

Bridge Weigh-in-Motion és digitális iker hídszerkezetekben



Automatizálási és
Alkalmazott
Informatikai Tanszék

Szinyéri Bence
Kővári Bence



Építőmérnöki Kar
Hidak és Szerkezetek
Tanszék

Joó Attila László
Völgyi István
Kollár Dénes
Kenéz Ágnes



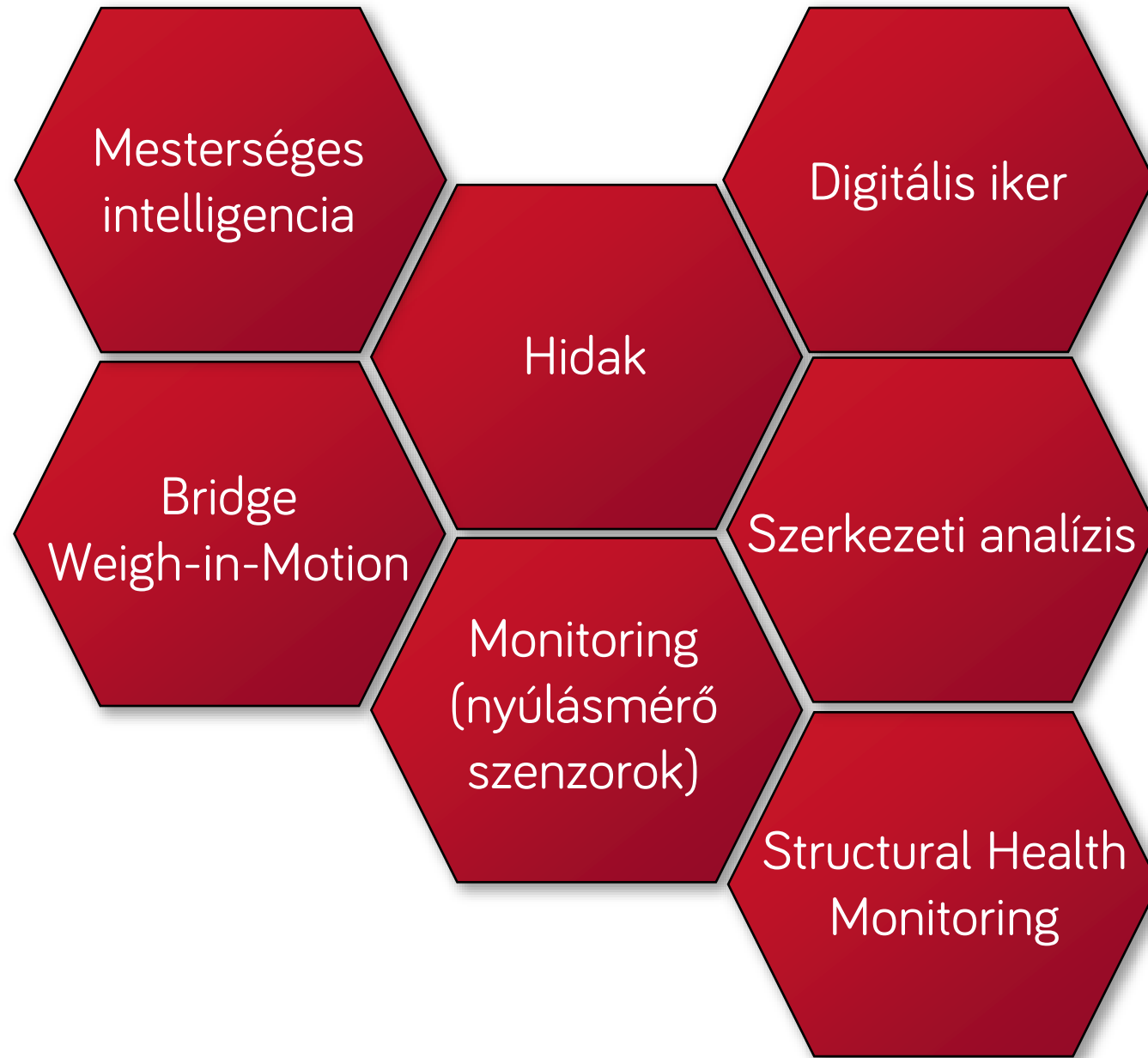
**DIGITAL
TWINS**
infrastructures & cities



**MESTERSÉGES
INTELLIGENCIA**
Nemzeti Laboratórium

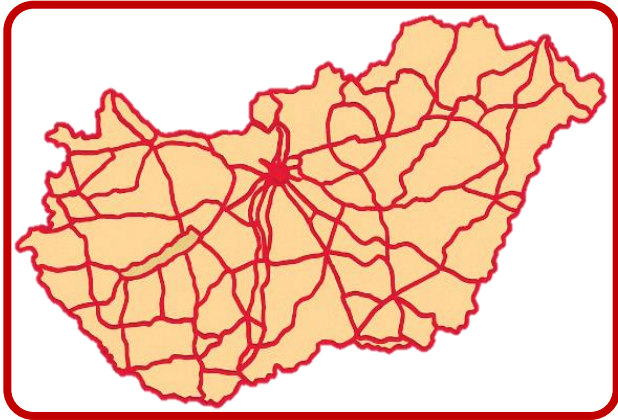
Gépi intelligencia és emberi tudás – MI az építőiparban és a mérnöki tevékenységekben

Tartalom



Weigh-in-Motion

Tengelysúlymérés a jármű megállítása nélkül, menet közben.



