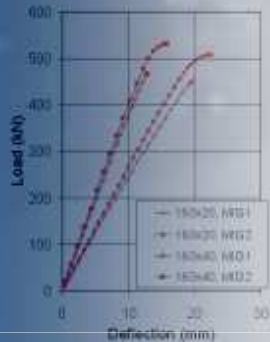


Új szerkezetek viselkedési tényezőjének meghatározása

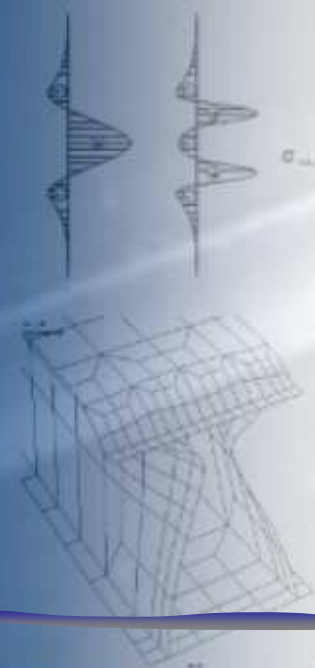
Acél trapézlemezes merevítőfal szeizmikus viselkedése



Vigh László Gergely,
egyetemi adjunktus
BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

A csapat:
Professor Gregory Deierlein, (témavezető)
Professor Eduardo Miranda,
Abbie Liel (Stanford)
Stephen Tipping (Tipping Mar + Associates)

Köszönet:
The Thomas Cholnoky Foundation, Inc.





forrás: ESDEP

forrás: U.S. Geological Survey
Department of the Interior/USGS

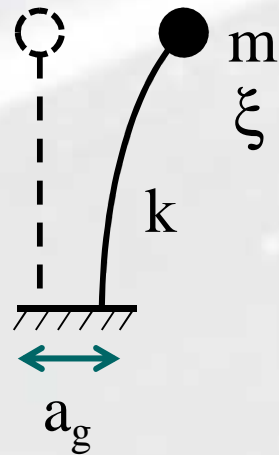
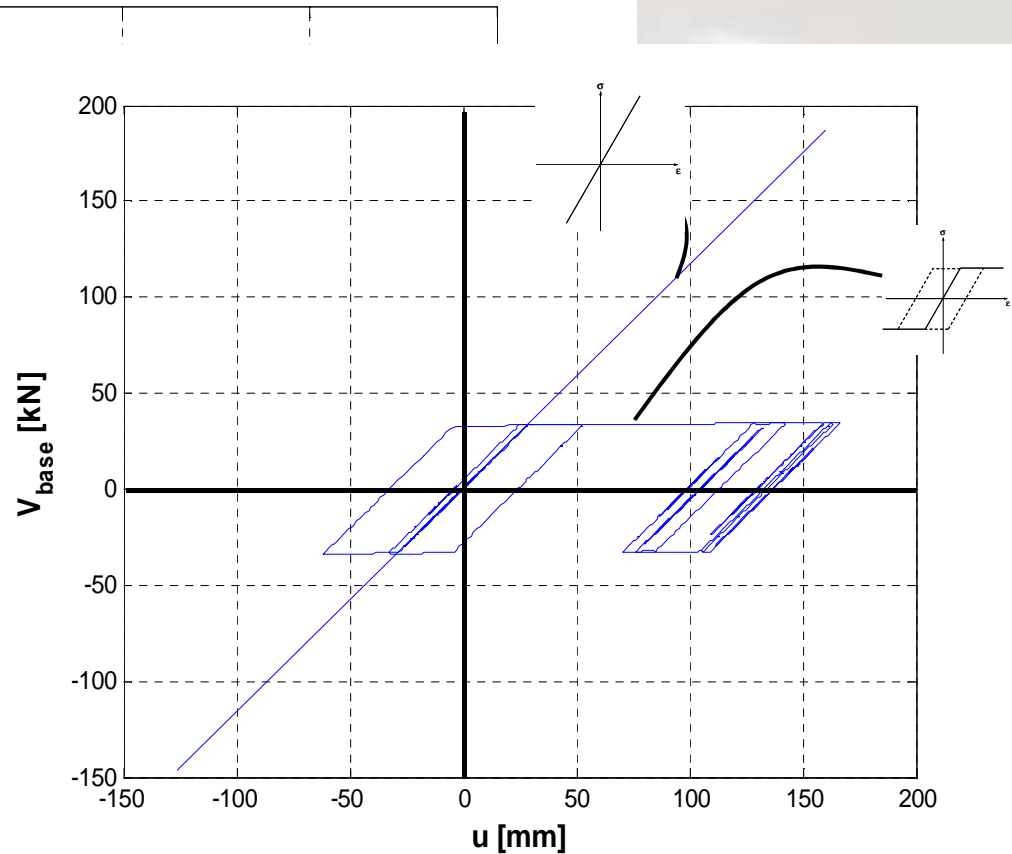
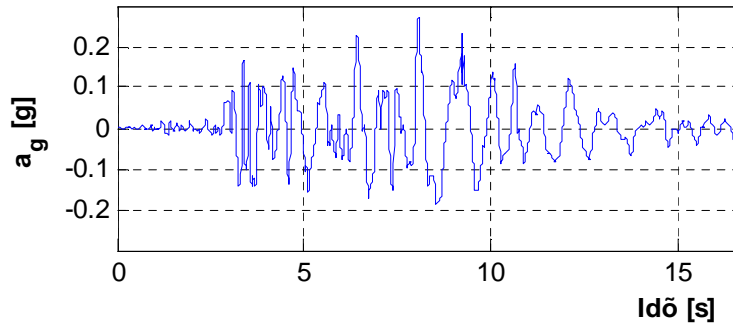


forrás: U.S. Geological Survey
Department of the Interior/USGS



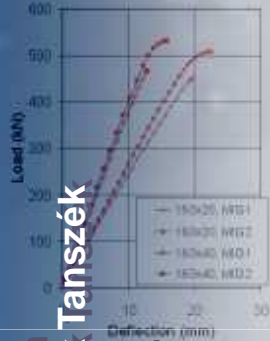
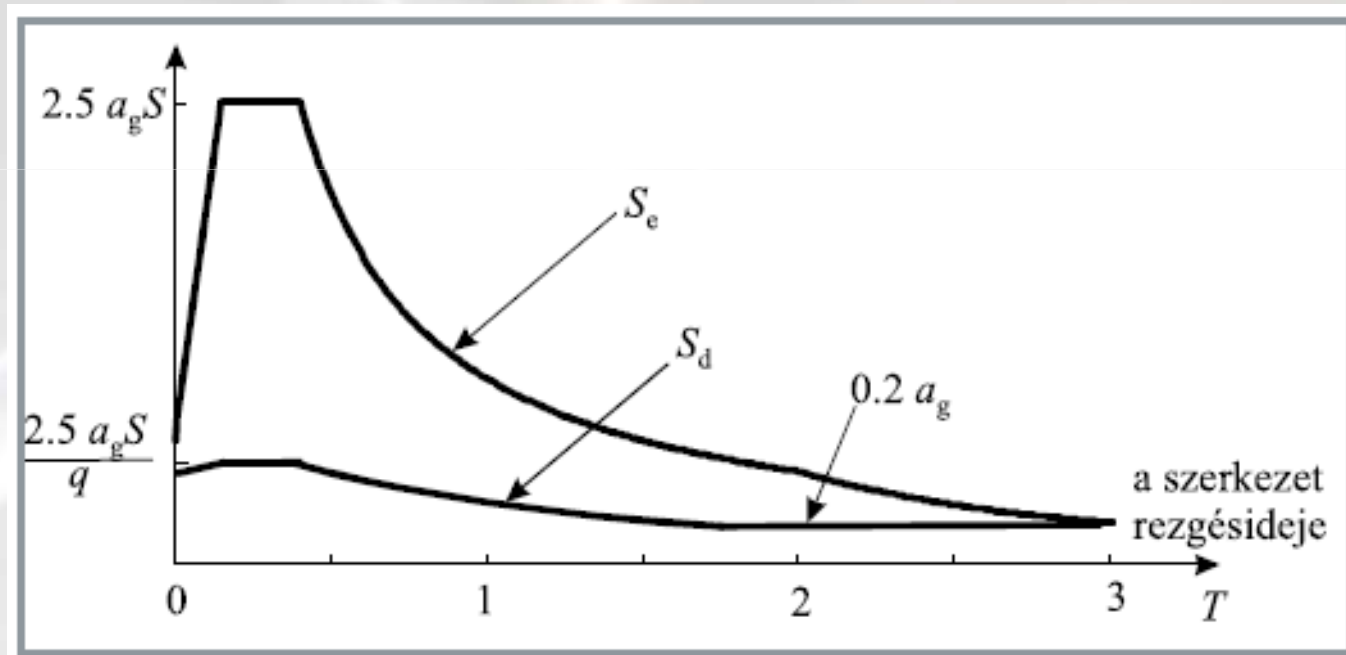
Néhány fogalom

- *response modification factor, R*:
válaszcsökkenő tényező – EC8: viselkedési tényező



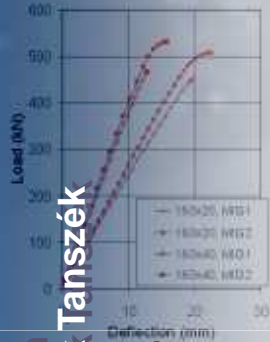
Néhány fogalom

- *response modification factor, R*:
válaszcsökkenő tényező – EC8: viselkedési tényező



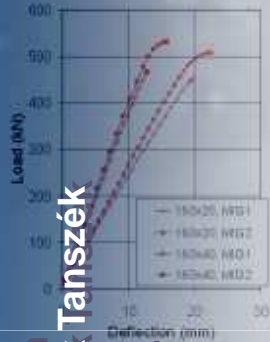
Néhány fogalom

- **maximum considered earthquake, MCE:**
legnagyobb figyelembevett földrengéshatás, ami jellemzően a 2500 éves visszatérési idejű földrengést jelenti (2% valószínűséggel következik be 50 év alatt). A gyakorlatban tipikusan 475 éves visszatérési idejű földrengésre tervezünk (10% 50 év alatt).

