



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Hidak és Szerkezetek Tanszék

Hidak földrengésvizsgálata mérsékelt szeizmicitású övezetekben

Hazai hídjaink földrengésérzékenysége

Simon József
Vigh László Gergely



simon.jozsef@epito.bme.hu
vigh.l.gergely@epito.bme.hu

BME Hidak és Szerkezetek Tanszék



Hidász Napok 2014

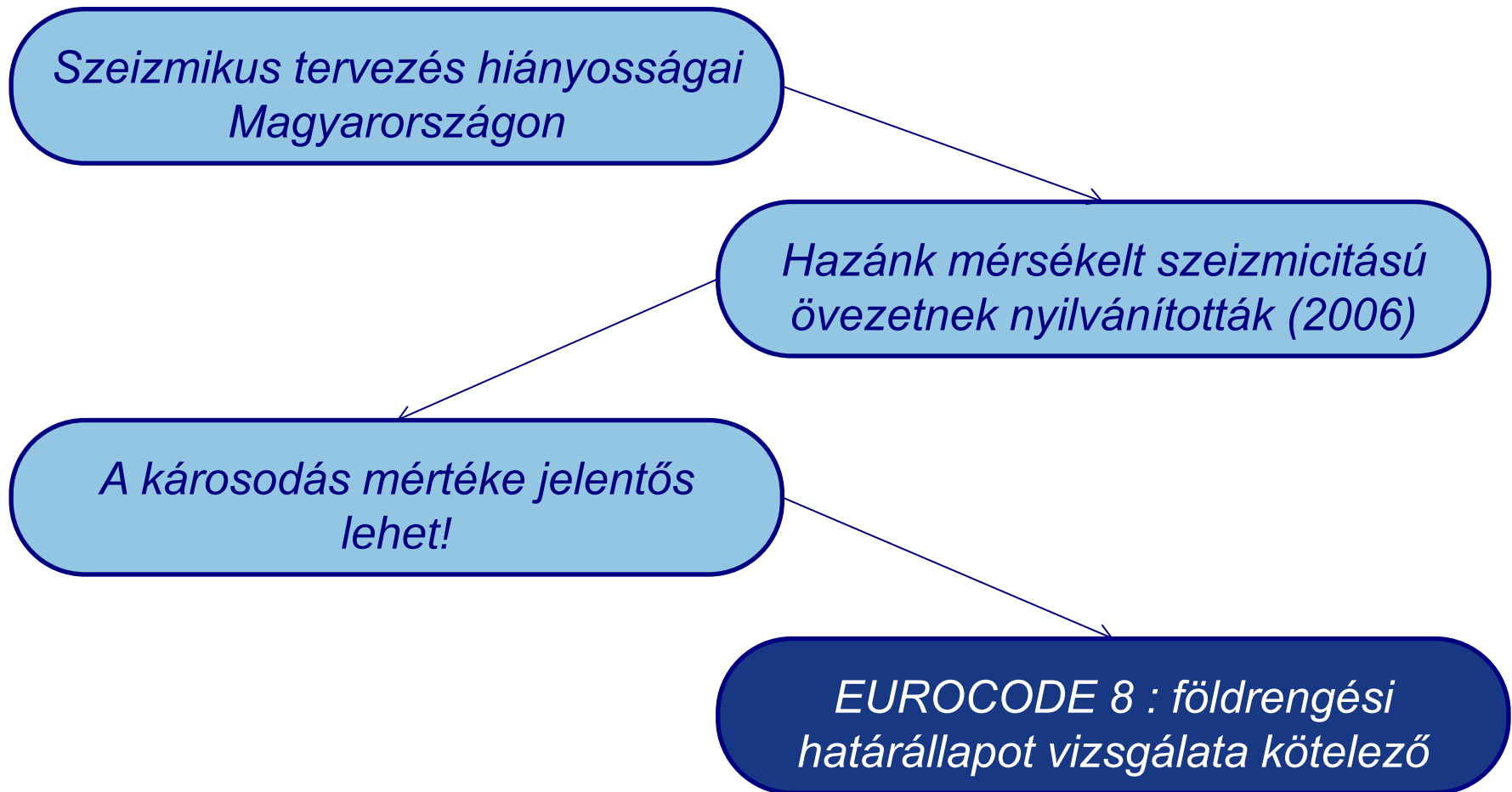
Visegrád, 2014.11.26-27.

Tartalom

- 1. A kutatás célja*
- 2. Meglévő hidak földrengésvizsgálatának lehetőségei*
- 3. Magyarországi közúti hídadatbázis*
- 4. Paraméteres vizsgálat*
- 5. Tovább lépési lehetőségek*
- 6. Összefoglalás - konklúziók*

1. A kutatás célja

Hidak földrengésvizsgálata mérsékelt szeizmicitású övezetekben



1. A kutatás célja

Kritikus lehet

- gyengén vasalt **pillérek** (rideg viselkedés, kis duktilitás)
- rideg, törésre érzékeny **saruk** alkalmazása
- kis felfekvési felület, **felszerkezet** esetleges kimozdulása, **leesése**
- nem megfelelően vasalt cölöpösszefogó gerenda és **alapozás**



1. Meglévő hidak esetén



Hagyományos megerősítés:

Célja a földrengés során kialakuló igénybevételekre és elmozdulásokra való megfeleltetés.

Szeizmikus védelem:

Célja a szerkezet válaszainak, igénybevételeinek és elmozdulásainak csökkentése.

2. Új hidak esetén: **tervezési koncepciók** betartása.

Szükséges-e? Mely hidak esetén mértékadó a földrengési teher? Mit lehet tenni?

Meg kell ismerni hídjaink szeizmikus teljesítőképességét.

1. A kutatás célja

Hidak földrengésvizsgálata mérsékelt szeizmicitású övezetekben

1. *Meglévő hídállomány vizsgálata*

Adatbázis meglévő hidakról

Reprezentatív szerkezetek kiválasztása

Numerikus modellek kidolgozása analízishez

Kritikus szerkezeti elemek és részletek

Károsodáselemzés



Megerősítési módok kidolgozása

2. *Tervezési koncepciók kidolgozása*

2. Meglévő hidak földrengésvizsgálatának lehetőségei

2.1. Ismereti szintek

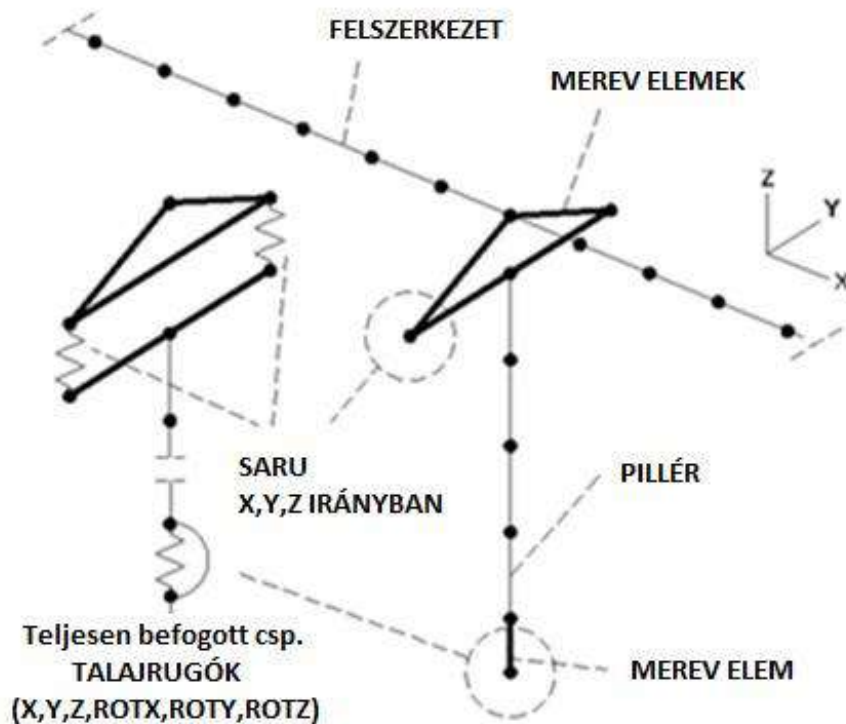
KL – Ismereti szint

NM – Numerikus modell

AN – Analízis típusa

Eredmények
megbízhatósága

Tömeg és merevségi viszonyok pontos ismerete szükséges!

