



**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI
EGYETEM**

Építőmérnöki Kar

**Általános- és Felsőgeodézia Tanszék
Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék**

Vasúti pálya függőleges elmozdulásának vizsgálata

Piri Dávid

és

Weszlovits Gergő

Tudományos Diákköri Konferencia 2013

Bevezetés

FMK-004 felépítményi mérőkocsi



Bevezetés

Induktív úradó



Célkitűzés

- Függőleges elmozdulás könnyen és gyorsan megmérhető
- Nem igényel sok terepi előkészületet
- A mérési eredmények egyszerűen kiértékelhetők

Célkitűzés

- Két módszer kidolgozása:
 - Geodéziai (Piri Dávid)
 - Fotogrammetriai (Weszlovits Gergő)
- Eredmények összehasonlítása

Terepi mérés követelményei

- Rendszeres, menetrend szerinti forgalom
- Nincs frissen felújítva
(kimutatható pályahibák)
- Autóval megközelíthető

Terepi mérés helyszíne

MÁV Zrt. Széchenyi-hegyi Gyermekvasútja



Terepbejárás



Terepi mérés

- 2013. szeptember elején
- 14. szelvény egyenes szakasza
- 16 áthaladás
 - Geodéziai mérés: 16 db
 - Fotogrammetriai mérés: 12 db

Elméleti számítások

- Elmozdulások nagyságrendje
- Következtetés a pálya állapotára

Elméleti számítások

Zimmermann-Eisenmann képlet

$$y = \frac{1}{2 C s L} \sum Z \eta (1 + t \alpha \varphi)$$

y: besüppedés nagysága [mm]

C: ágyazati tényező [N/mm³]

s: helyettesítő hosszalj szélessége [mm]

L: a helyettesítő hosszalj merevségi hossza [mm]

Z: függőleges kerékteher [N]