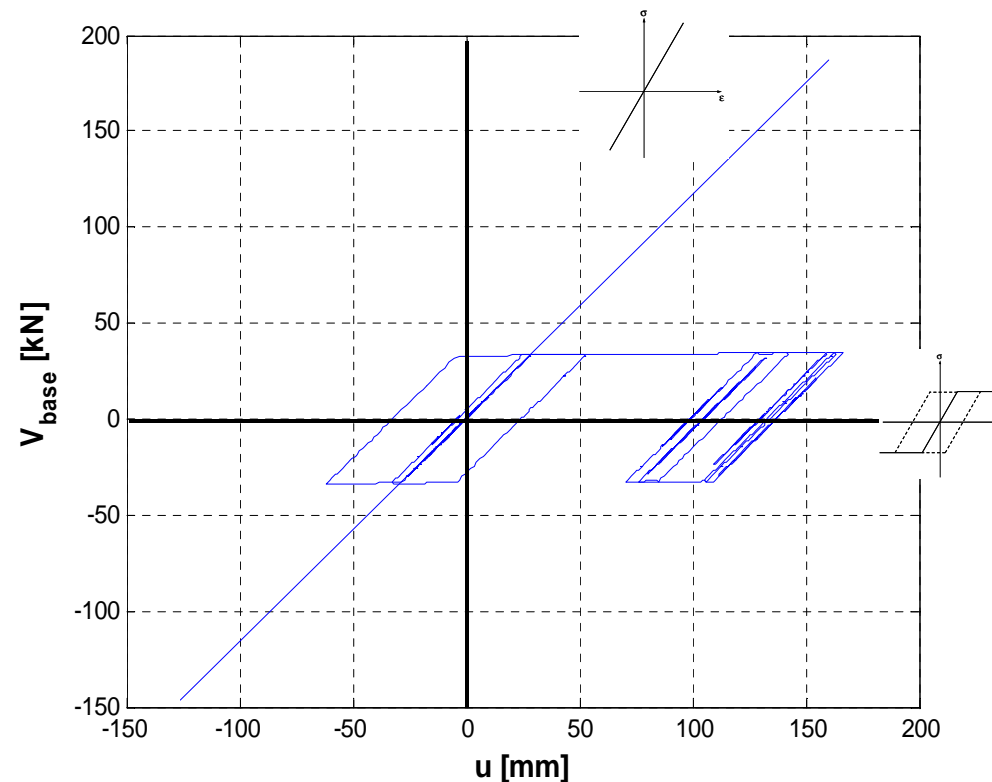


Néhány fogalom

- *displacement modification factor, C_d* : elmozdulási módosító tényező (EC8: q_d)



PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



Néhány fogalom

- *system overstrength, Ω_0* : túltervezési paraméter

Overstrength:

- karakterisztikus – tényleges anyagjellemzők
- felkeményedés
- kihasználtság
- system overstrength

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov} \Omega N_{Ed,E}$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov} \Omega M_{Ed,E}$$

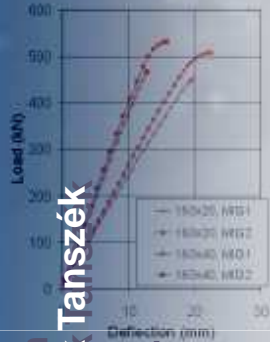
$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov} \Omega V_{Ed,E}$$

$$\Omega_i = M_{pl,Rd,i}/M_{Ed,i}$$

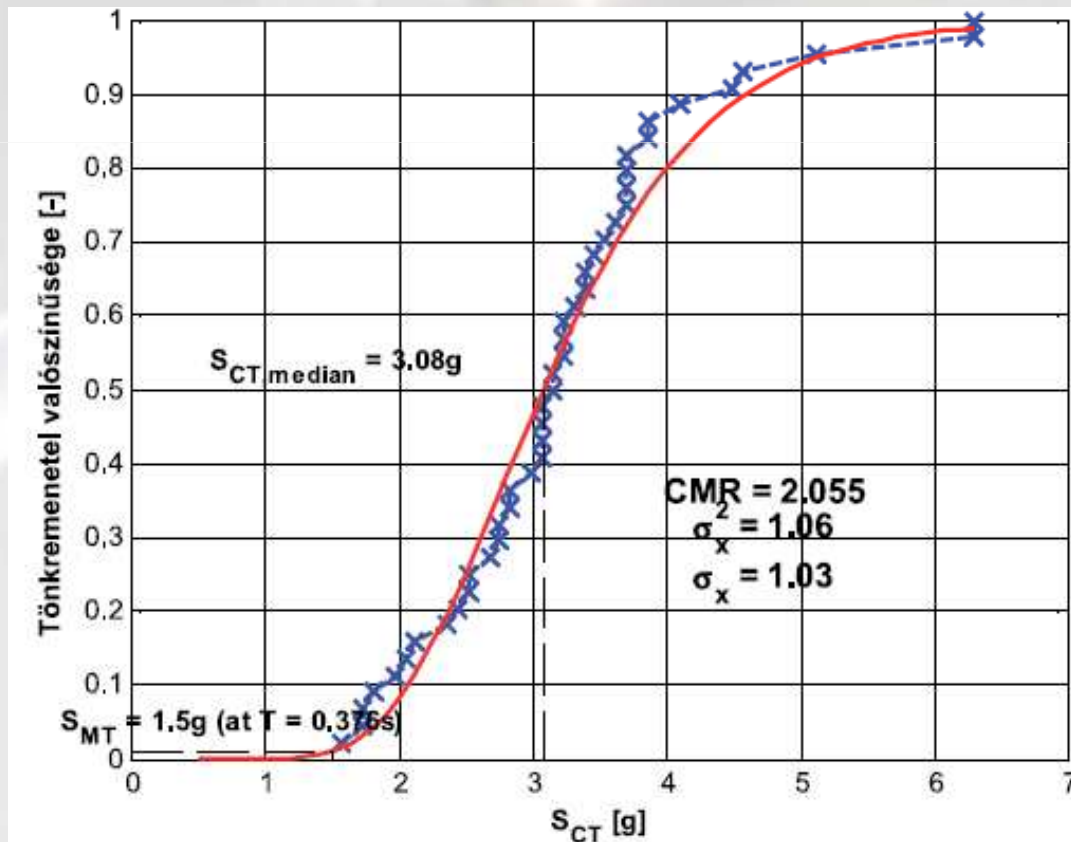
$$M_{c,Rd}^{col} > \sum M_{c,Rd}^{beam}$$

Néhány fogalom

- *fragility curve*: törékenységi görbe
- *collapse margin ratio, CMR*: tönkremenetellel szembeni biztonsági arány

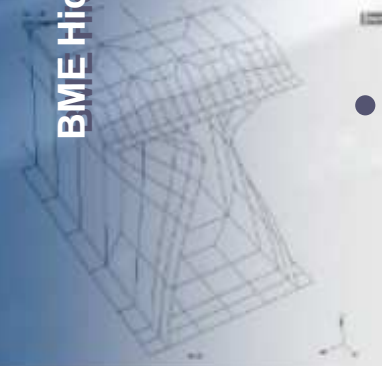
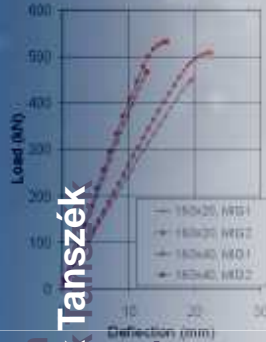


PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



Hát mi is a gond?

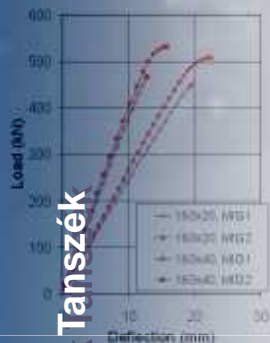
- új szerkezetek esetén,
- különböző szerkezettípusok kombinálása esetén
- mekkora is legyen a viselkedési tényező???
- hagyományosan: ciklikus elemkísérletek, stb. – tapasztalati úton, határértékek alapján, hasonló elemekkel való összehasonlítás, stb.
- objektív, egységes eljárás szükséges
- Európában és Magyarországon is aktuális téma



Szeizmikus viselkedés értékelése az ATC-63 alapján

- Applied Technology Council, Project 63
- tervezési szint: az emberi élet védelme, amelyet egy elfogadhatóan alacsony tönkremeneteli valószínűség megkövetelésével biztosít
- R , Ω_0 , C_d tényezők meghatározása
- átfogó, egységes, általánosan alkalmazható kereteljárás:
 - 1) idealizált archetipikus szerkezeti rendszerek: definiálás, tervezés (feltételezett R alapján)
 - 2) numerikus modell fejlesztése és kalibrációja
 - 3) nemlineáris statikus an. (*pushover*, eltolásvizsg.) $\rightarrow \Omega_0$
 - 4) nemlineáris növekményes dinamikus analízissorozat (IDA)
 - 5) törékenységi görbe – kiértékelés;
adjusted collapse margin ratio (ACMR) vs. elfogadható ACMR

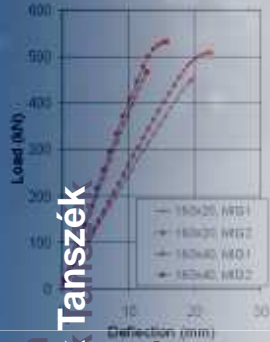
↓
 R , C_d



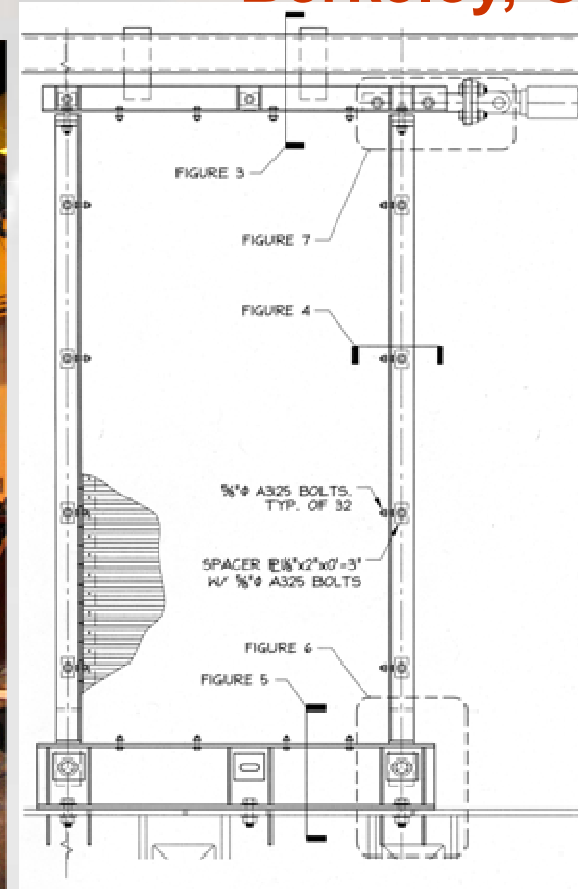
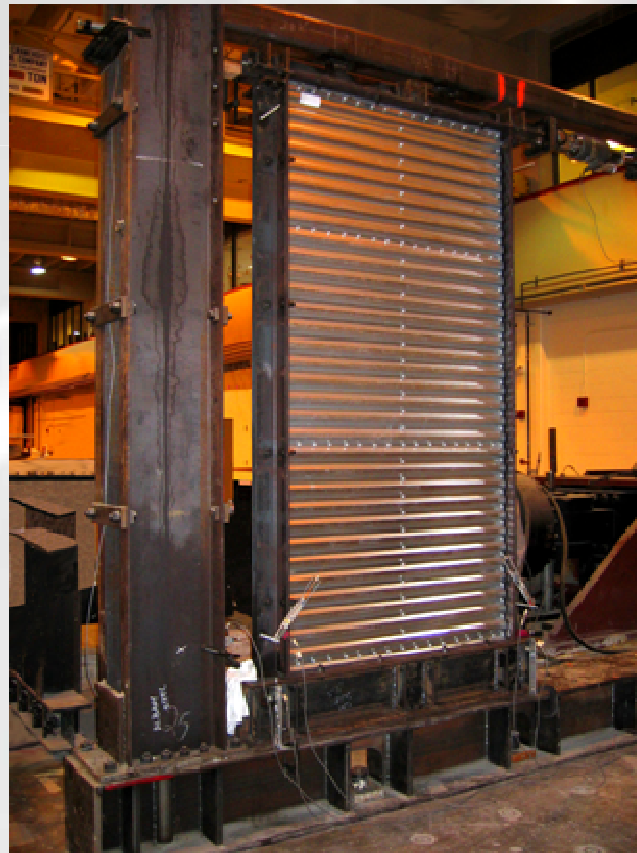
Merevítőfal

