú besugárzással (f=1 MHz)
- A jármű a szondák felett halad át: nem szükséges kisorolni a forgalomból a vizsgálat elvégzéséhez
- Kis sebességű áthaladás (max. 5 km/h, szabályozott)

Vizsgálóegység:

- Automata berendezés legyen (automatikus kiértékelés, A-kép felvételek tárolása, vonat azonosítók, számítógépes adatbázis stb.)
- Csatolóközeg: víz?

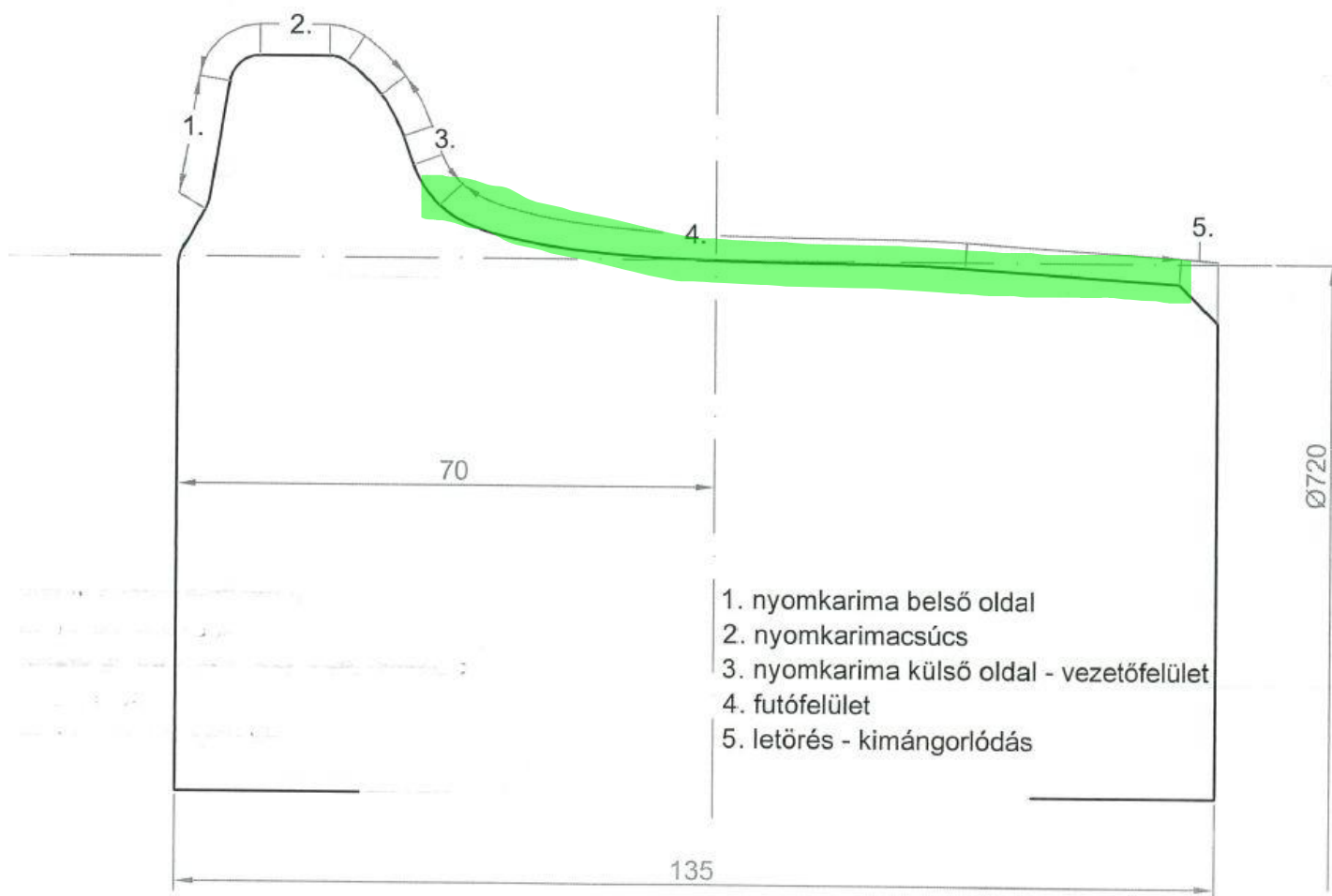


Körülmények, feltételek



Vizsgálati feladat, előírások

A vizsgálat terjedelme: repedés, laposodás kimutatása

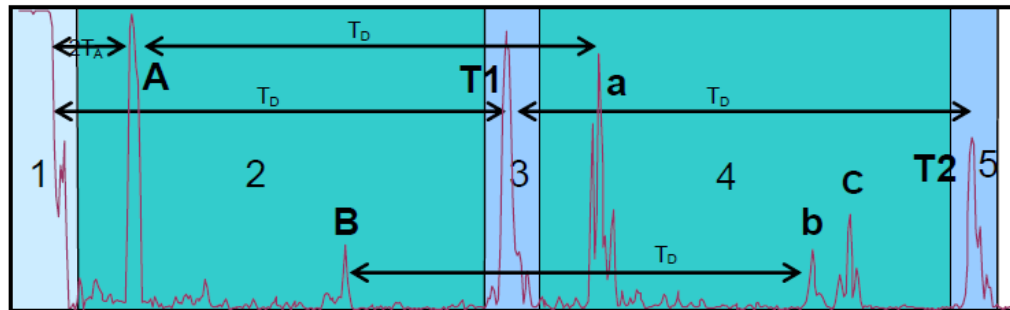
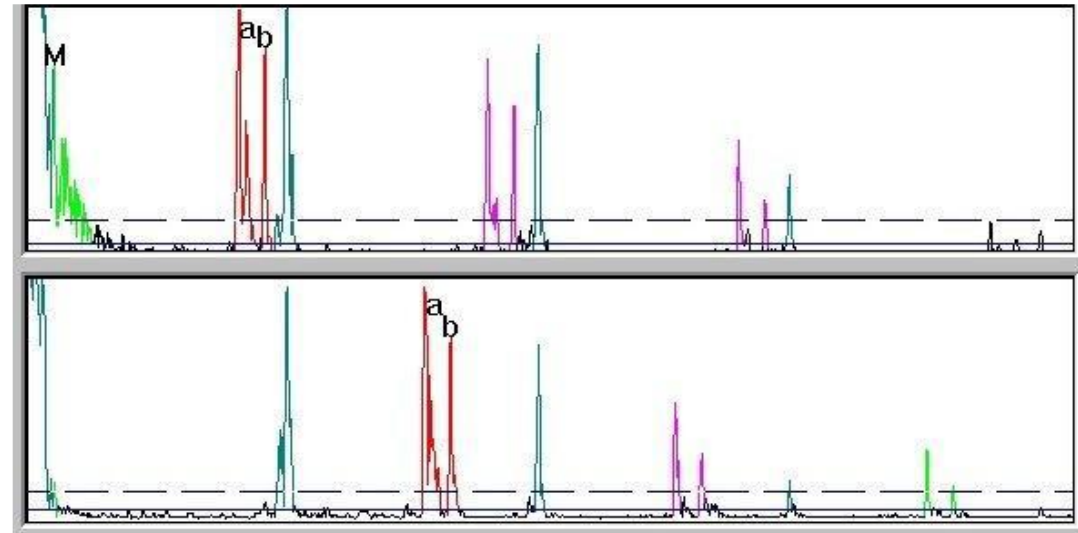
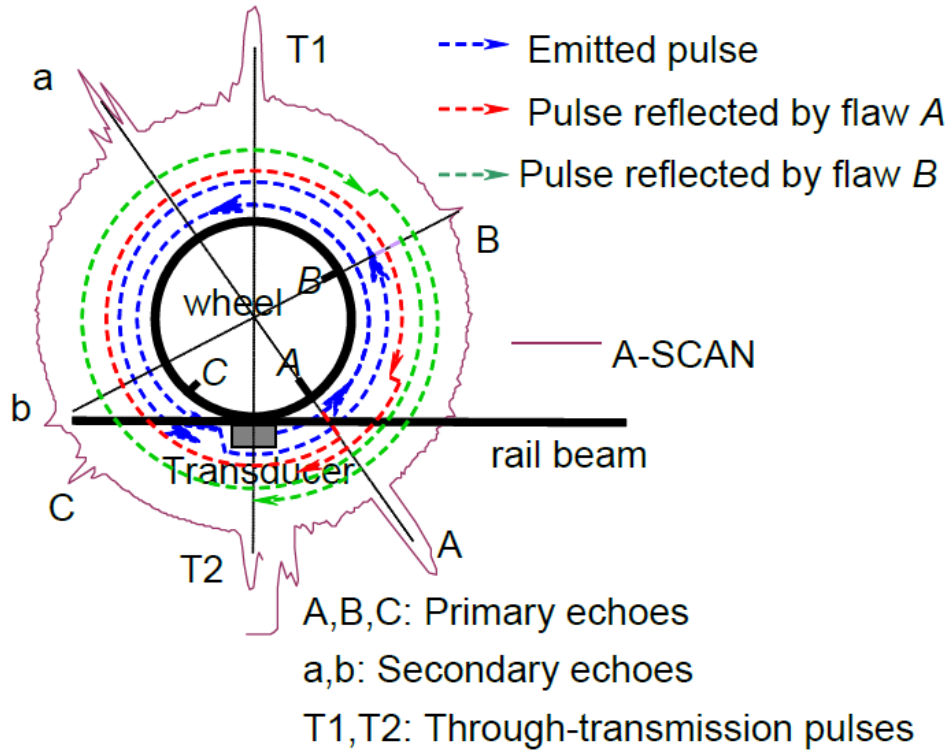