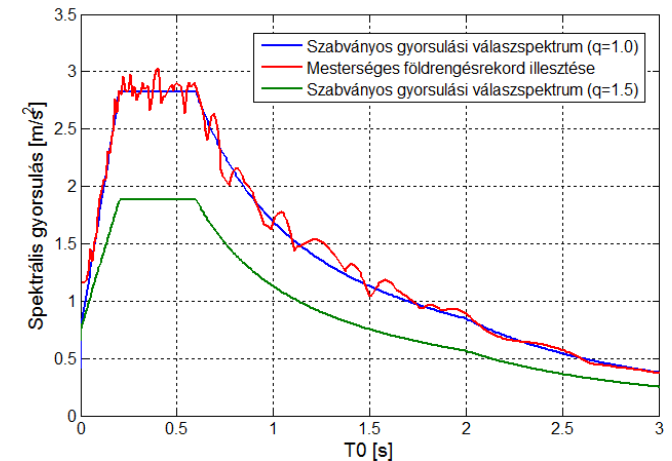


Válaszspektrum (frekvenciatér)

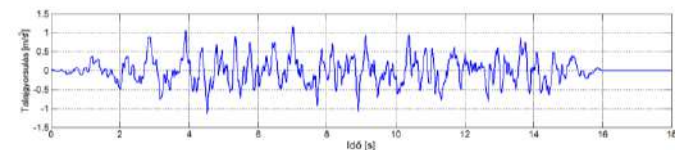
a_g ?

S ?

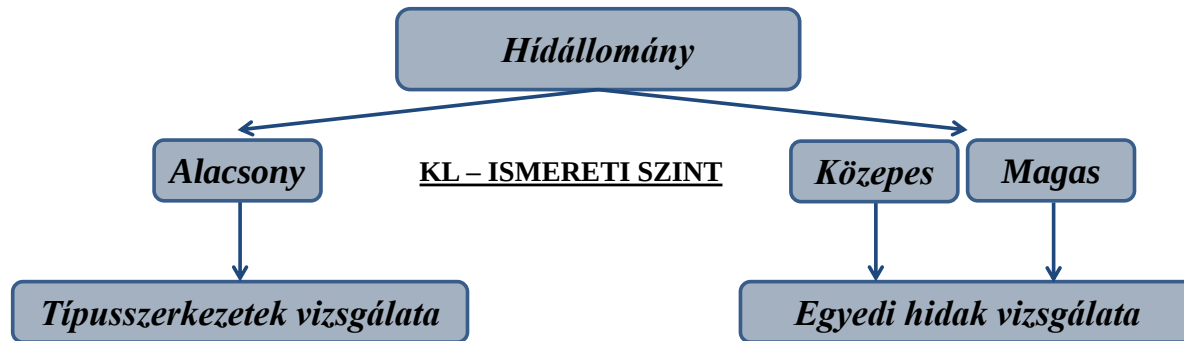
q ?



Time-history (időtér)



2.2. Vizsgálati szintek



1. Adatbázis
elemzése

2. Típus szerkezetek
kiválasztása

3. Paraméteres
vizsgálat

4. Kritikus
kialakítások, elemek



Tovább lépési lehetőség?



Ismeretlen adatok feltételezése



AB bővítése - ismereti szint növelése

3. Magyarországi közúti hídadatbázis

3.1. Általános jellemzés

Relációs adatbázis létrehozása: SQLite + Matlab

megyeri ☒ Keresés

A "megyeri" kifejezésre keresés eredménye:
24 híd, 1 oldal.

Bekért hídadatok:

- Híd neve, építés éve, teherbírása,
- Helye (EOV koordináták)
- Közút kategória
- Statikai rendszer, felszerkezet típusa
- Nyílások száma
- Hídfők és alapozás típusa
- Saruk, dilatációs szerkezetek
- Burkolat, szegélyek adatai
- Híd bruttó/nettó értéke

A-HÍD...

MEGYERI DUNA-HÍD

Főképek



Oldalnézet

Hídkezelő: Állami Autópálya Kezelő Zrt.

Építés éve:	2008
Híd teherbírása:	A /1986
Üzemi teherbírás:	80/1986
Hídpálya felülete [m2]:	32214

Pillér magassága > híd alatti szabad űrszelvény
Alacsony ismereti szint!