- trapézlemez
- vékonyfalú keretelemek
- önfúró csavarok

**Tipping Mar and Associates,
Berkeley, CA**



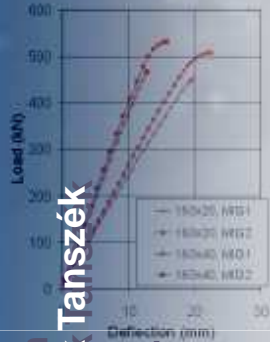
PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



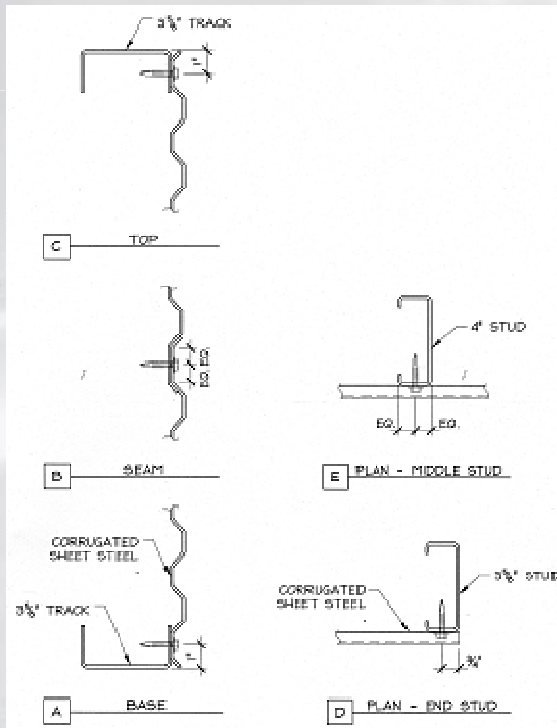
Merevítőfal

- trapézlemez
- vékonyfalú keretelem
- önfúró csavarok

Assembly	stud gauge	20	18	16	16
	screw size	12	12	12	14
sheathing	screw spacing	Group #			
22	6"	1	25	7	
22	3"	3	6	8	
18	3"		13	14	16

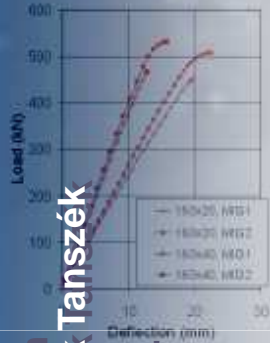


PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



Kísérleti eredmények

- Stojadinovic et al. (UC Berkeley)
- 44 próbatest

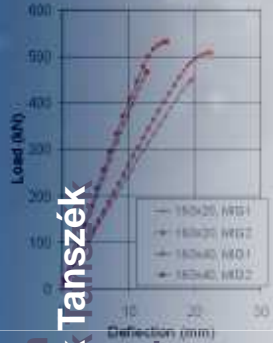


PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.

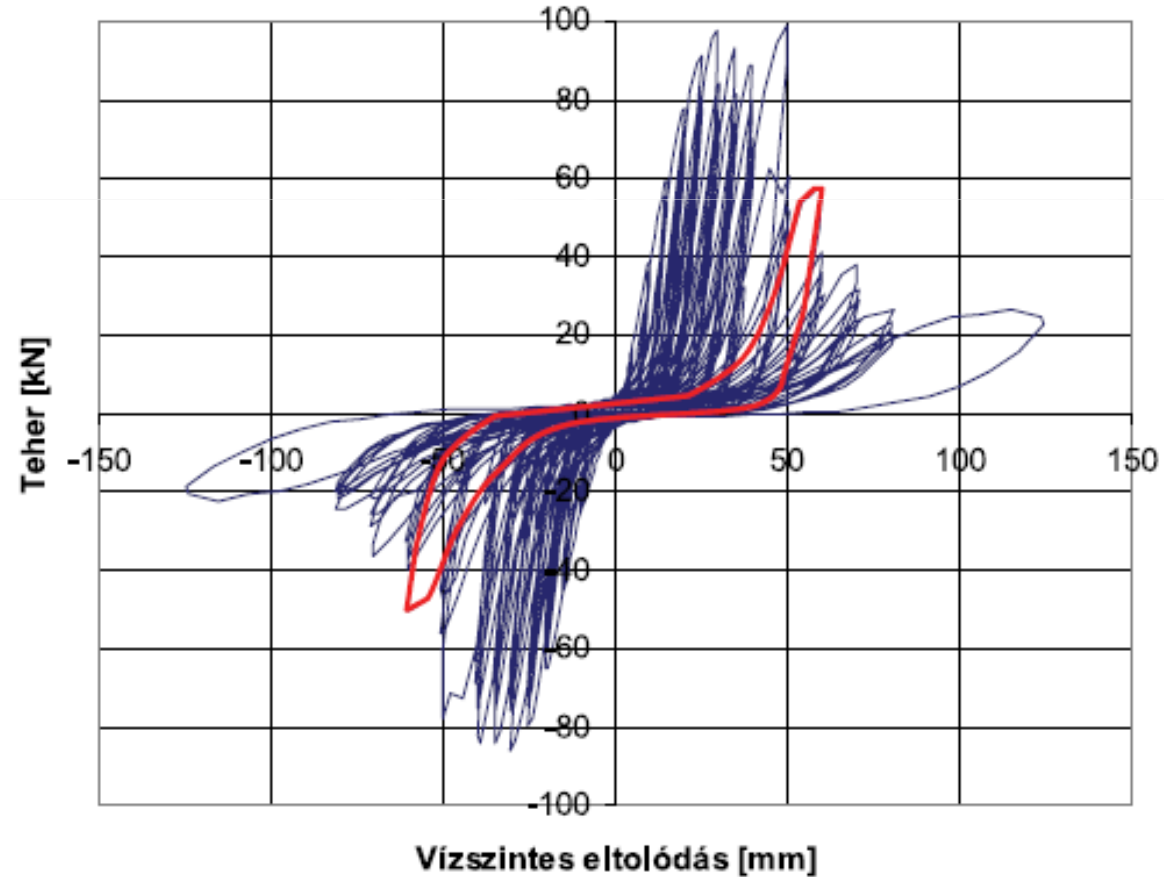


Kísérleti eredmények

- „pinching” (középen beszűkülő) hiszterézis jelleg

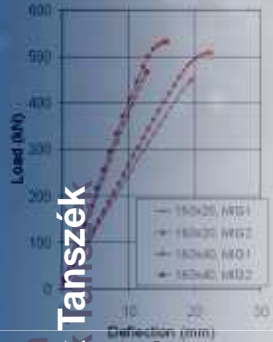


PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



Kísérleti eredmények

- tönkremeneteli módok



PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



a) bearing



b) screw pull-out / tilt



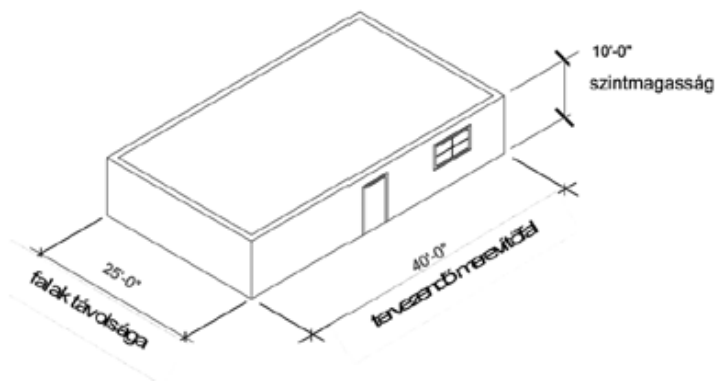
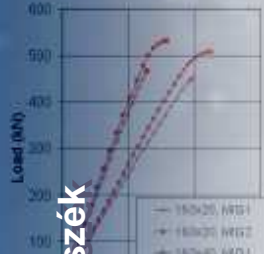
c) buckling and warping of corrugated sheet after screw pull-out