1. nyomkarima belső oldal
2. nyomkarimacsúcs
3. nyomkarima külső oldal - vezetőfelület
4. futófelület
5. letörés - kimángorlódás

2.ábra A kerékprofil vizsgálandó részei

Vizsgálati feladat, előírások

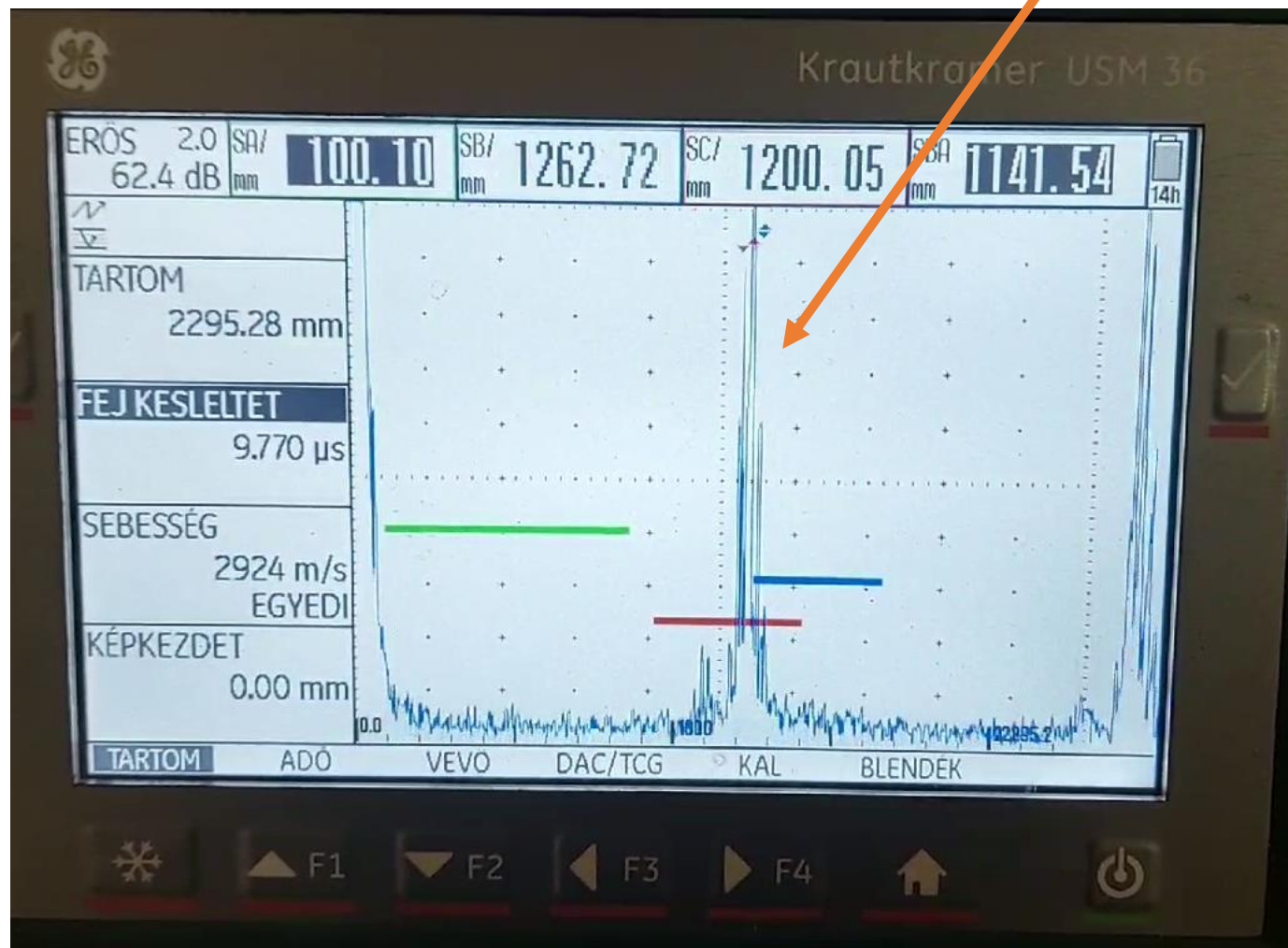
Visszahangjel-sor:



Vizsgálati feladat, előírások

Visszahangjel-sor:

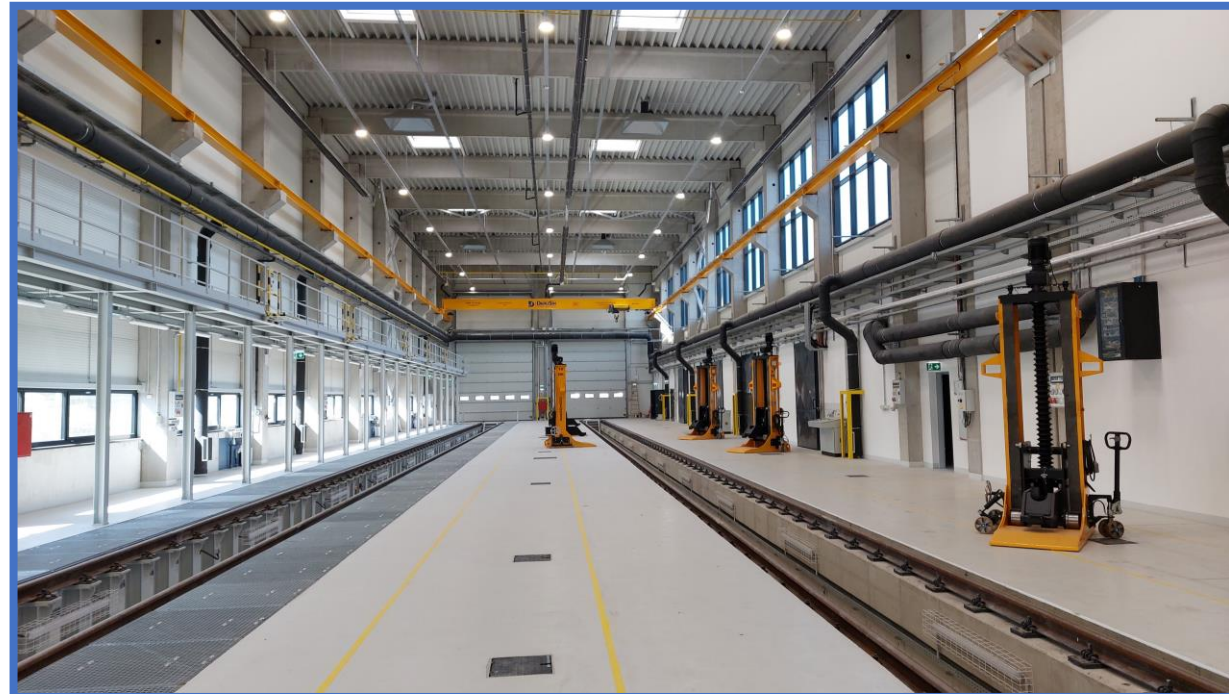
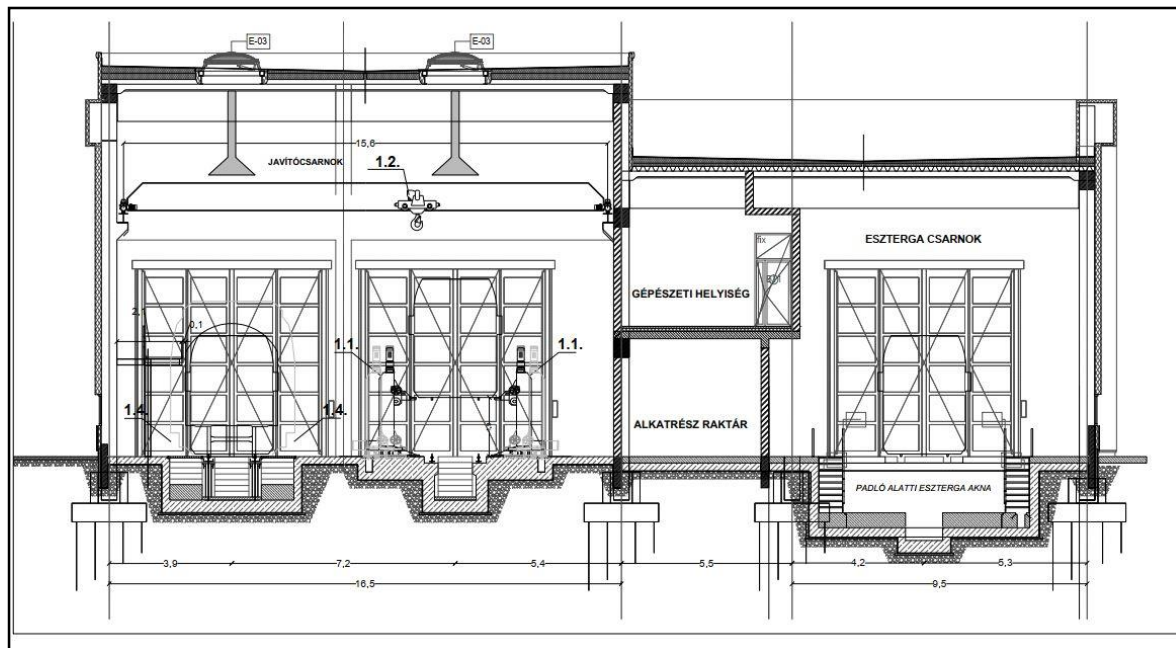
„ellenőrző jel”





Körülmények, feltételek

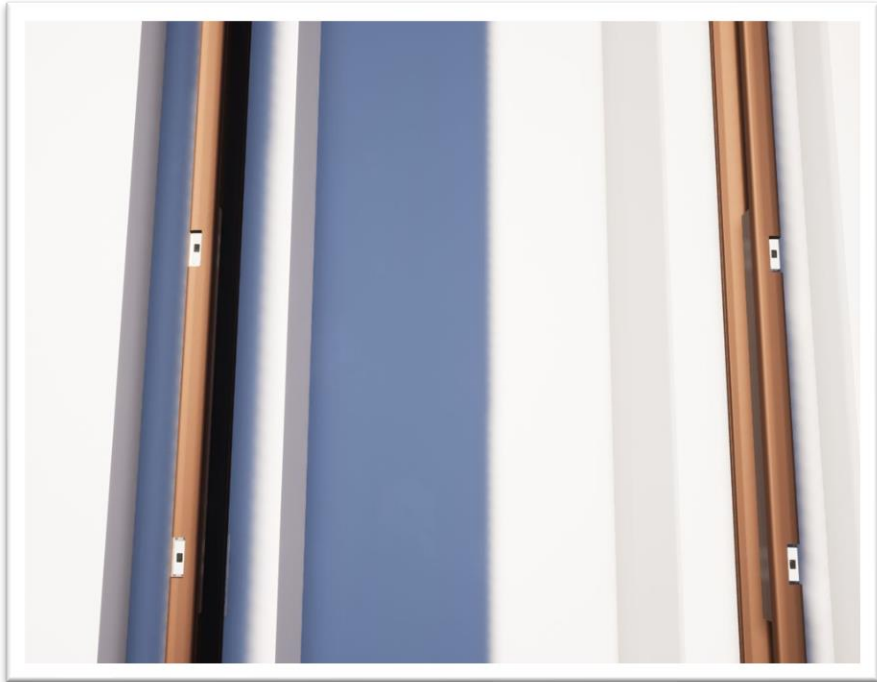
Helyszín – Szeged-rendező pu.
TT járműcsarnok (emelő) vágány



