



Hazai híd monitoring rendszerek

Hidász Napok 2013

Dunai László

Jakab Gábor

BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

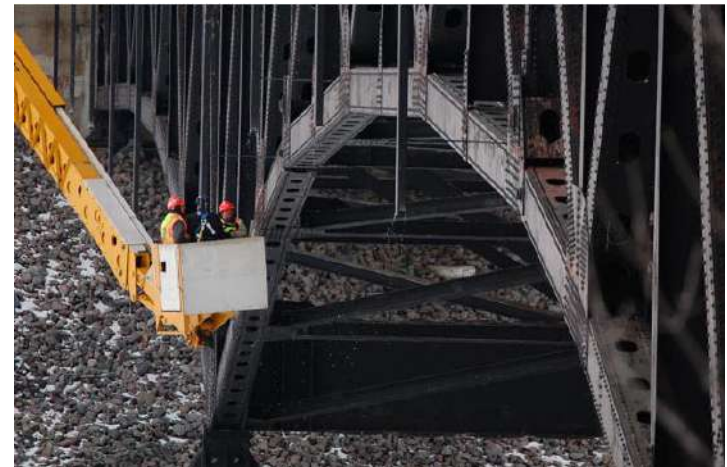
Szerkezetek fenntartása – inspekció

Szerkezetek állapotának értékelése

károsodás → van?
→ hol van?
mekkora?
→ mi a hatása?
mi a teendő?

Gyakorlat: helyszíni vizsgálatok

előírt ellenőrzések
rendkívüli ellenőrzések



Szerkezetek fenntartása – inspekció

Kritika

szubjektív!

egységesek az ítéletek?

vizsgálhatóság

tervezéskor figyelembe veendő

minden esetben biztosított?

nagy erőforrásigény

folyamatos képzés szükséges

Alternatív megoldás?



Dunai László: Monitoring rendszerek – célok, eszközök, alkalmazások. XXIX. Acélszerkezeti Ankét

SHM – Structural Health monitoring

Structural Health Monitoring – Szerkezet állapot figyelése

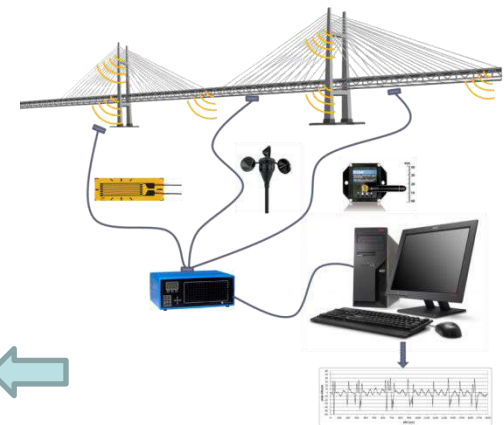
folyamatos
mérés



folyamatos
kiértékelés



pillanatnyi
állapot



SHM építőmérnöki alkalmazásai

Természeti hatások – szerkezeti válasz

nagy szeizmicitású területek

hurrikán/tájfún veszélyeztetett tájak

Kulcsfontosságú infrastruktúra műtárgyak

hidak, alagutak, gátak, energiaellátás létesítményei

Magasépítési szerkezetek

felhőkarcolók



Dunai László: Monitoring rendszerek – célok, eszközök, alkalmazások. XXIX. Acélszerkezeti Ankét

Minneapolis, I-35W Mississippi River bridge, 2007.08.01

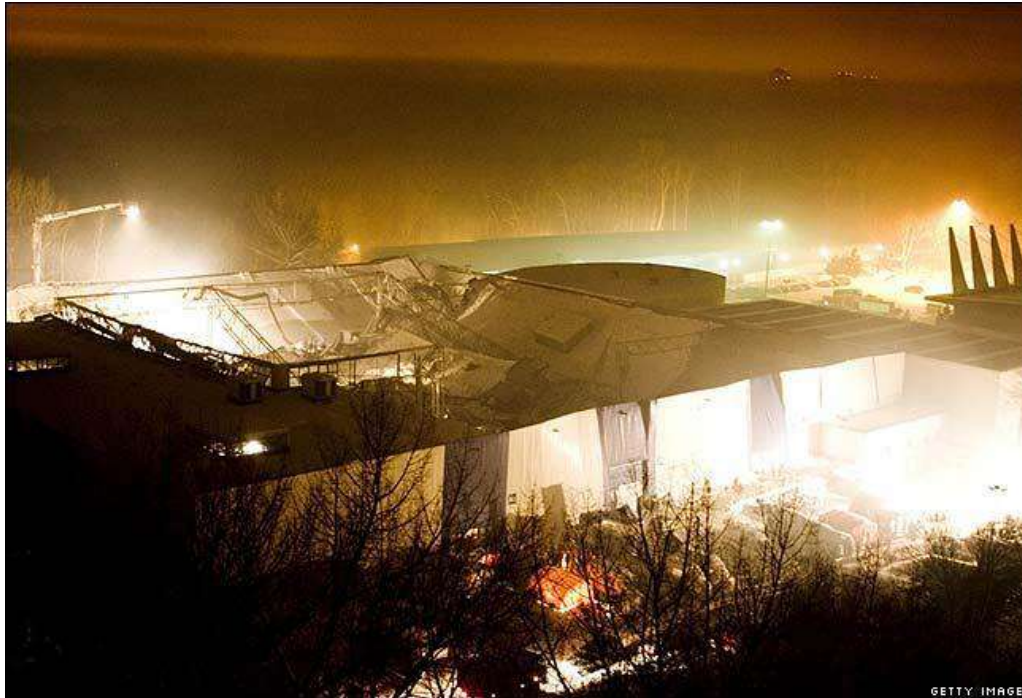
- 2007-re 135.000 jármű/nap forgalom az I-35W hídon (1964-2007).
- A hídnyilvántartás szerint a leszakadáskor:

72.983 híd állapota rosszabb az I-35W-nél



Ájpli Béla: Monitoring rendszerek – külföldi példák. XXIX. Acélszerkezeti Ankét

Lengyelország



2006. január 28.



A hó terhe alatt beomlott a Katowicei Kereskedelmi Csarnok tetőszerkezete.

65 halott, több mint 170 sérült.

1000 tűzoltó és 230 rendőr kutatta a roncsokat.

Egyike a 10 legnagyobb Lengyelországi szerencsétlenségnek.



MONITORINGOZÁS

**Schemat systemu monitoringu
konstrukcji mostu**
Skala 1:500



Hazai helyzet

Kormányrendelet

Monitoring rendszerek

Tiszavirág-híd, indulás: 2011. november

M0 Hárosi híd déli pálya, indulás: 2013. július

M0 Hárosi híd + Soroksári híd, tervezés alatt

BME: kutatási téma

Németh Dorián, MSc diplomamunka, Tiszavirág-híd (2013)

Németh Balázs, TDK dolgozat, MEMS szenzorok vizsgálata (2013)

Dudás Klára, TDK dolgozat (2012), BSc diplomamunka (2013)

Tiszavirág-híd monitoring rendszere



Riasztó- és monitoring rendszer

Cél: felszerkezet mozgásainak megfigyelése

- szél okozta gerjedés
 - gyalogosok okozta esemény
 - szerkezet pontosabb megismerése
 - SHM és alkalmazás
 - „kihelyezett laboratórium”
- } riasztás
- } kutatás