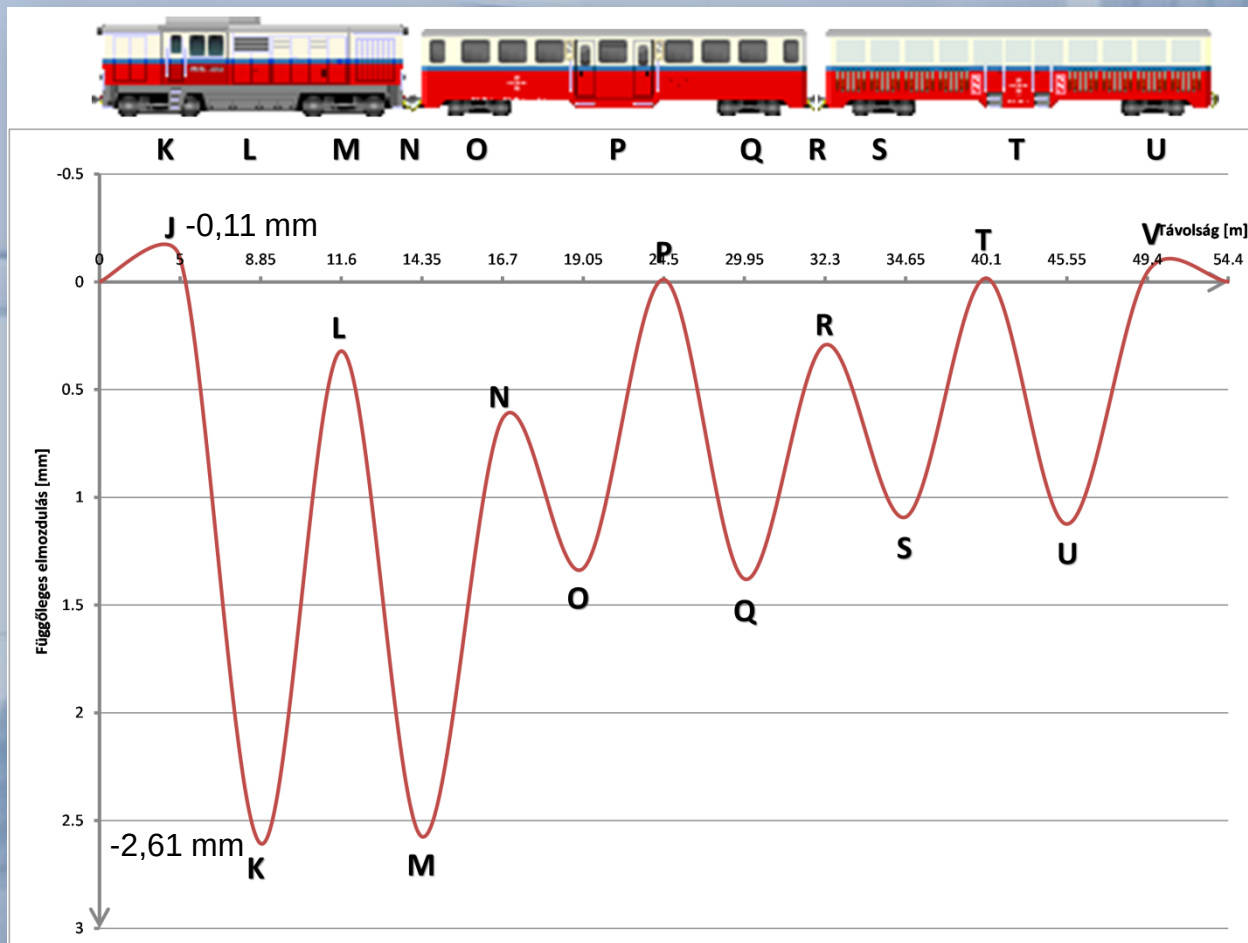
η: besüllyedési hatására

t: valószínűségi tényező

α: felépítményi tényező

φ: sebességi szorzó

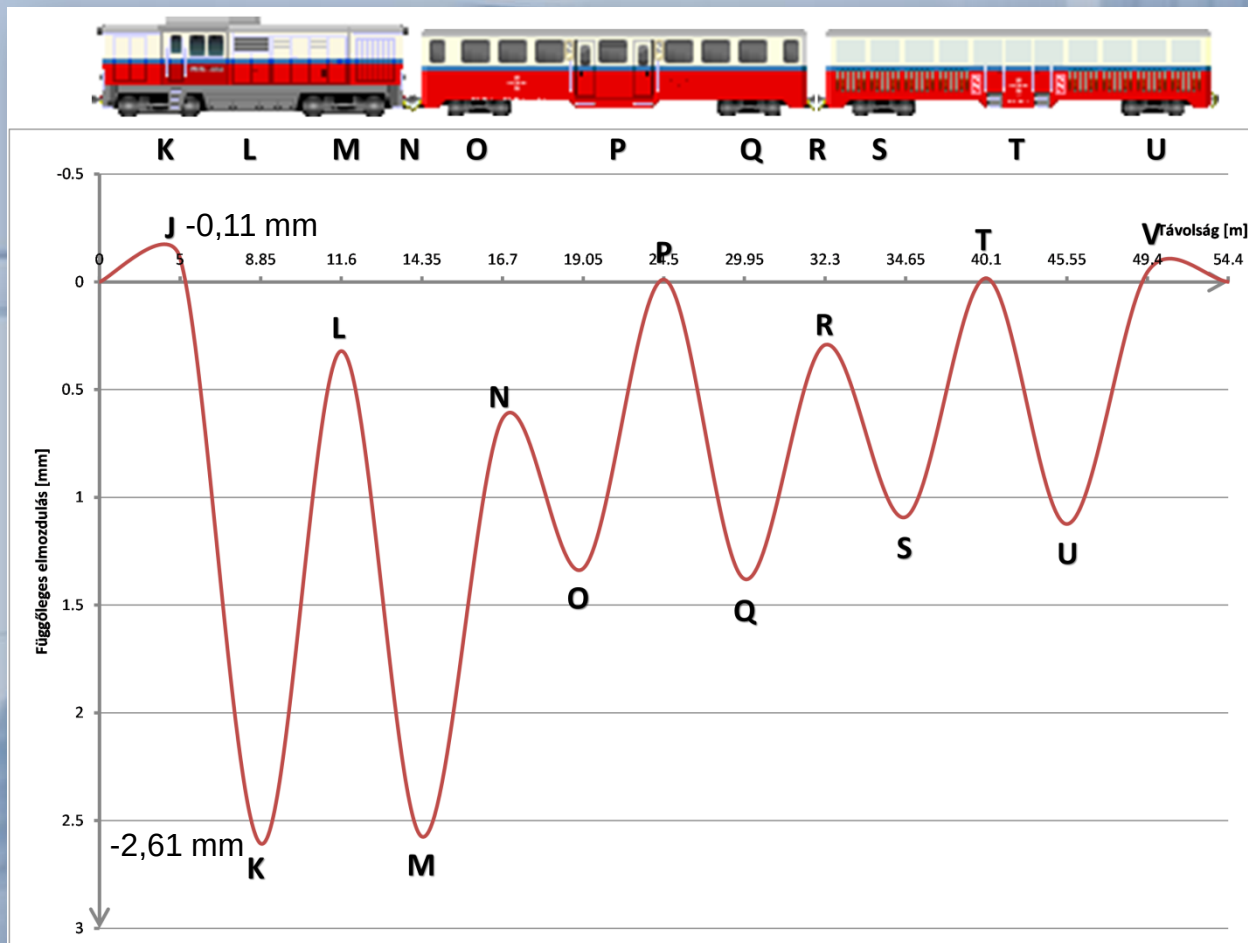
Elméleti számítások



Elméleti számítások



Elméleti számítások



Követelmények

- Legalább 5 mérés/másodperc
- 0,1 mm pontosság