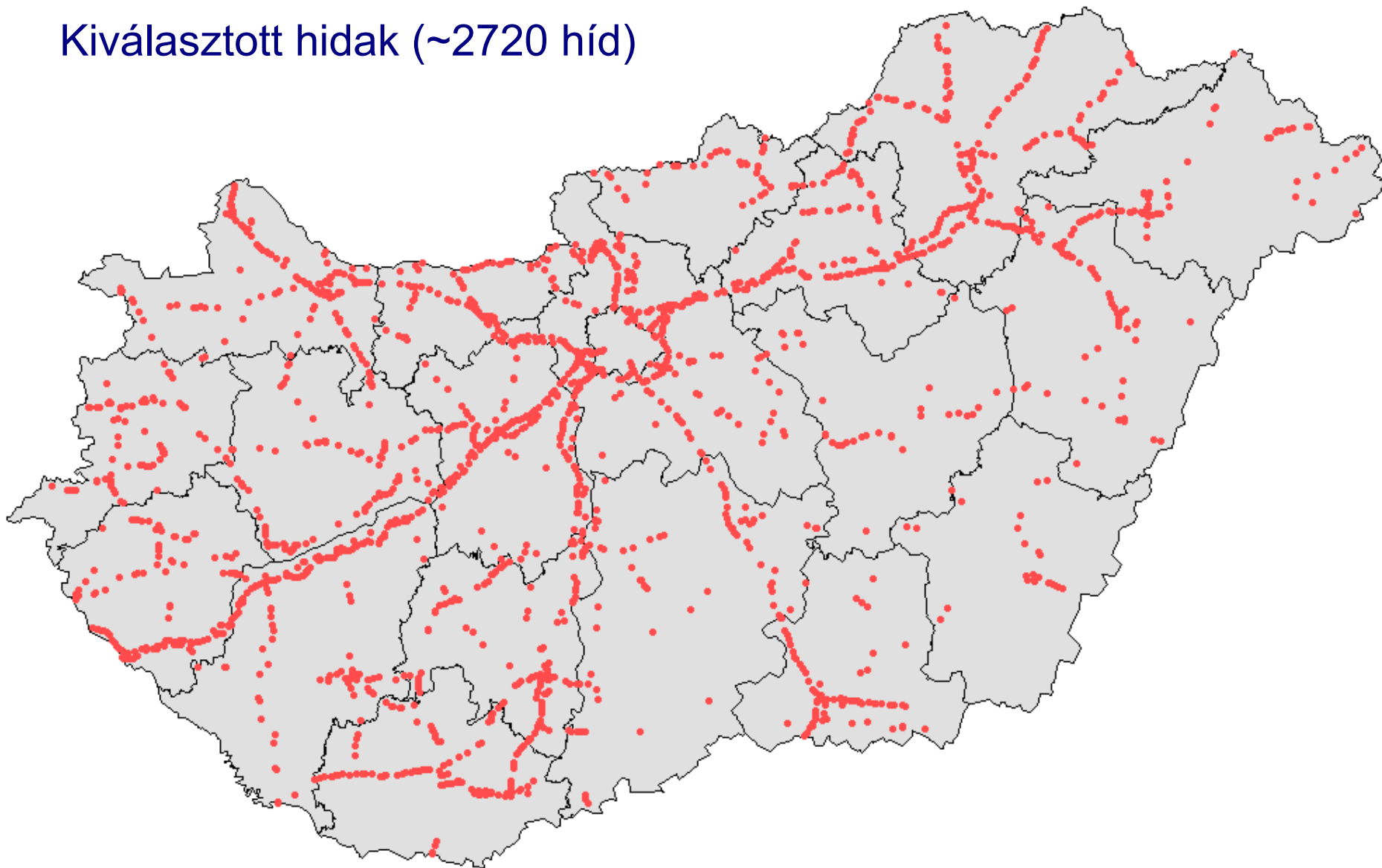
3.2. Típuszerkezetek meghatározása

Vizsgálat korlátozása: autópálya, autóút, I. és II. rendű főút (~3200 híd)

Felszerkezet típusa, rendszere	Db [%]	Bruttó érték [%]	Nettó érték [%]
Beton és vasbeton	83.1	44.4	45.3
Monolit vasbeton lemez	24.1	5.5	4.4
Monolit vasbeton keret	7.6	0.8	0.6
Egy- vagy kétcellás szekrénytartó	0.7	1.3	1.2
<i>Előfeszített sűrűbordás</i>	49.9	32.6	34.4
Szakaszosan betolt feszített vasbeton	0.7	4.2	4.8
Acél	1.0	12.4	10.4
Hegesztett, gerinclemezes gerenda	0.4	3.5	3.6
Szegecselt rácsos tartó	0.4	4.7	1.6
Hegesztett szekrénytartó ortotróp lemezzel	0.2	4.2	5.2
Öszvér	1.3	5.7	4.7
Öszvér gerinclemezes gerenda	1.0	1.7	1.7
Öszvér szekrénytartó	0.3	4.0	3.0
Beton, vasbeton, téglá boltozat és cső, hullámlemezes cső	9.0	1.2	1.2
Beton, vasbeton cső	3.0	0.2	0.1
Kő vagy téglá boltozat	1.0	0.1	0.0
Tubosider	5.0	0.9	1.1
Egyedi nagy hídszerkezetek (pl. Duna hidak)	2.3	33.9	37.2
Various structural types	2.3	33.9	37.2

3.2. Típuszerkezetek meghatározása

Kiválasztott hidak (~2720 híd)



4. Paraméteres vizsgálatok

Zsarnóczy Ádám (2014):

- Paraméteres vizsgálat
- Válaszspektrum analízis
- Gerendahidak igen sokfélék lehetnek
- Széles paramétertartomány
- Ismeretlen paraméterek > hagyományos tervezési elvek alapján

Főbb konklúziók:

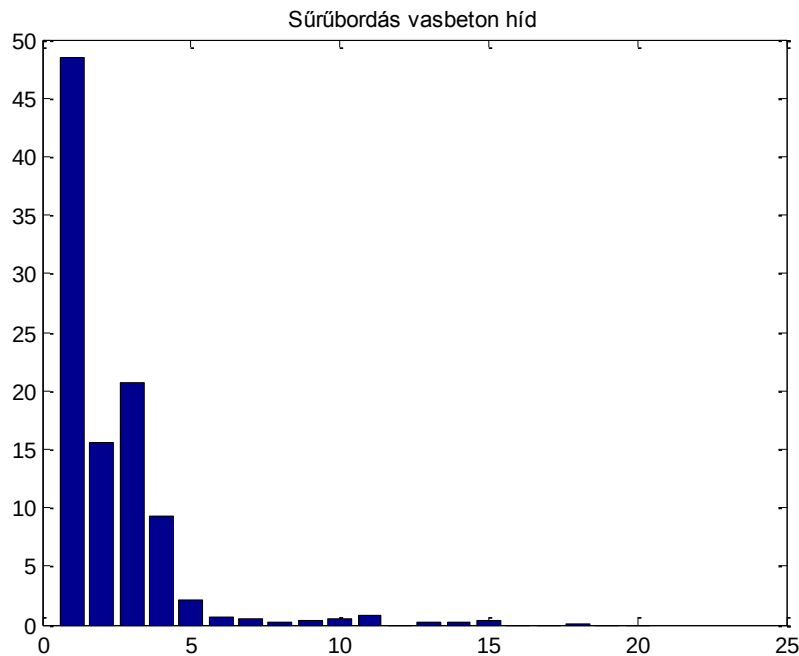
- Kritikus elemek: **pillér, saruk, alapozás**
- **Felszerkezet** tönkremenetele nem várható
- Domináns a **hosszirányú rezgés**
- **Nagy felszerkezeti tömeg** (hossz, típus) kedvezőtlen
- **Alacsony pillérek** esetén kritikus
- **Vasalás növelése, hosszirányú lekötések** növelése kedvező

SŰRŰBORDÁS HIDAK



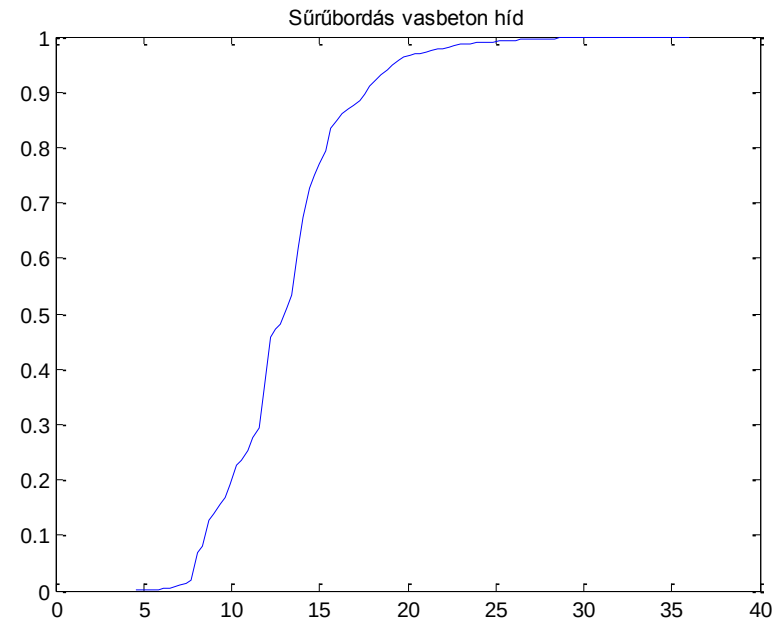
4.1. Általános bemutatás – paraméterek felvétele

Támaszközök számának százalékos megoszlása



1, 2, 3 és 4 nyílású hidak vizsgálata!