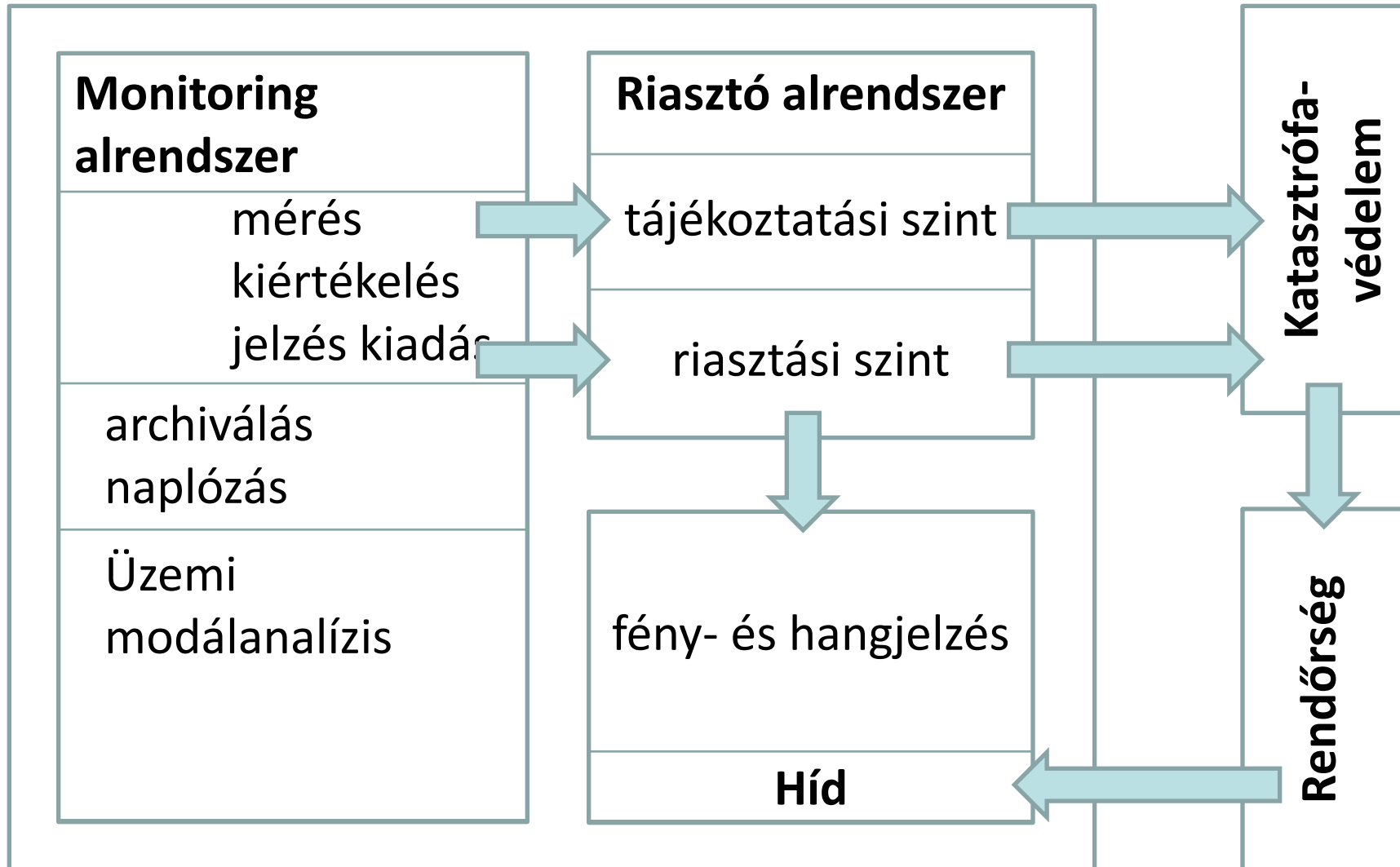
Rendszer kiépítése: 2011 július - október

