



# AZ M44 GYORSFORGALMI ÚT I.B512 JELŰ KÖRÖS-HÍD TOLÁSA KÖZBENI REAKCIÓERŐK MÉRÉSE

Előadó:

Kollár Dénes

BME Hidak és Szerkezetek Tanszék  
tudományos munkatárs



BUDAPESTI MŰSZAKI  
ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
Építőmérnöki Kar - építőmérnöki képzés 1782 óta

KTE rendezvény

Budapest, 2019.02.26.

# ELŐDÁS FELÉPÍTÉSE

1 Problémafelvetés

2 Résztvevők

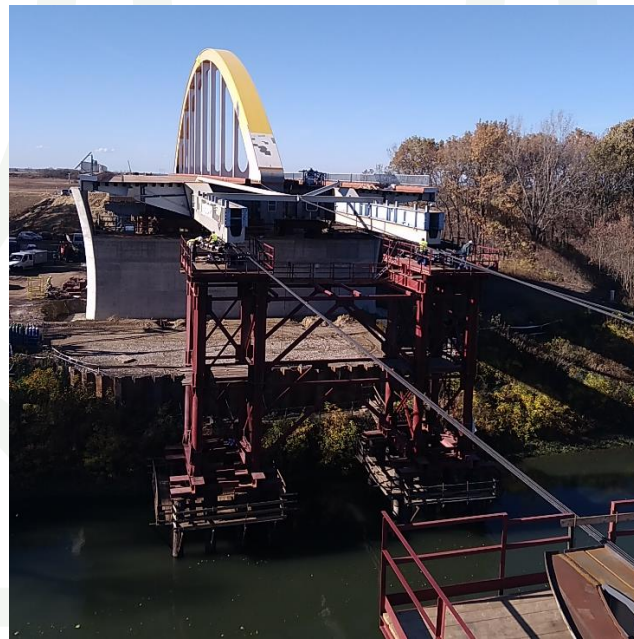
3 Mérőpontok és mérési elv kiválasztása - VEM

4 Laboratóriumi mérések

5 Helyszíni mérések

- *5.1 Mérőrendszer kiépítése*
- *5.2 Mérési eredmények*

6 Összefoglalás



# 1 PROBLÉMAFELVETÉS

Megbízó: A-Híd Zrt.

Megbízott szakértő: BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

Szakértői tevékenység tárgya: M44-es autópálya Körös-hídjának *behúzása* közben reakcióerők mérése (előzmény: tolástechnológia véleményezése)

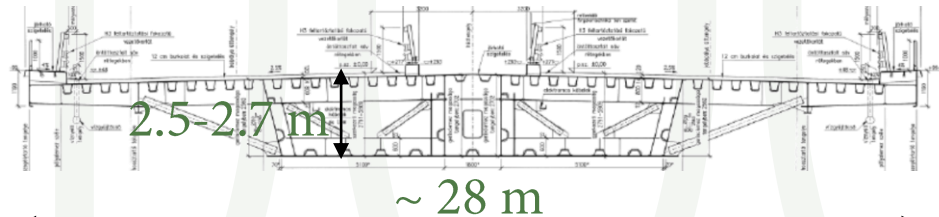
Mérés ideje: 2018.10.21 – 2018.11.06.

Mérés oka, célja:

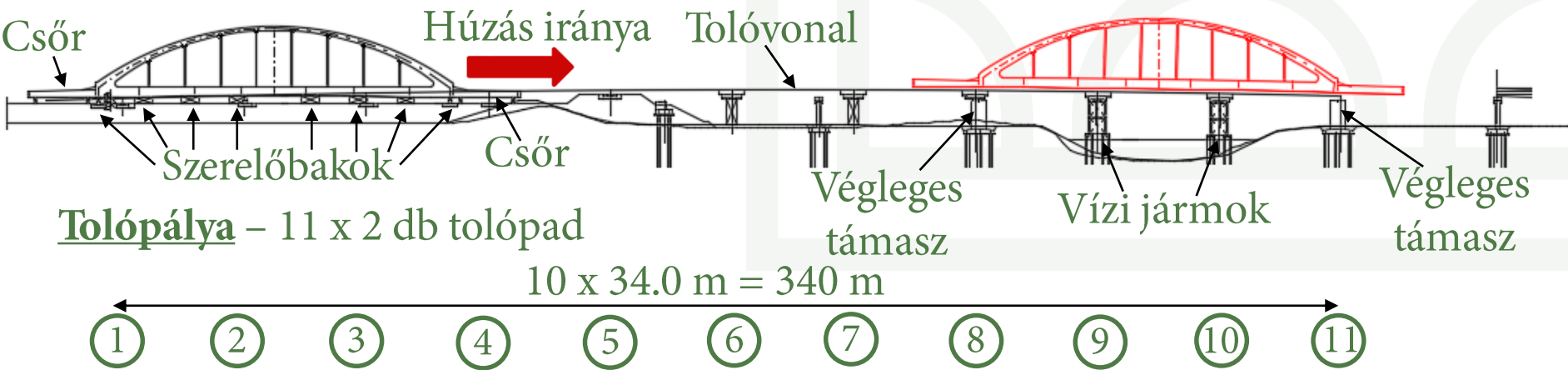
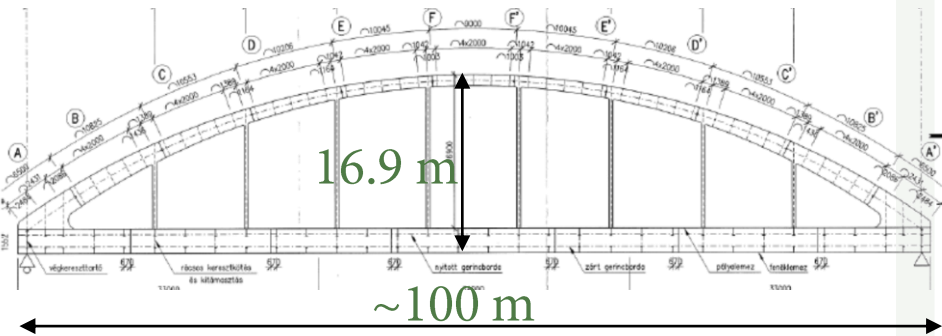
- i) esetleges szükséges helyszíni beavatkozások előrejelzése
- ii) tolási magassági szintváltoztatások („beilag” lemezek)
- iii) előzetes statikai számítások → gyártási pontatlanságok, süllyedések → jelentős változások a reakcióerőkben
- iv) reakcióerők átrendeződése → segéd szerkezetek túlterhelődése?
- v) **tolás közbeni biztonság fokozása**

# 1 PROBLÉMAFELVETÉS

## Szerkezet



- ortotrop acél pályaszerkezet
- szekrény keresztmetszet
- függesztett alsópályás ívhíd → ~Langer-tartó
- 2 x 2 sávos közúti híd
- ~1400 t (acélszerkezet) + 2 x 85 t (csőr)



# 1 PROBLÉMAFELVETÉS

## Helyszíni fényképek



# 2 RÉSZTVEVŐK

**Témavezető:** Dr. Dunai László, tanszékvezető, egyetemi tanár

**Koordinátor:** Dr. Kövesdi Balázs, egyetemi docens  
Kollár Dénes, doktorjelölt

**Operatívok:** Dr. Kachichian Mansour, adjunktus  
Soltész Attila, műhelyvezető  
Halász Attila, műszaki ügyintéző  
Kálózi Péter, technikus

} BME Szerkezetvizsgáló  
Laboratórium

# 3 MÉRŐPONTOK ÉS MÉRÉSI ELV KIVÁLASZTÁSA - VEM

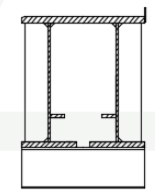
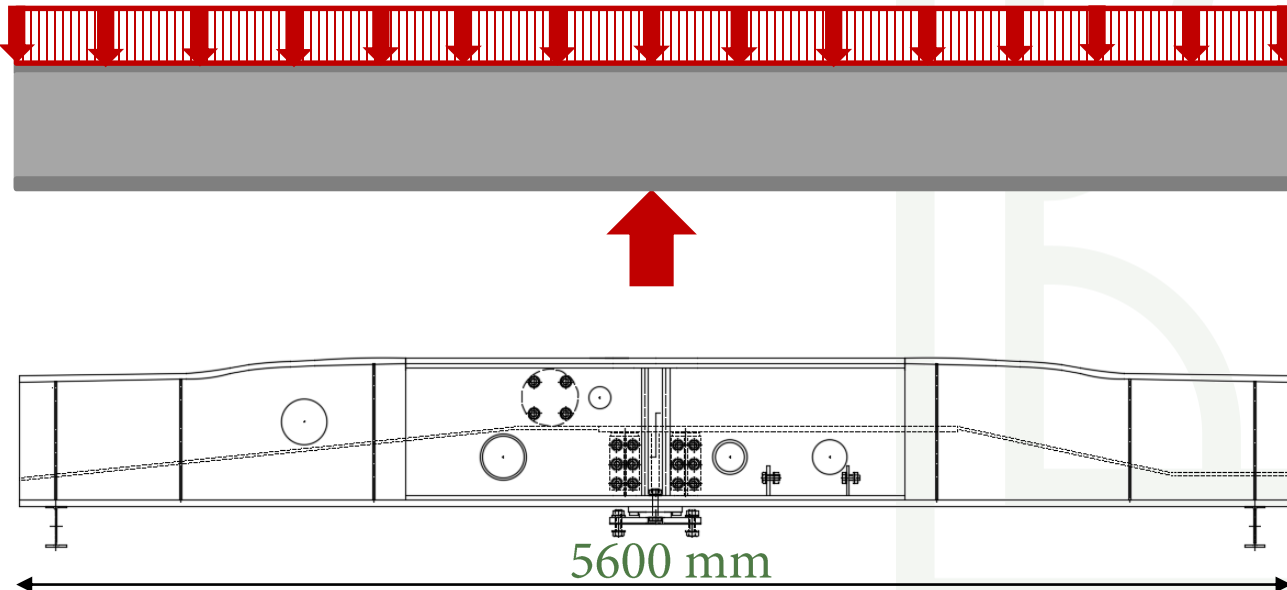
Mérési elv: reakcióerők mérése közvetlenül  $\boxtimes$   $\rightarrow$  nyúlásokból visszavezetni