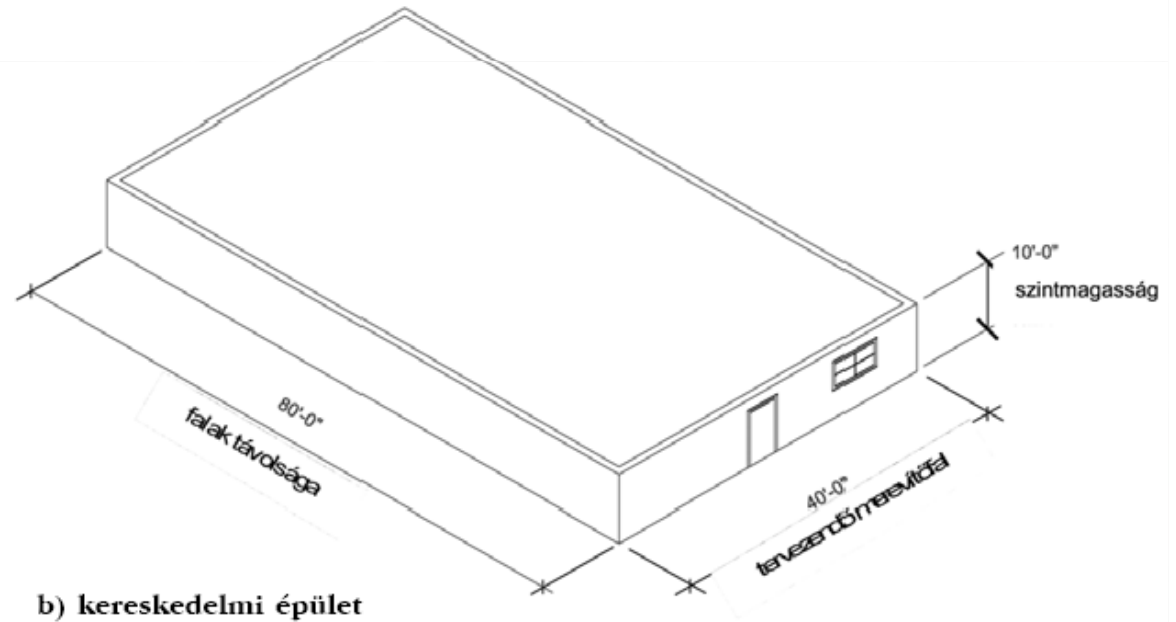
1. Archetípusok

- Archetipikus épületek megválasztása

- funkció, konfiguráció
- emeletszám
- régió szeizmicitása



a) lakóépület



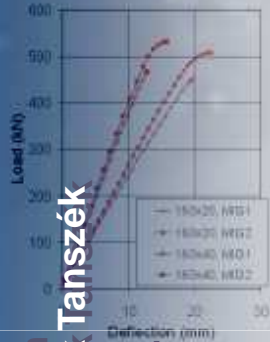
b) kereskedelmi épület

1. Archetípusok

- Archetipikus épületek megválasztása

R = High seismic (SDC Dmax)
 $S_s = 1.5, S_1 = 0.9 (S_{DS} = 1.0, S_{D1} = 0.6)$

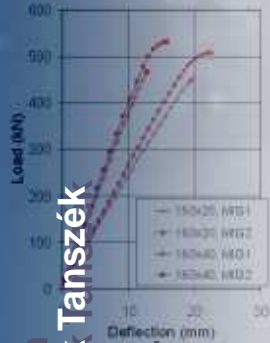
Csoport	Archetípus	Szintszám	Funkció	A_{szint} [m ²]	Tömeg [kN/m ²]	T_{design} [s]	S_{MT} [g]	C_s [-]	Tervezési alapnyíró- erő [kN]
I	1	1	kereskedelmi	149	1.45	0.16	1.50	0.25	53.4
	5	2	kereskedelmi	149	1.45	0.19	1.50	0.25	106.8
	9	3	kereskedelmi	149	1.45	0.26	1.50	0.25	160.1
II	2	1	1&2 család	46	0.5	0.112	1.50	0.25	5.6
	6	2	1&2 család	46	0.5	0.19	1.50	0.25	11.1
	10	3	többcsaládos	46	1.45	0.26	1.50	0.25	50.0
	13	4	többcsaládos	46	1.45	0.32	1.50	0.25	66.7
	15	5	többcsaládos	46	1.45	0.38	1.50	0.25	83.4
	17	6	többcsaládos	46	1.45	0.431	1.50	0.25	100.1
	18	7	többcsaládos	46	1.45	0.484	1.50	0.25	116.8
	19	8	többcsaládos	46	1.45	0.535	1.50	0.25	133.4
	20	9	többcsaládos	46	1.45	0.584	1.50	0.25	150.1
	21	10	többcsaládos	46	1.45	0.632	1.42	0.237	158.3



1. Archetípusok

- tervezés földrengésre
 - feltételezett R alapján
 - helyettesítő vízszintes teher módszerével

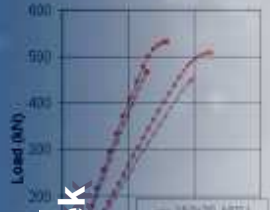
Story	EQ loading [kip]	demand, V_u		wall type (group#)	V_{nom} [plf]	V_{ASD} [plf]	V_{LRFD} [plf]
		[lbs]	[plf]				
R		6250	312	1	1173	469	657
4		11250	563	1	1173	469	657
3		15000	750	25	1505	602	843
2		17500	875	7	1836	734	1028
1		18750	937	7	1836	734	1028



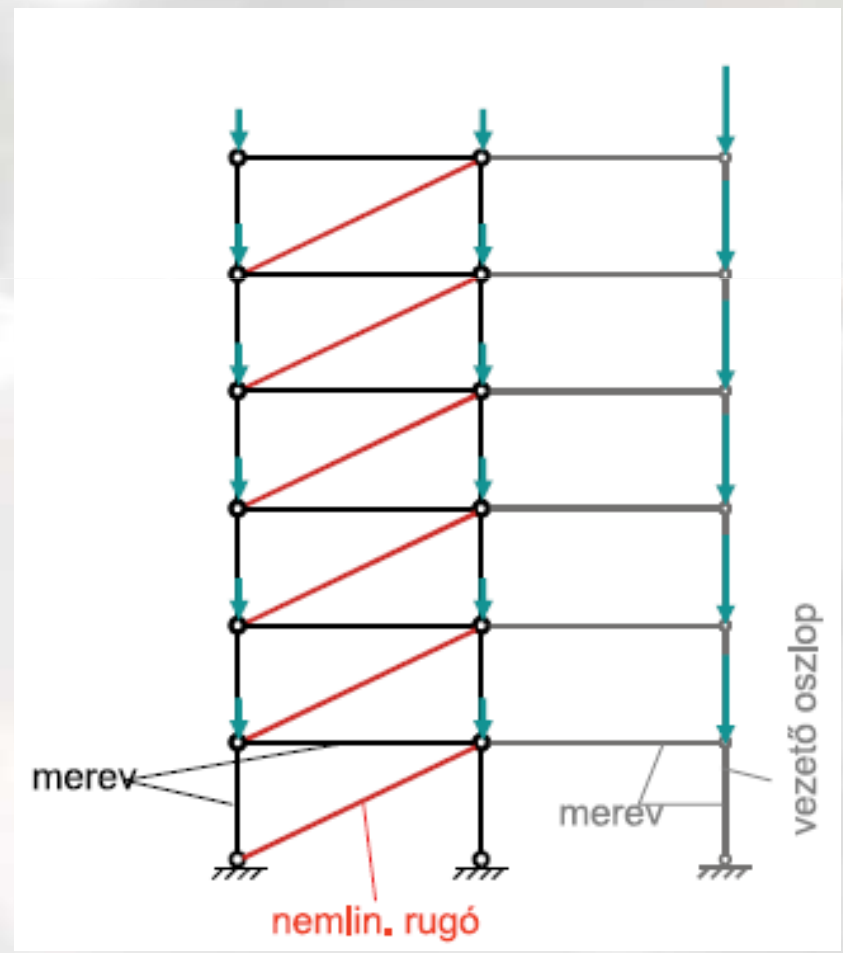
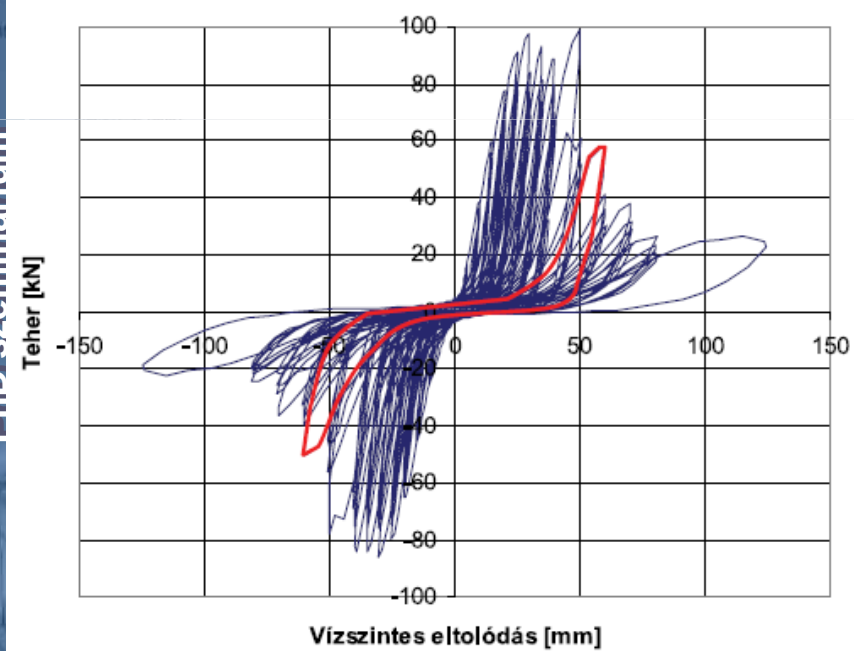
PhD szeminárium
 BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
 2009. március 31.

2. Numerikus modell és kalibrálás

- síkbeli rúdszerkezet
- OpenSees

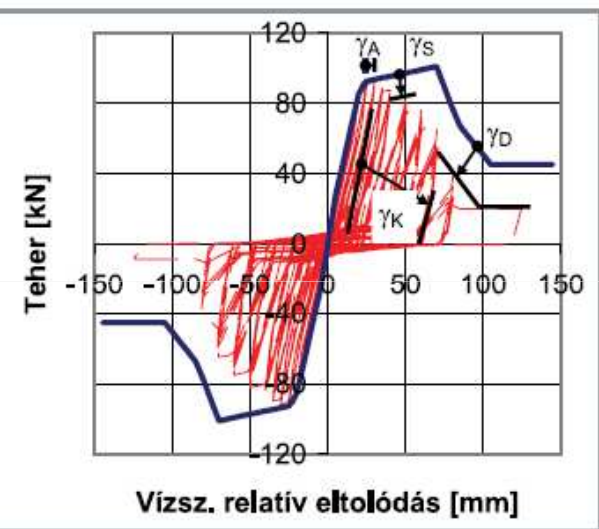
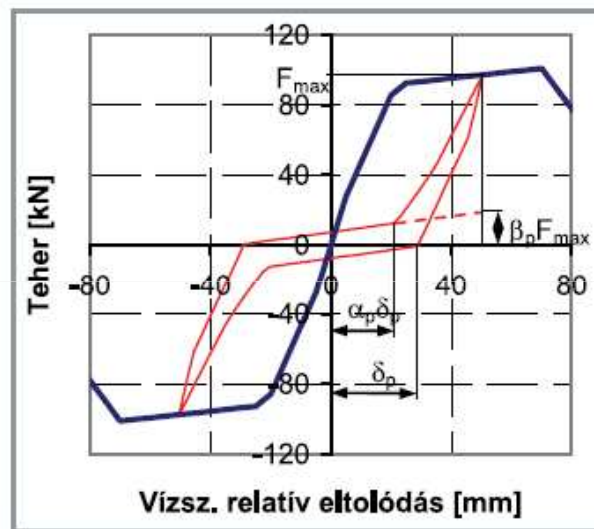
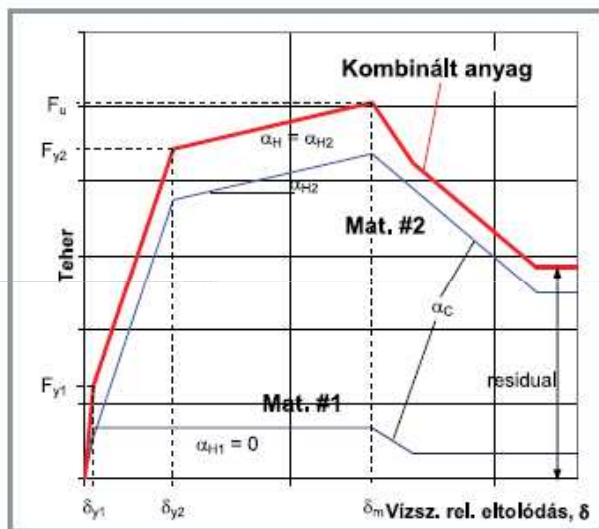


