



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)

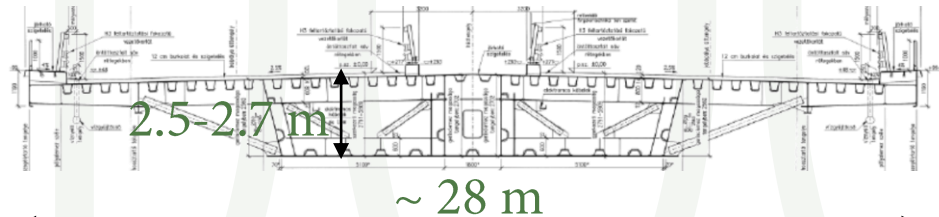
Mérés ideje: 2018.10.21 – 2018.11.06.

Mérés oka, célja:

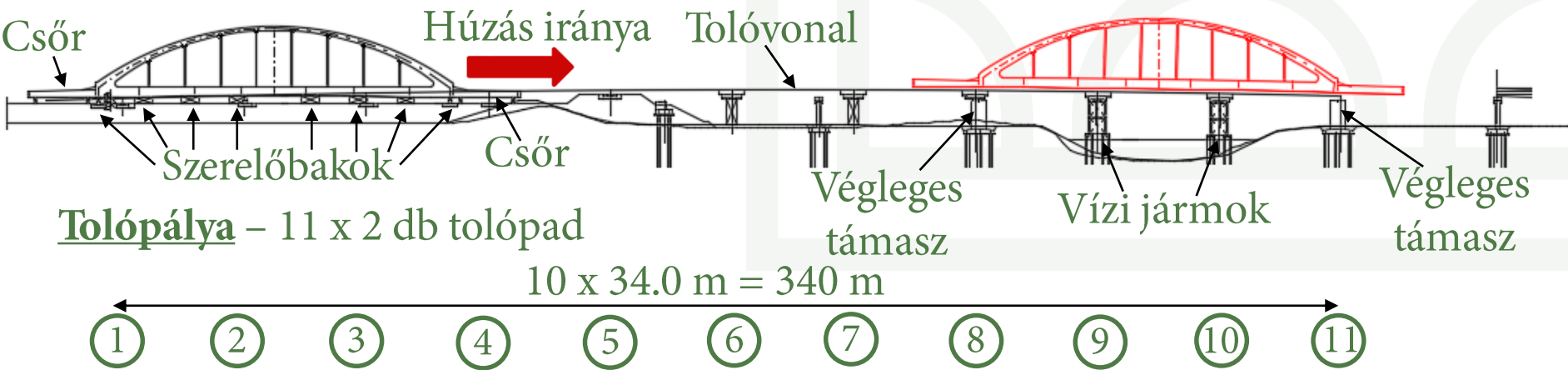
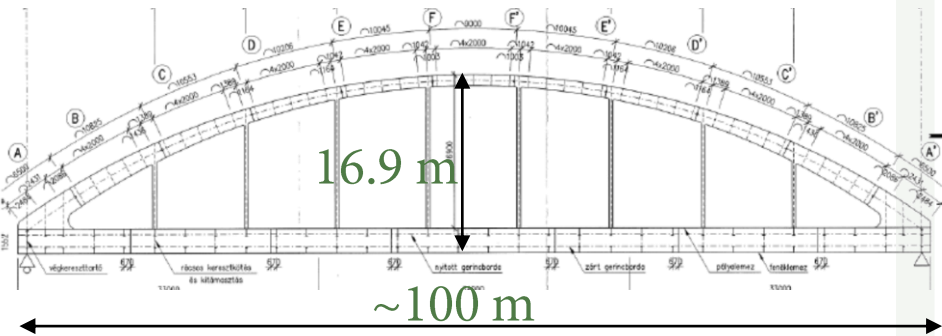
- i) esetleges szükséges helyszíni beavatkozások előrejelzése
- ii) tolási magassági szintváltoztatások („beilag” lemezek)
- iii) előzetes statikai számítások → gyártási pontatlanságok, süllyedések → jelentős változások a reakcióerőkben
- iv) reakcióerők átrendeződése → segéd szerkezetek túlterhelődése?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