Elméleti háttér: hajlított, konzolos tartó

Idealizált eset

- i) ismert terhelés
- ii) prizmatikus gerenda
- iii) perfekt geometria
- iv) rugalmas anyagmodell

Valós eset



- i) teher eloszlása?
- ii) kivágások, lemezvastagság-váltások, stb.

- iii) imperfekt geometria
- iv) rugalmas tartomány...

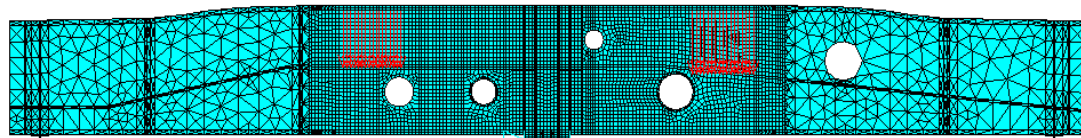
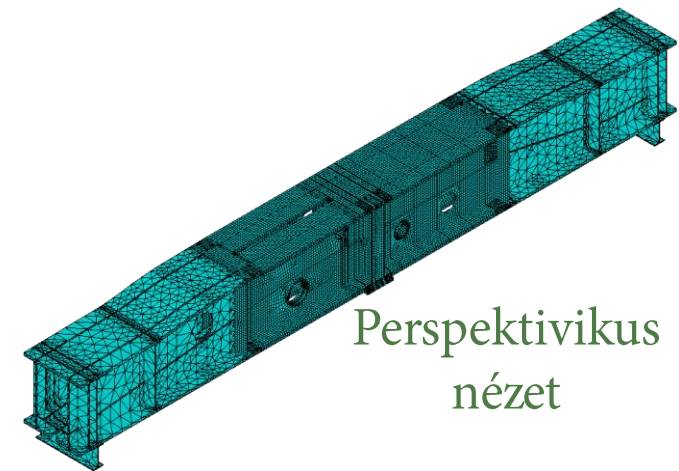
**→ VEM**

# 3 MÉRŐPONTOK ÉS MÉRÉSI ELV KIVÁLASZTÁSA - VEM

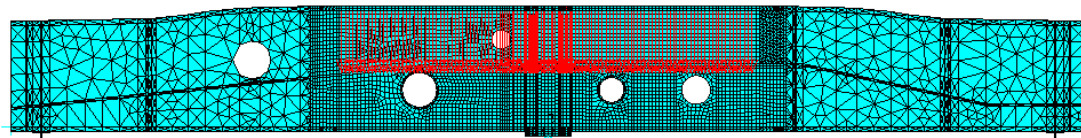
Oka: reakcióerők alakváltozásokból → alakváltozás-mező → gradiensek?