PhD. szeminárium



2. Numerikus modell és kalibrálás

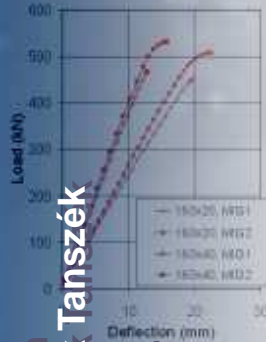
- Ibarra – Medina – Krawinkler modell



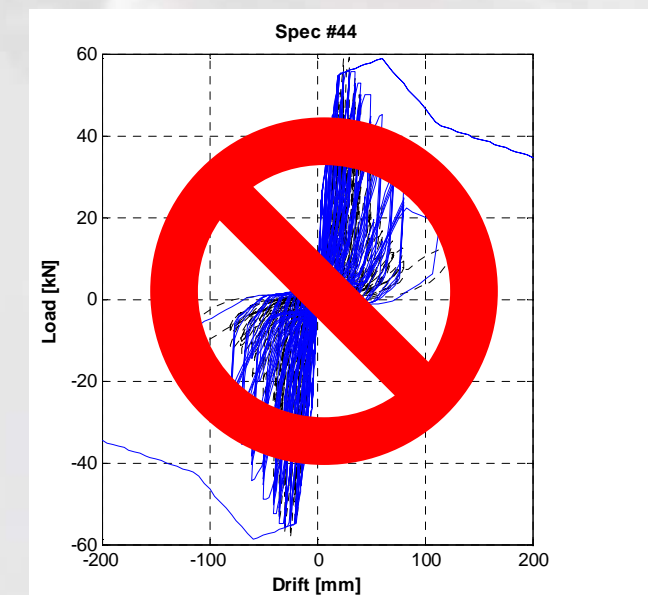
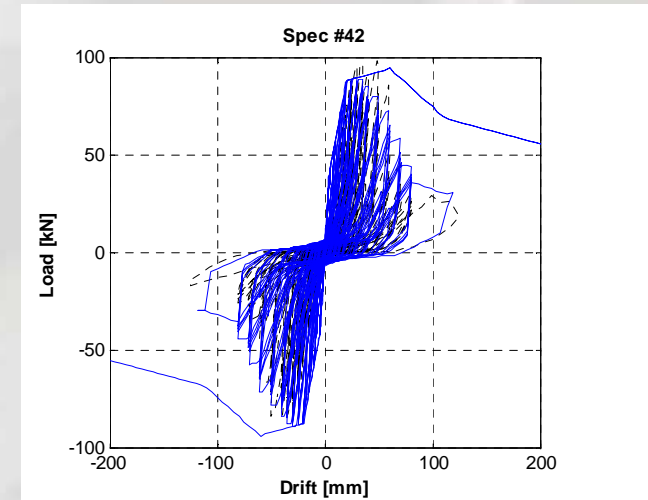
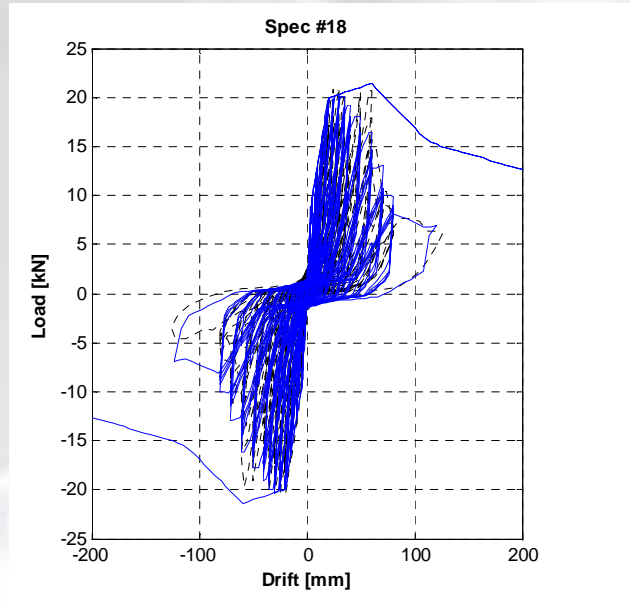
- 15 független paraméter
- monoton viselkedés? – almodell
- modell kalibrálás ciklikus kísérletekhez – GA

2. Numerikus modell és kalibrálás

- egységes modell



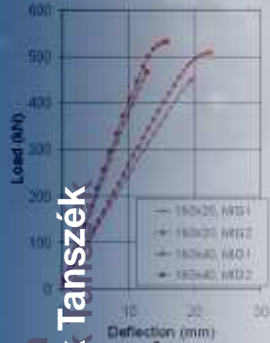
PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



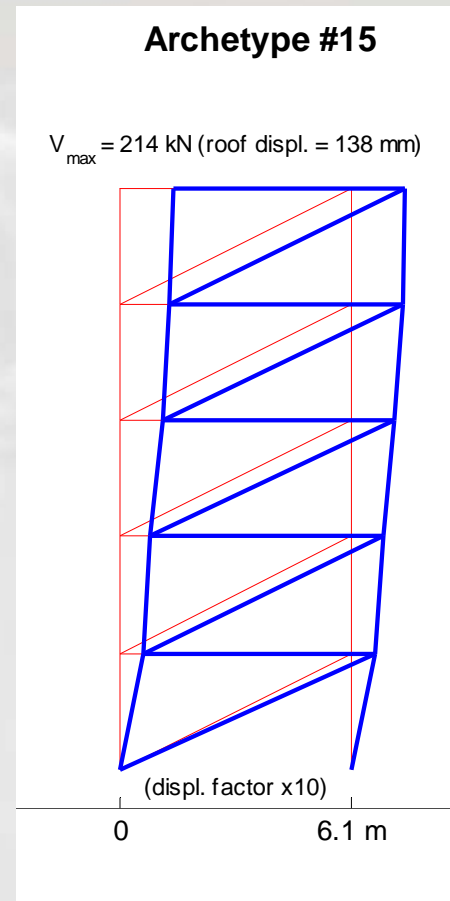
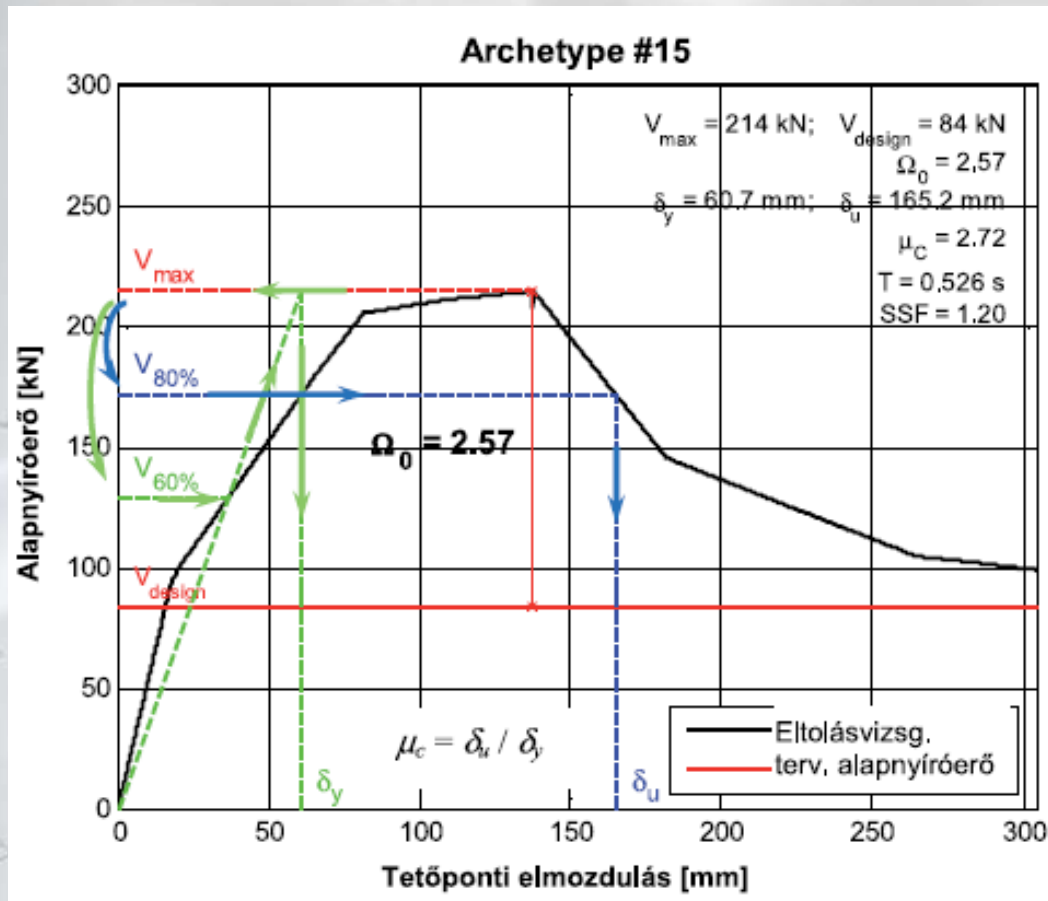
Assembly	stud gauge	20	18	18	18
	screw size	12	12	12	14
sheathing	screw spacing	Group #			
22	6"	1	25	7	
22	3"	3	6	8	
18	3"		13	14	16

3. Eltolás vizsgálat

- nemlineáris analízis – monoton növekvő teherre
- minden archetípusra

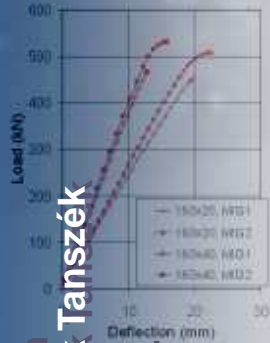


PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.