B(ridge)-WIM

Szenzorok a híd alatt/alján

Hidakra telepíthető (stratégiai pontok)

Nem invazív

Alacsonyabb telepítési költség

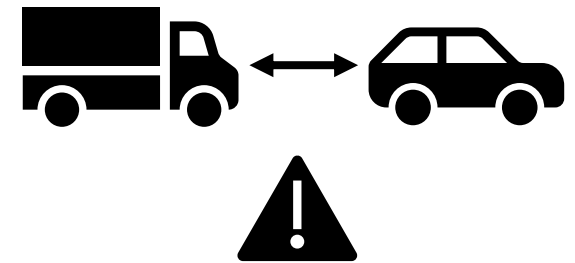
Javítás, karbantartás egyszerűbb

Megbízható pontosság hosszú távon

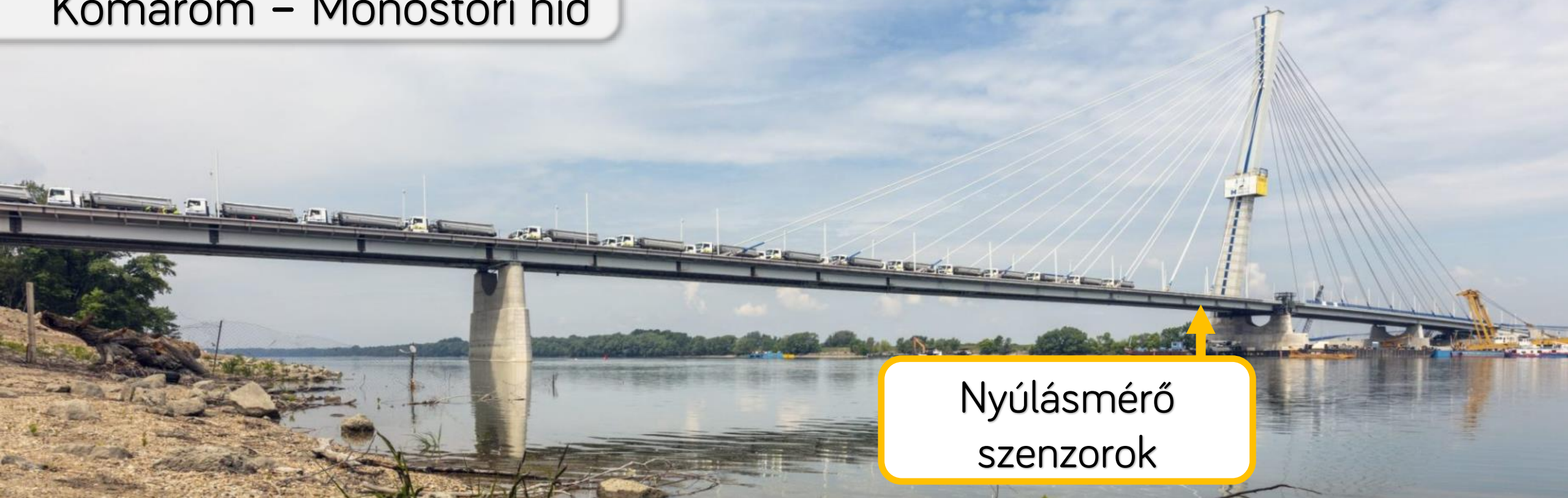
Kátyúk, nyomvályúsodás



Féktávolság megnő



Komárom – Monostori híd



Nyúlásmérő
szenzorok

Bridge Weigh-in-Motion
(B-WIM)

Structural Health Monitoring (SHM)
Real-time Digital Twin

Digitális Iker vs. Structural Health Monitoring

Structural Health Monitoring (SHM)



Monitoring
(nyúlás, hőmérséklet, stb.)

Mérés a híd ADOTT
pontjaiban

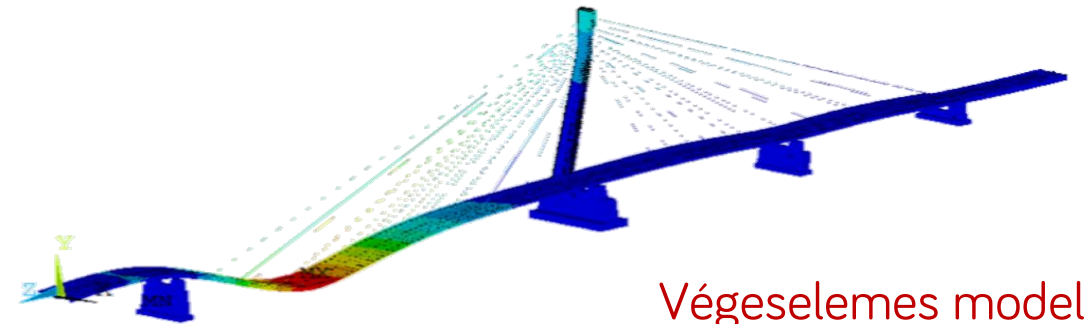
Adatbázis
(mért jelek)

Bridge
Weigh-in-Motion



Jármű adatok

Digitális iker



Végeselemes modell
(Finite Element Model, FEM)