október 25 tesztüzem kezdete

november 22 kalibrálás, hatósági szemle

november 29 rendszer bekapcsolása

Rendszer - áttekintés



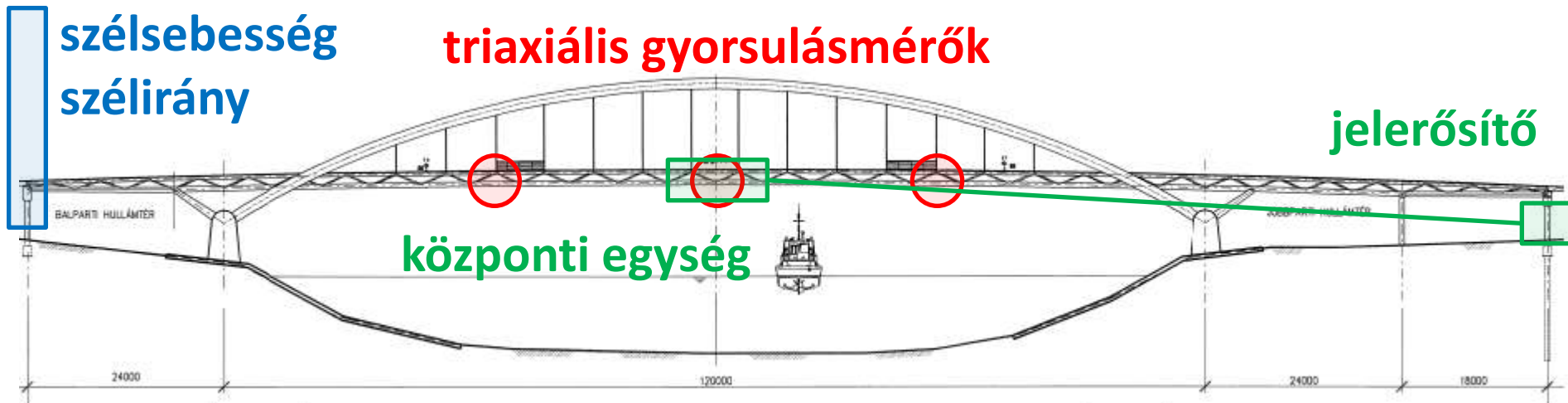
Rendszer – hardver

szélesebbség
szélirány

triaxiális gyorsulásmérők

jelerősítő

központi egység



6 x 3 csatorna

2 csatorna

gym3

gym2

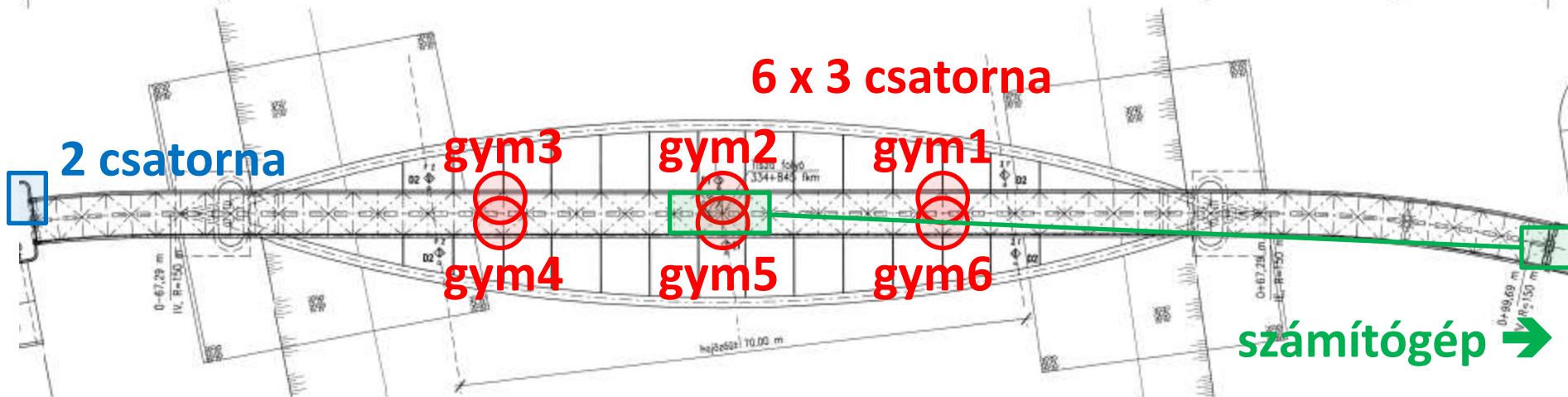
gym1

gym4

gym5

gym6

számítógép →



Rendszer – hardver

Szenzorok

saját fejlesztésű gyorsulásmérő

Kriwan szélesebbesség és szélirány mérő



Mérőrendszer

National Instruments mérőerősítő

MOXA hálózati eszközök

Vezérlő PC

„irodai” konfiguráció

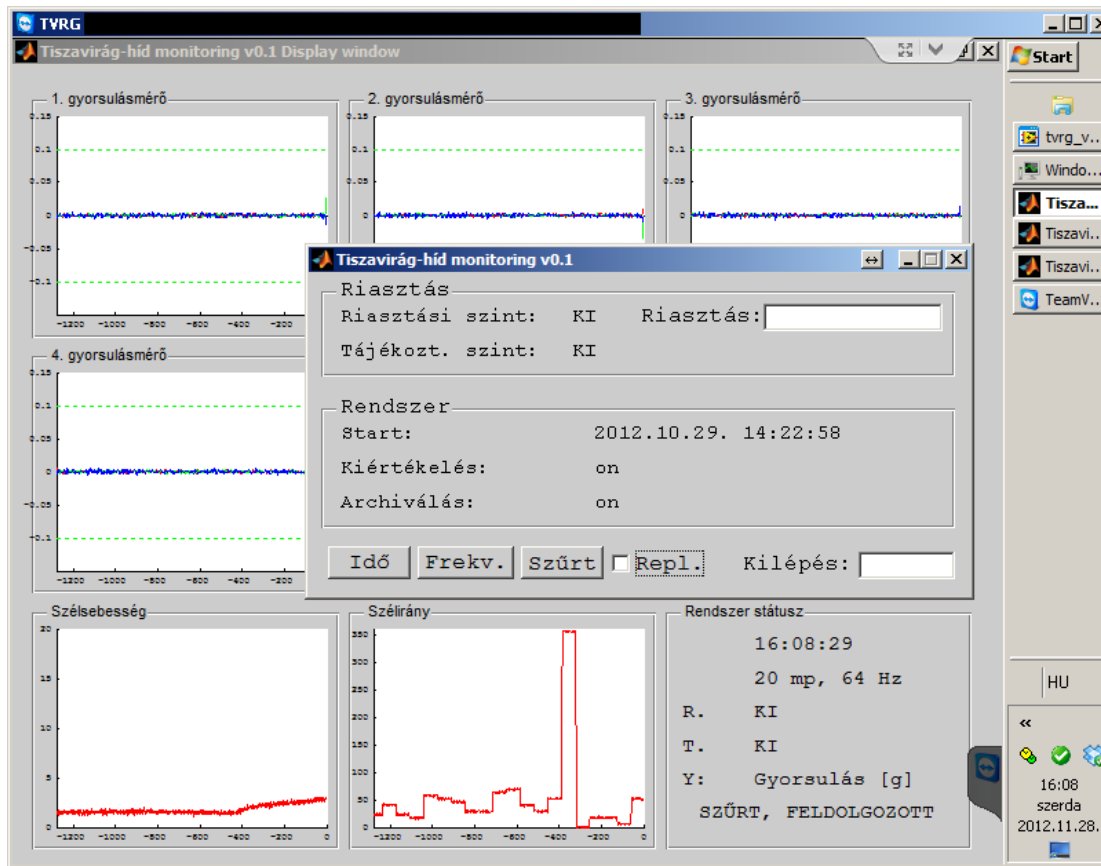
2 x 3 TB tárterület



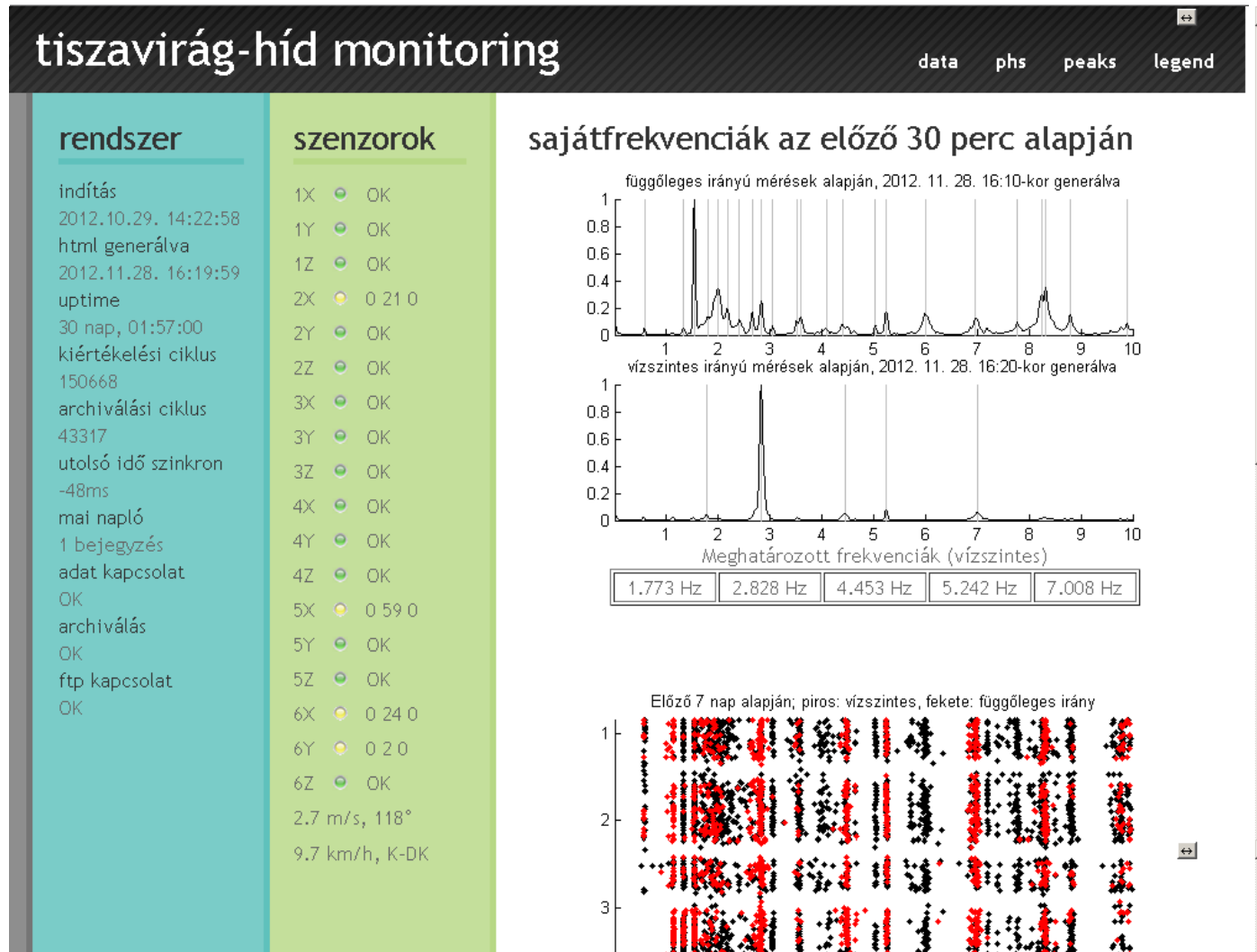