Numerikus modell (ANSYS végeleemes program) → lineáris analízis

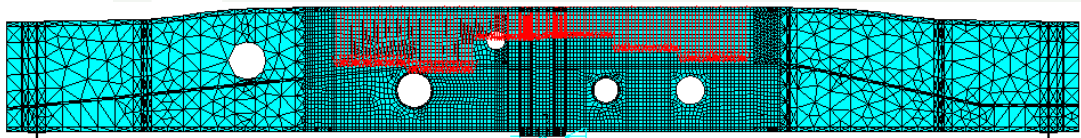
Terhelési esetek



a) 2 szélső zsámoly – egyenletes terhelés



b) 6 db zsámoly – egyenletes terhelés

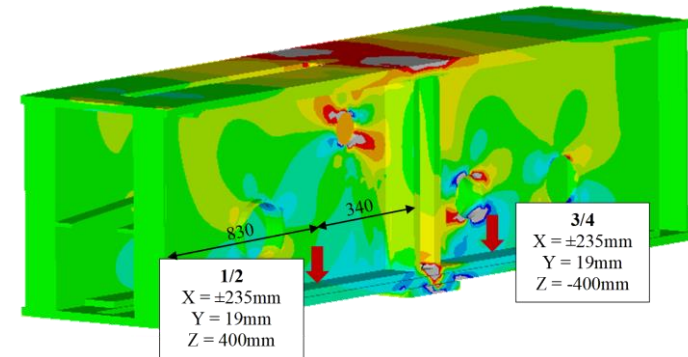
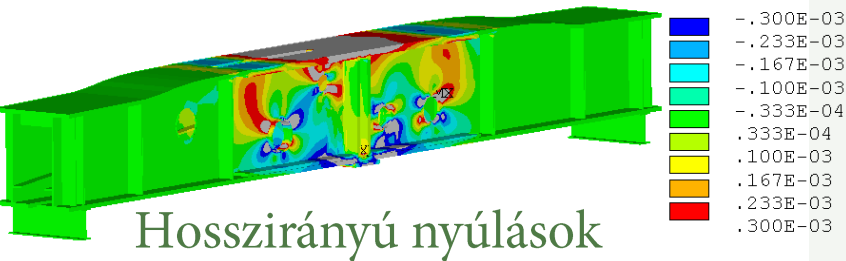


c) 6 db zsámoly – sztochasztikus tehermodell  
(hossz- és keresztirányban 10-10%)



# 3 MÉRŐPONTOK ÉS MÉRÉSI ELV KIVÁLASZTÁSA - VEM

Eredmények: hosszirányú alakváltozás-mező → gradiensek → nyúlásmérő bélyegek helyének meghatározása



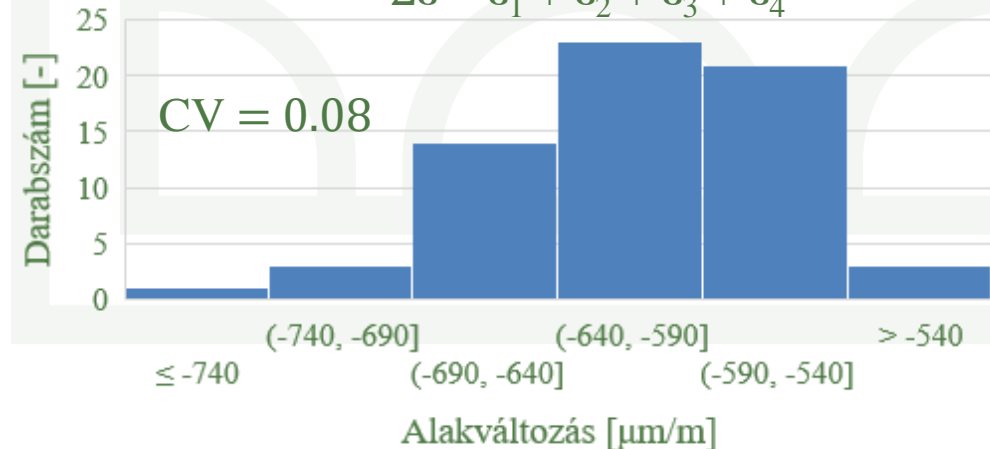
Nyúlásmérő bélyegek helye

65 db sztochasztikus alapú számítás  
normális eloszlás → CV = 0.20



Mérési elv végül:

$$\Sigma \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4$$



# 4 LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK

## Cél:

- i) nyúlások mérése
- ii) reakcióerő folyamatos mérése
- iii) a rendszer kalibrálása  
(szorzótényező meghatározása)

## Terhelések:

- i) hat darab zsámoly
- ii) hat darab zsámoly + alátétlemezek  
(magasságemelések szimulációja)



# 4 LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK

## A mérőrendszer:

(i) egyirányú, 350  $\Omega$  névleges ellenállású nyúlásmérő bélyegek: 4 db aktív nyúlásmérő bélyeg + 1 db kompenzáló bélyeg