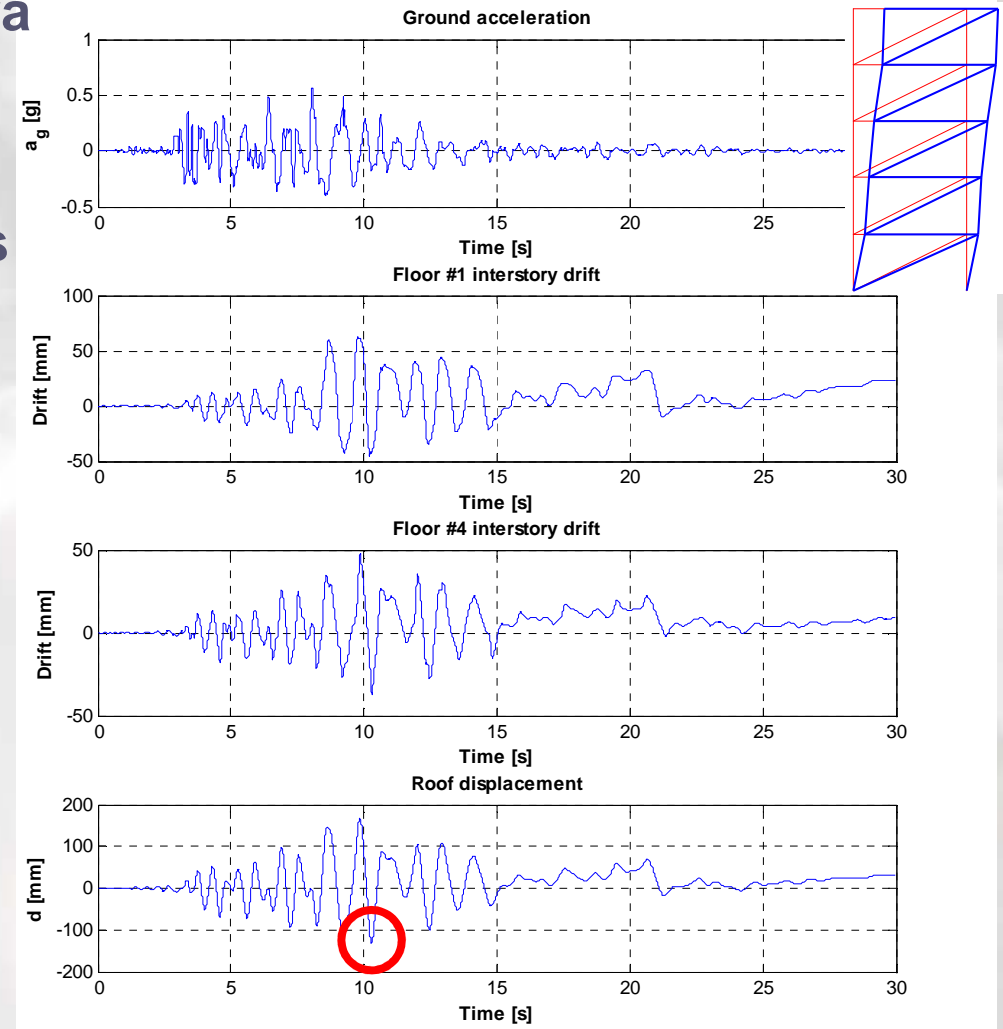


4. IDA analízis

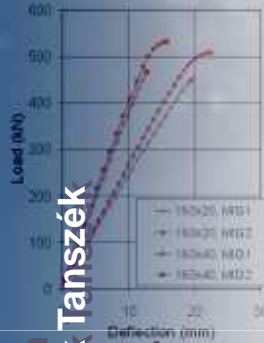
- minden archetípusra
- 22 pár földrengés-rekord
- nemlin. din. analízis



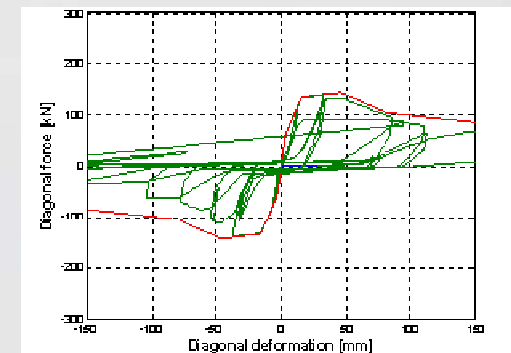
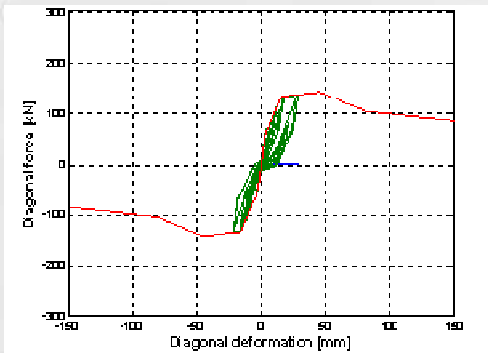
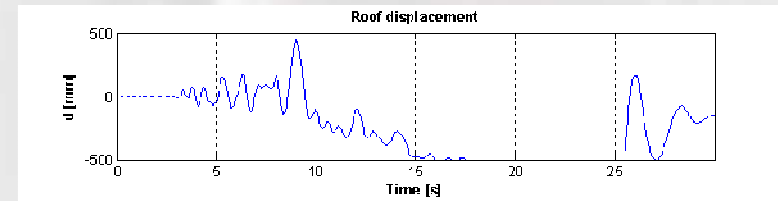
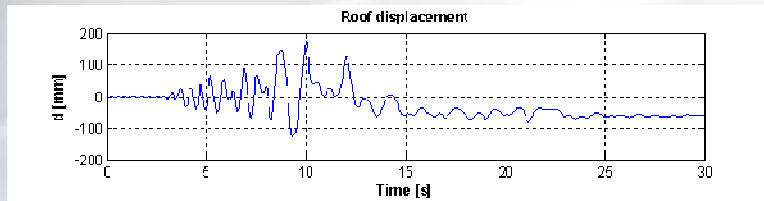
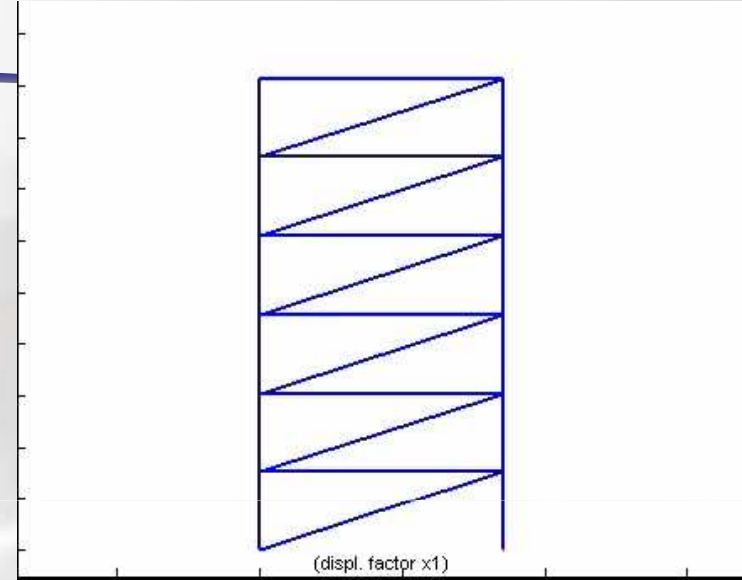
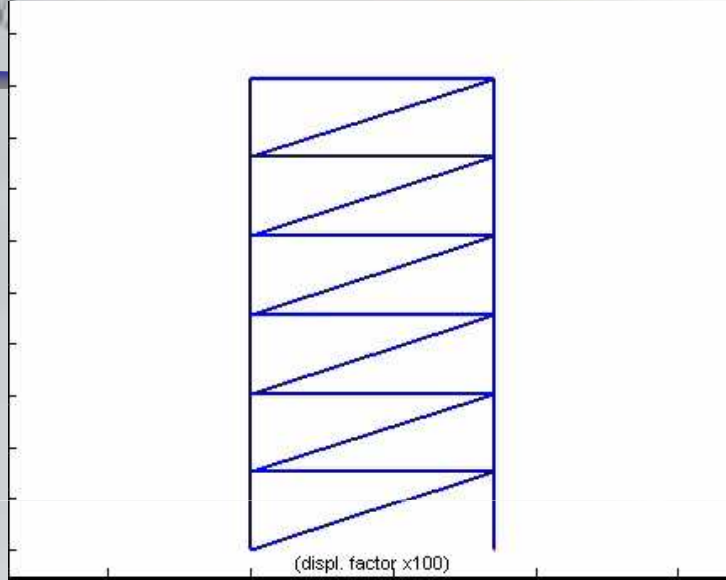
PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