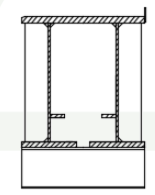
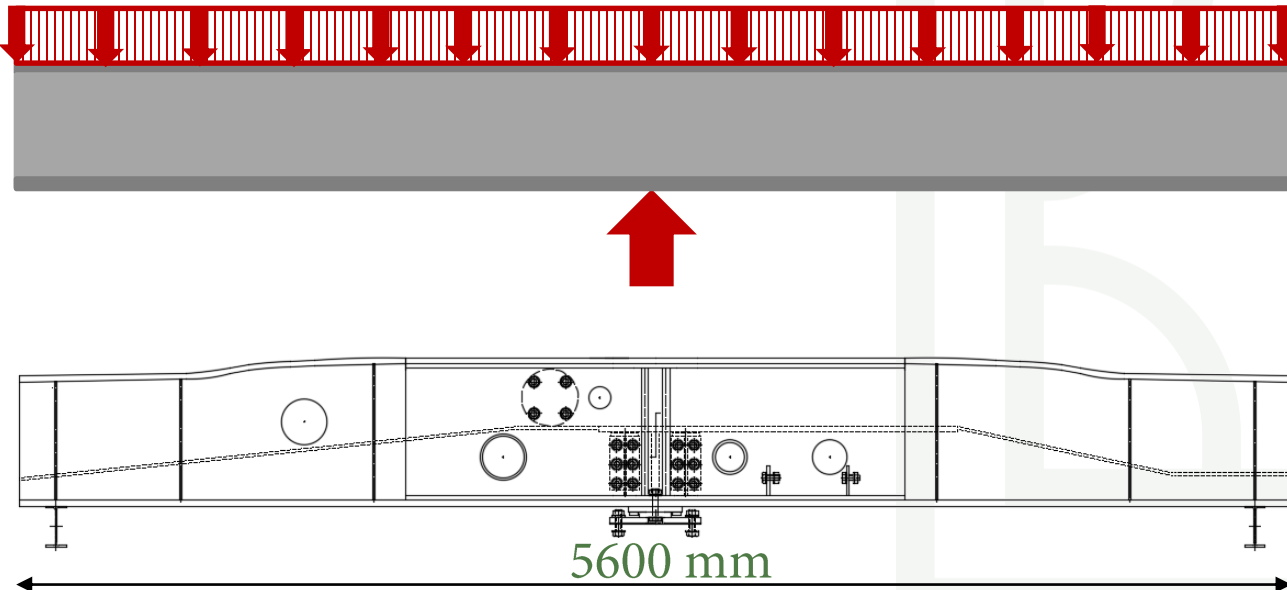
Mérési elv: reakcióerők mérése közvetlenül \boxtimes \rightarrow nyúlásokból visszavezetni

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...

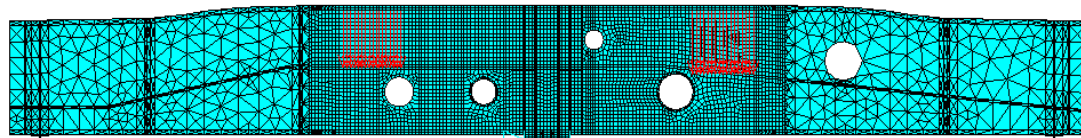
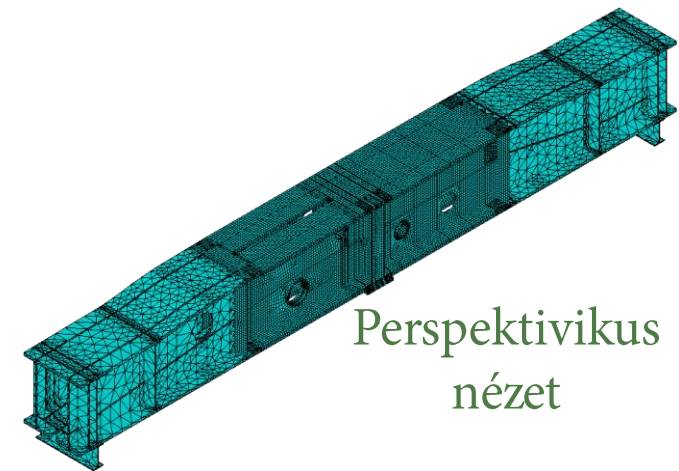
→ VEM