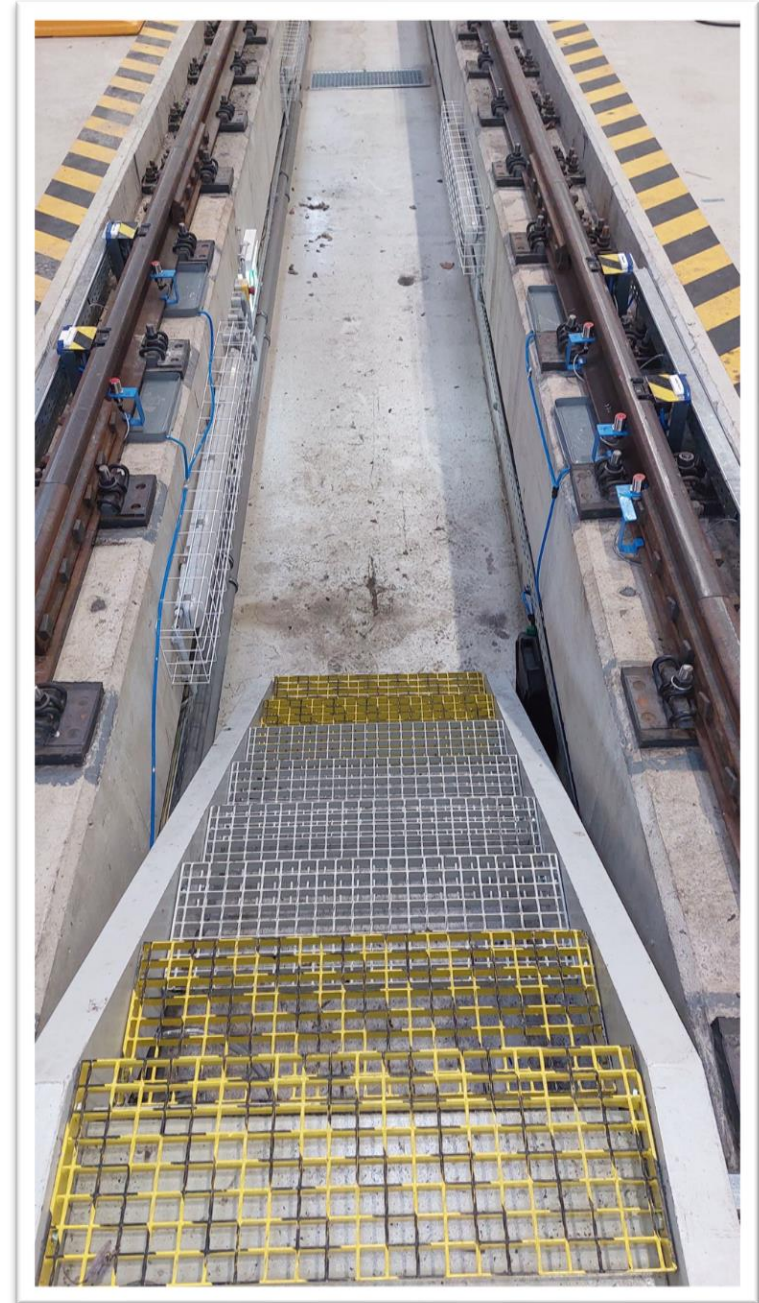


Körülmények, feltételek

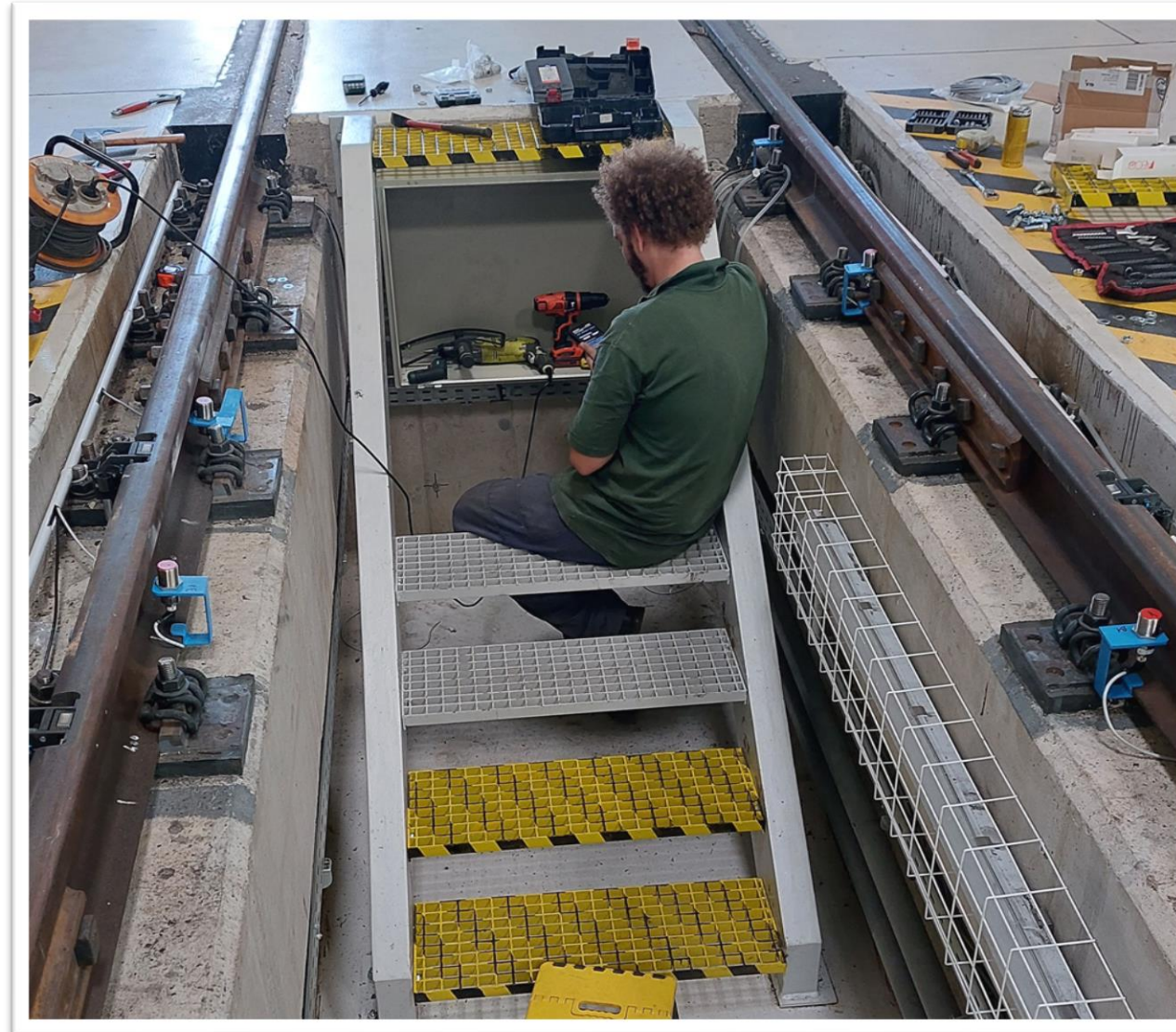
Helyszín – Szeged-rendező pu.
TT járműcsarnok (emelő) vágány