4. IDA analízis

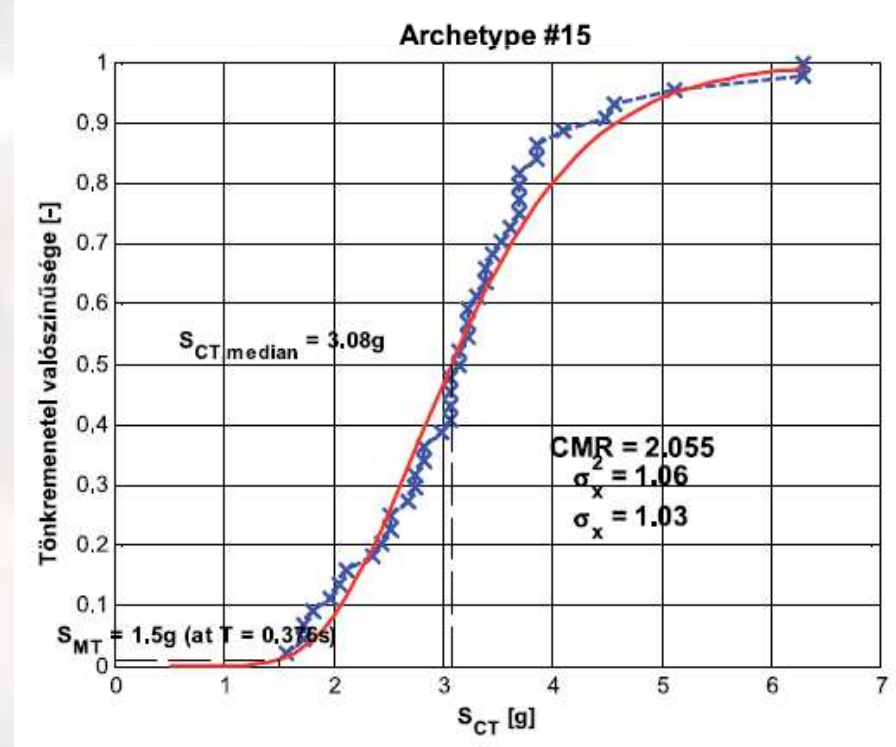
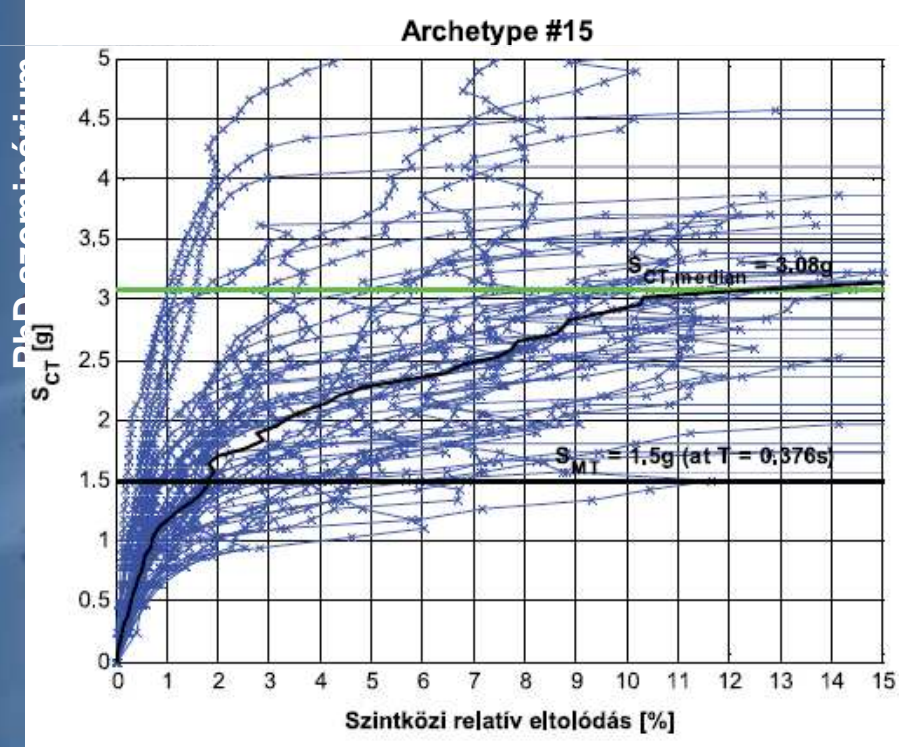
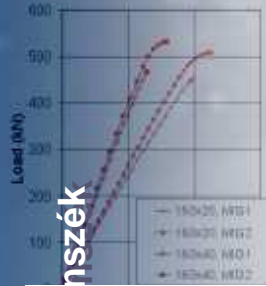


PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



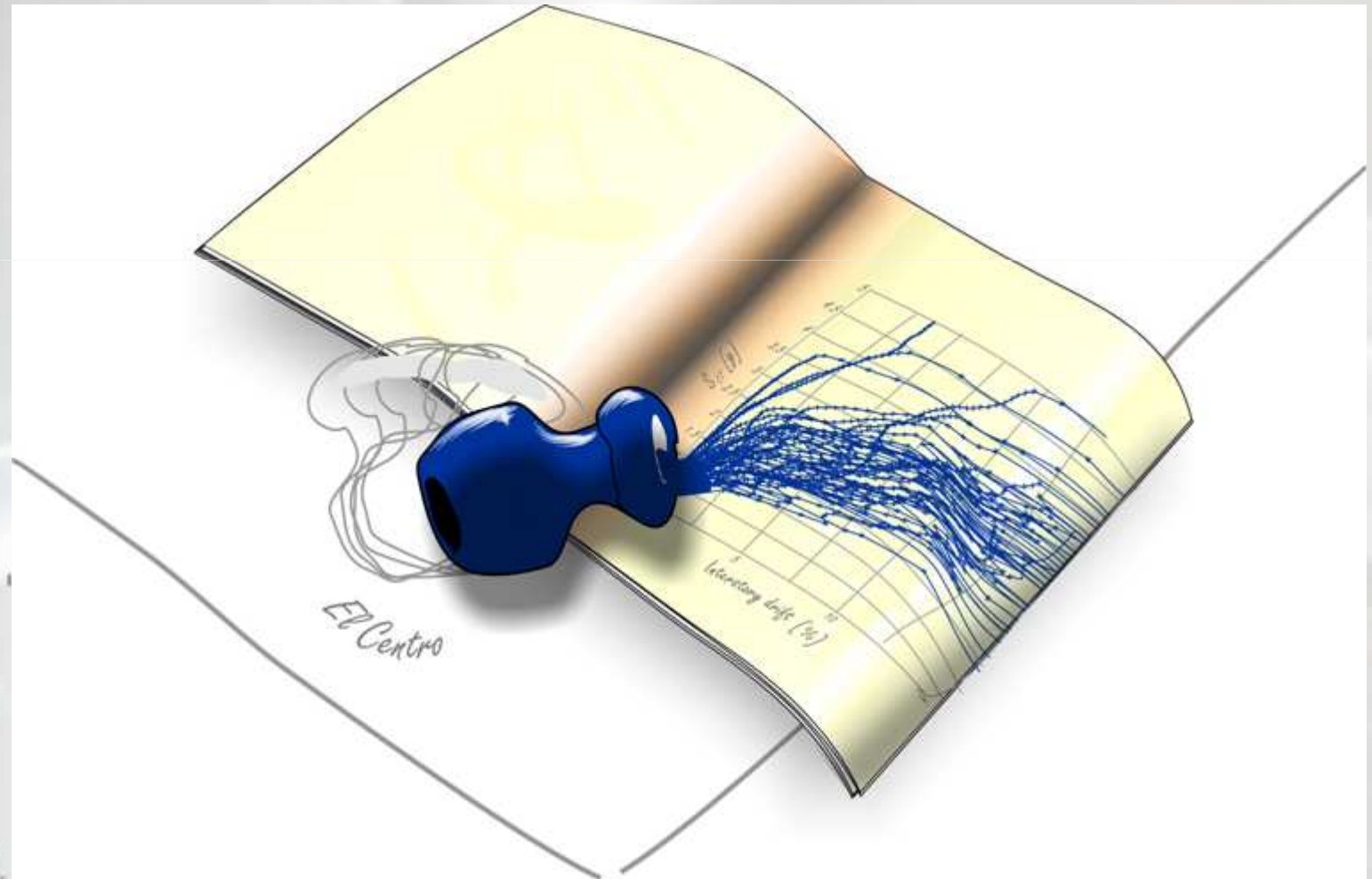
4. IDA analízis

- minden archetípusra
- minden rekord
- intenzitás fokozatosan növelve (skálázva) a szerkezet tönkremeneteléig

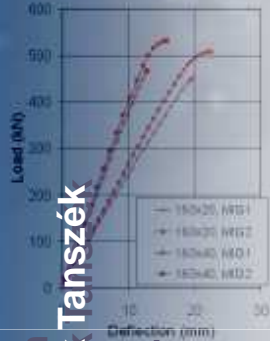


4. IDA analízis

- vagy...

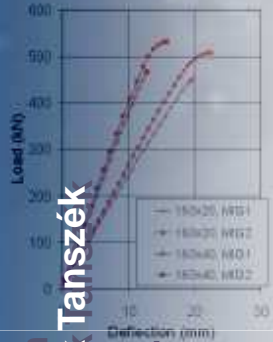


PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.

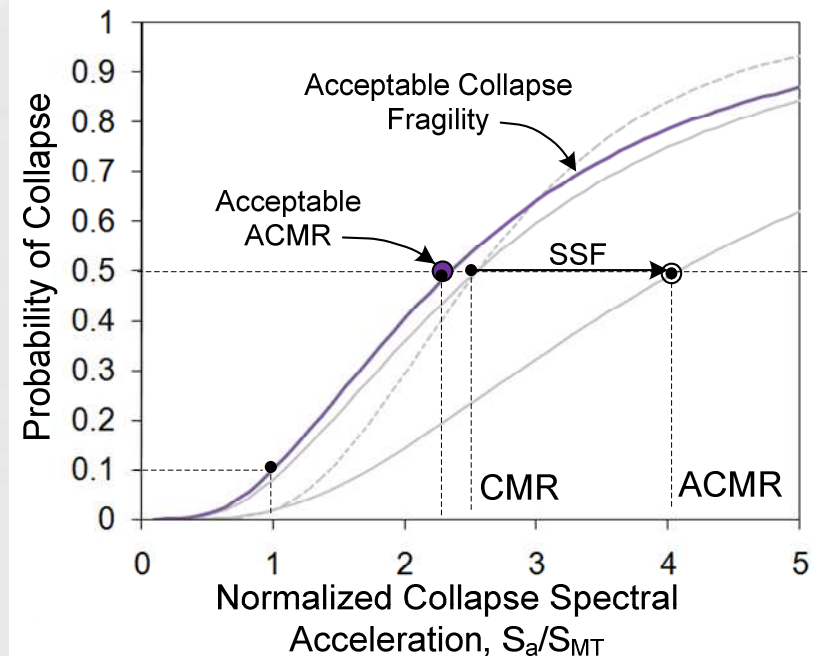


5. Szeizmikus viselkedés értékelése

- figyelembe veendő bizonytalanságok:
 - földrengések különbözősége (record-to-record variability)
 - modellezés pontossága
 - tönkremeneteli mód ismerete, szimulációja
 - kísérleti adatok minősége, stb.
 - spektrális alak különbözősége
- módosított törékenységi görbe
- ACMR határértékek

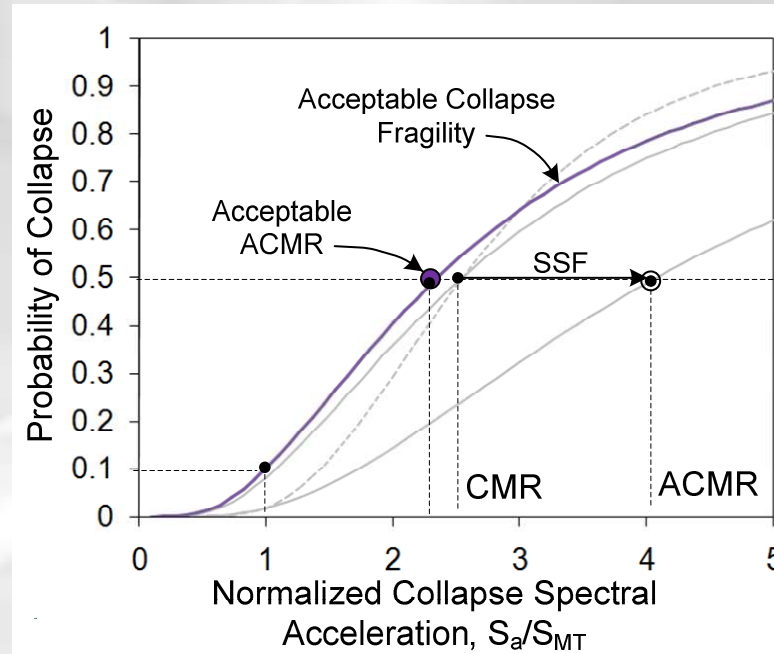


PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



5. Szeizmikus viselkedés értékelése

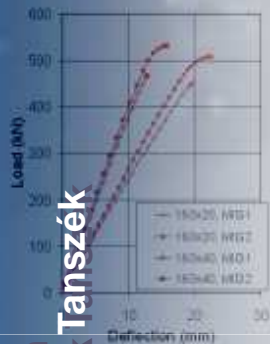
- módosított törékenységi görbe



- ACMR határértékek
- elfogadható tönkremeneteli valószínűség:
20% az egyes archetípusokra, 10% archetípus csoportokra

5. Szeizmikus viselkedés értékelése

- ellenőrzés



PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.