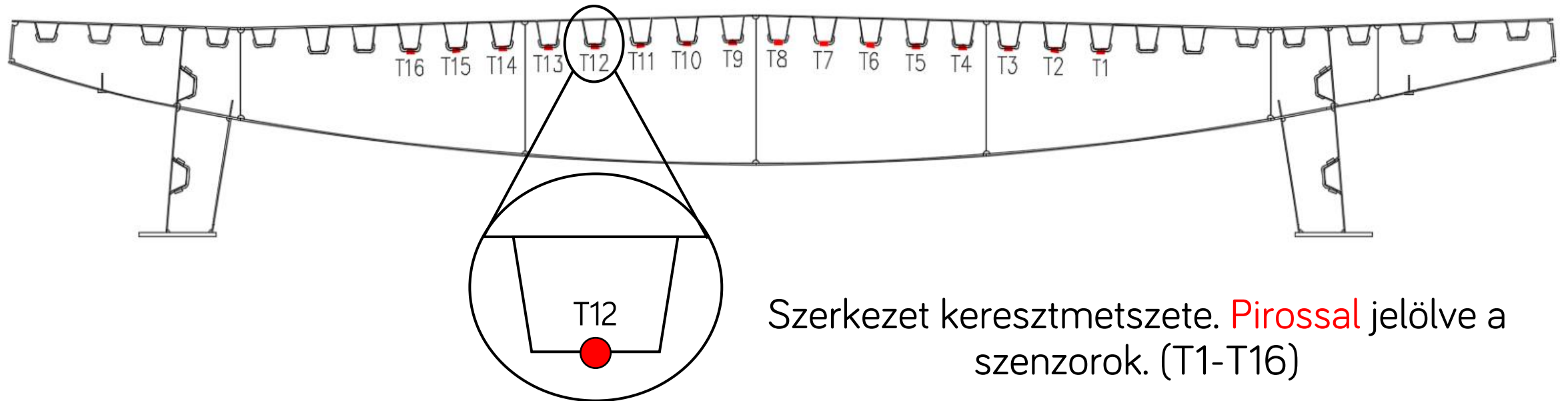
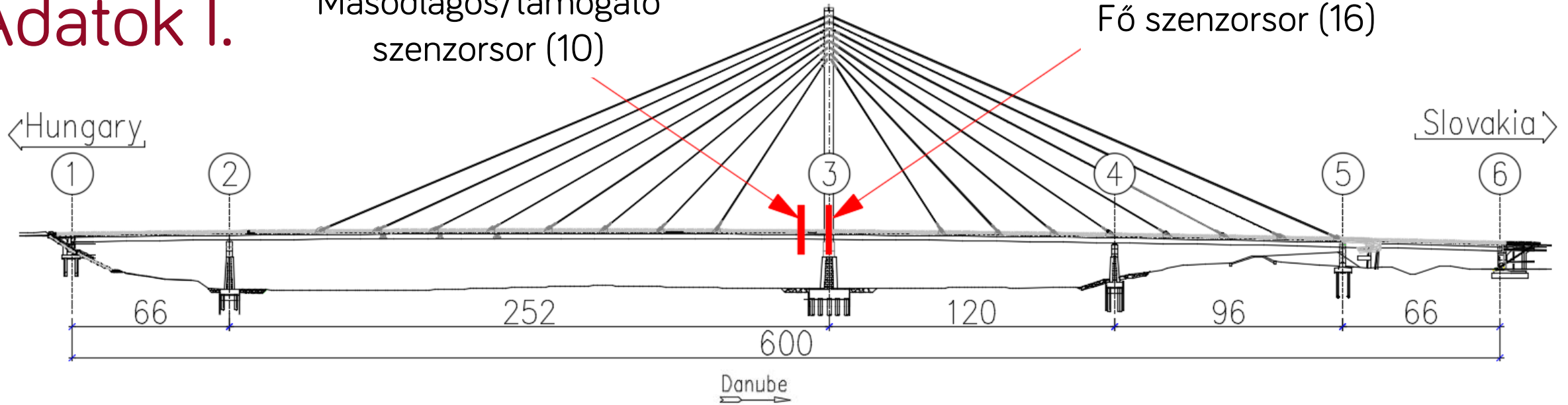
Valós idejű szerkezeti adatok
a híd BÁRMELY pontjáról