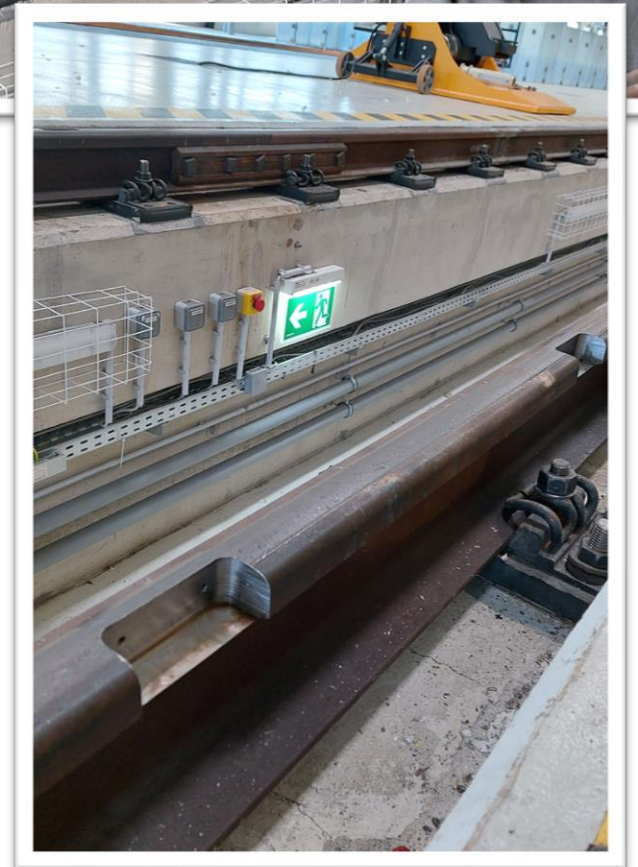
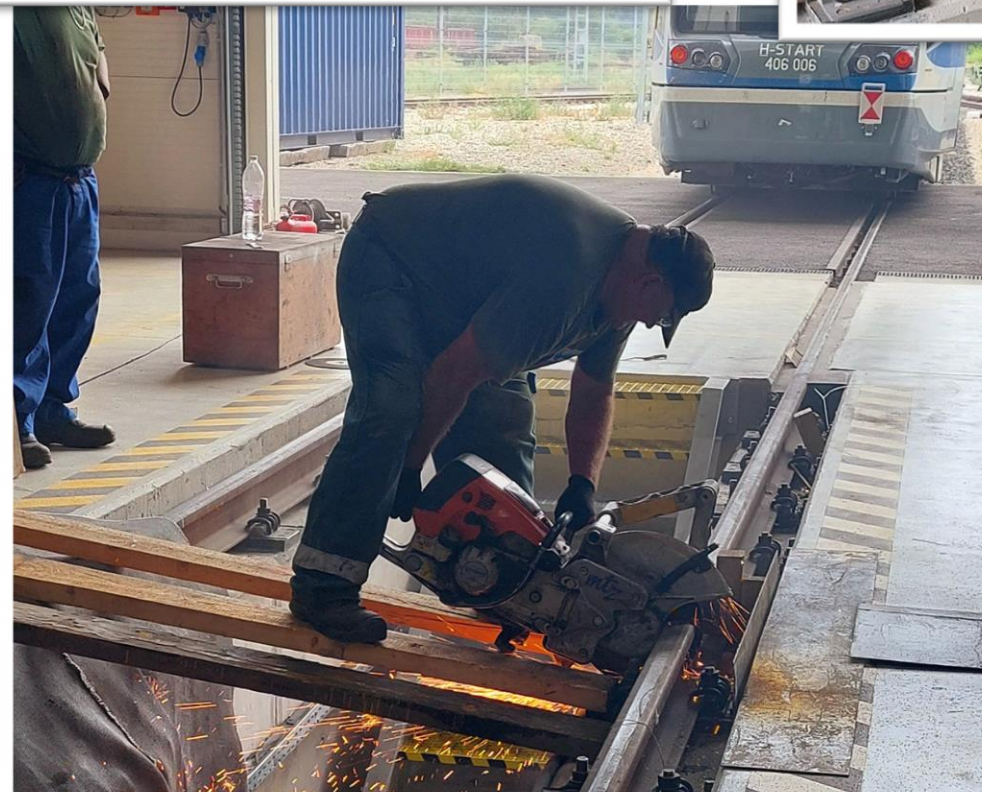
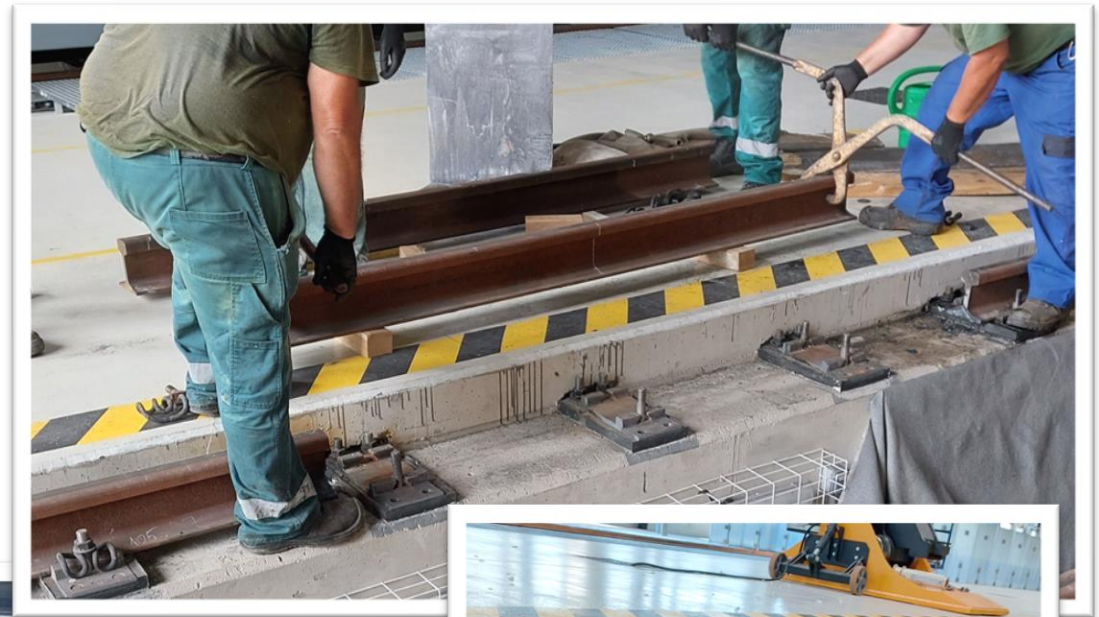
- Mivel a vizsgálófejjel érintkező rész, az ún. ellenőrző jel, és a visszhangjel körüli rész nem értékelhető, ezért a vizsgálatot kb. 700 mm-el távolabb megismételjük, így ezek a részek is vizsgálat alá kerülnek.