## Számított csatorna (hőkompenzációval):

$$\Sigma \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4 - 4 \varepsilon_5$$

ii) a Z-600 jelű 600 t terhelhetőségű terhelőberendezés erőmérő cellája

(iii) HBM Canhead jelerősítő rendszer

(iv) HBM MGCplus adatrögzítő rendszer

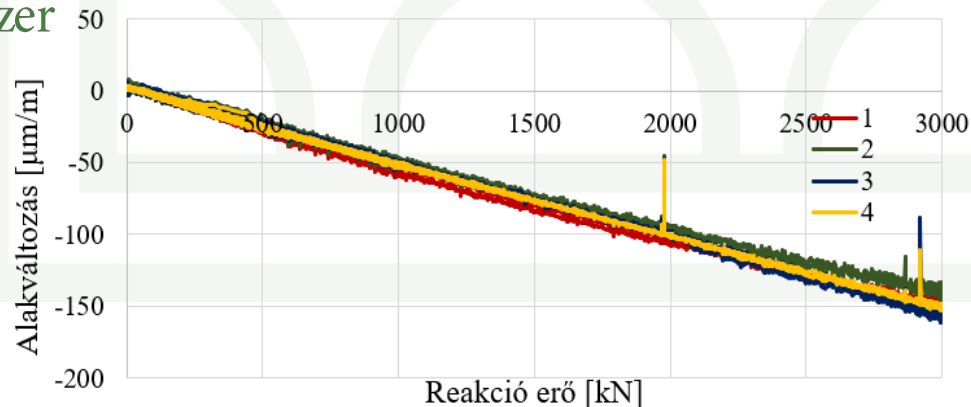
(v) laptop (catman Easy szoftver)

Mintavételi frekvencia: 5 Hz

## Előterhelés és visszaterhelés:

→ linearitás

→ ~zérus maradó alakváltozások



# 4 LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK

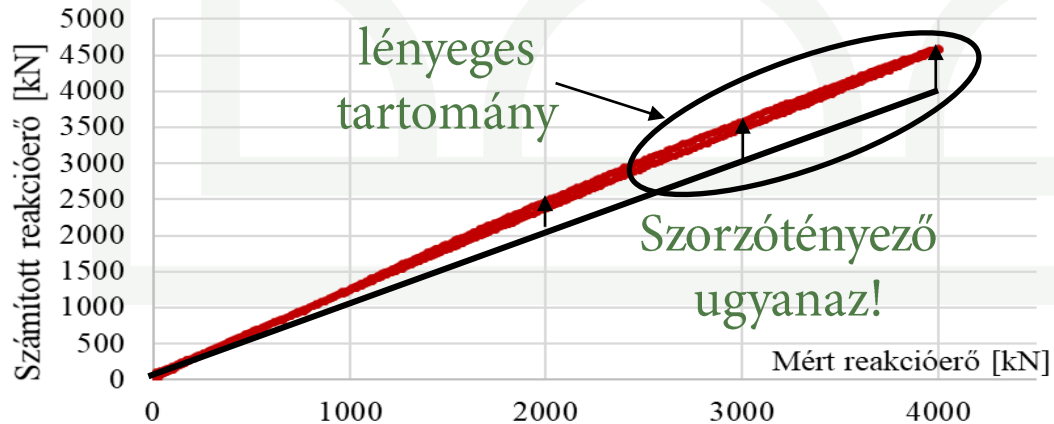
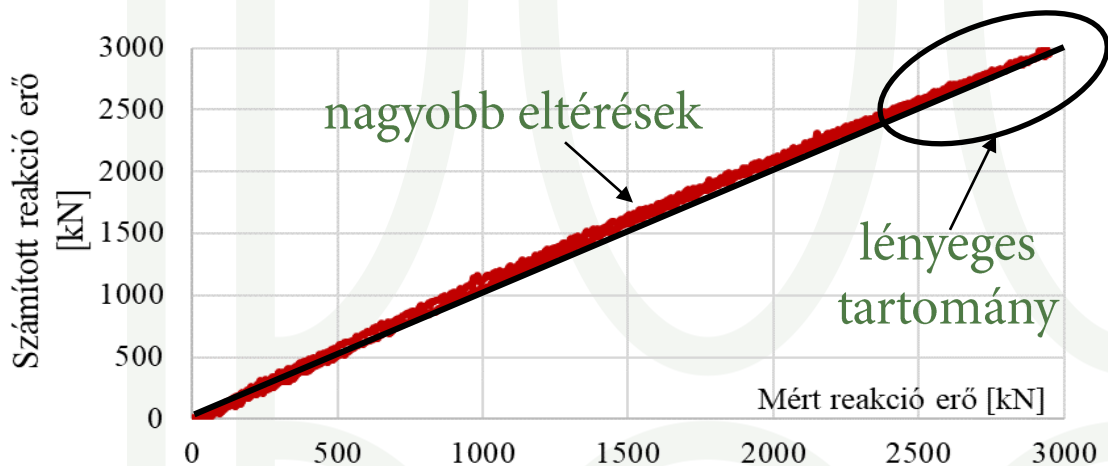
## Mérési eredmények:

### Kalibrálás (alátétlemez ☒)

- nemlineáris összefüggés
- nagyobb eltérések 2000 kN alatti tartományban
- biztonság javára való közelítés (számított > mért)

### Vizsgálat (alátétlemez ☑)

- nemlineáris összefüggés
- *biztonság javára való közelítés* (számított > mért)
- *eltérés ~15% a lényeges tartományban*



# 5 HELYSZÍNI MÉRÉSEK

## 5.1 MÉRŐRENDSZER KIÉPÍTÉSE

„Aktív” keresztmetszetek száma: 4 vagy 5 a tolási fázistól függően

Előzetes terv: 2 mérőközponttal a teljes tolópálya vonalán mérőrendszer kiépítése



meghibásodott DeviceNet kábel miatt nem kivitelezhető

### Megvalósult rendszer:

I.1 mérőközpont + legutolsó HBM CanHead elbontása + rendszerbe építése → húzással együtt „mozgó” rendszer

II.1 mérőközpont 11-es keresztmetszetben (Körös túlpartján) → „fix” rendszer

### Rendszer részei:

(i)  $11 \times 2 \times (4+1) = 110$  db nyúlásmérő bélyeg

(ii) HBM Canhead jelerősítők sorba kötve DeviceNet kábelekkel

(iii) HBM MGCplus adatrögzítők

(iv) laptopok (catman Easy szoftver) → mintavételi frekvencia: 1 Hz

# 5 HELYSZÍNI MÉRÉSEK

## 5.2 MÉRÉSI EREDMÉNYEK

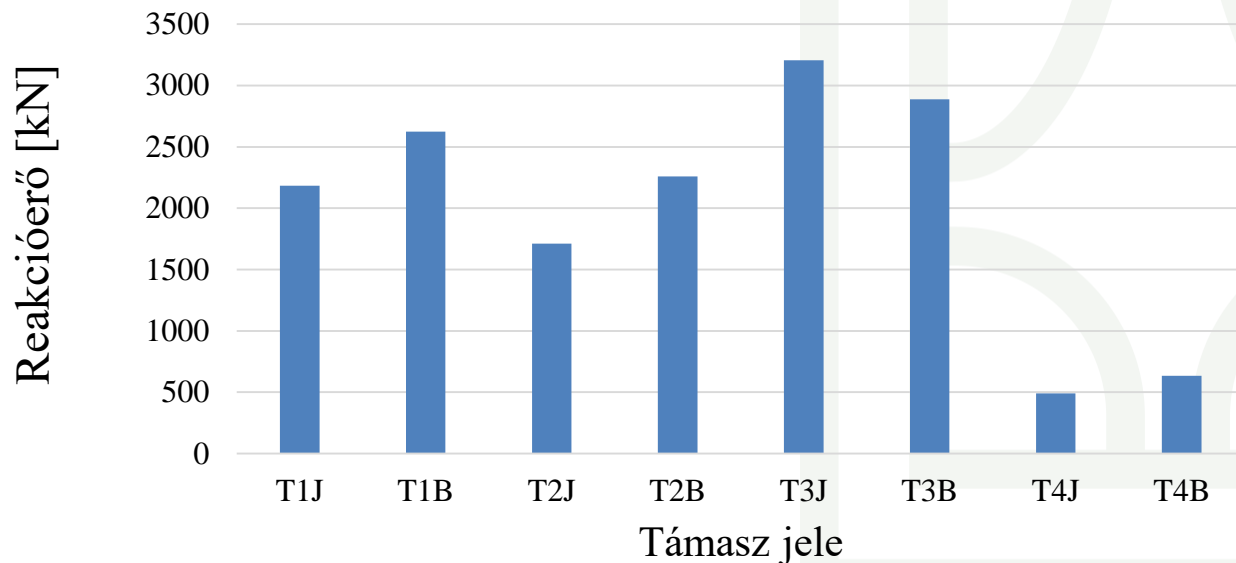
Mérés 1. fázisa: hídszerkezet tolóvonalra engedése, szerelőbakok eltávolítása