R = 4 High seismic (SDC Dmax)

$S_S = 1.5, S_1 = 0.9 (S_{DS} = 1.0, S_{D1} = 0.6)$

Archetipus	Szintszám	Funkció	Ω_0	μ_c	SSF	S_{MTR} (T_{design})	SF_{anchor}	β_{int}	\dot{S}_{CT}	CMR	ACMR		ACMR limit	eL
			[-]	H	[-]	[g]	[-]	[-]	[g]	[-]	[-]	[-]	[-]	
1	1	kereskedelmi	2,38	6,25	1,31	1,50	2,10	0,70	2,79	1,86	2,44	>	1,80	OK
5	2	kereskedelmi	2,40	4,37	1,26	1,50	1,97	0,70	2,93	1,95	2,46	>	1,80	OK
9	3	kereskedelmi	2,39	3,36	1,22	1,50	1,88	0,70	3,04	2,03	2,47	>	1,80	OK
Átlag											2,46	>	2,45	OK
2	1	1&2 család	9,91	6,31	1,31	1,50	2,60	0,70	4,85	3,24	4,24	>	1,80	OK
6	2	1&2 család	4,91	4,95	1,27	1,50	1,97	0,70	4,44	2,96	3,76	>	1,80	OK
10	3	többcsaládos	2,52	4,06	1,25	1,50	1,88	0,70	3,34	2,23	2,78	>	1,80	OK
13	4	többcsaládos	2,56	3,00	1,20	1,50	1,95	0,70	3,01	2,01	2,41	>	1,80	OK
15	5	többcsaládos	2,57	2,72	1,19	1,50	2,00	0,70	3,08	2,05	2,44	>	1,80	OK
Átlag											3,13	>	2,45	OK
17	6	többcsaládos	2,57	2,48	1,17	1,50	2,05	0,70	2,98	1,98	2,32	>	1,80	OK
18	7	többcsaládos	2,08	2,40	1,17	1,50	2,02	0,70	2,97	1,98	2,32	>	1,80	OK
19	8	többcsaládos	2,34	2,34	1,18	1,50	2,14	0,70	2,79	1,86	2,19	>	1,80	OK
20	9	többcsaládos	2,56	2,35	1,21	1,50	2,40	0,70	2,61	1,74	2,11	>	1,80	OK
21	10	többcsaládos	2,42	2,31	1,22	1,42	2,44	0,70	2,30	1,62	1,97	>	1,80	OK
Átlag											2,65	>	2,45	OK

Zárszó

- **ATC-63: átfogó, relatíve objektív eljárás a szeizmikus paraméterek meghatározására**

- **a bemutatott példa az egyik első gyakorlati alkalmazás a példa nem teljes!!!!**

(pl. nem szerkezeti elemek hatása, alacsonyabb szeizmicitás, stb.)

eljárás – minden nehézségével – demonstrálva

pl. monoton viselkedés meghatározásának fontossága, paraméter-érzékenység, magasépületek, másodlagos nem méretezett elemek hatása, stb.

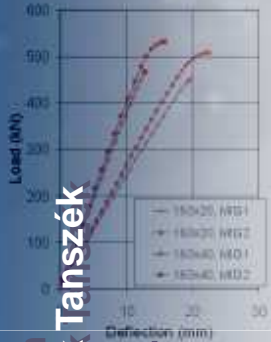
- **további részletek:**

Vigh, Deierlein, Miranda, Liel, Tipping: Seismic performance quantification of steel corrugated shear wall system, Research report, Stanford, CA, 2008.

(nem végleges verzió)

- **eljárás:**

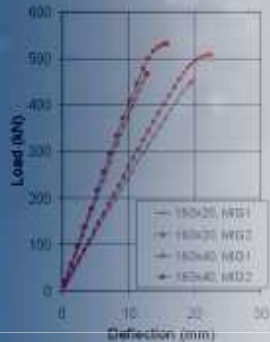
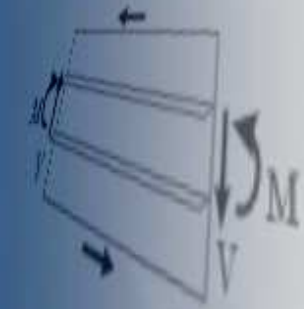
ATC-63: Recommended Methodology for Quantification of Building System Performance and Response Parameters, Applied Techn. Council, Redwood City, CA, 2008



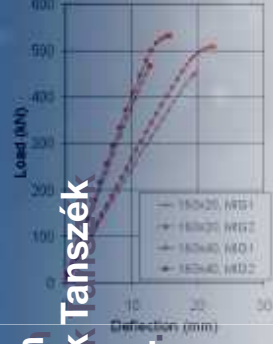
Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Cholnoky Tamásnak, a The Thomas Cholnoky Alapítványnak a Korányi Ösztöndíj keretében nyújtott támogatását.

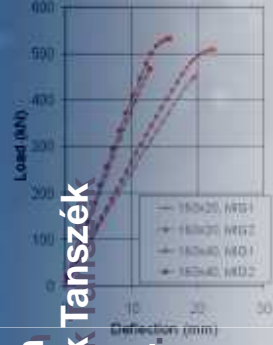
Köszönöm figyelmüket!



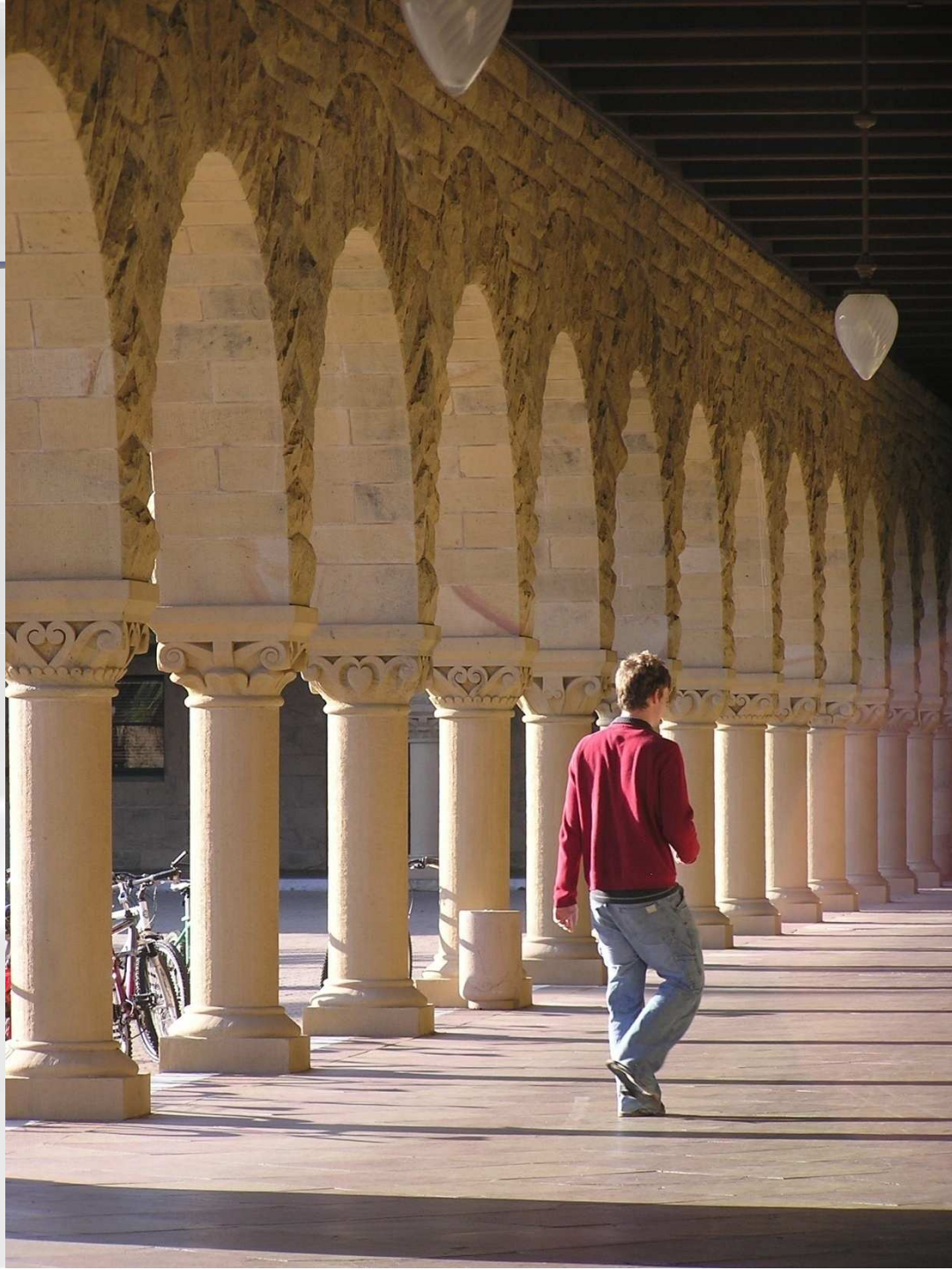
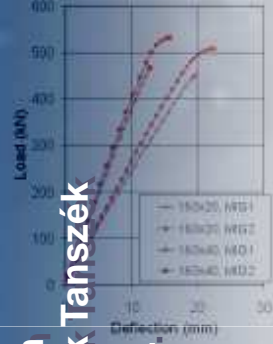
PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



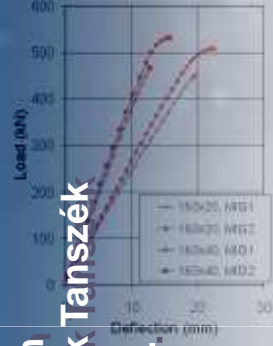
PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.



PhD szeminárium
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
2009. március 31.