Végeselemes
modell frissítése

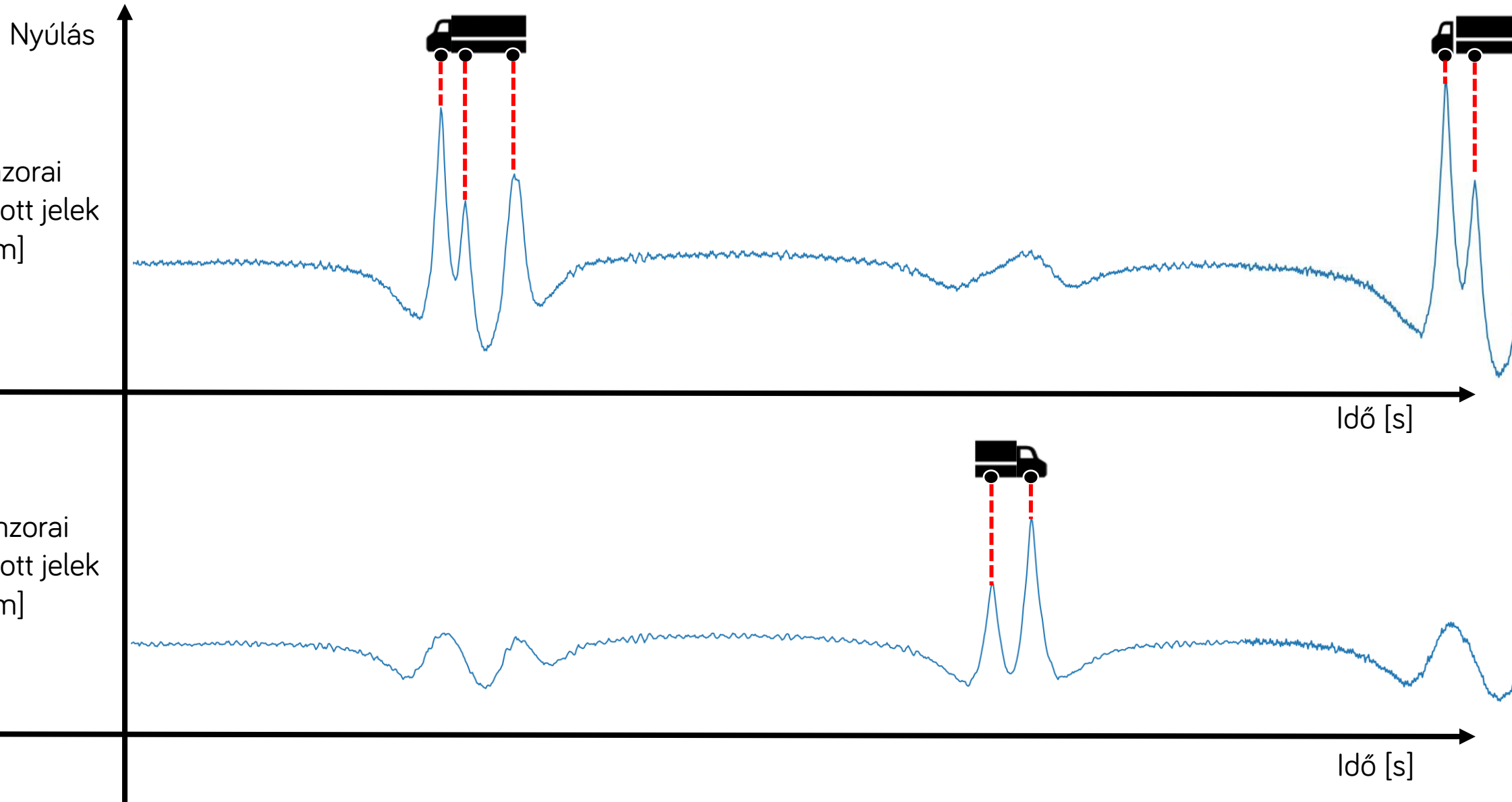
Adatok I.

Másodlagos/támogató
szenzorsor (10)

Fő szenzorsor (16)



Adatok II.



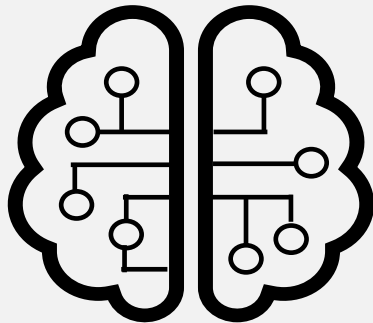


M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2



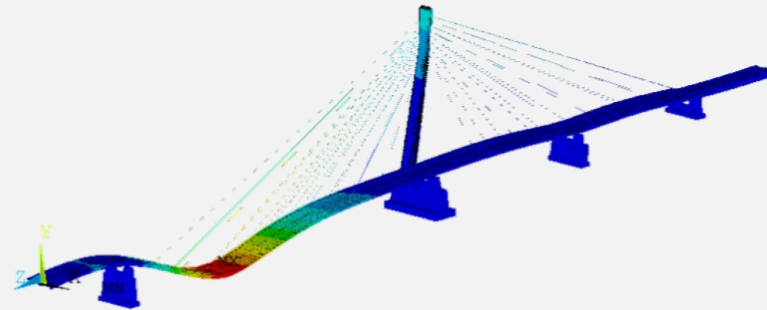
Automatizálási és
Alkalmazott
Informatikai Tanszék