Geodéziai módszer

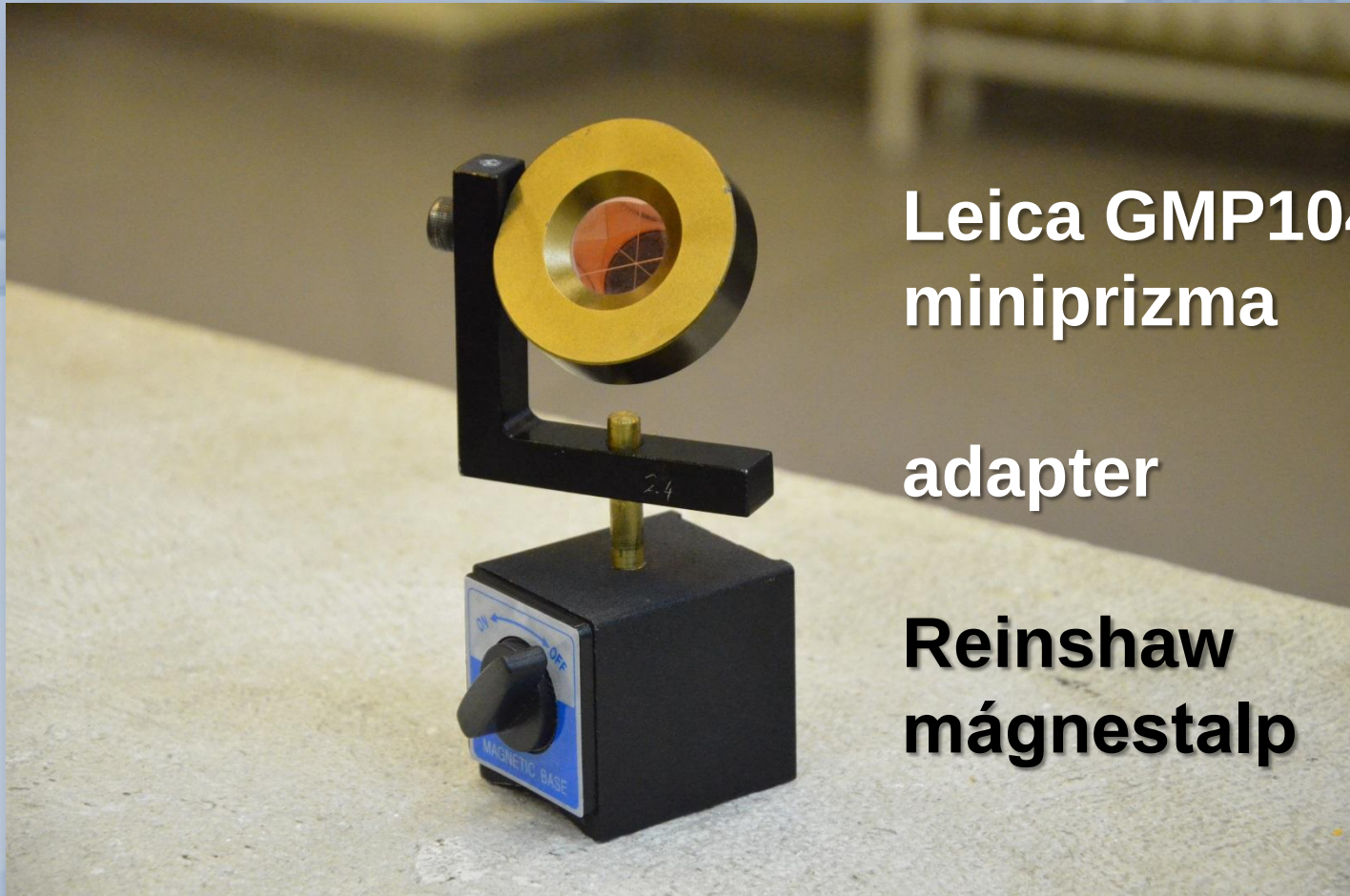
- Szervomotoros mérőállomás
- Trigonometriai magasságmérés

Geodéziai mérésekhez alkalmazott mérőállomás

- Leica Viva TS15i
 - Szögmérés: 1"
 - Távmérés:
1 mm + 1,5 ppm
 - Rögzítés időtartama:
< 0,15 mp
 - ATR LOCK üzemmód
(automatikus prizmakövetés)