Hídszélesség empirikus eloszlásfüggvénye

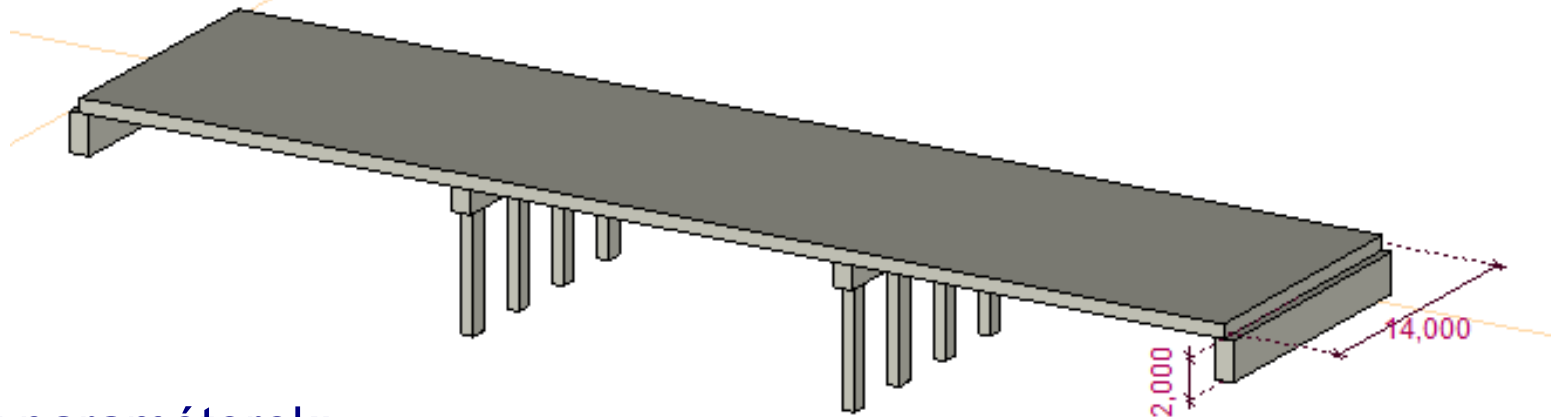


14 méteres felszerkezeti szélesség a vizsgálatok során!

4.1. Általános bemutatás – paraméterek felvétele

Egyéb globális paraméterek

Felvett támaszközök:	4-8-12-16-20-24 m
Szélső és közbenső támaszköz aránya:	0.75-1.00
Pillér magassága:	2-6-10-14 m



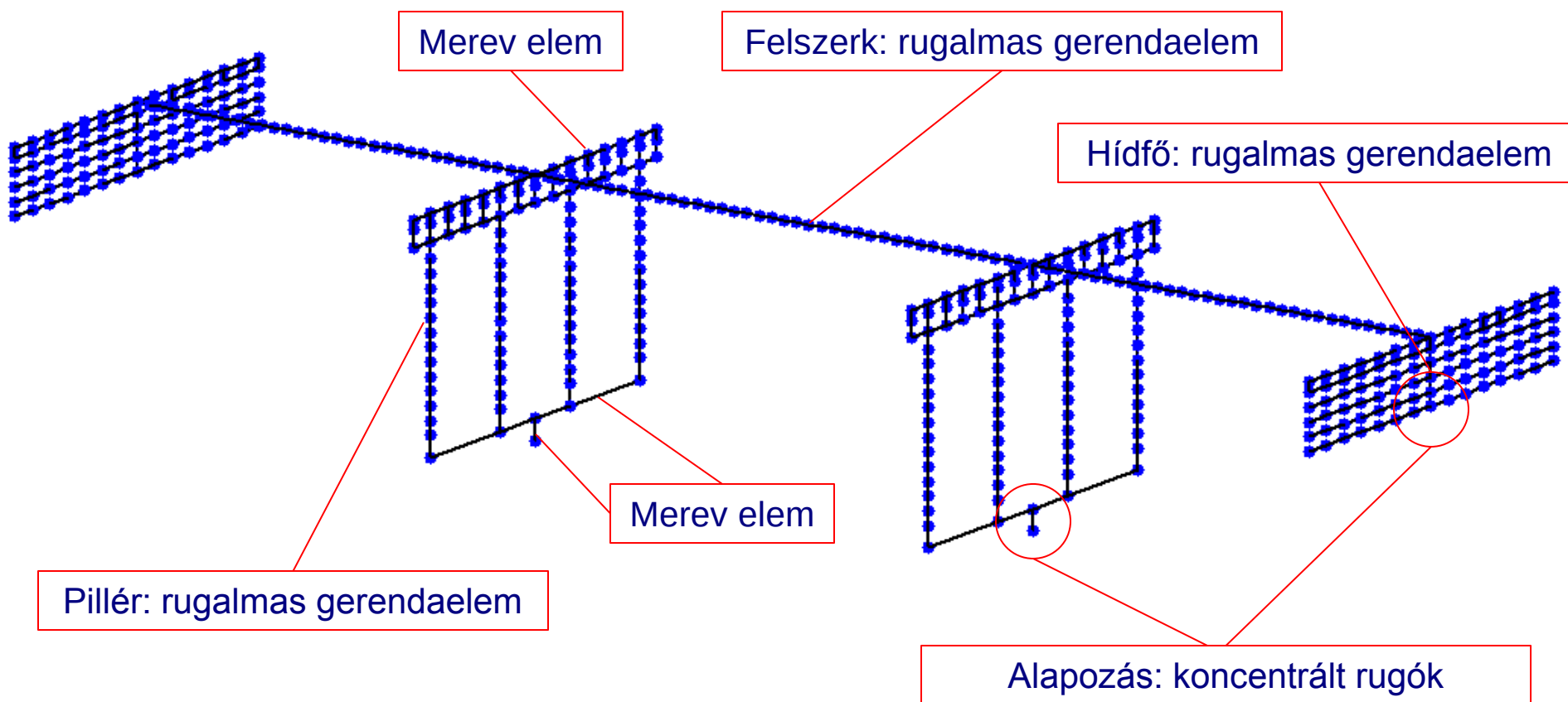
Fix paraméterek:

Pillérösszekötő gerenda:	1.20x1.00 m
Pillér:	0.60x0.90 m
Hídfő:	1.00x2.00 m (14 m széles)
Pillérek száma keresztirányban:	4 (3 méterenként kiosztva)

Cölöpalapozás: D=80 cm 1x5 db (HF) – 2x5 db (Pillérek)