MATLAB



Rendszer – távfelügyelet

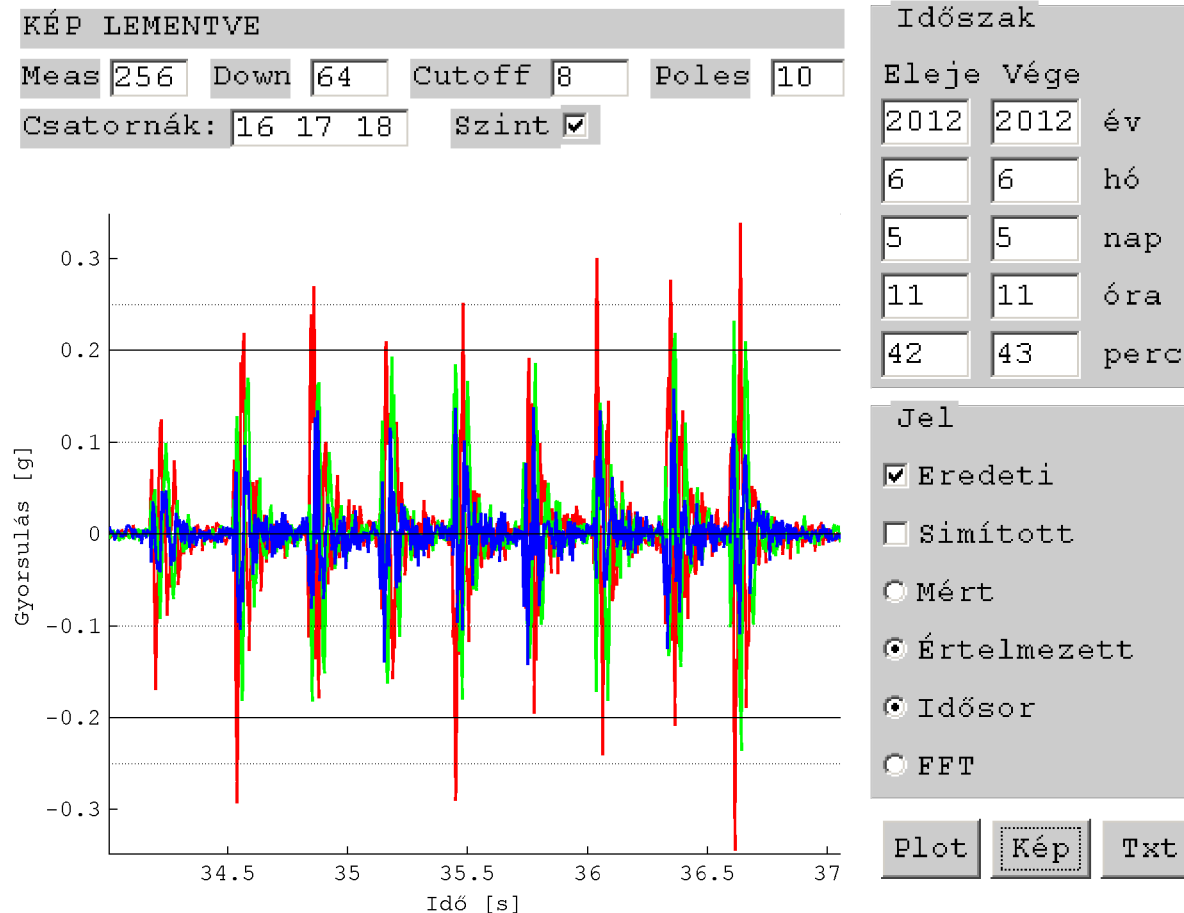


Rendszer – távfelügyelet



Tiszavirág-híd - eredmények

Riasztás – 2012. június 5.



Tiszavirág-híd - eredmények

Tömegrendezvények

nincs jelentős hatás

Szél-szerkezet interakció

maximális gyorsulás és szélesebesség nem korrelál

→ mérési hely nem ideális?

első két sajátalak csak keresztirányú szélben kimutatható

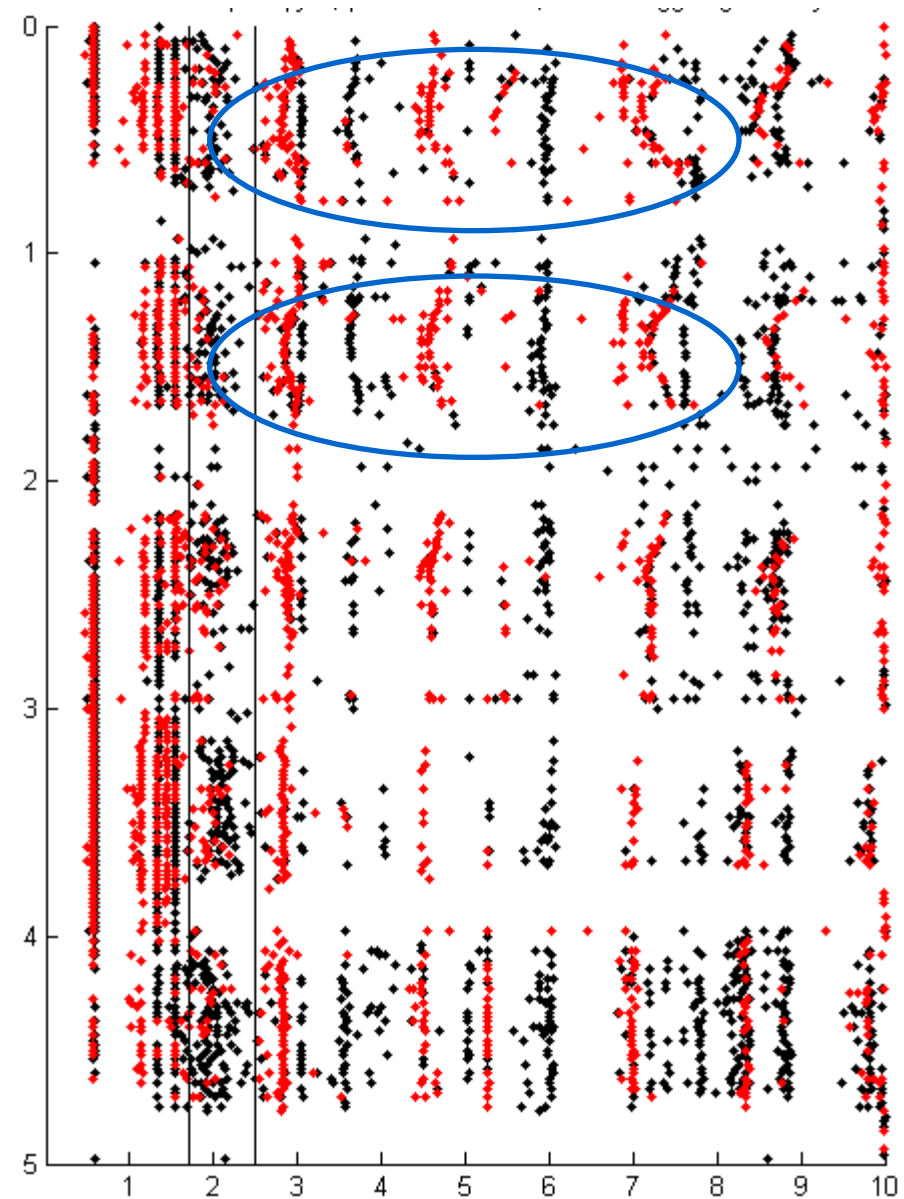
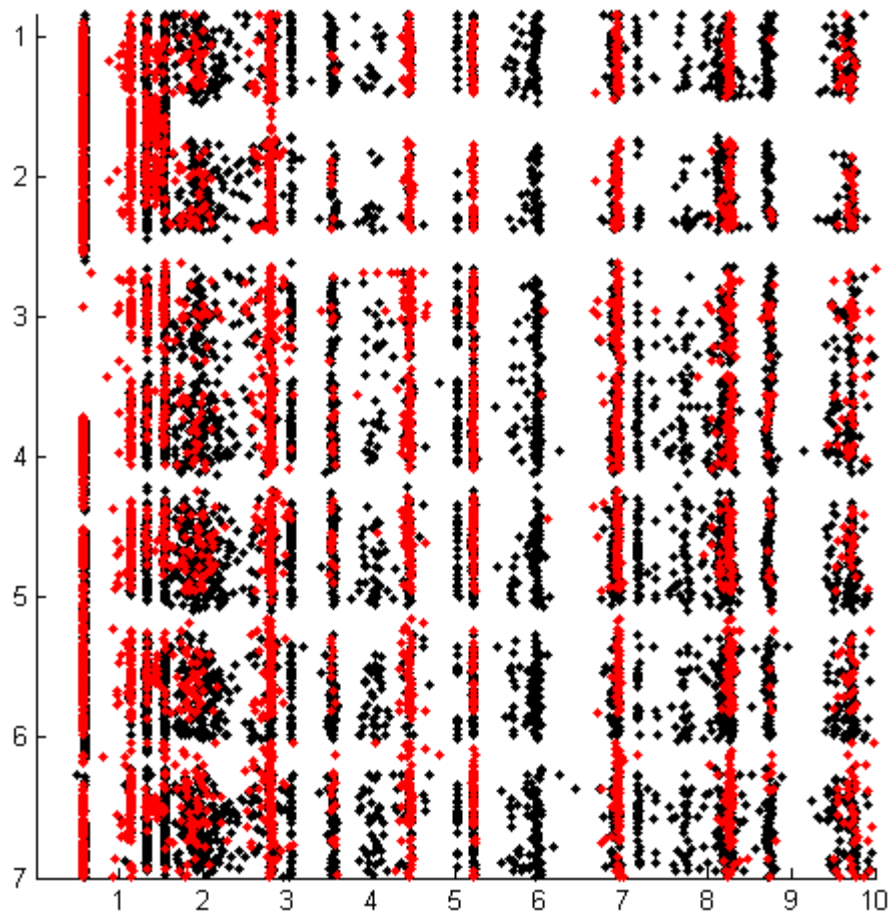
→ nincs szenzor az íveken

Sajátfrekvenciák

Üzemi modálanalízis: FDD + csúcskereső algoritmus

egyes sajátfrekvenciák fagyponthoz alatti hőmérsékletben megváltoznak

Üzemi modálanalízis



2013. március 13 – március 17.