3 MÉRŐPONTOK ÉS MÉRÉSI ELV KIVÁLASZTÁSA - VEM

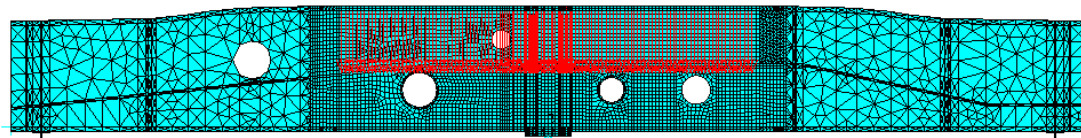
Oka: reakcióerők alakváltozásokból → alakváltozás-mező → gradiensek?

Numerikus modell (ANSYS végeleemes program) → lineáris analízis

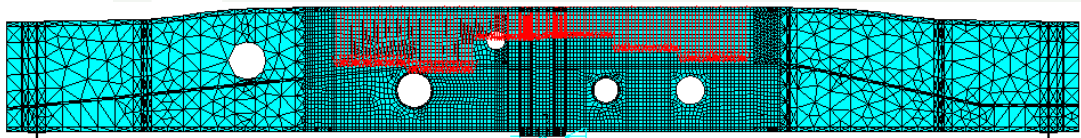
Terhelési esetek



a) 2 szélső zsámoly – egyenletes terhelés



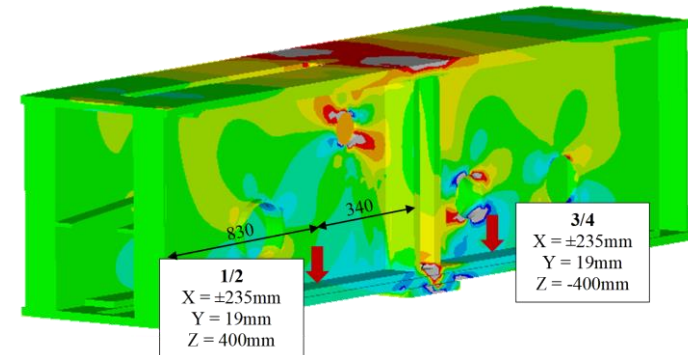
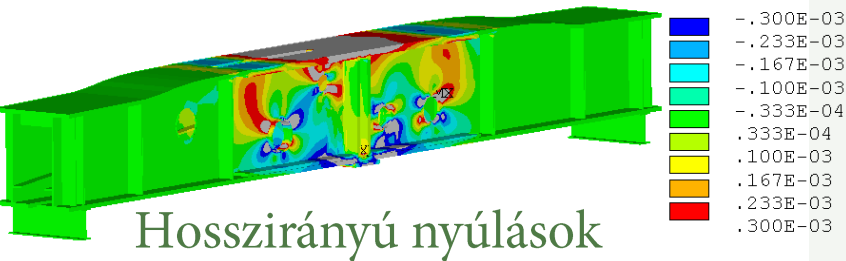
b) 6 db zsámoly – egyenletes terhelés



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



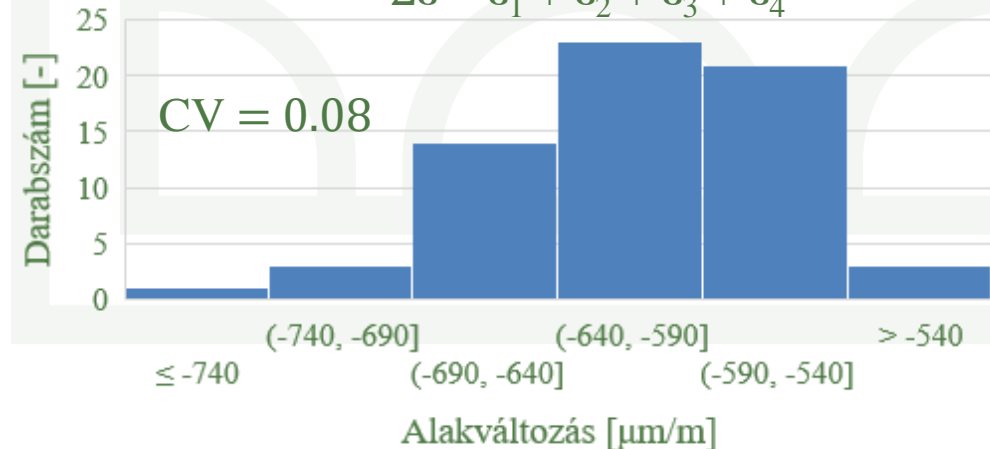
Nyúlásmérő bélyegek helye

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 Ω 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