Pontjel



**Leica GMP104
miniprizma**

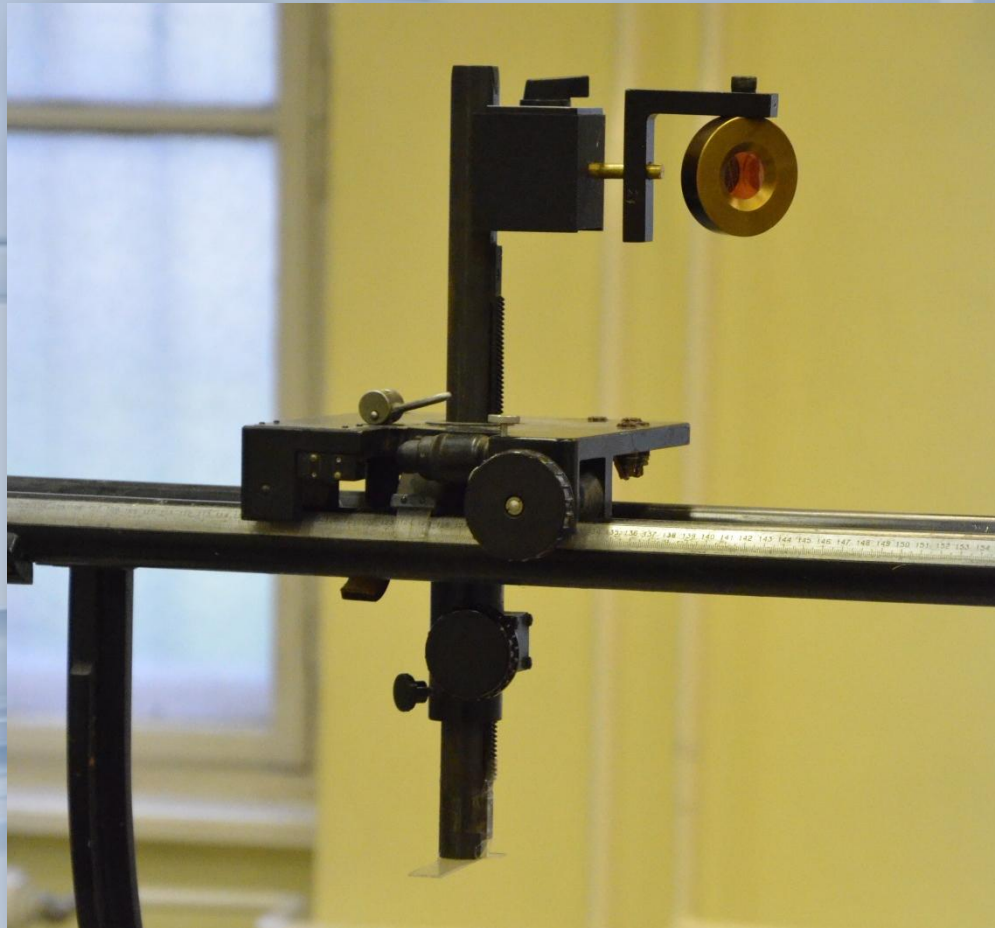
adapter

**Reinshaw
mágnestalp**

Próbamérés

- Rögzési sebesség ellenőrzése
- Mozgások követése és rögzítése

Próbamérés



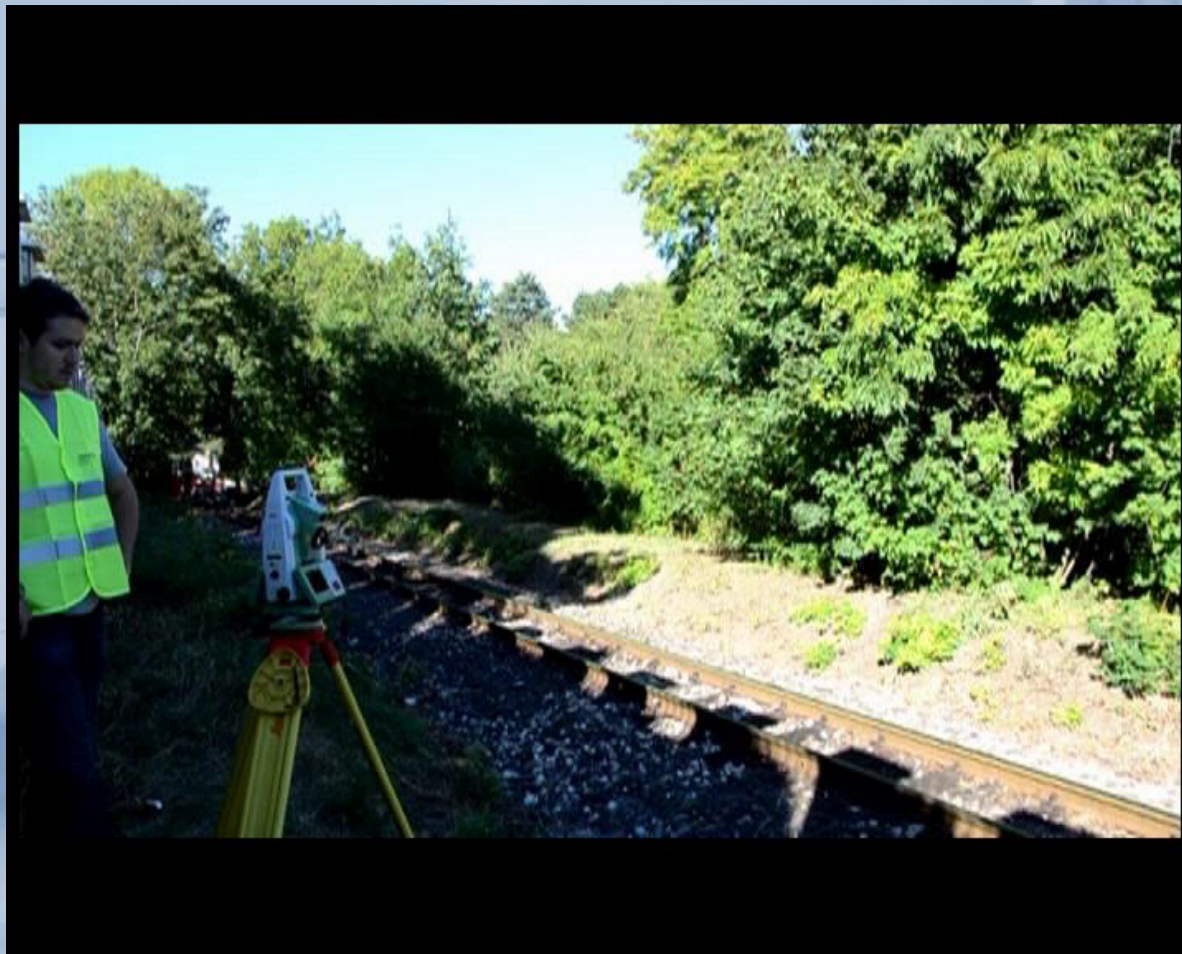
Terepi mérés



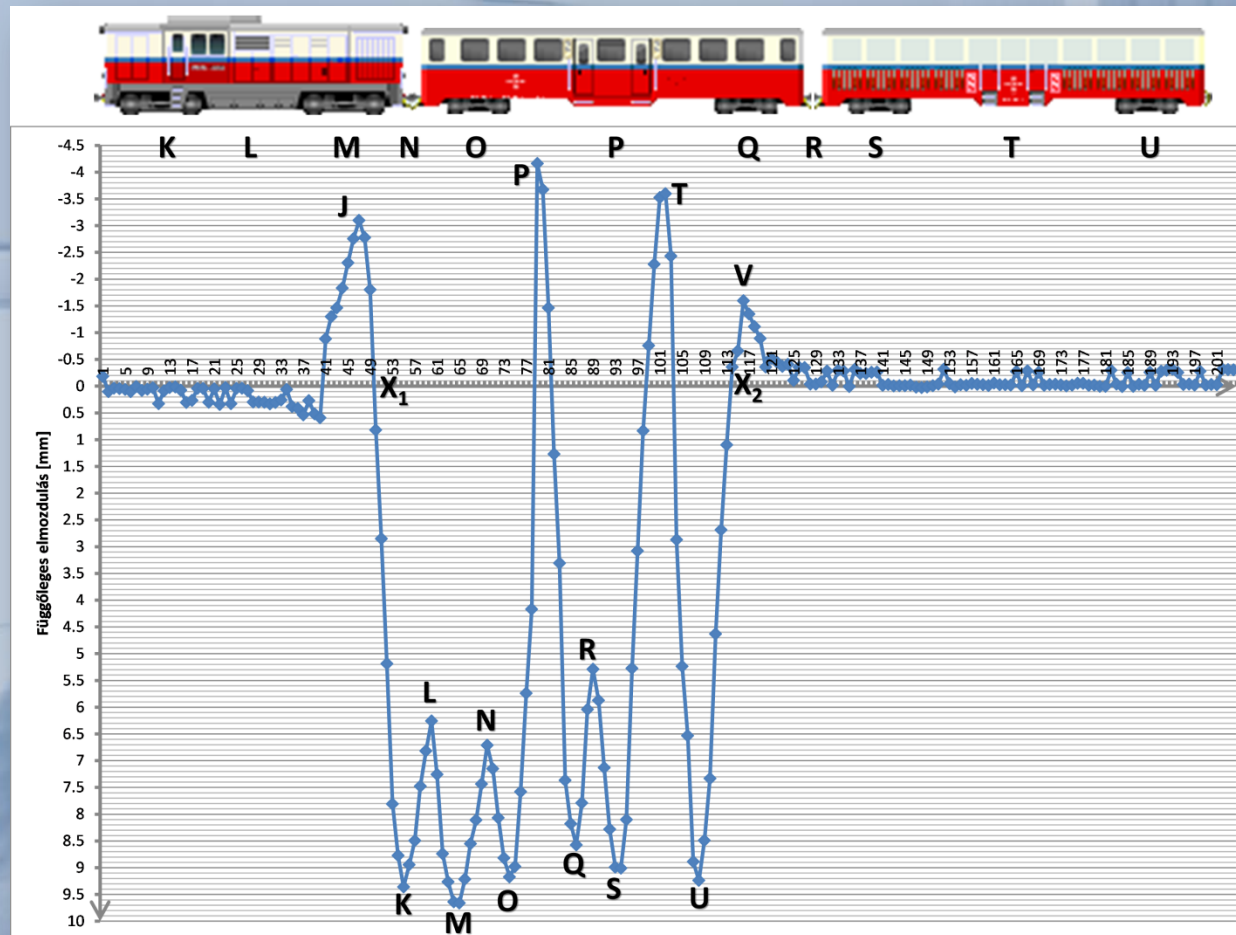
Terepi mérés