Németh Dorián: MSc Diplomamunka. BME, 2013

Tiszavirág-híd - összefoglalás

Két éve működtetett rendszer

tapasztalatgyűjtés: hardver, szoftver, üzemeltetés
stabil működés, alacsony karbantartási igény

Mérési eredmények

szél-szerkezet interakció biztonsági vonatkozása tisztább
nem várt jelenségek kimutatása
további monitoring feladatok, kiértékelések beépíthetőek

Kihelyezett laboratórium

„gyakorlóterep”: kiegészítő mérések lehetősége

M0 Hárosi híd monitoring rendszere



M0 Hárosi híd monitoring rendszere

Három hídszerkezet a Nagy-ág felett

Ártéri hidak: vbt-acél öszvér gerendahíd

Mederhíd: ortotróp pályalemezes acél gerendahíd

Legjobban terhelt hídjaink

nagy teherforgalom

Tipikus szerkezetek

más hidaknál is használható eredmények

Ismert forgalmi összetétel

mindhárom hídon azonos teher

teher oldal ismert – szabványos számítások pontosítása

Lehetőség más mérőrendszerekkel való integrációra

FIR, meteorológia, kiegészítő mérések...

M0 Hárosi híd monitoring rendszere

Cél: felszerkezet megfigyelése

- saruelmozdulás mérés
 - szerkezeti hőmérséklet mérése
 - gyorsulásmérés
 - nyúlásmérés
- } üzemeltetés
közvetlen
támogatása
- } dinamikai viselkedés,
pályalemez fáradás

→ kutatás, eredmények kiterjesztése

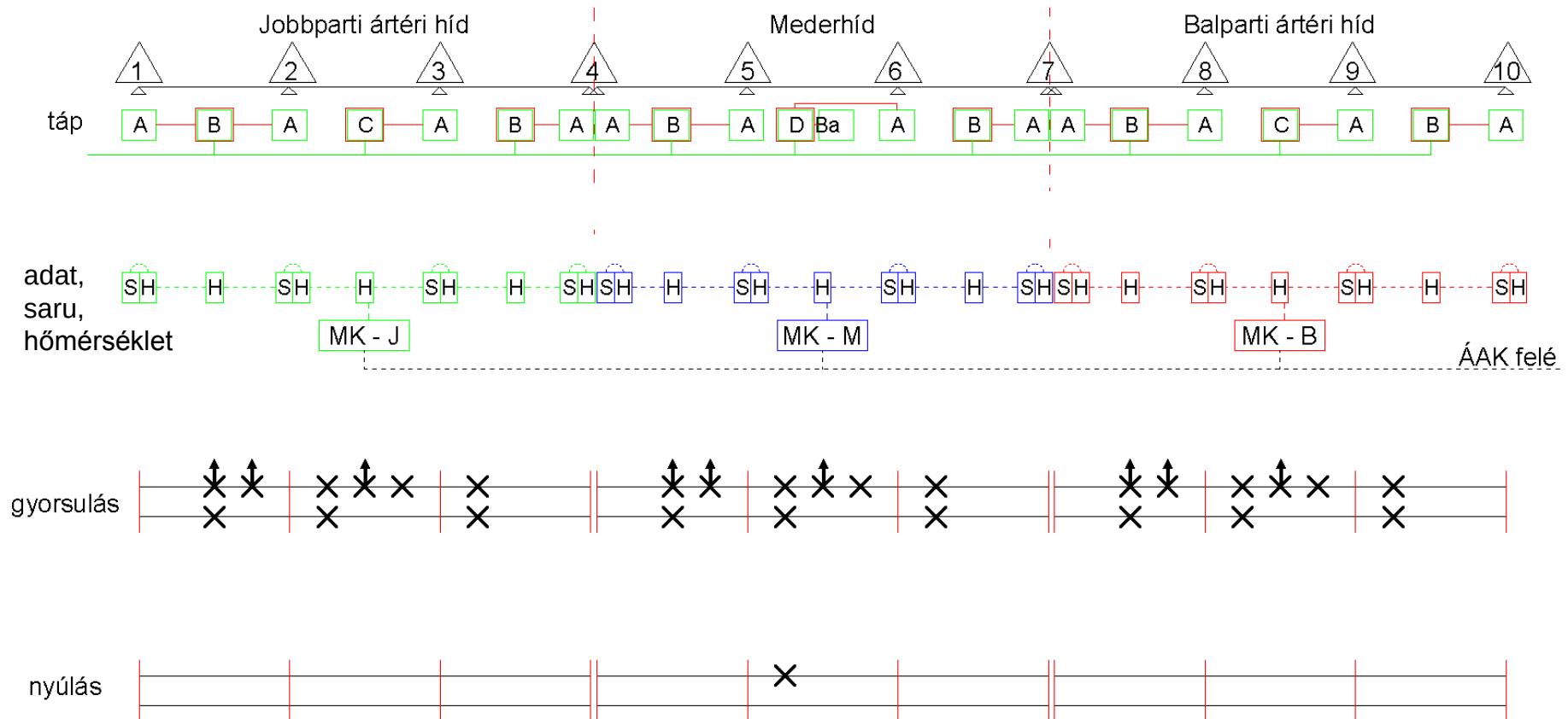
Bővíthető rendszer

részben moduláris hardver

kvázi-szabványos szoftverek (OPC Server, MySQL)

moduláris célszoftver (Python)

M0 Háros - mérőrendszer



M0 Háros - szenzorok

Saruelmozdulás: lineáris úradók
+/- 200 mm mérési tartomány
0,006 mm elméleti felbontás
mintavétel: 2 Hz

Hőmérséklet: Pt100 hőmérők
pontosság: 0,1 °C
mintavétel: 0,1 Hz



M0 Háros - szenzorok

Gyorsulásmérés:

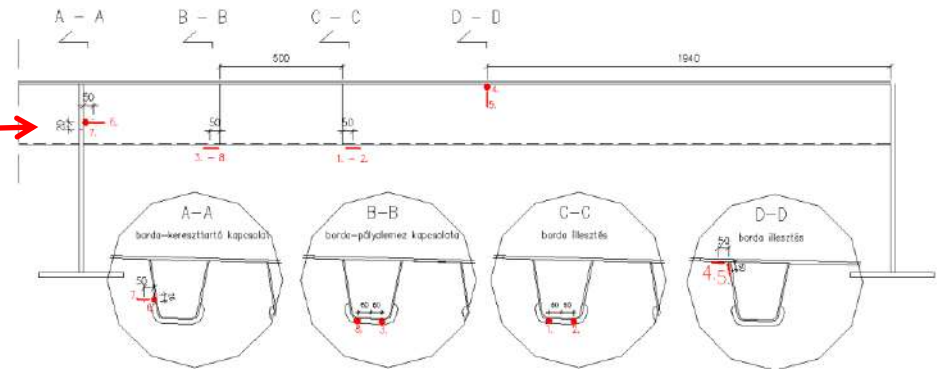
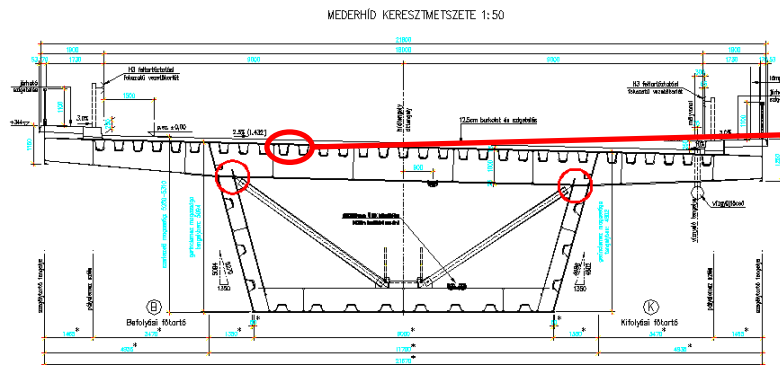
piezoelektromos gyorsulásmérők