Artificial intelligence
Software

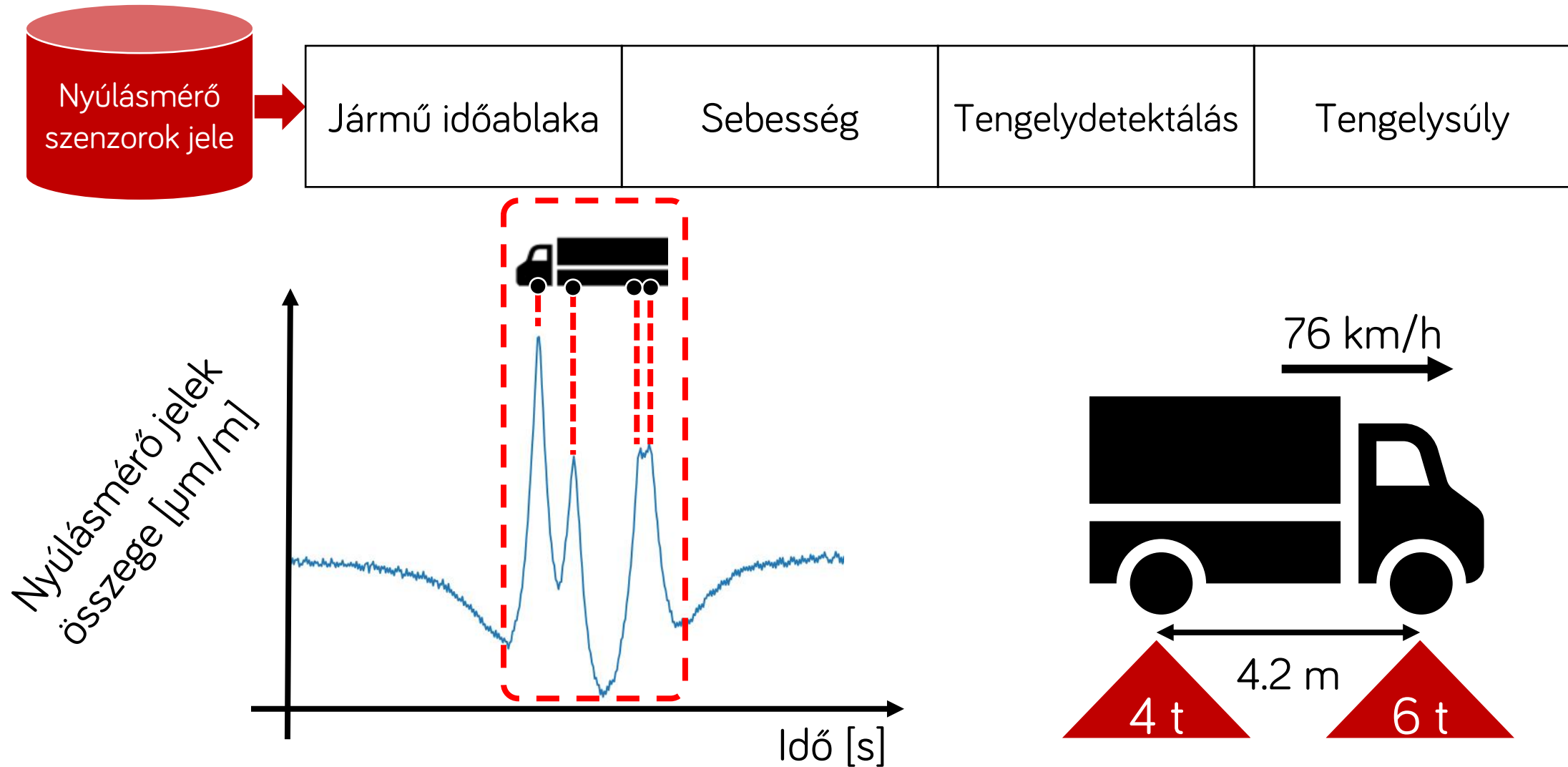


HIDAK ÉS SZERKEZETEK TANSZÉK

Structural analysis
Monitoring
Digital twin



B-WIM pipeline



Fő kihívások

Forgalom több sávban

Egy sáv → egyszerűbb feladat

Többsávós forgalom → Kompl

Tandem-trid

(tengelytávolság)



Adathalmaz címkézése

Valós adathalmaz

Manuális címkézés
költséges

Kamerakép alapján
objektumdetektálás

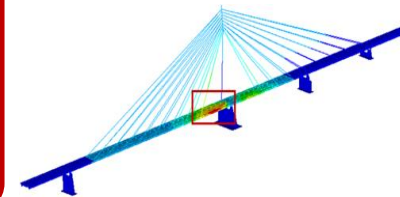
Tengelysúlymérés
álló helyzetben

Szintetikus adathalmaz

Járműparaméterek:

- Sebesség
- Tengelytávolság
- Tengelysúly
- Keresztirányú pozíció

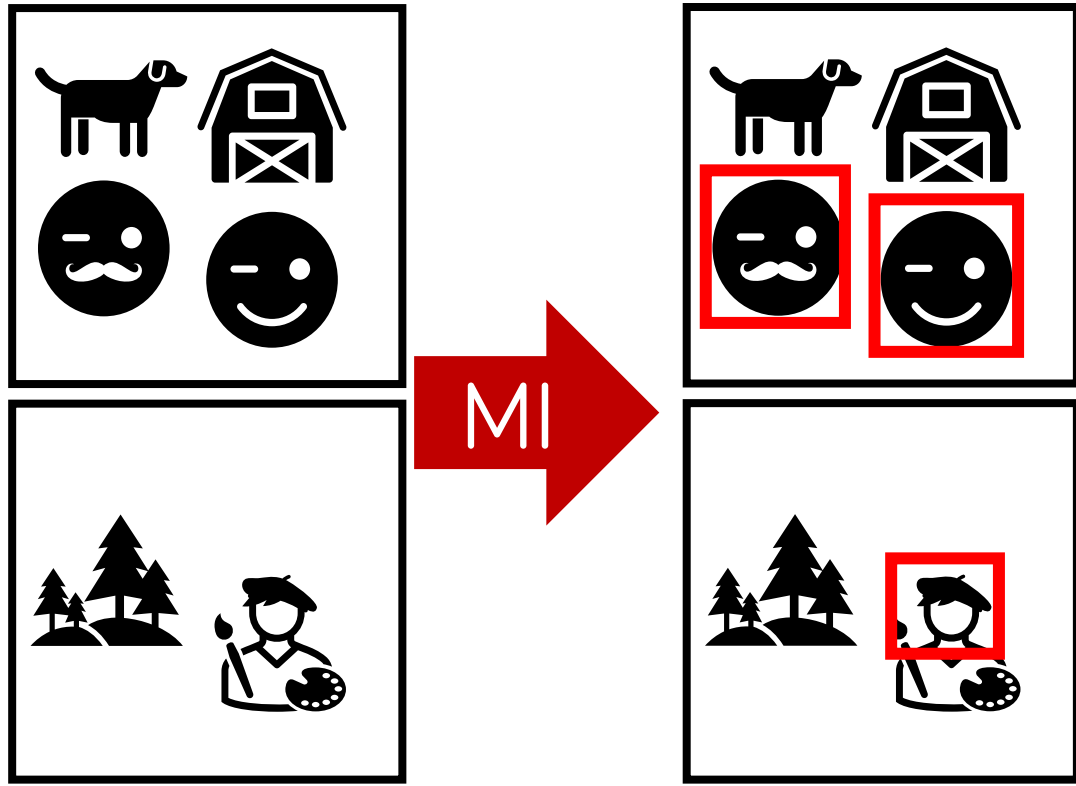
Szimuláció



Szintetikusan
generált / szimulált
jel (nyúlás):