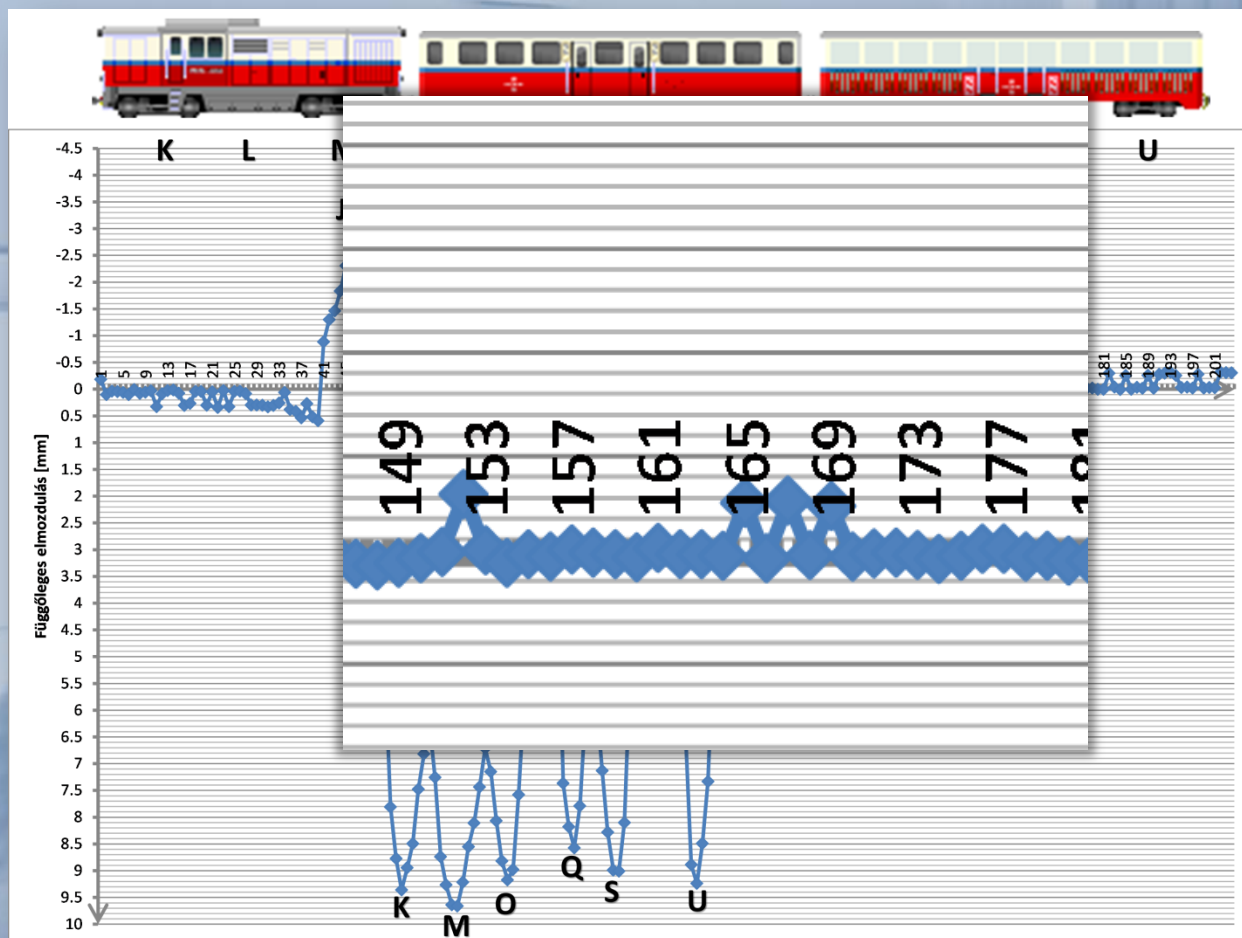
Terepi mérés



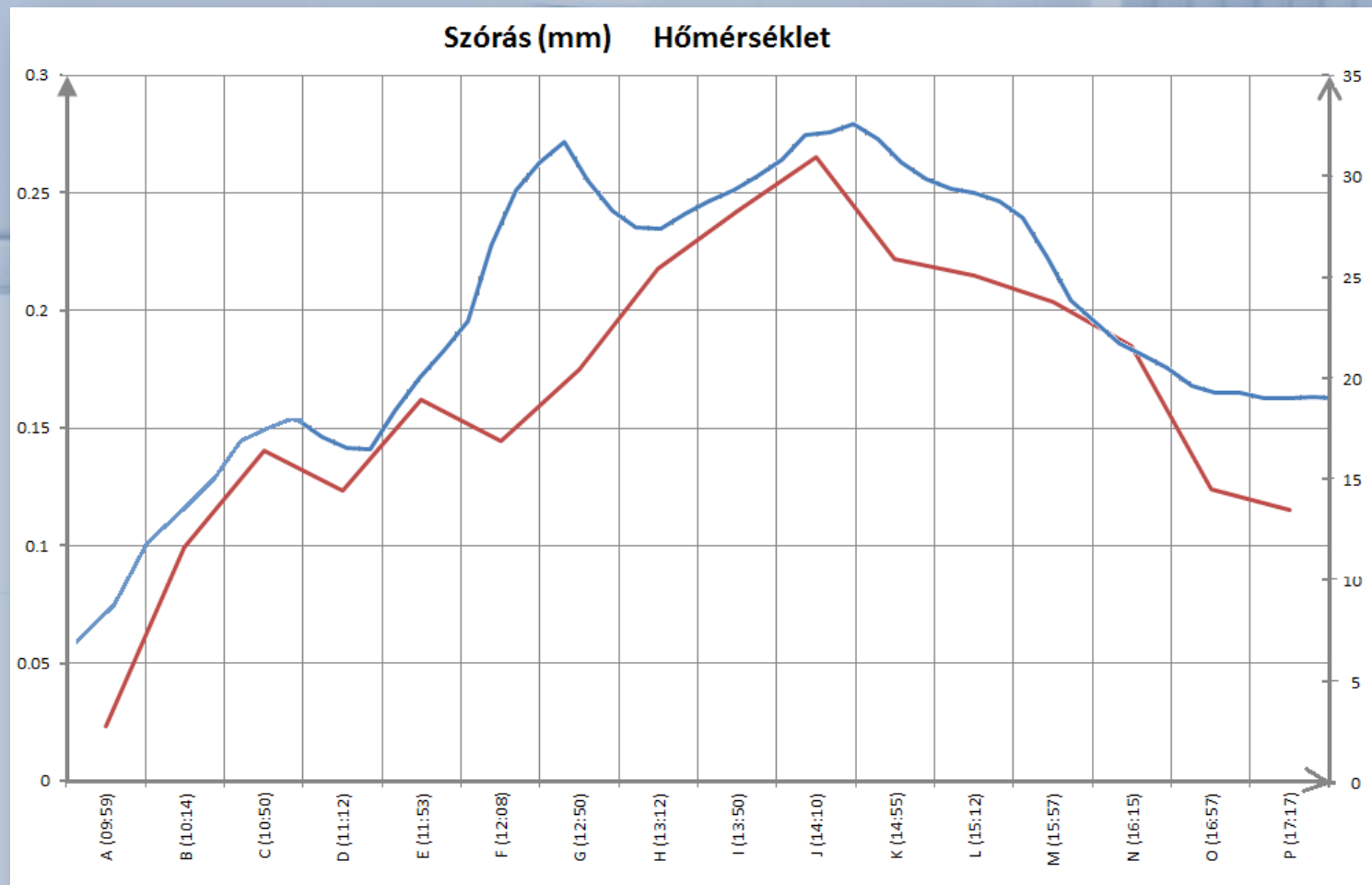
Kiértékelés



Kiértékelés



Kiértékelés



Pontosság

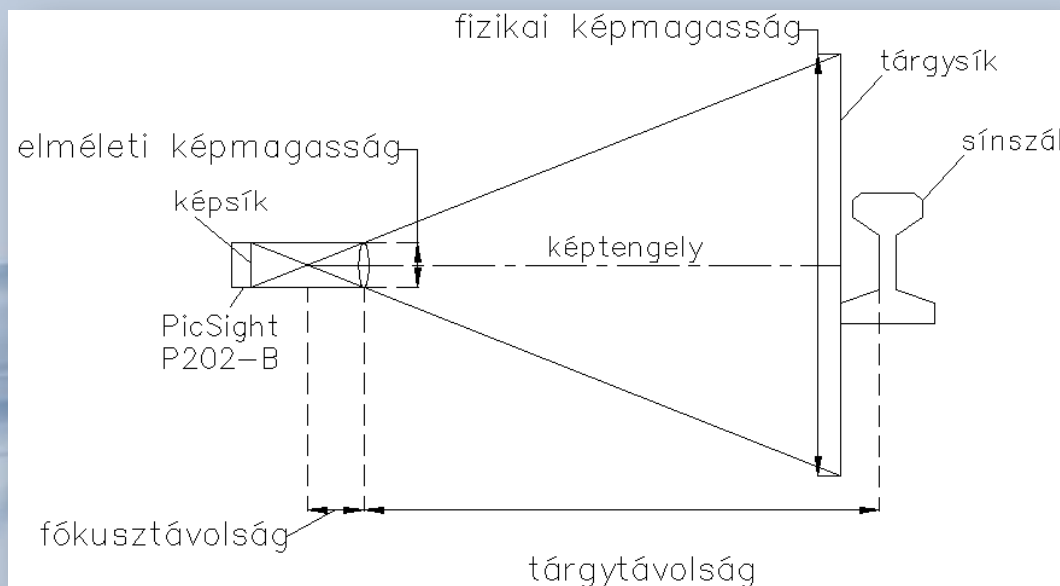
- Hibaterjedés alapján:
 - $\pm 0,18$ mm
- Kiugrások alapján
 - $\pm 0,3$ mm

Fotogrammetriai módszer

- Pontjelekről képsorozat készül
- Kiértékelő algoritmus