# 5 HELYSZÍNI MÉRÉSEK

## 5.2 MÉRÉSI EREDMÉNYEK

**Mérés 1. fázisa:** hídszerkezet tolóvonalra engedése, szerelőbakok eltávolítása



**Jelölésrendszer:**

T – támasz

1-11 – km. száma

B/J – bal/jobb oldal

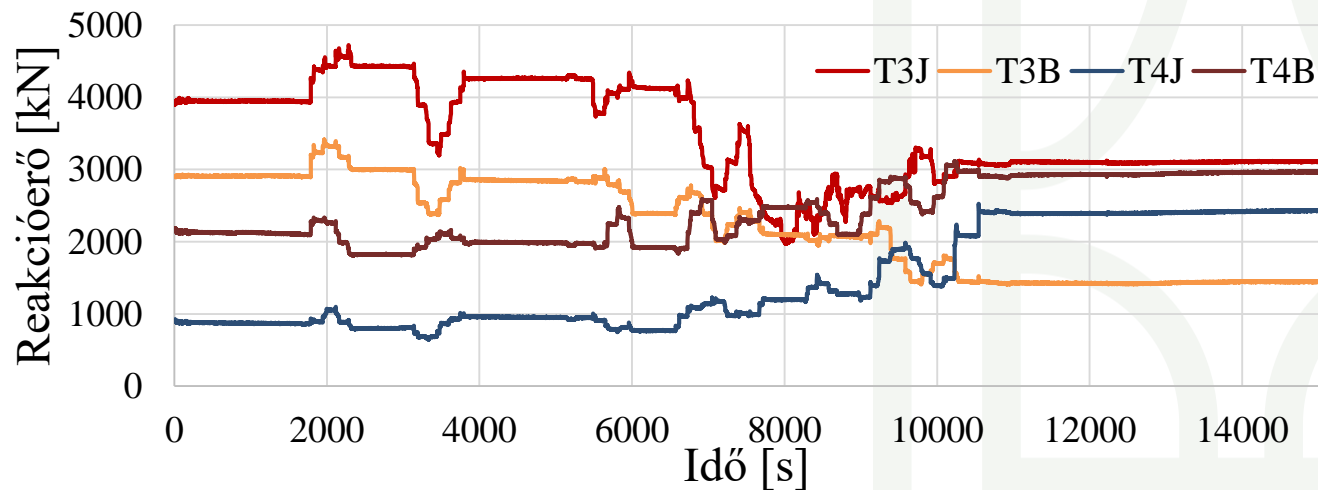
**Helyszíni kalibráció:**

Szumma reakció (15700 kN) alapján

# 5 HELYSZÍNI MÉRÉSEK

## 5.2 MÉRÉSI EREDMÉNYEK

### Mérés 2. fázisa: hídszerkezet húzása



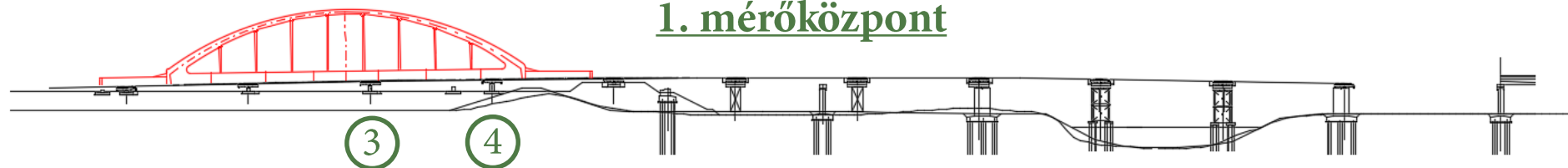
### Jelölésrendszer:

T – támasz

1-11 – km. száma

B/J – bal/jobb oldal

### 1. mérőközpont





# 5 HELYSZÍNI MÉRÉSEK

## 5.2 MÉRÉSI EREDMÉNYEK

### Megjelenítés

Táblázat  
(szumma reakció is)