- Több 10.000
scenárió
- Többsávós
forgalom
- Komplex
járművek (2-9
tengely)

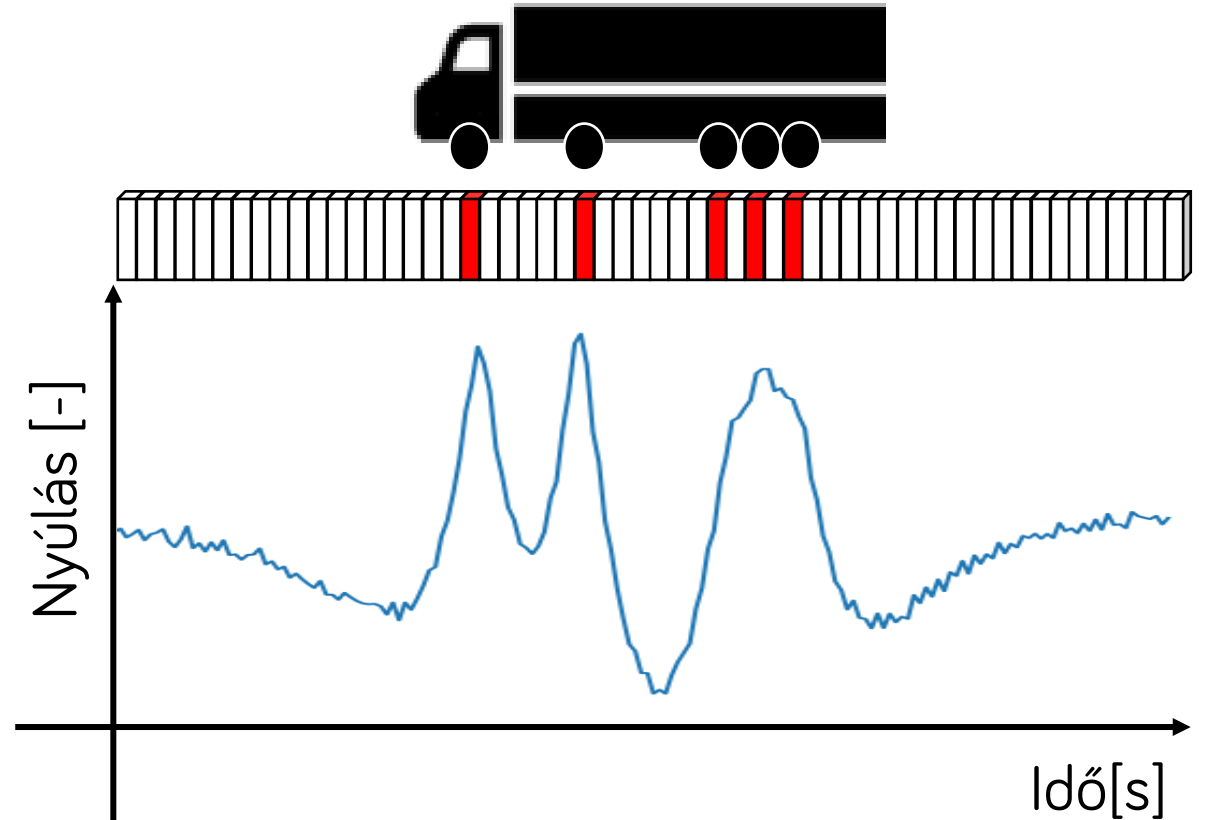
Tengelydetektálás mesterséges intelligenciával