Előkészítés

- Sínszál és kamera maximális távolságának meghatározása
- 6 méteren 1,06 mm

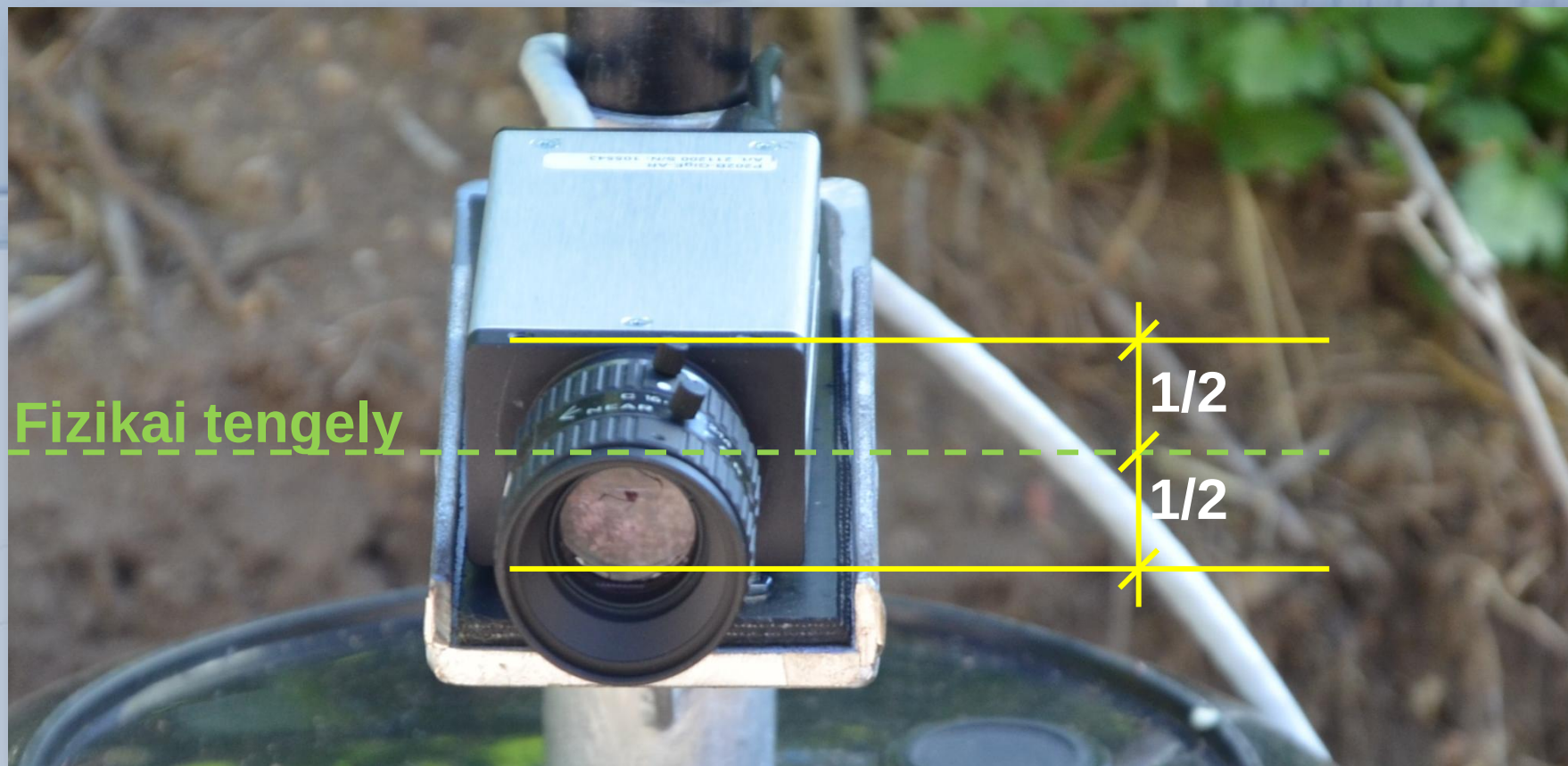


Fotogrammetriai mérésekhez alkalmazott kamera

- PicSight P202-B
 - Fókusz távolság: 25 mm
 - Érzékelő: 1/1,8 CCD
 - Felbontás: 1624 x 1236
 - Frekvencia: 14 FPS
 - Pixelméret: $4,4 \times 10^{-4}$ mm