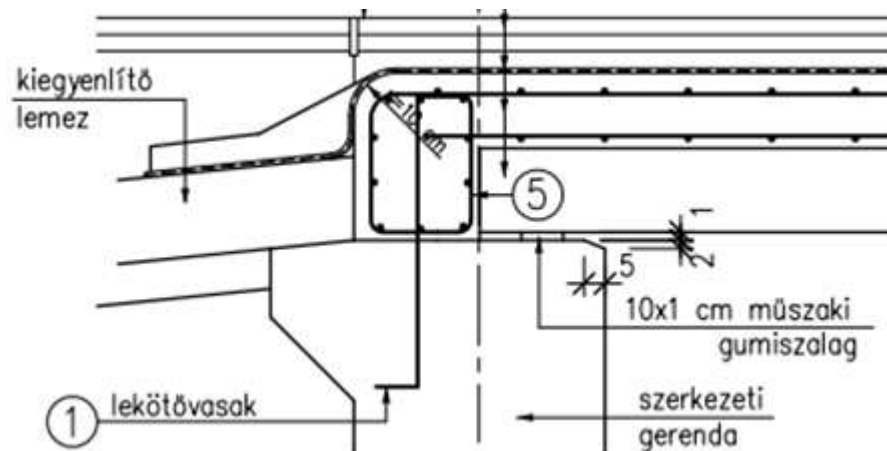
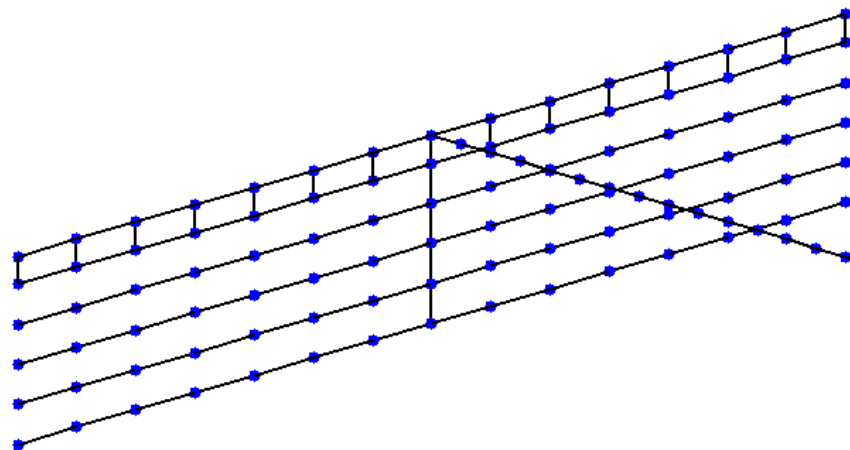
4.3. Numerikus modell – vizsgálat paraméterek

- RSA alkalmazása (gyors eredmények, nagyságrendi becslés)
- D talajosztály (merev szerkezetek esetén legkedvezőtlenebb)
- $q=1.0$ viselkedési tényező

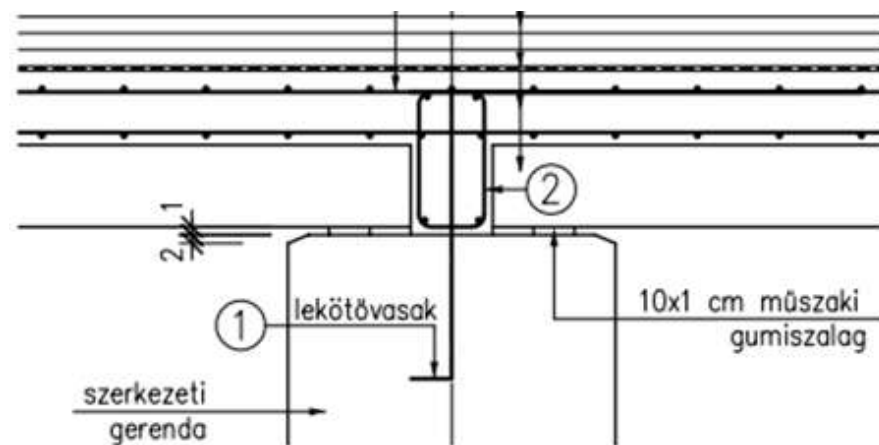
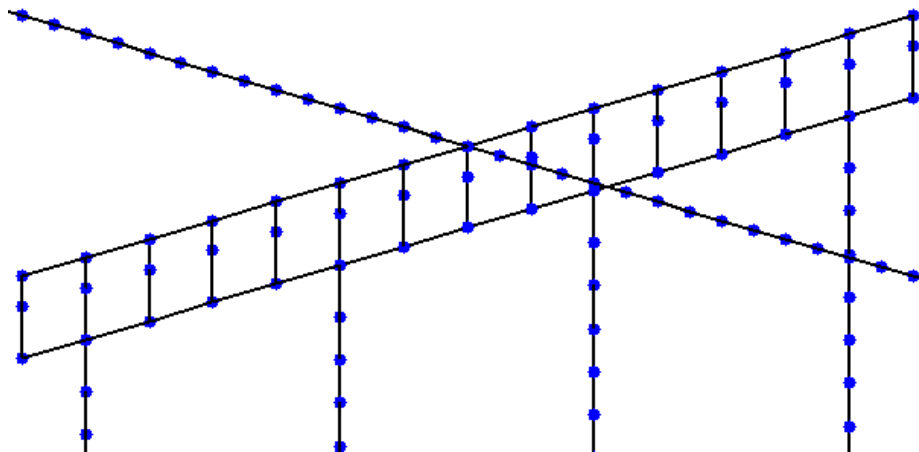


4.3. Numerikus modell – vizsgálat paraméterek

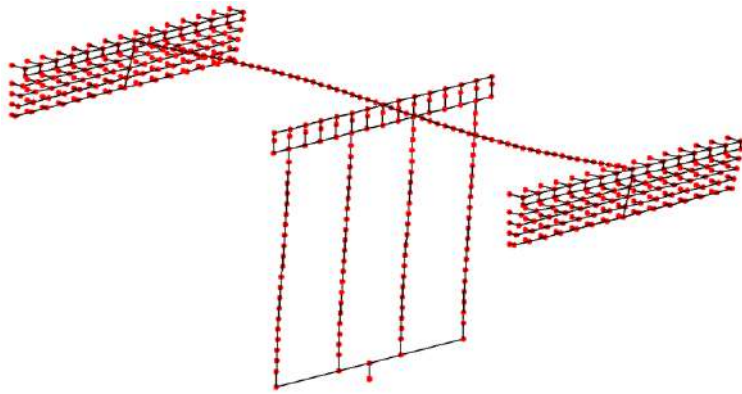
Felszerkezet alépítmény kapcsolat - Hídfő



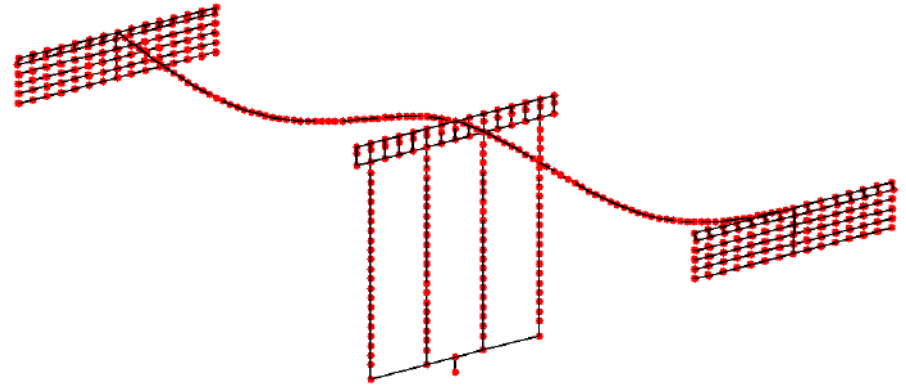
Felszerkezet alépítmény kapcsolat - Pillér