Nyúlásmérő  
bélyegek egyenként

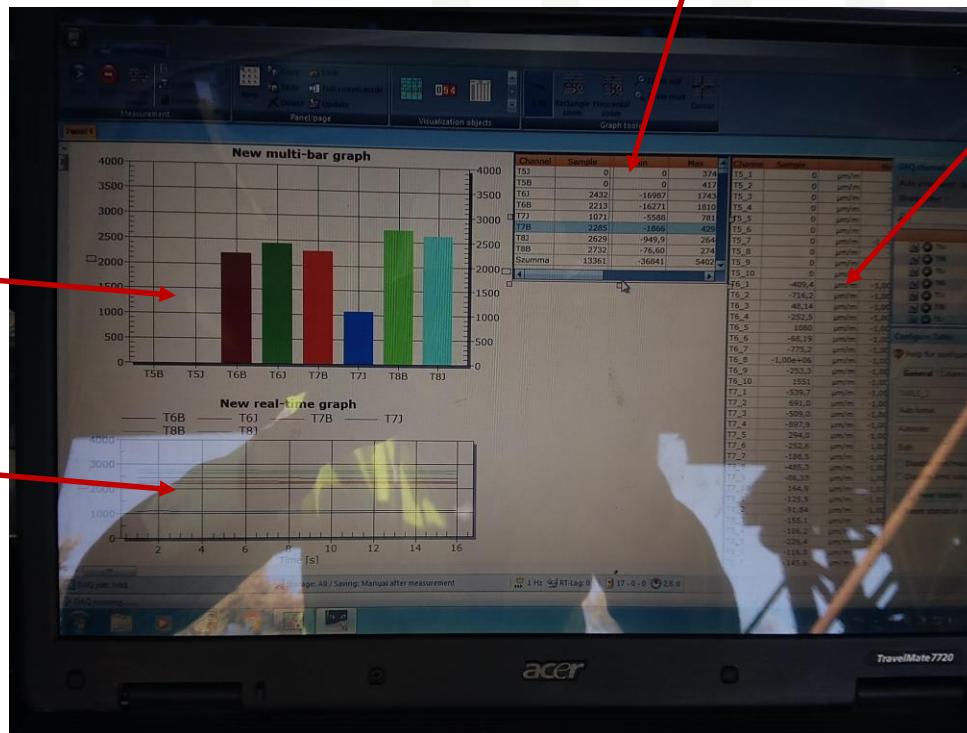
Közbeavatkozási  
lehetőség

Pl. bélyeg leszakad

Számított csatorna  
javítása

Oszlopdiaagram

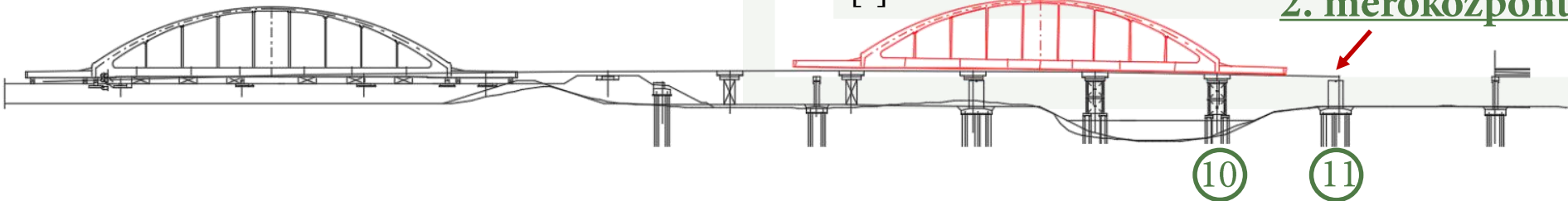
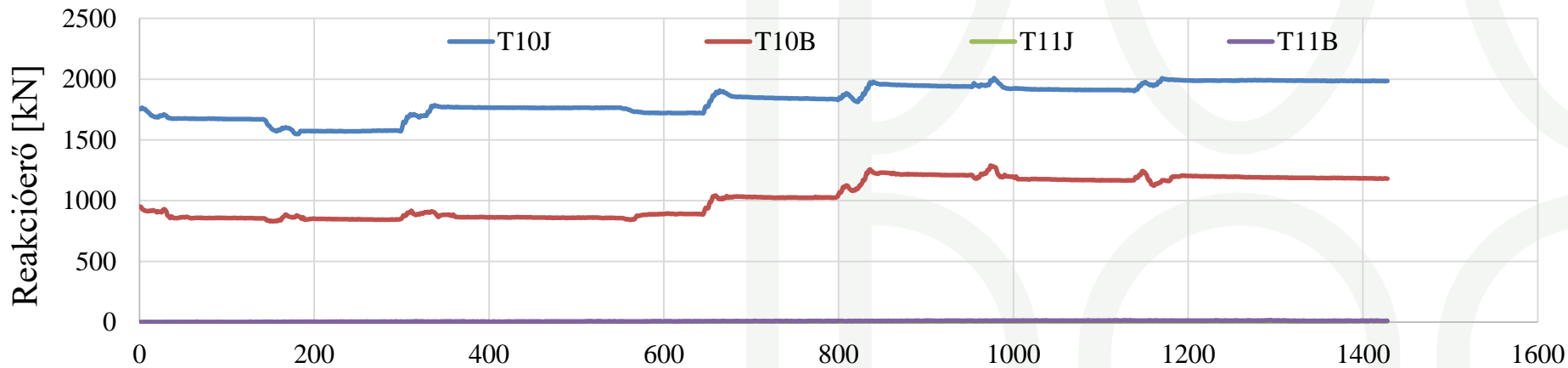
Reakcióerő-idő  
diagram



# 5 HELYSZÍNI MÉRÉSEK

## 5.2 MÉRÉSI EREDMÉNYEK

### Mérés 2. fázisa: hídszerkezet húzása



# 6 ÖSSZEFOGLALÁS





**Köszönöm szépen a megtisztelő figyelmet!**



**BUDAPESTI MŰSZAKI  
ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM**  
Építőmérnöki Kar - építőmérnöki képzés 1782 óta