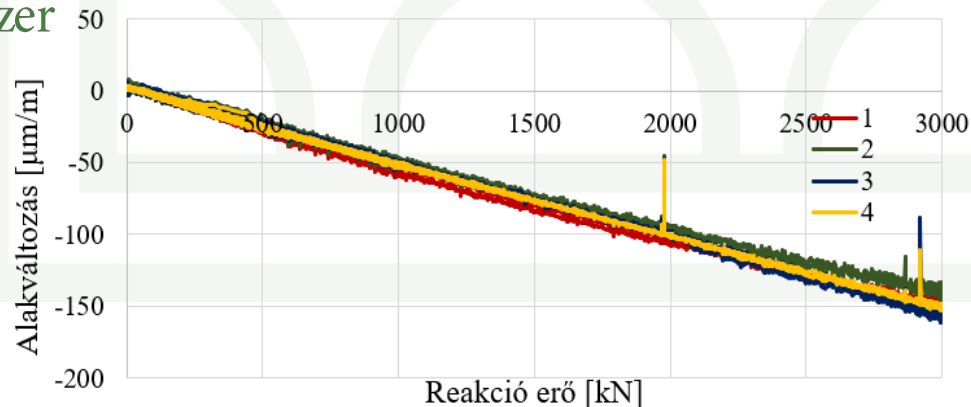
(v) laptop (catman Easy szoftver)

Mintavételi frekvencia: 5 Hz

Előterhelés és visszaterhelés:

→ linearitás

→ ~zérus maradó alakváltozások



4 LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK

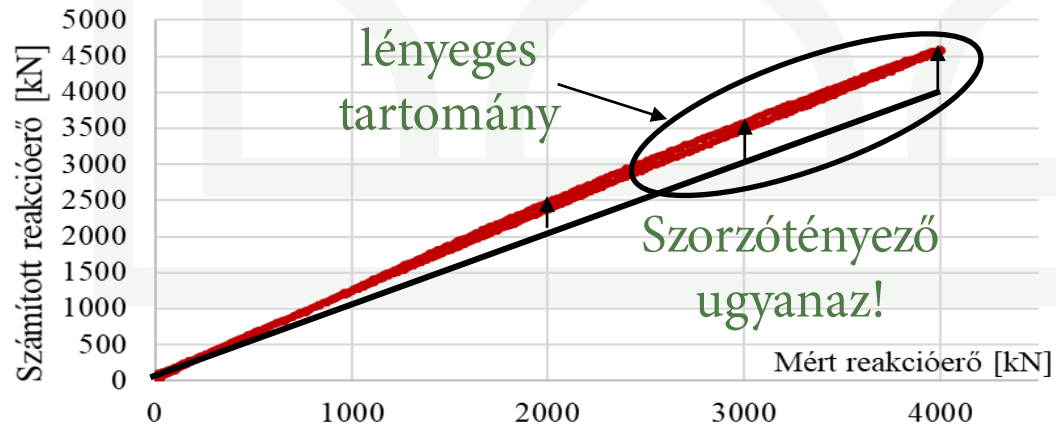
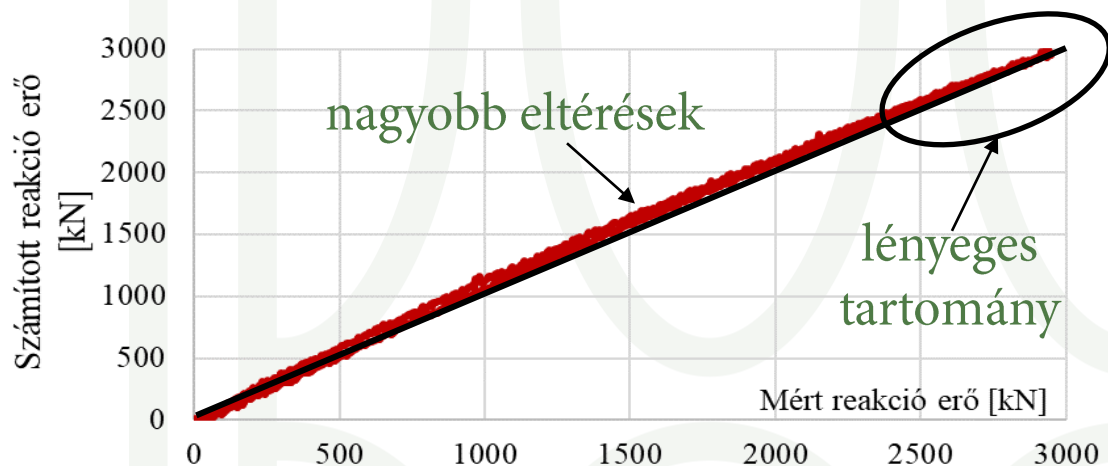
Mérési eredmények:

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 túlpártján) → „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

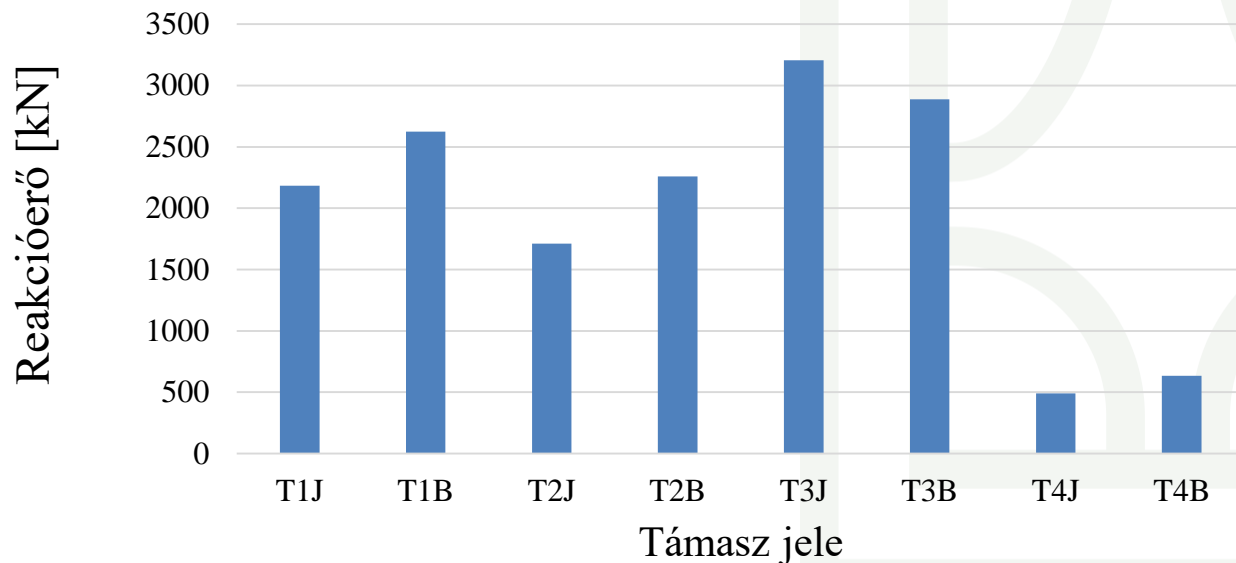
Mérés 1. fázisa: hídszerkezet tolóvonalra engedése, szerelőbakok eltávolítása