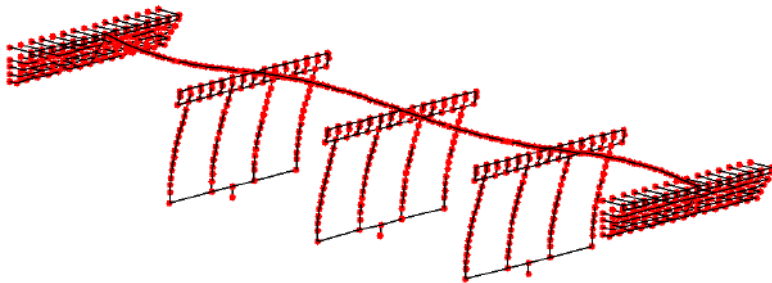
4.4. Globális viselkedés



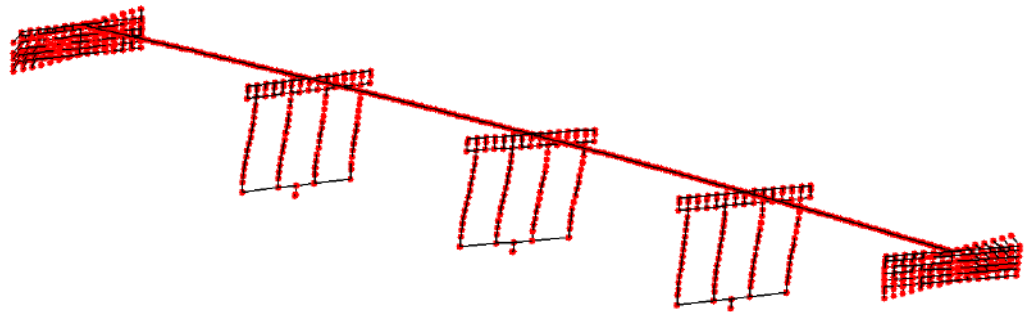
0.21 s



0.40 s



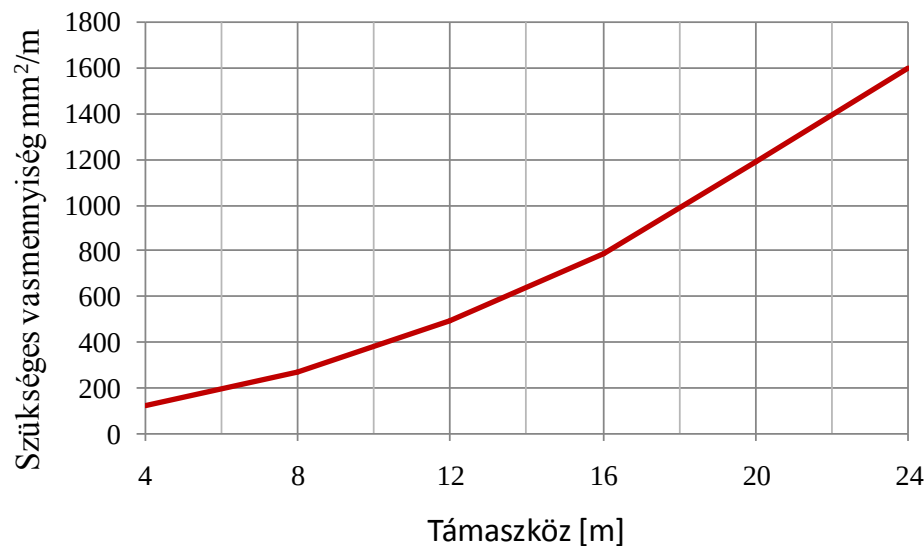
0.28 s



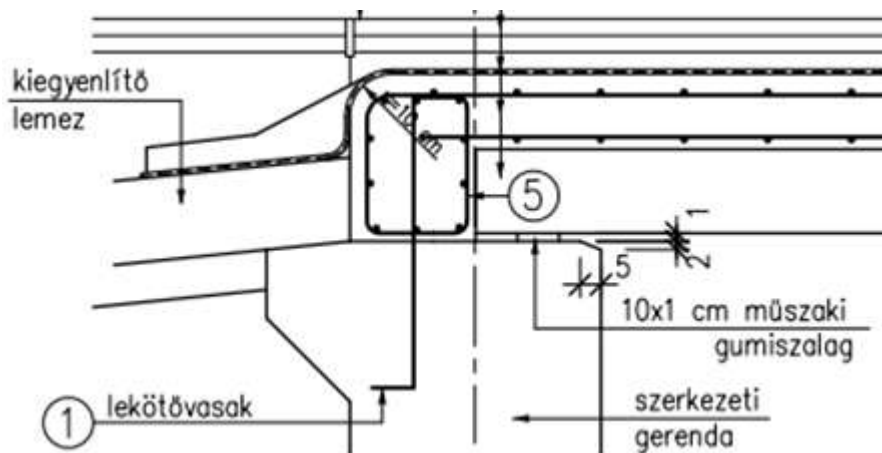
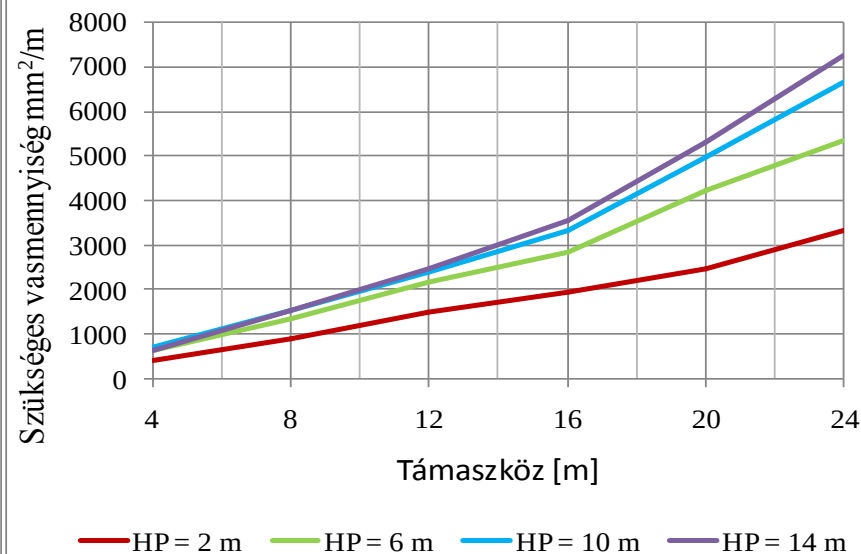
0.43 s