+/- 0,5 g mérési tartomány, 10 V/g érzékenység

$8 \cdot 10^{-6}$ g zaj

Nyúlásmérés:

8 + 22 db uniaxiális, acélra hőkompenzált bélyeg



M0 Háros - mérőeszközök

A hídon kizárólag felügyeletet nem igénylő eszközök vannak

Saruelmozdulás, hőmérséklet

MOXA ioLogik egységek,

TCP/IP EtherNET felület

Gyorsulás, nyúlás

NI cDAQ eszközök,

moduláris, bővíthető rendszer,

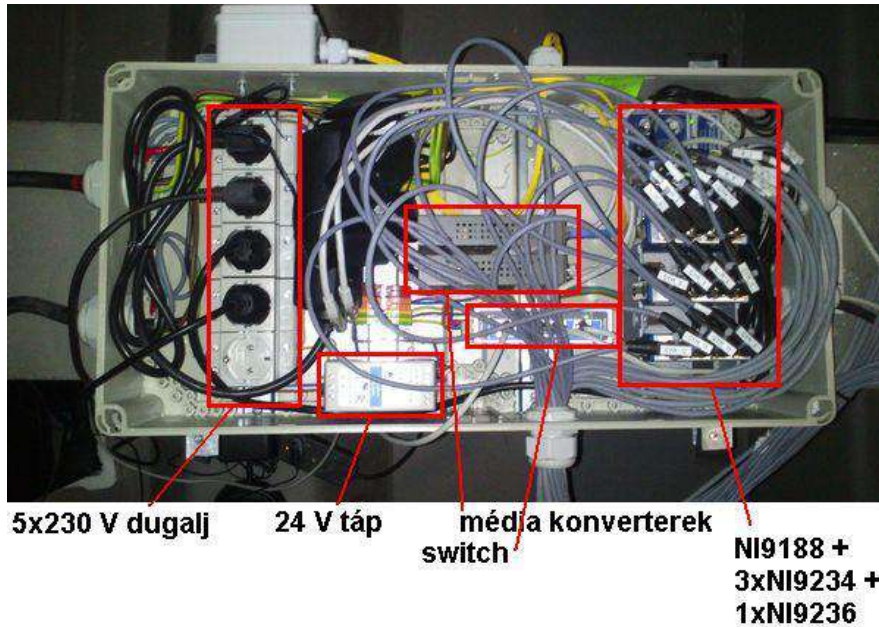
TCP/IP EtherNET felület

Hálózati eszközök

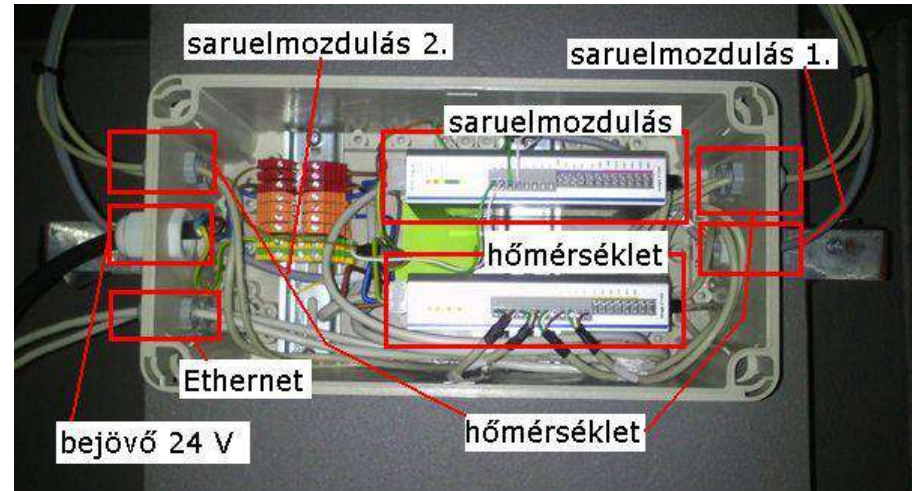
MOXA EDS switchek



M0 Háros - mérőeszközök