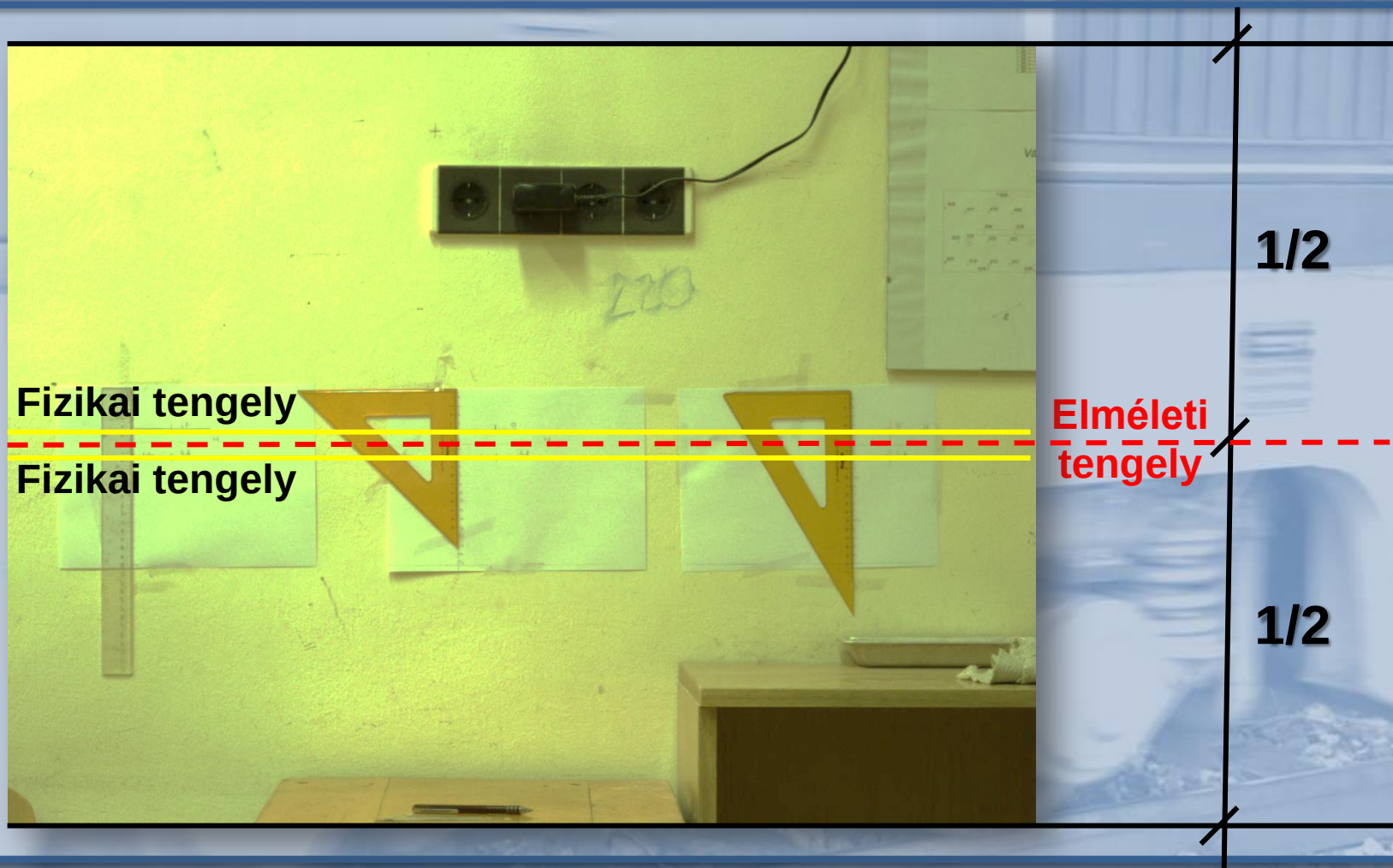
Próbamérés tengelyeket felírtaozni



Próbamérés



Próbamérés



Állvány készítése

Fontos a tiszta és éles képek rögzítése



Állvány készítése



Állvány készítése



Állvány készítése



Terepi mérés



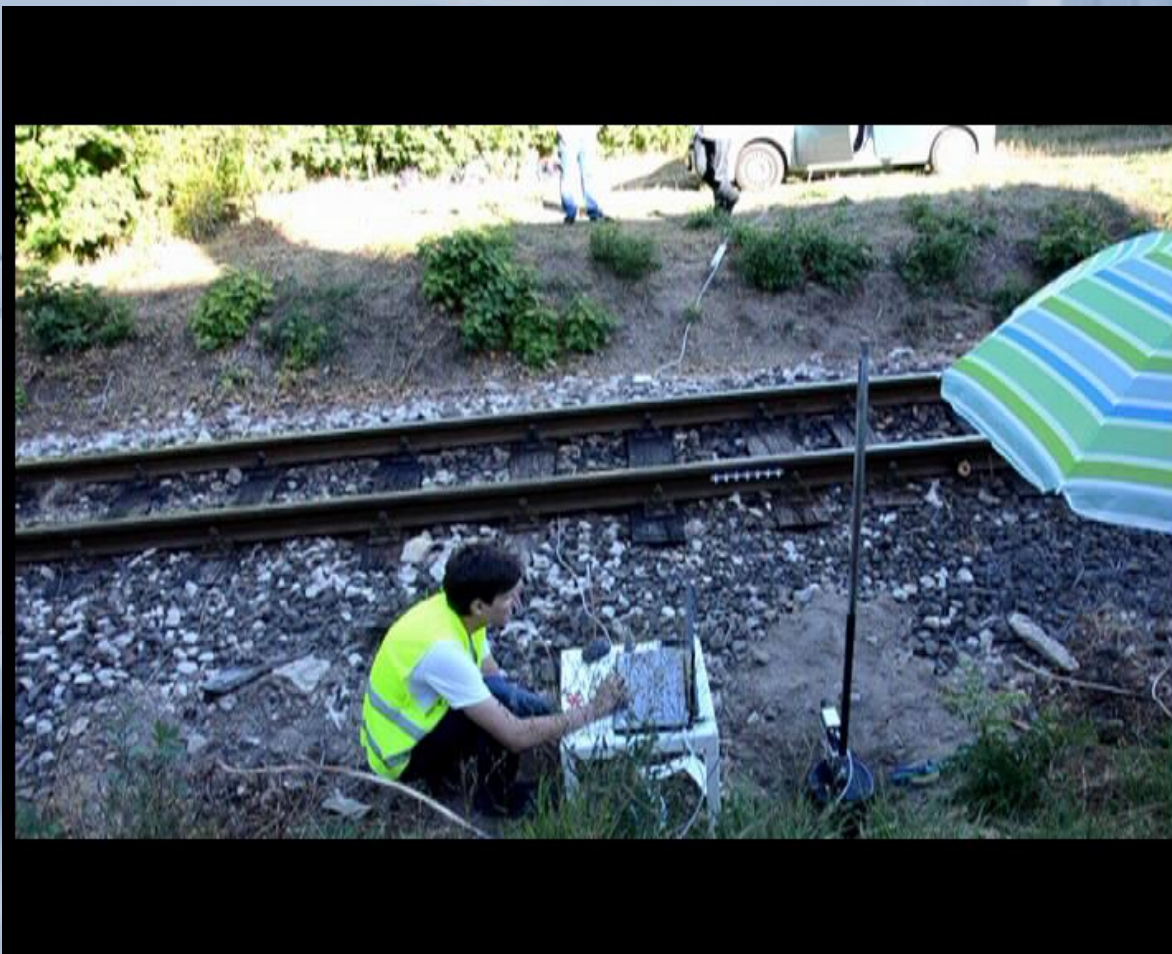
Pontjelek



Áramellátás



Terepi mérés



Terepi mérés



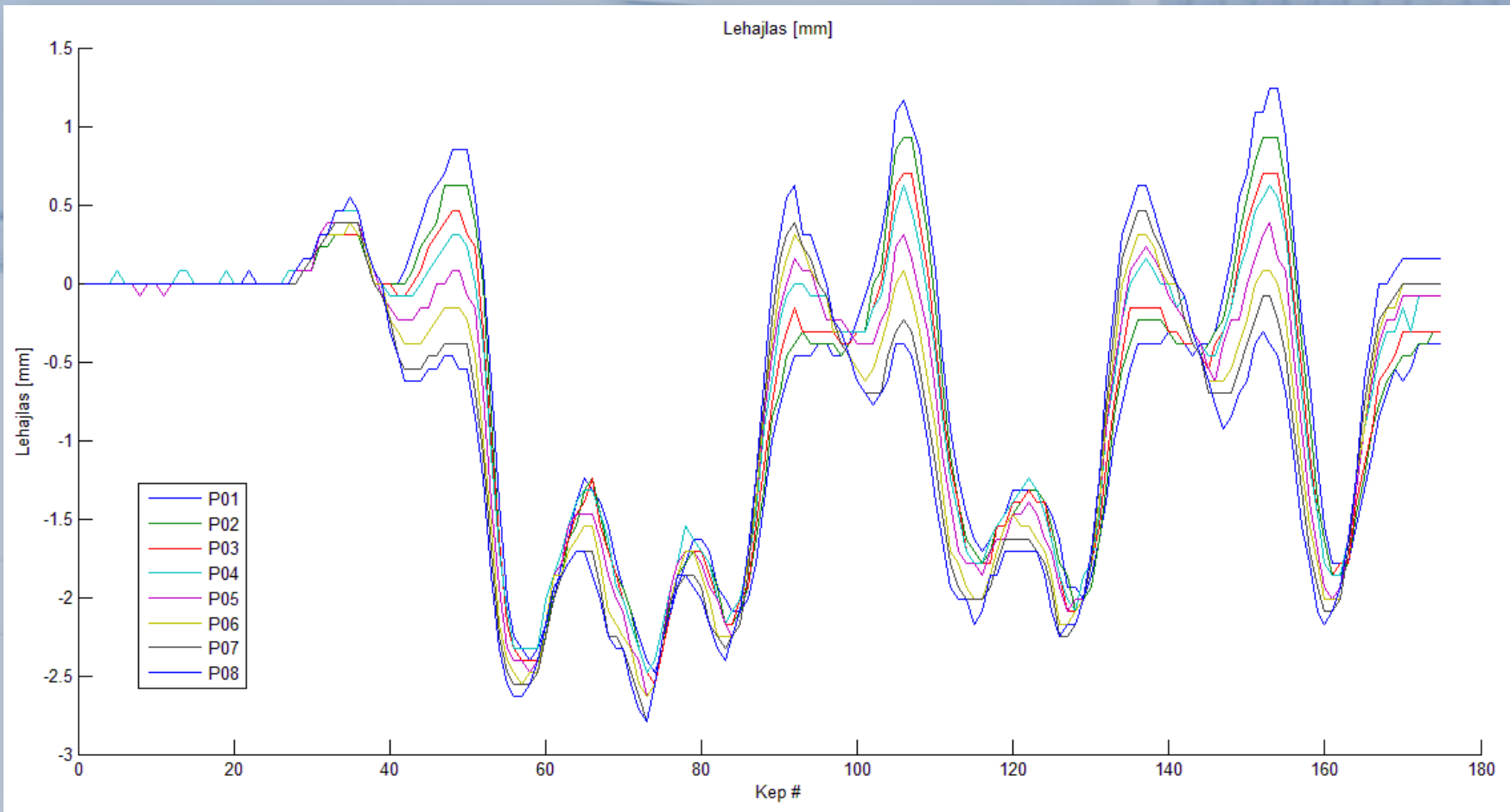
Kiértékelés

- Matlab programban írt algoritmus
- Kétdimenziós normalizált kereszt-korrelációs számítás