4.4. Felszerkezet alépítmény kapcsolat - hídfő

1 nyílás



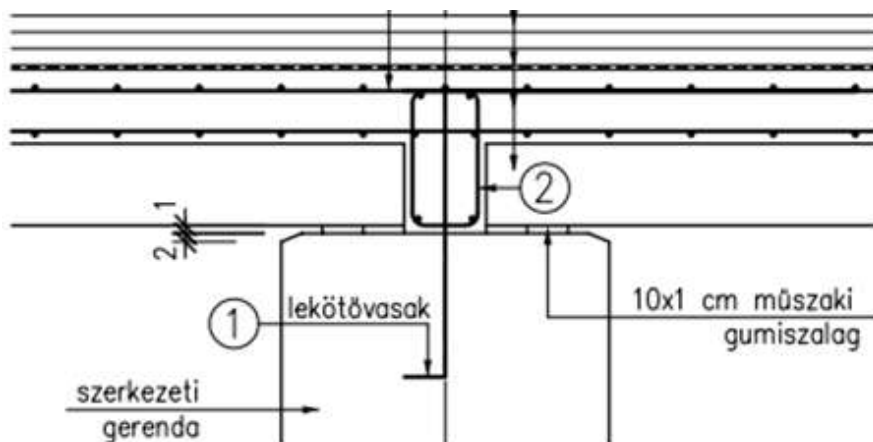
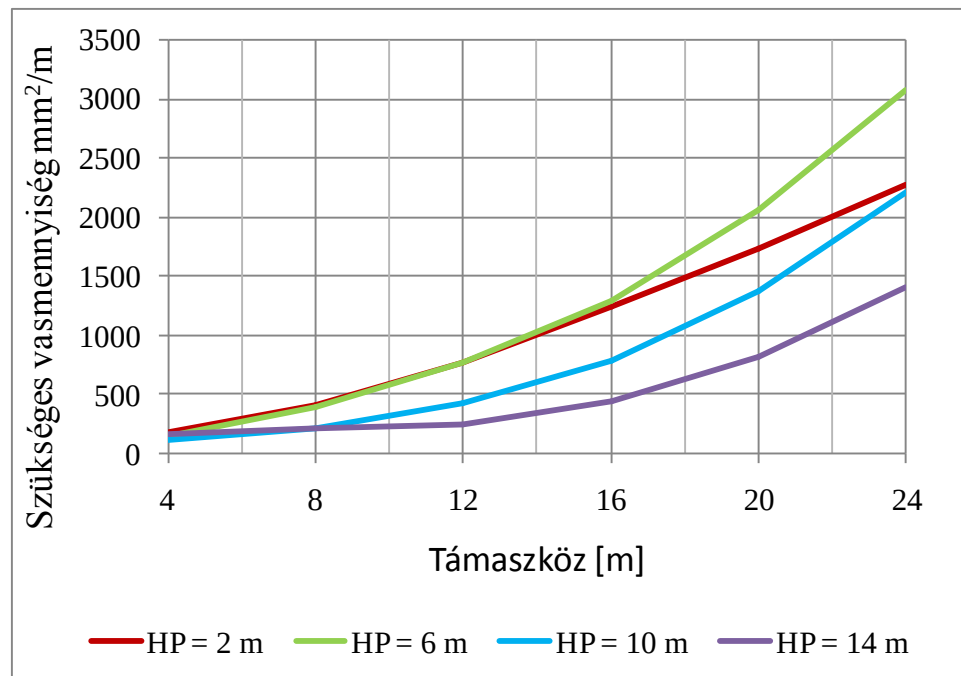
4 nyílás



ϕ (mm)	s (cm)	A_s (mm ² /m)
16	30	670
16	15	1340
20	30	1047
20	15	2094
25	30	1636
25	15	3272

4.4. Felszerkezet alépítmény kapcsolat - pillér

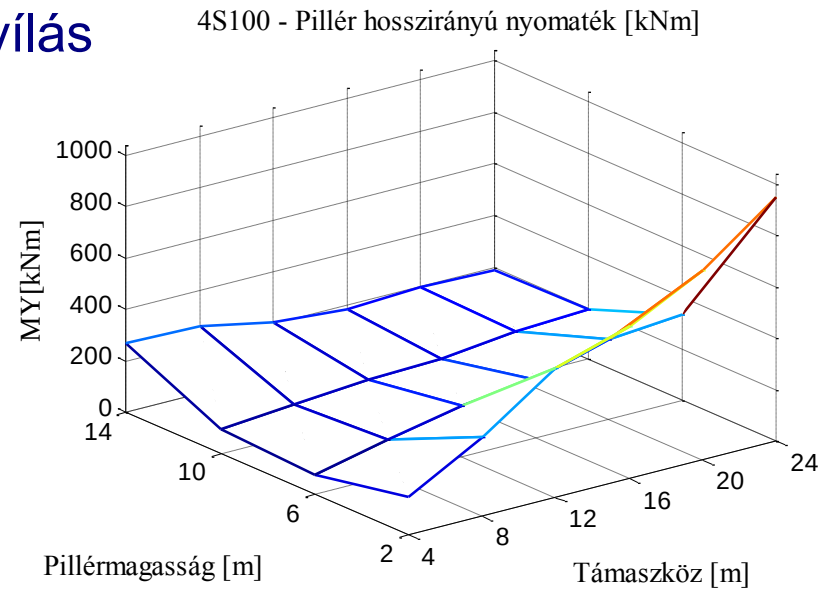
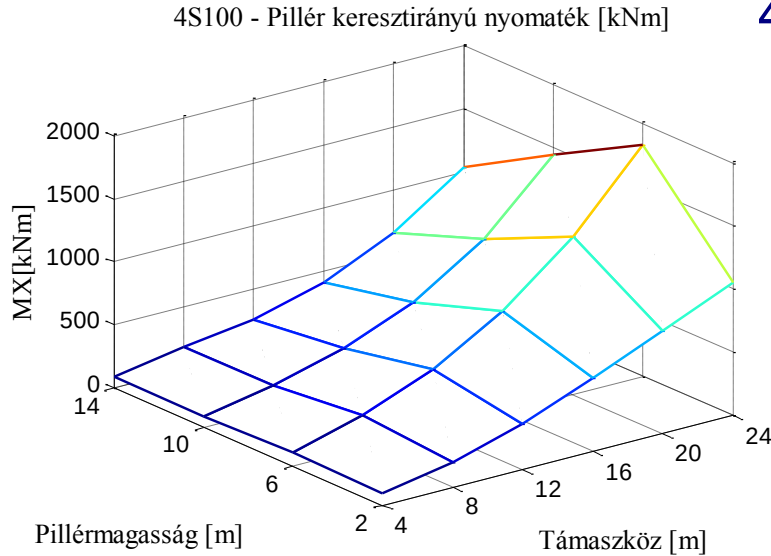
4 nyílás



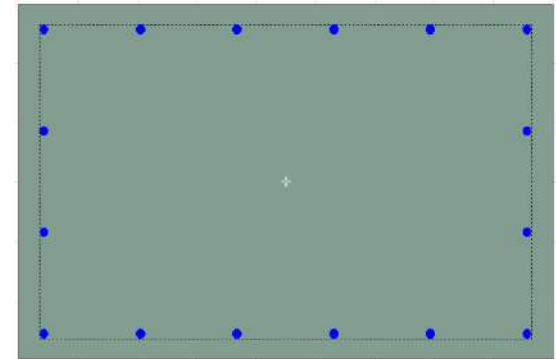
ϕ (mm)	s (cm)	A_s (mm^2/m)
16	30	670
16	15	1340
20	30	1047
20	15	2094
25	30	1636
25	15	3272

4.4. Pillér

4 nyílás



- Ellenőrzés összetett igénybevételre
- P-Delta hatás figyelembe vétele
- Kezdeti, építési és másodrendű külp.
- C20/25, C25/30 és $\phi 16$ -25 vasalásra



4.4. Pillér

4 nyílás C20/25 - $\phi 16$

	<i>Támaszköz méterben</i>					
H_p (m)	4	8	12	16	20	24
2	0.56	1.13	1.77	2.11	3.04	3.73
6	0.47	0.85	1.27	1.75	2.27	2.98
10	0.64	0.94	1.26	1.63	2.10	2.68
14	1.31	1.60	1.80	2.15	2.62	3.05

4 nyílás C25/30 – $\phi 25$

	<i>Támaszköz méterben</i>					
H_p (m)	4	8	12	16	20	24
2	0.25	0.52	0.82	0.99	1.43	1.75
6	0.22	0.42	0.64	0.91	1.18	1.60
10	0.30	0.46	0.66	0.89	1.18	1.52
14	0.62	0.82	0.96	1.18	1.49	1.75