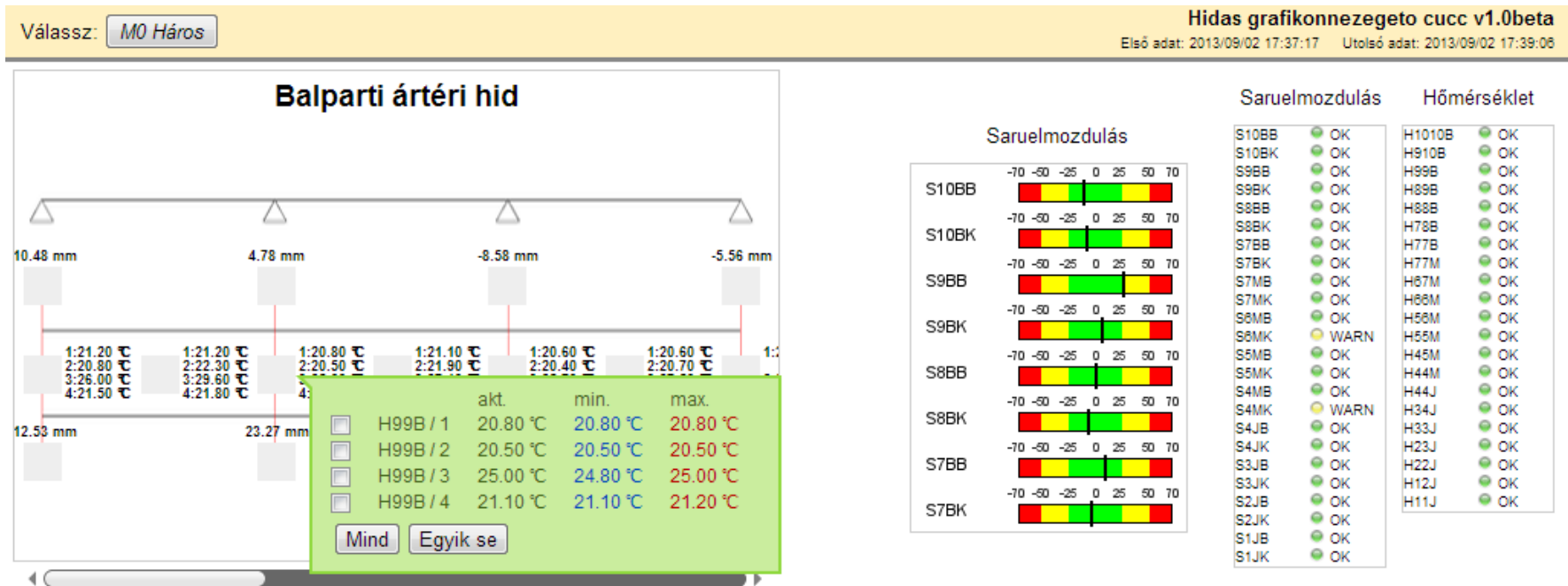


Mérőközpont doboza



Szerelődoboz az egyik támasznál

M0 Háros - adatgyűjtés

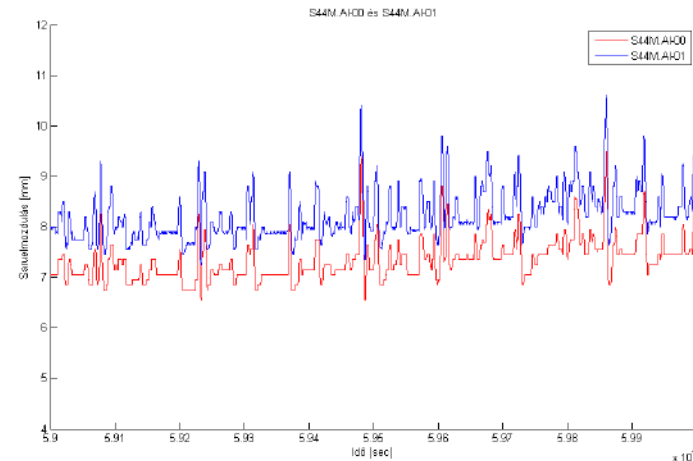
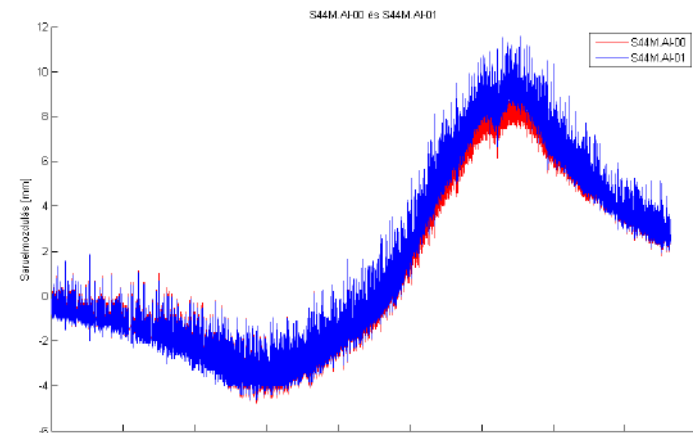
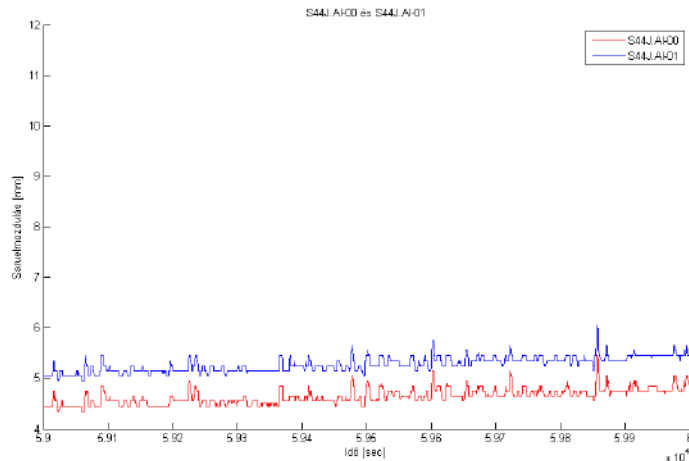
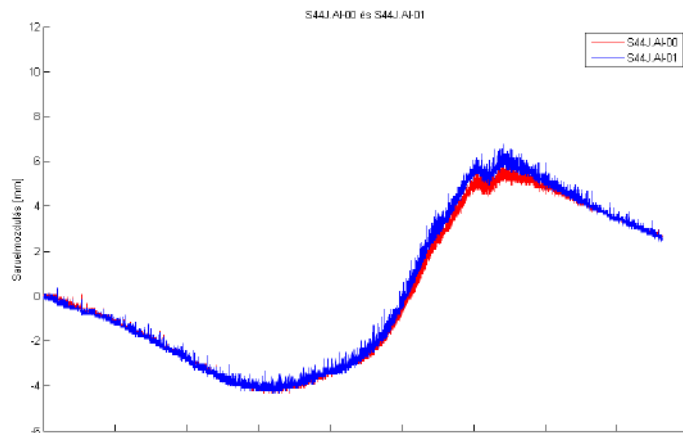


Jelenleg nincs kiválasztott hőmérsékletszenzor.

Jelenleg nincs kiválasztott elmozdulásszenzor.

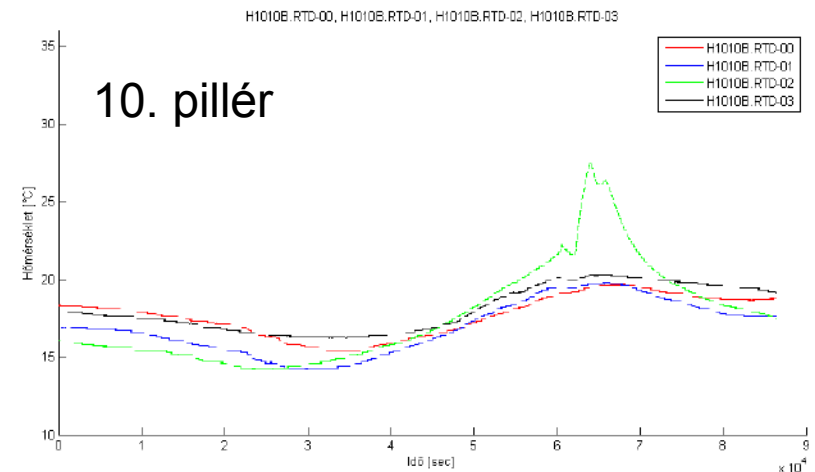
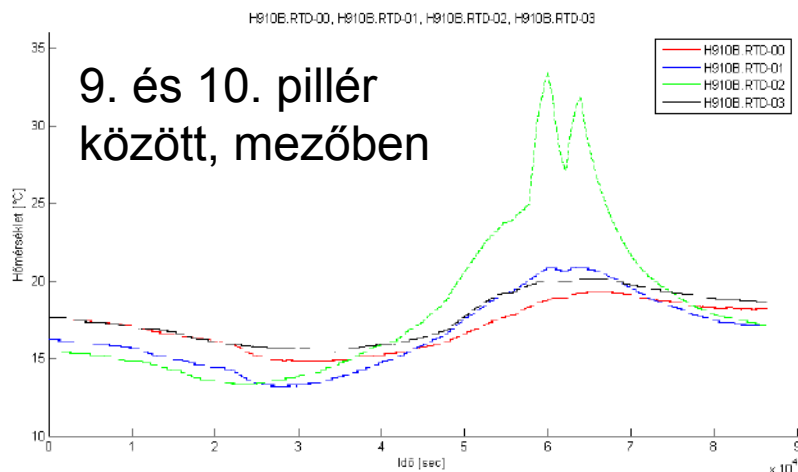
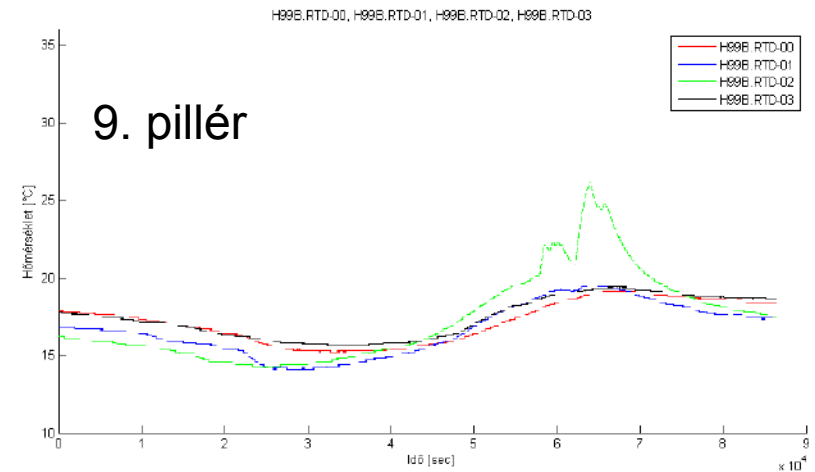
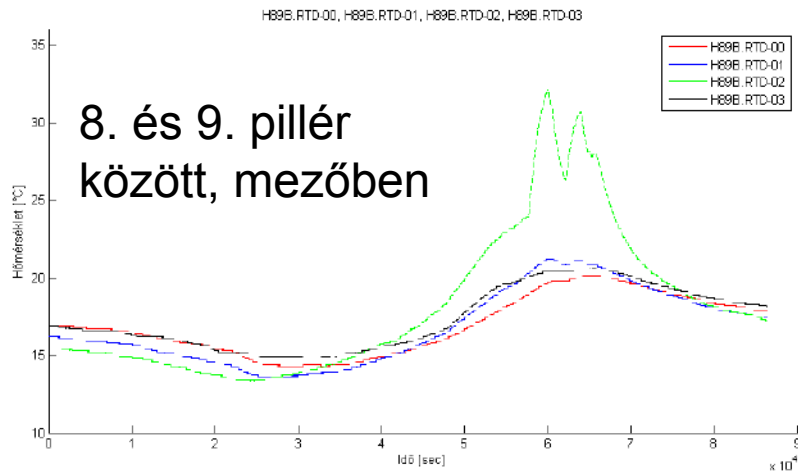
M0 Háros - saruelmozdulás