Bemenet: kép

Kimenet: téglalapok

Arcdetektálás mesterséges intelligencia
(mélytanulás) segítségével



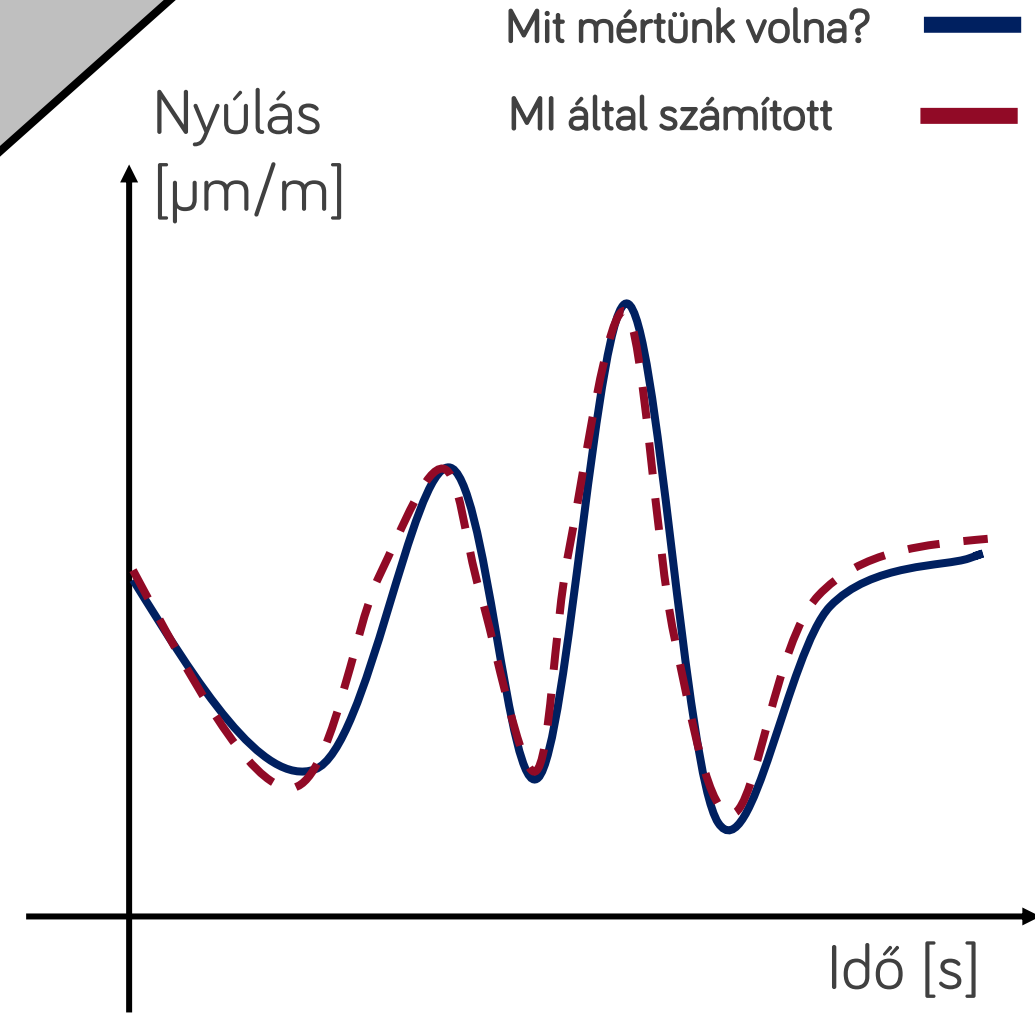
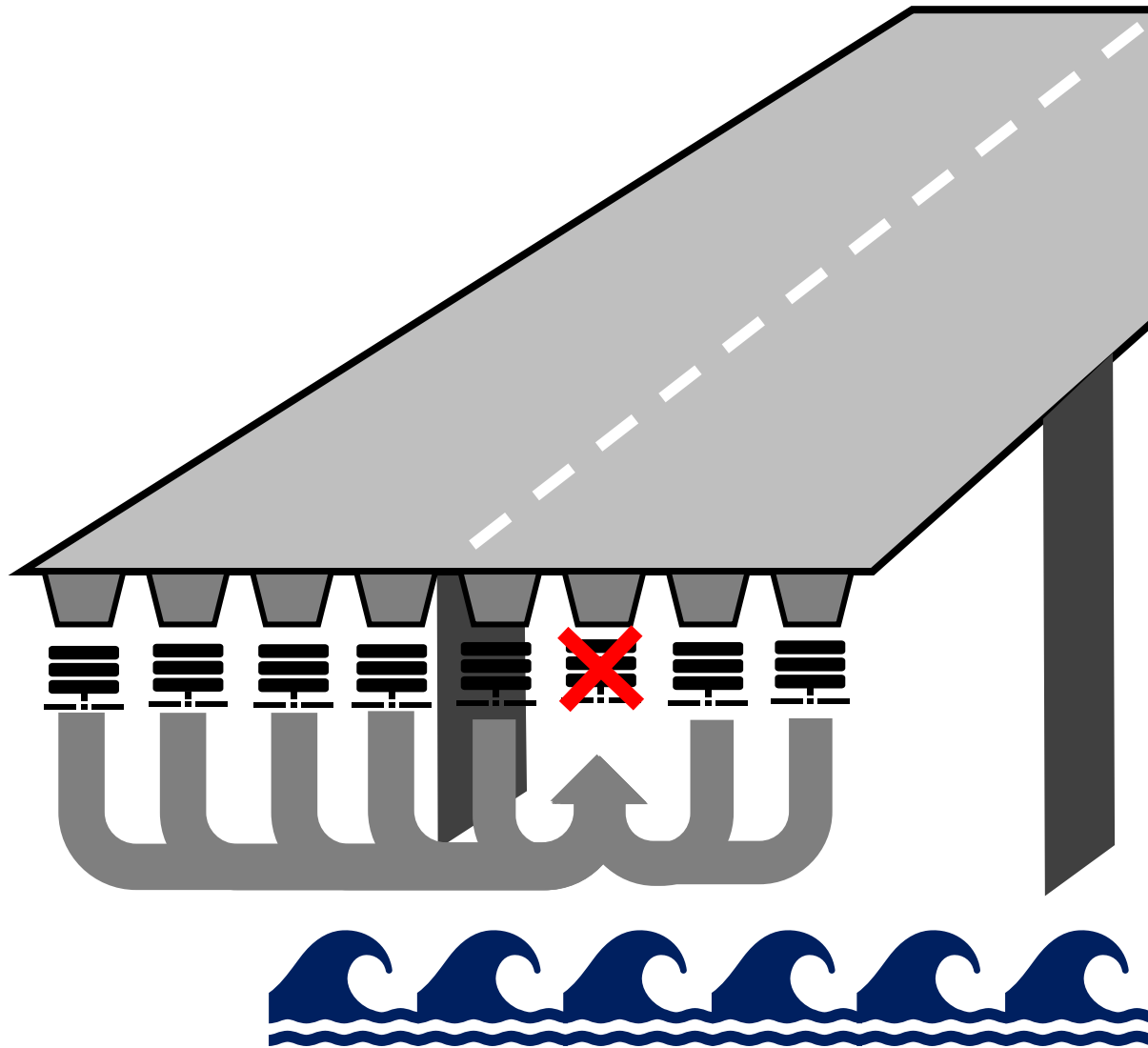
Bemenet:
Mért jel

Kimenet:
Adott idő-intervallumban
haladt-e át tengely

Eredmények

Jellemző	Mean Absolute Percentage Error [%]	Median Absolute Percentage Error [%]	Standard deviation [%]	COST 323 classification
Gross vehicle weight	2.13	1.61	2.83	A
Axle group	2.53	1.82	3.66	A
Heaviest axle	3.33	2.85	4.34	A
All axles	4.58	2.94	8.81	B+

További MI-alkalmazás - kieső szenzorok



Jövőbeli tervek

Structural Health Monitoring (SHM)



Monitoring
(nyúlás, hőmérséklet, stb.)