4.4. Alapozás - pillér

4 nyílás

	Támaszköz méterben							Határteherbírás	
H_p (m)	4	8	12	16	20	24			
2	429	813	1242	1636	2173	2611		800	kN
6	407	708	1005	1358	1770	2339			
10	433	677	911	1161	1484	1988			
14	551	707	917	1122	1354	1776			
	Támaszköz méterben								
H_p (m)	4	8	12	16	20	24			
2	429	813	1242	1636	2173	2611		1200	kN
6	407	708	1005	1358	1770	2339			
10	433	677	911	1161	1484	1988			
14	551	707	917	1122	1354	1776			
	Támaszköz méterben								
H_p (m)	4	8	12	16	20	24			
2	429	813	1242	1636	2173	2611		1500	kN
6	407	708	1005	1358	1770	2339			
10	433	677	911	1161	1484	1988			
14	551	707	917	1122	1354	1776			

4.4. Alapozás - hídfő

4 nyílás

	Támaszköz méterben							Határteherbírás	
H_p (m)	4	8	12	16	20	24			
2	375	603	849	1117	1262	1367		800	kN
6	448	785	1115	1437	1604	1839			
10	476	871	1198	1555	1800	2115			
14	486	896	1232	1598	1881	2236			
	Támaszköz méterben								
H_p (m)	4	8	12	16	20	24			
2	375	603	849	1117	1262	1367		1200	kN
6	448	785	1115	1437	1604	1839			
10	476	871	1198	1555	1800	2115			
14	486	896	1232	1598	1881	2236			
	Támaszköz méterben								
H_p (m)	4	8	12	16	20	24			
2	375	603	849	1117	1262	1367		1500	kN
6	448	785	1115	1437	1604	1839			
10	476	871	1198	1555	1800	2115			
14	486	896	1232	1598	1881	2236			

4.5. Összefoglalás

- ➔ Fsz-hídfő kapcsolat
- ➔ Fsz-pillér kapcsolat
- ➔ Pillérek
- ➔ Alapozás



Kritikus elemek hosszabb hidak esetén

Hídfő – pillér relatív merevségétől függ!

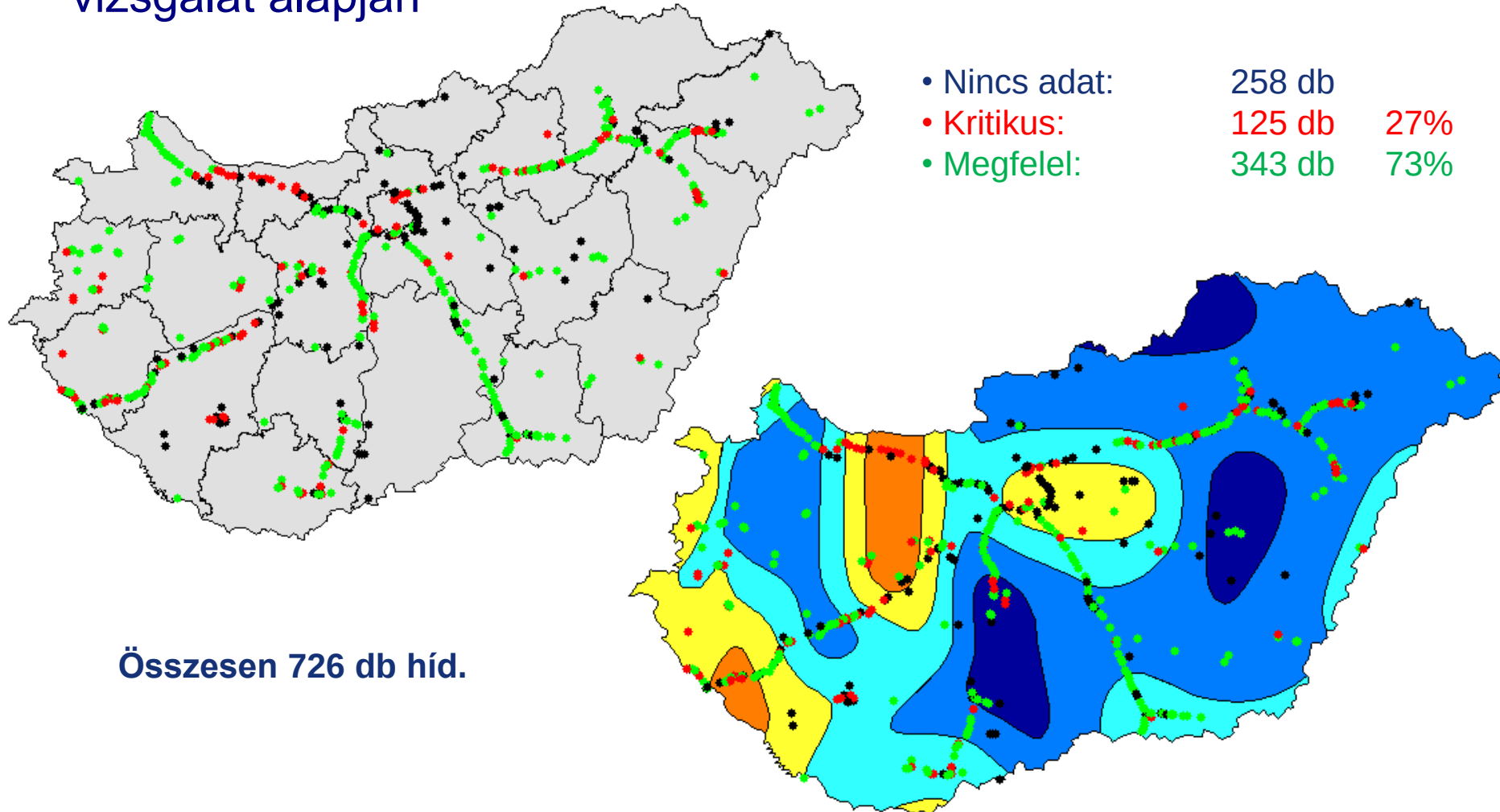
- ➔ Felszerkezet
- ➔ Hídfők
- ➔ Háttöltés



Megfelelő komponensek

4.6. Értékelés

- Ismertek a kritikus kialakítások és komponensek
- **Feltételezések** útján a hídállomány kiértékelése a paraméteres vizsgálat alapján



5. Tovább lépési lehetőségek

5. Továbblépési lehetőségek

- Fő cél: **KÁROSODÁSOK** becslése
- Kritikus elemek pontosabb vizsgálata
- Fejlett nemlineáris modell és analízis, amivel a tényleges viselkedés és az esetleges képlékeny tartalékok elemezhetőek, ezáltal a kritikus hidak teherbírása és károsodása könnyebben becsülhető

Adatbázis bővítése (ismereti szint növelése)

- Nehézkes, sok idő, több lépcsőben kell
- Ajánlat a kibővítésre

Feltételezések

- A paraméteres vizsgálat alapján hídállomány értékelése
- Egyedi hidak vizsgálata (többlehetőséges alapján)
- Magasabb szintű analízisek végrehajtása (feltételezett viselkedés)

6. Összefoglalás - konklúziók

6. Összefoglalás

- Meglévő közúti adatbázis kiértékelése
- Fejlett módszerrel hídállomány átfogó vizsgálata
- Várható károsodások, kockázatok megbecsülése
- Kritikus szerkezetek, kialakítások, komponensek meghatározása
- Problémás hidak száma, helye
- >> cselekvési terv is készíthető (akár megerősítésre, akár konkrét szeizmikus esemény bekövetkeztére)
- Konklúziók vonhatóak le az új hidak tervezésére is

- Szükség van a **földrengésre való tervezésre**, láthatóan egyes esetekben a földrengés mértékadó lehet!

Köszönöm a figyelmet!

simon.jozsef@epito.bme.hu
vigh.l.gergely@epito.bme.hu