Vizsgálati helyszín kialakítása

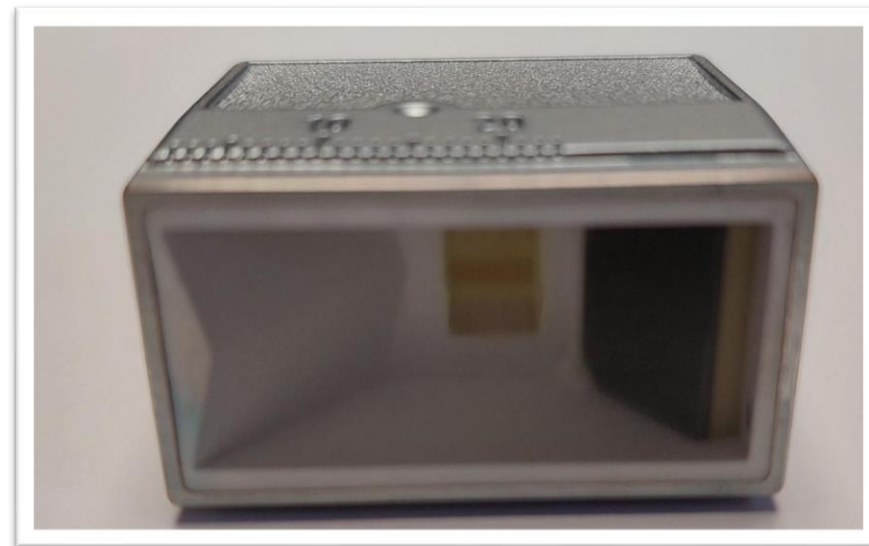


Vizsgálati helyszín kialakítása

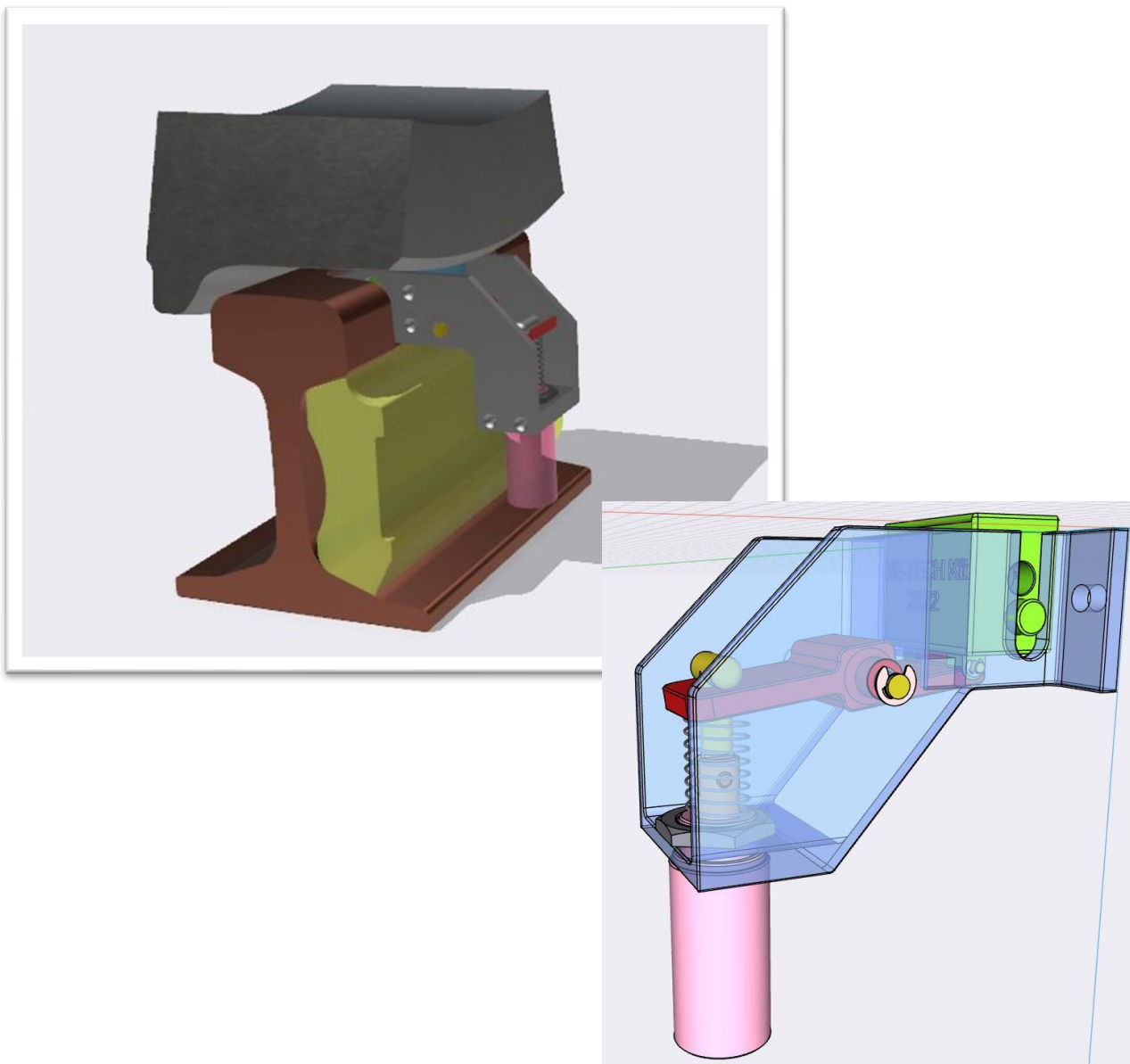


Vizsgálóegység: vizsgálófej

Krautkrämer 90°-os nyíróhullámú (4 db)



Vizsgálóegység: vizsgálófej tartó

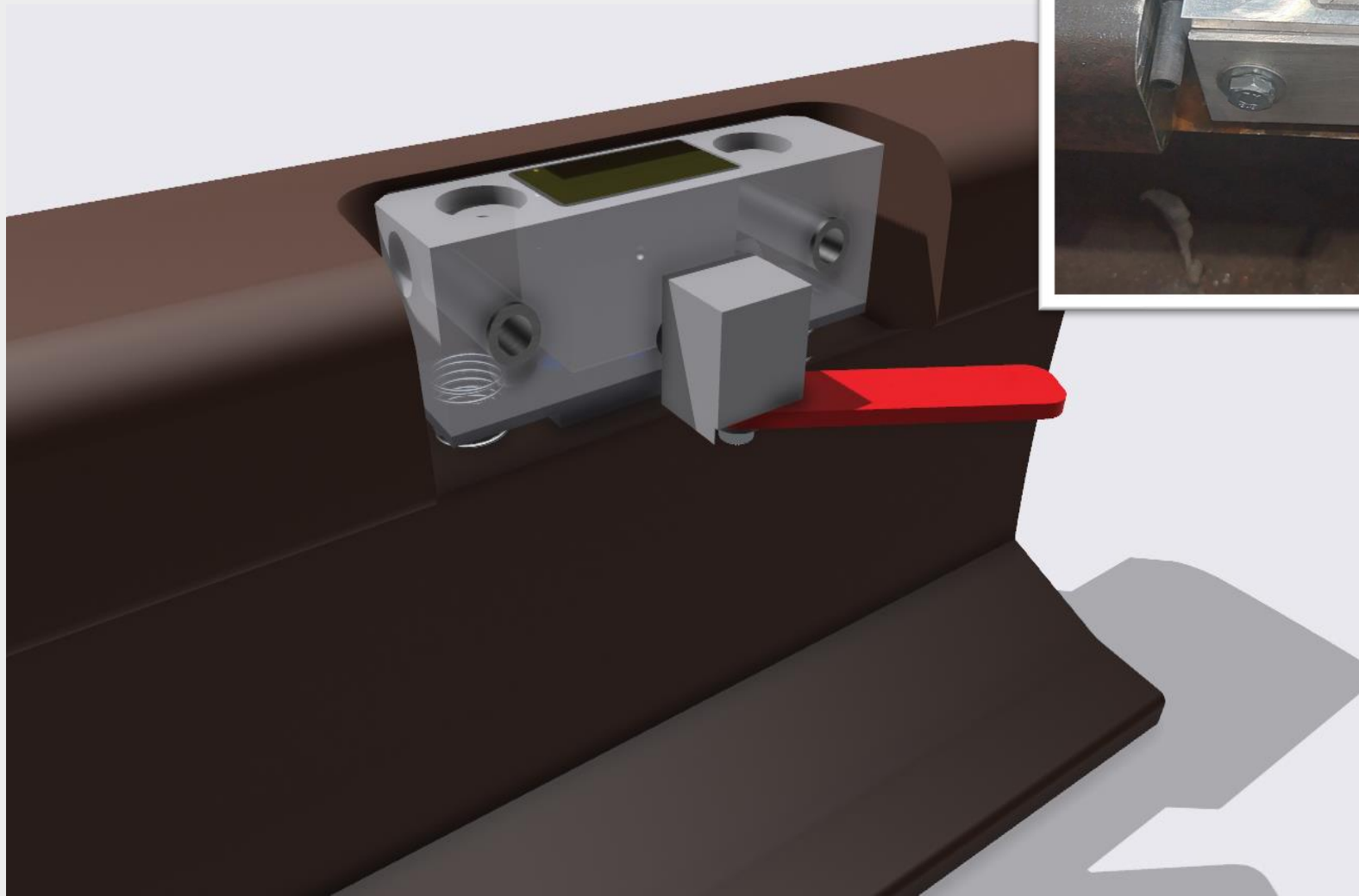


1. prototípus 3D nyomtatással:



Vizsgálóegység: vizsgálófej tartó

Végleges, alumíniumból



Vizsgálóegység: ultrahangos műszer

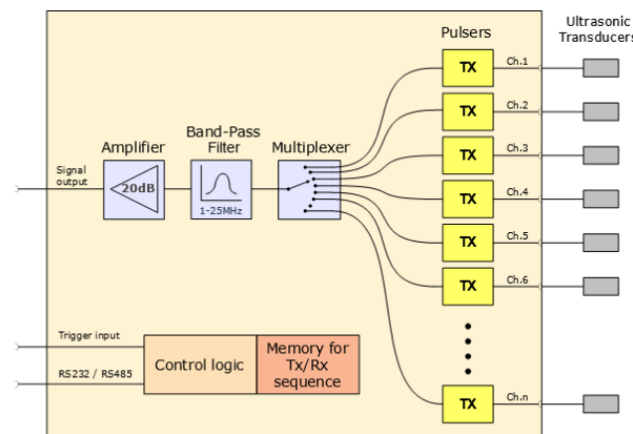
Ultrahangos hardver USB interfésszel – **csak 1 csatornás!**

- Sávszélesség: 0,5 MHz - 25 MHz
- Fesz. impulzus: 0-360V
- TCG funkció
- Kapcsolható szűrők (0,5 – 5 MHz stb.)



„Gyári” multiplexer – **elvetve**

- Beállított szekvencia szerint kapcsolgat
- Fesz. impulzus: 400V max.
- Vezérlés: RS232 soros interfész vagy 0-10V analóg jel
- Impulzus hossz: 0.1 μ s - 6.3 μ s, lecsengési idő: <25ns



Vizsgálóegység: szenzorok, vezérlés



- Start szenzor: készenlétbe helyezi a rendszert (szivattyú indítása stb.)
- Mágneses fémérzékelők a kerék érzékeléséhez (2-2 db) – trigger jel az ultrahangos hardvernek az adóimpulzus kiadásához
- Az időzítéshez a jármű sebességét meg kell határozni (0. és 1. szenzor között)

Vezérlési probléma:

- A vonat mozog.
- Az ultrahangos hardver egycsatornás, puffer memóriája korlátozott (256 Kb).
- A műszer a beállított frekvenciával küldi ki az adóimpulzust, ezt a megfelelő pillanatban kell a vizsgálófejre kapcsolni, és a mérési jeleket begyűjteni.
- Mintavételezési frekvencia, PRF, trigger késleltetés összehangolása:

Kerékátmérő: 720 mm; kerület: 2262 mm; hangsebesség, $c = \sim 2900$ mm/ms

Futási idő (TOF) = $2 \cdot 2262 / 2900 = 1560 \mu\text{s}$ (1,56 ms) – ez egy A-kép ideje

Mintavételi frekvencia (f_s) = 10 MHz $\rightarrow t_s = 1/f_s = 100$ ns (0,1 μs)

A **vonat** max. sebessége 5 km/h = **1,39 mm/ms**

1 frame (A-kép) 1560 μs : 15600 minta + 54 byte címzés, összesen 15654 byte.

A buffer méret: 262144 byte, vagyis **16 frame (A-kép) fér el egyszerre a memóriában**. Ez egy csomag, amit az ultrahangos egység tud kezelni. A kiolvasáshoz is idő kell, addig a FIFO nem írható.

PRF = 400 Hz, periódus idő $T_{prf} = 2,5$ ms \rightarrow **3,5 mm-enként van adóimpulzus. Ezalatt a vonat „elme gy” kb 45 mm-t.**

Vezérlési probléma: megoldás

- Csak akkor legyen adóimpulzus, amikor a kerék a fej felett van.
- A szenzorok jeléből a pontos egymástól való távolságok ismeretében lehet sebességet számolni, ebből pedig időkésleltetést a trigger-nek.
(Jármű gyorsulás hatása elhanyagolható, ha minden tengelynél megmérjük a sebességet.)

Vezérlési probléma: megoldás

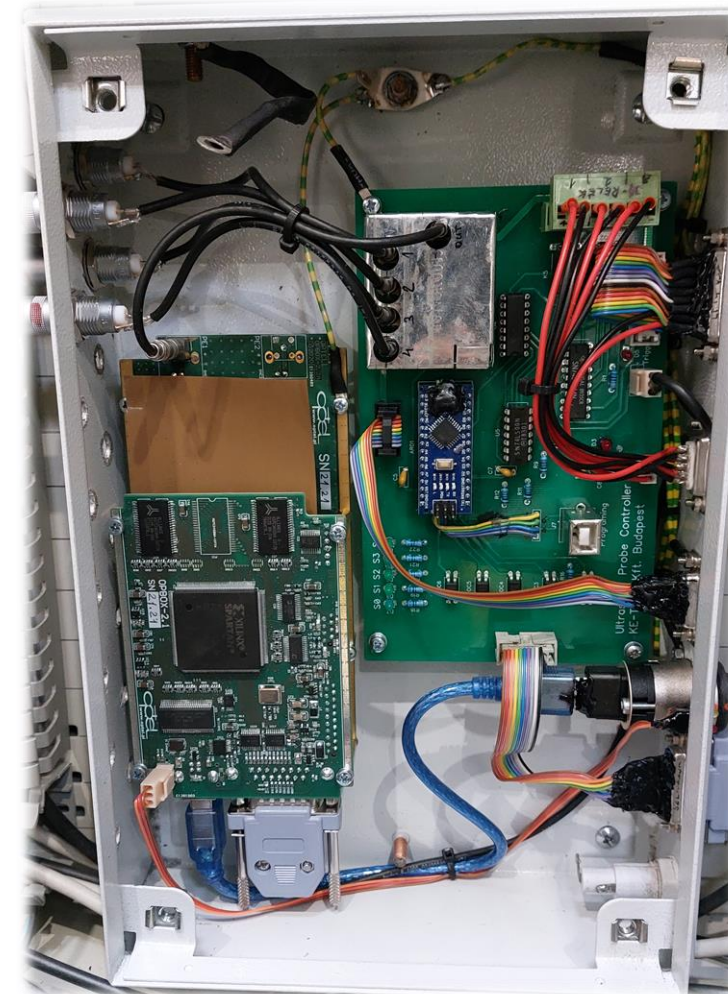
Trigger késleltetés tesztelése:



Vezérlés

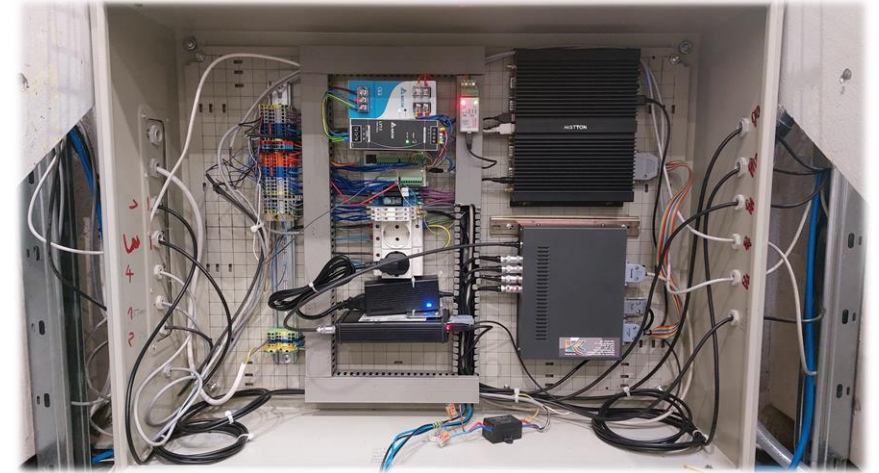
Megoldás:

- Mikrokontrolleres vezérlés, mely a szenzorok jeléből tengelyenként megméri a vonat sebességét
- A sebesség alapján beállítja a vizsgálófejek vezérléshez szükséges trigger időzítését
- A kellő időpontban (a kerék áthaladásakor) bekapcsolja az aktuális vizsgálófejet
- Az adatgyűjtő PC számára jelzi, hogy az adott vizsgálófejjel a vizsgálat megtörtént
- A PC (USB kapcsolaton keresztül) kiolvassa az ultrahangos egység memóriáját.



Vizsgálóegység: szoftver

- Ipari PC a szerelőaknában („adatgyűjtő PC”)
- „Kezelői PC” a műszakvezetői szobában, távvezérlés „távoli asztal” funkcióval
- MS Windows rendszer
- Egyedi vizsgálati program:
- A-kép megjelenítéssel az összes csatornára
- Adatbázis (A-kép, vonat azonosítók)

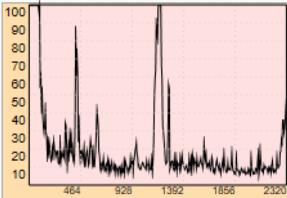


- 1) A vizsgálati megoldás csak erre a projektre vonatkozik, és csak a futófelületen lévő hibák megkeresésére a feladat.
- 2) A vizsgálat kiértékelése automatikus, - az ernyőképeket nem is látjuk - de lehetőség van az eredmény felülvizsgálatára.
- 3) Nincs bázispont, a pontos kerület menti hibahelyet kézi vizsgálattal kell feltérképezni (UT, EC array, VT, MT stb.)

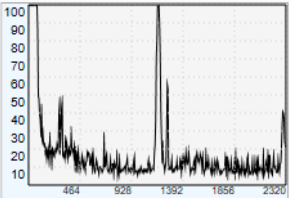
Vizsgálóegység: szoftver, kiértékelés

ernyőkép: 16 db kerékhez tartozó A-kép (2 szonda adatai összegezve), automatikus kiértékelés

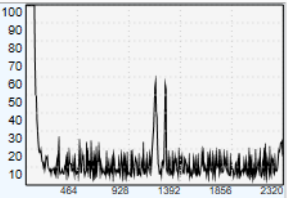
UHI ver.1.1208
— □ ×



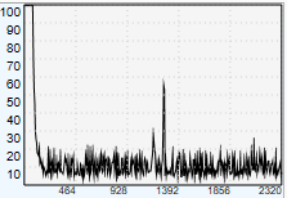
1 Nagyít



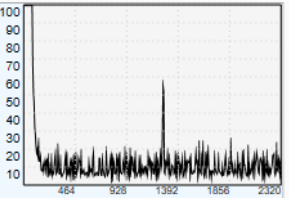
3 Nagyít



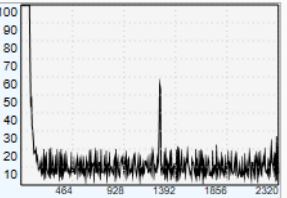
5 Nagyít



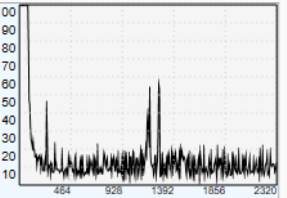
7 Nagyít



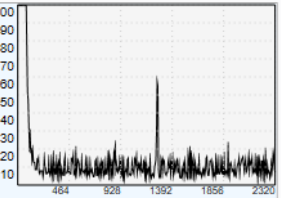
9 Nagyít




11 Nagyít



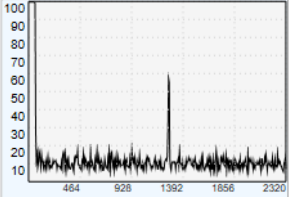
13 Nagyít



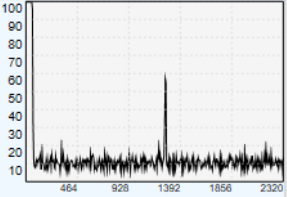
15 Nagyít



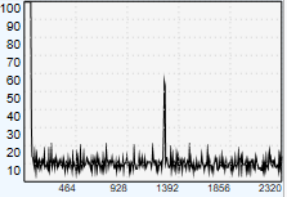
2 Nagyít



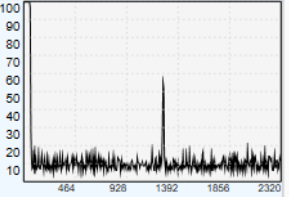
4 Nagyít



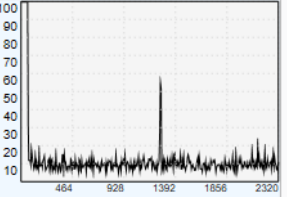
6 Nagyít



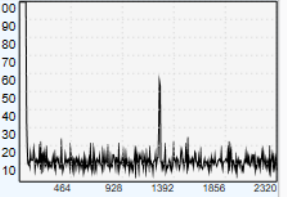
8 Nagyít



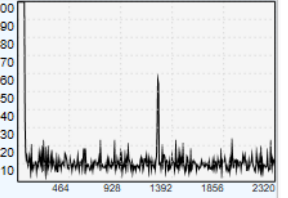
10 Nagyít



12 Nagyít



14 Nagyít



16 Nagyít

Kapcsolat
 Készenlét
Indítás [start]
 Vizsgálat
 Mérés
 Fej 1
 Fej 2
 Fej 3
 Fej 4
Leállítás [stop]
 Ref.hiba
 HIBA

T.Szenzor
Szenzor 1
Szenzor 2
Szenzor 3
Szenzor 4

Mérési folyamat paramétereit

Azonosító

Tengely

Kerék

UH fej

OPBOX22 Ultrahangos készülék

Üzem mód:

Adat feldolgo mód:

Ultrahangos paraméterek

Mintav.frekv. [MHz]:

Depth [us]:

Delay [us]:

Max. A-kép:

Erősítés paraméterek

Szűrő [MHz]:

Előerősítés [dB]:

Erősítés [dB]: [-] [+]

Erősítési mód:

TGC:

Adófeszültség: [-] [+]

Imp.széles. [100ns]: [-] [+]

Kontrol és hibajel paraméterek

Kontrol pozíció [%]:

Kontrol tart. [%]:

Kontrol ampl. [%]:

Hiba Pozíció [%]:

Hiba vége [%]:

Hiba amplitudó [%]:

Műveletek



KÖSZÖNÖM SZÉPEN A FIGYELMET!