Mérés a híd ADOTT
pontjaiban

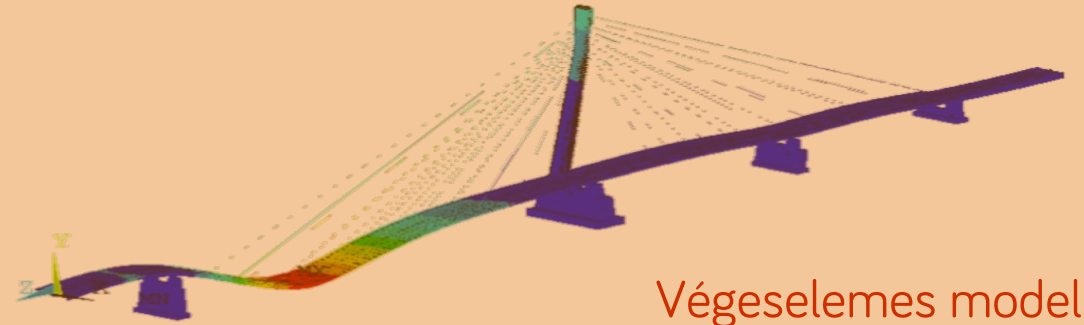
Adatbázis
(mért jelek)

Bridge
Weigh-in-Motion



Jármű adatok

Digitális iker



Végeselemes modell
(Finite Element Model, FEM)

Valós idejű szerkezeti adatok
a híd BÁRMELY pontjáról

Végeselemes
modell frissítése

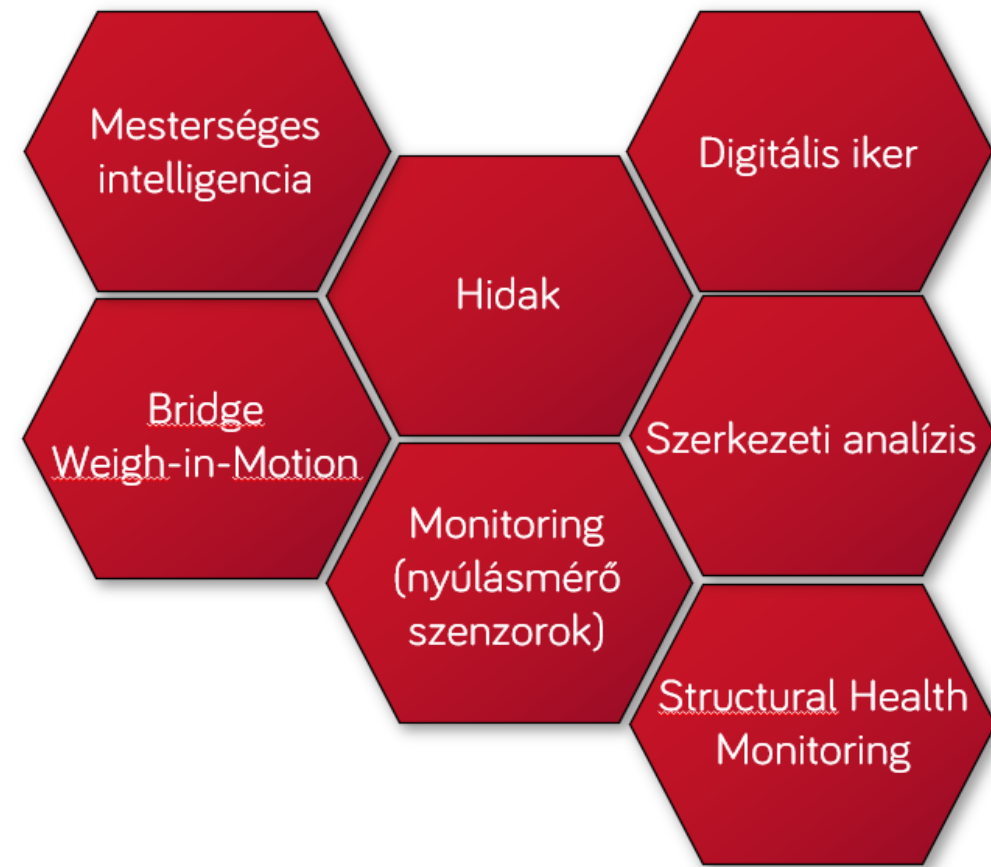
Köszönöm szépen a figyelmet!



BME



MESTERSÉGES INTELLIGENCIA
Nemzeti Laboratórium



Automatizálási és
Alkalmazott
Informatikai Tanszék



Építőmérnöki Kar
Hidak és Szerkezetek
Tanszék



**DIGITAL
TWINS**
infrastructures & cities

A kutatás az Európai Unió által támogatott Mesterséges Intelligencia Nemzeti Laboratórium (RRF-2.3.1-21-2022-00004) projekt keretében valósult meg.