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

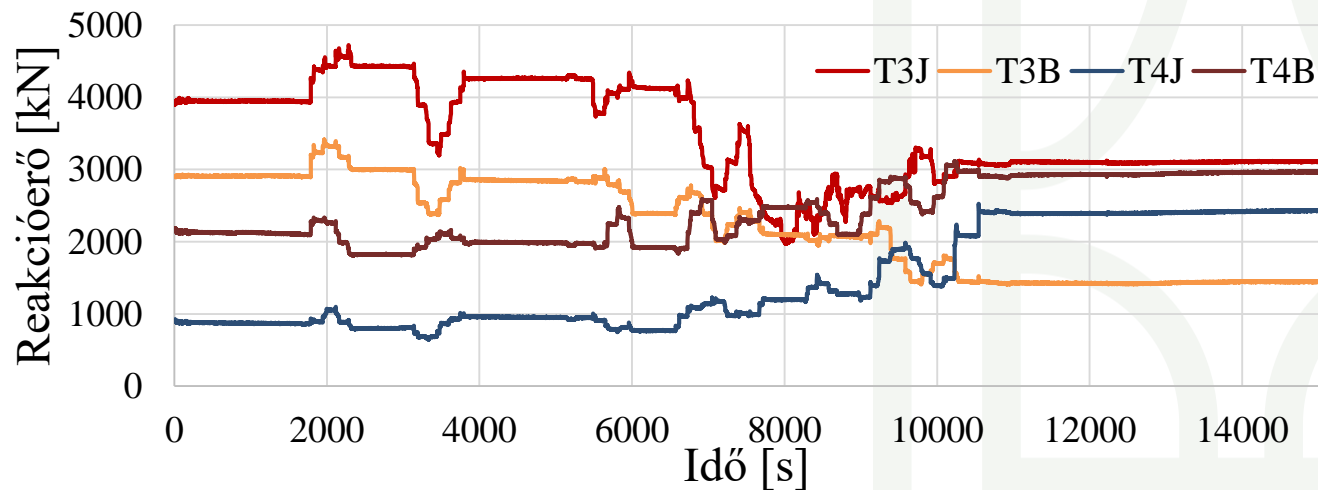
Helyszíni kalibráció:

Szumma reakció (15700 kN) alapján

5 HELYSZÍNI MÉRÉSEK

5.2 MÉRÉSI EREDMÉNYEK

Mérés 2. fázisa: hídszerkezet húzása



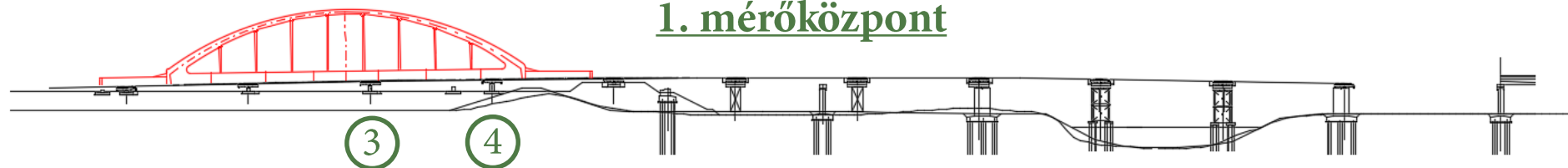
Jelölésrendszer:

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

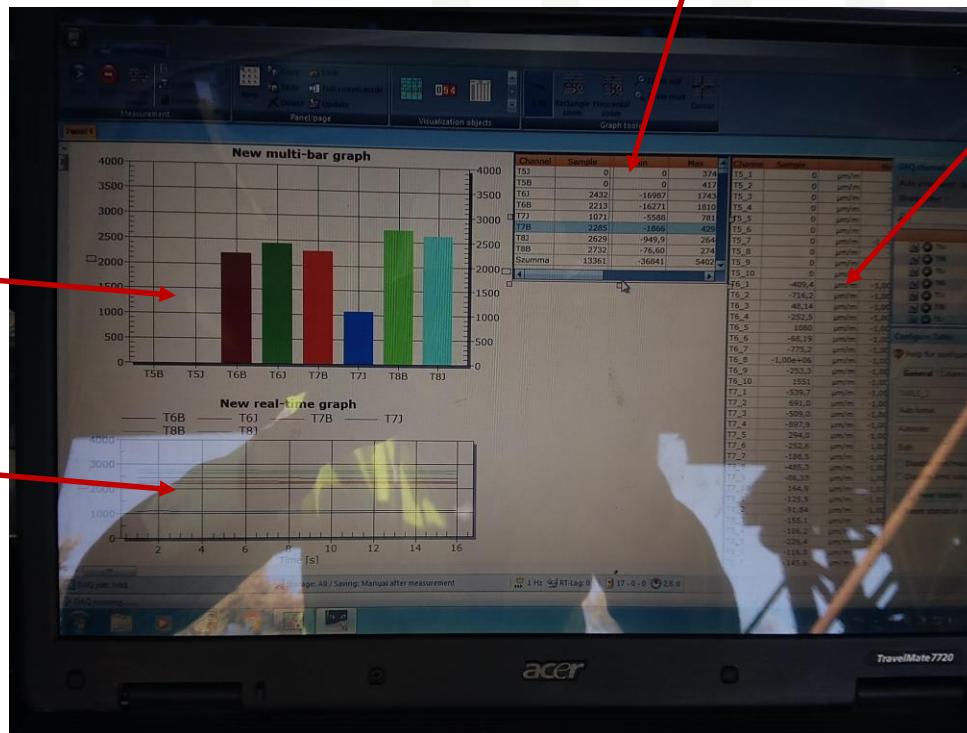
Közbeavatkozási
lehetőség

Pl. bélyeg leszakad

Számított csatorna
javítása

Oszlopdiaagram

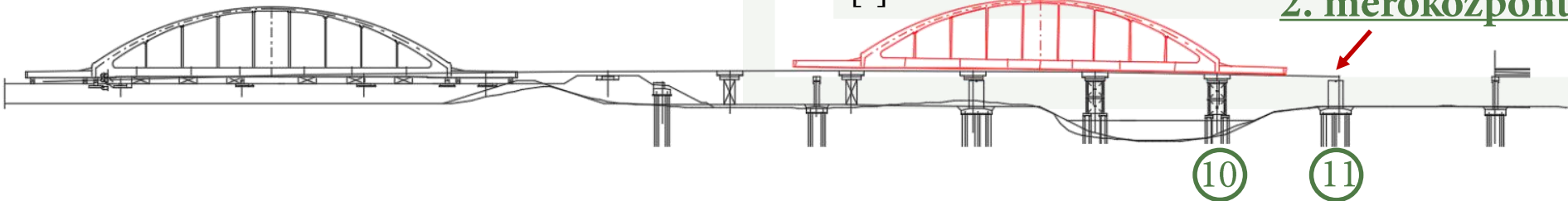
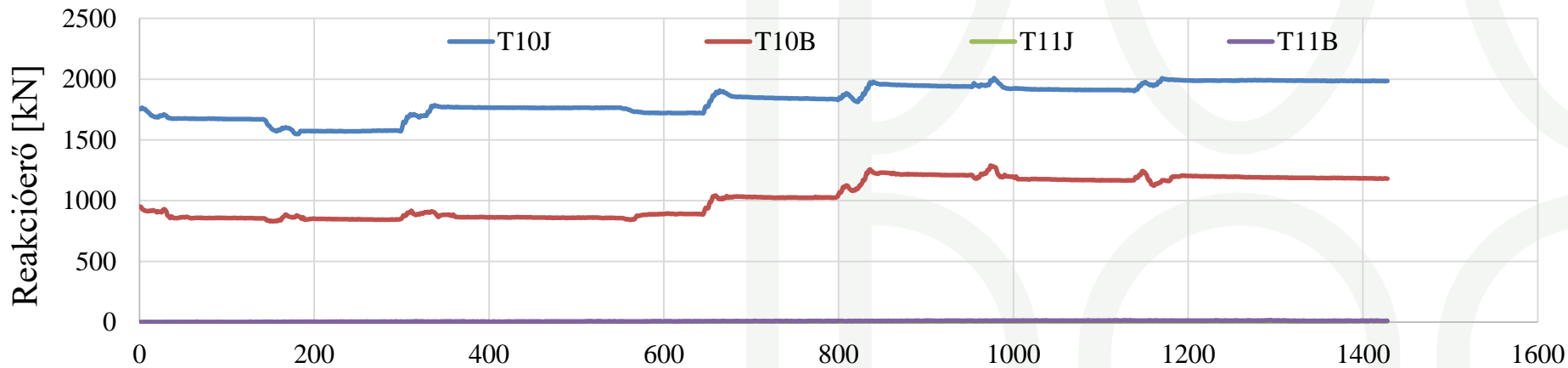
Reakcióerő-idő
diagram



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