4-es pillér, jobbparti híd és mederhíd sarui

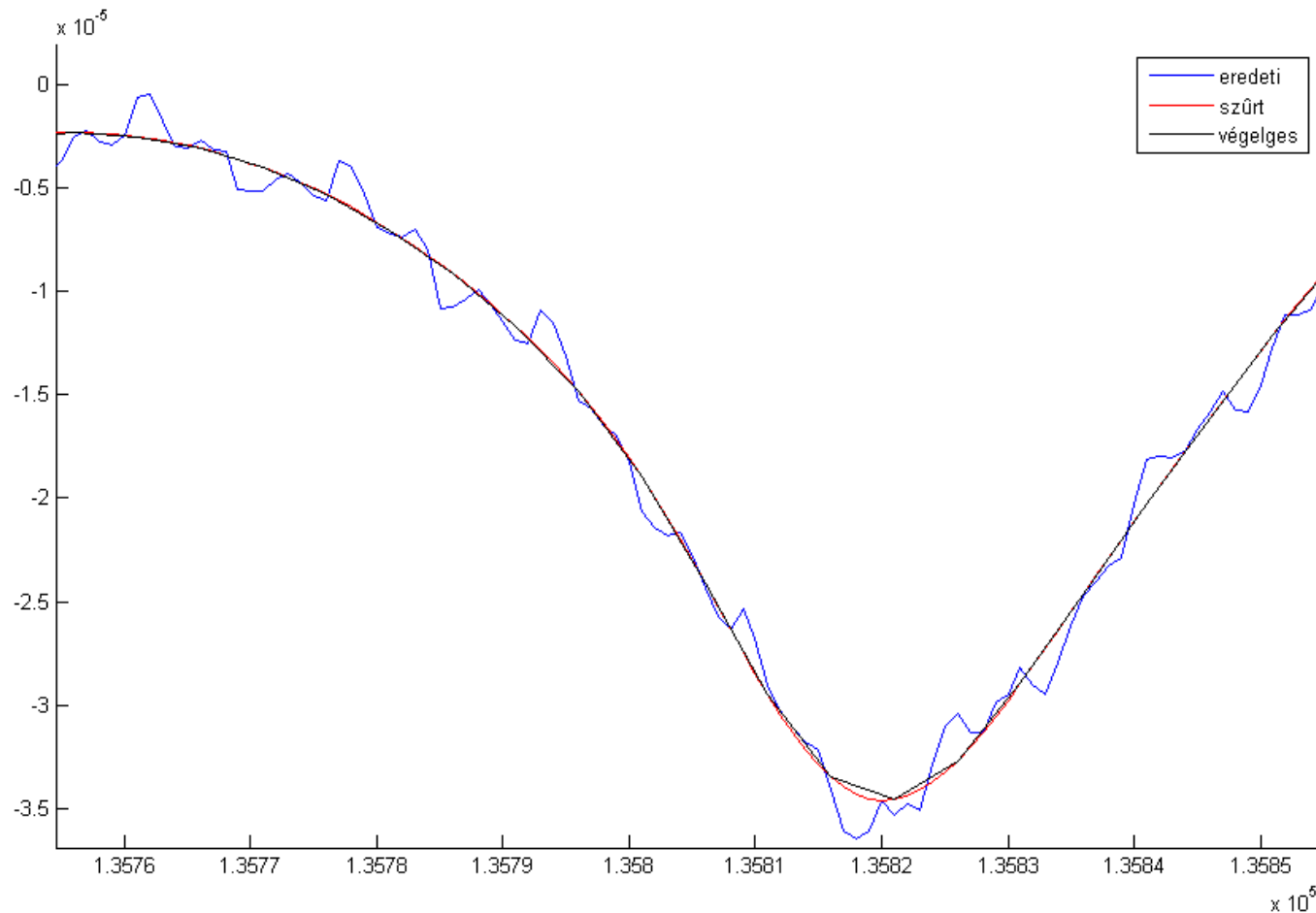


M0 Háros - hőmérséklet

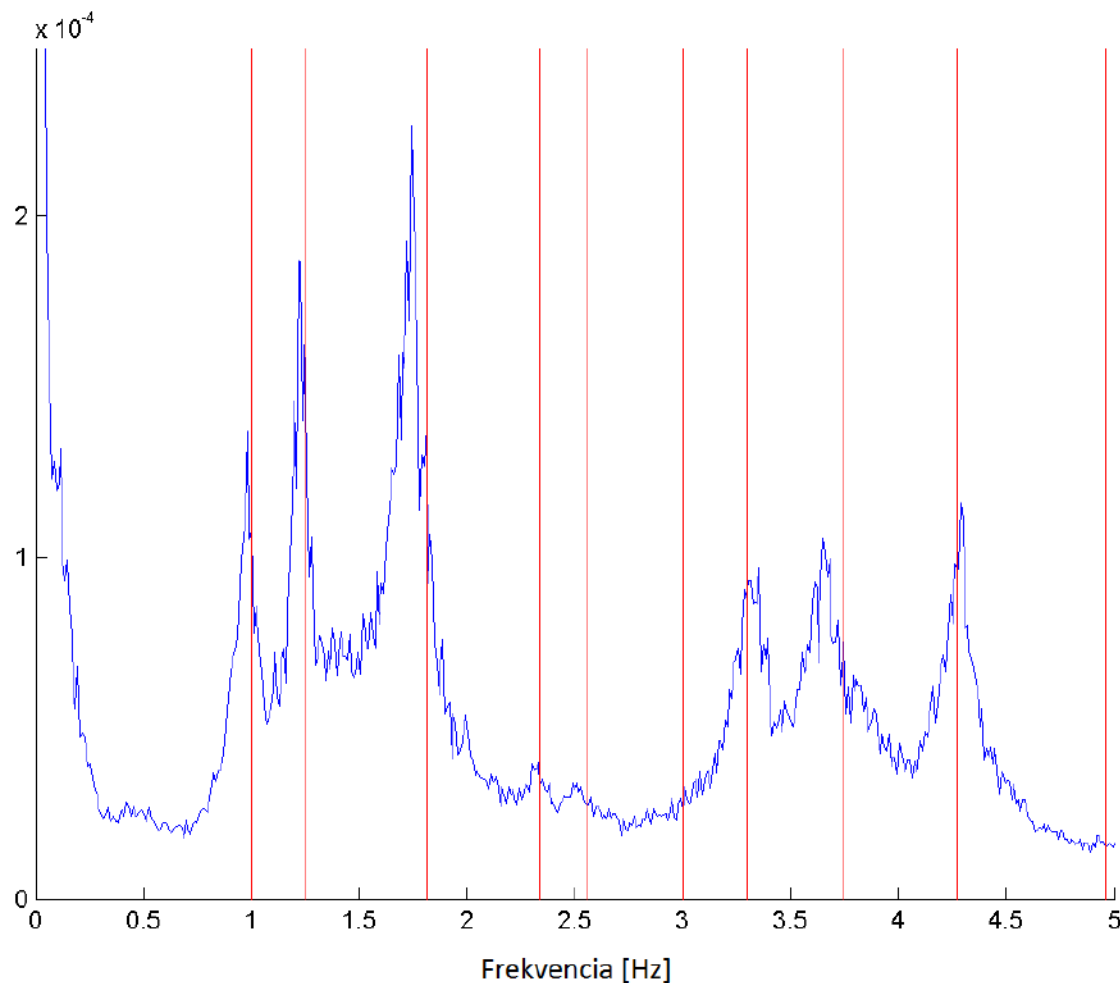
Balparti híd hídfő felőli vége



M0 Háros - nyúlásmérés



M0 Háros - gyorsulásmérés



M0 Háros - összefoglalás

Nagy mennyiségű, kiváló minőségű adat

Közvetlen hasznosulás

automatizált feldolgozást igényel – fejleszteni kell
hídmester támogatása

túlsúlyos járművek, saru karbantartás

Kutatási lehetőség

BME – ÁAK együttműködés keretében

fáradás, dinamikai viselkedés

eszközök, eredmények felhasználása más hidakon



Köszönöm a figyelmet!