Kiértékelés



Kiértékelés



Kiértékelés

- Megbízhatóság:
elméleti és valós terepi felbontások
aránya

Az arány értéke: 1:1,01

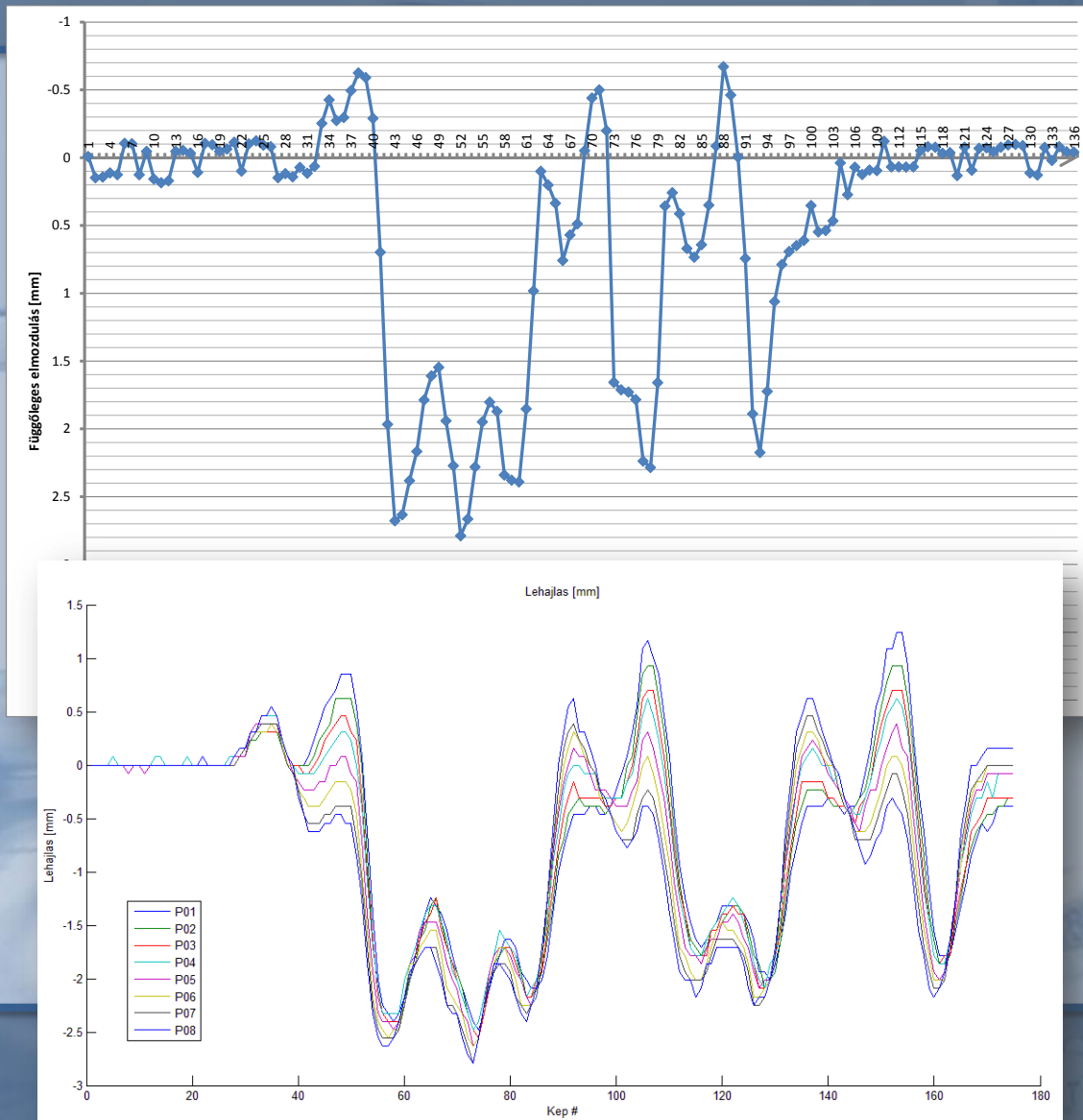
Kiértékelés

- Matricánként négy mérési sorozat
→ Pixel alatti pontosság
- Pontosság (jelen esetben): 0,3 mm

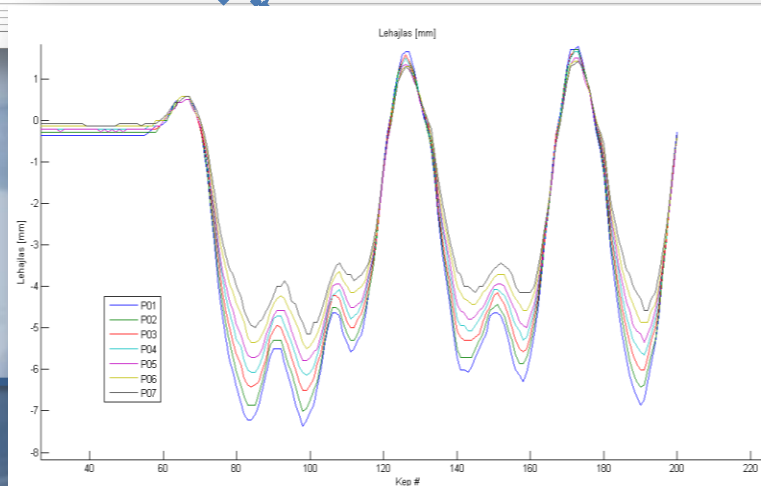
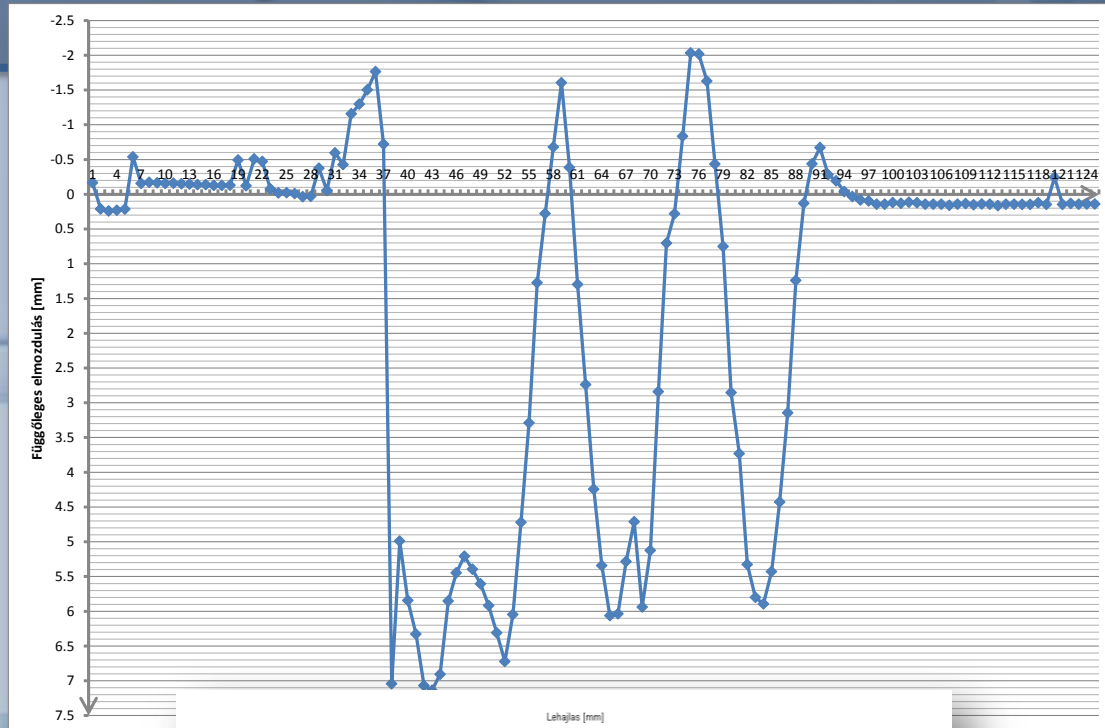
Eredmények összehasonlítása

Érték	Geodéziai módszerrel kapott eredmény [mm]	Fotogrammetriai módszerrel kapott eredmény [mm]	Eltérés [mm]
1. közös szelvény			
legnagyobb besüppedés	2,8	2,8	0,0
legnagyobb felemelkedés	0,7	1,4	0,7
2. közös szelvény			
legnagyobb besüppedés	7,1	7,3	0,2
legnagyobb felemelkedés	2,0	1,6	0,4

Eredmények összehasonlítása



Eredmények összehasonlítása



Eredmények összehasonlítása

- Célkitűzéseink teljesültek, kivéve a 0,1 mm pontosságot
- Mindkét módszer pontossága 0,3 mm

Eredmények összehasonlítása

Geodéziai módszer

- Előnyök:

Akár egyetlen mérés is elegendő

- Hátrányok:

Egyszerre csak egy pont mérhető

Fotogrammetriai módszer

- Előnyök:

Több pont is mérhető, kimutatható másodlagos lehajlás, bővebb információ a pálya állapotáról

- Hátrányok:

Több beállítás miatt nem garantált az azonnali eredmény

Eredmények összehasonlítása

- Grafikonok kellően részletesek
- Jármű sebessége nem lehet nagyobb, mint 15-20 km/h

Következtetés a pálya állapotára

- Elméleti értékek:
 - legnagyobb besüppedés: 2,61 mm
 - emelőhullám nagysága: -0,11 mm
 - sínszál felemelkedés: -0,02 mm
- Kapott értékek:
 - legnagyobb besüppedés: 2,3-2,8... mm
 - emelőhullám nagysága: -0,6-3,1 mm
 - sínszál felemelkedés: > -0,5 mm

Gyakorlati hasznosíthatóság

Jelenlegi helyzetben csak esetleges, főként inkább tudományos jellegű mérésekhez.

Köszönetnyilvánítás

- **Molnár Bence**, tanársegéd, BME-FMT
- **Égető Csaba**, tanársegéd, BME-AGT
- **Dr. Szabó József**, adjunktus, BME-UVT
- **Horváth Dávid**, BME építőmérnök hallgató
- **Dr. Fekete Károly**, egyetemi docens, BME-FMT
- **Kiss Albert**, mestertanár, BME-AGT
- **Fekete József**, technikai munkatárs, BME-AGT
- **Czerman Tamás**, pályamester, Gyermekvasút
- **Vinis Gyula**, műszaki szakelőadó, Gyermekvasút

Köszönjük a figyelmet!



