



Joó Attila László, Kollár László

# Tartószerkezetek földrengési méretezésének hazai kérdései az előregyártott szerkezetek tekintetében

Köszönetnyilvánítás:  
Kollár László



# Tartalom

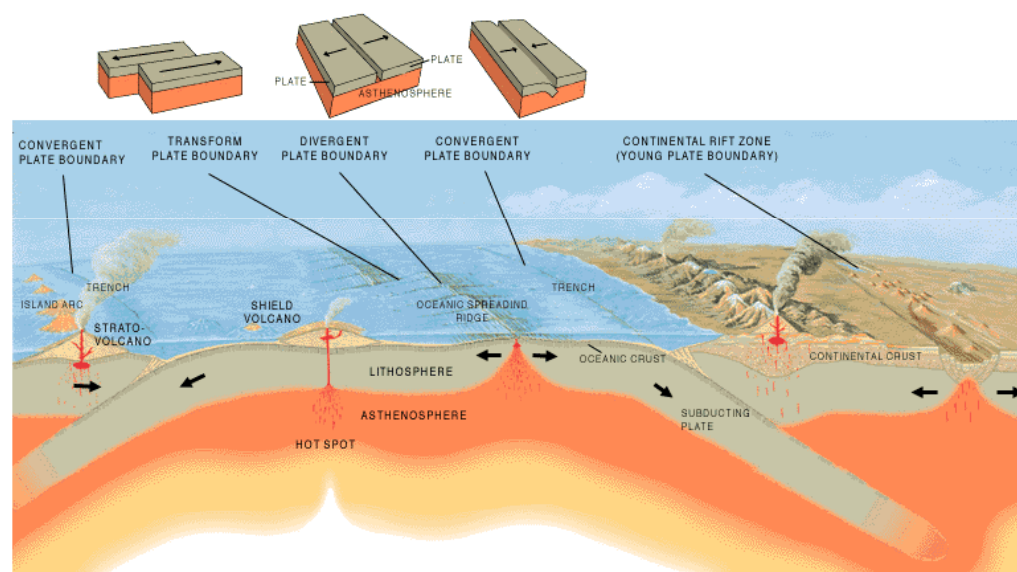
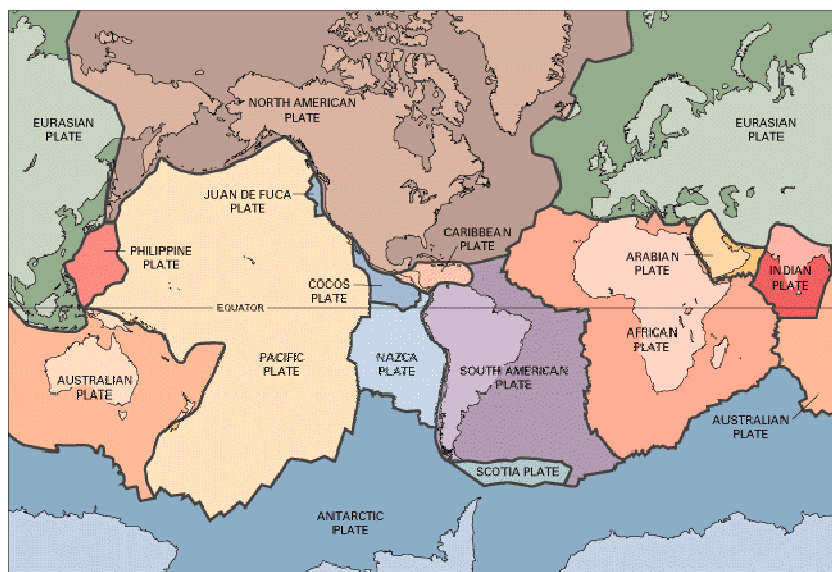
1. Földrengések kialakulása
2. Földrengések Magyarországon és a világon
3. Magyarországi szabályozás története
4. Eurocode és Nemzeti Melléklete
5. Eurocode 8 szerinti méretezés
6. Előregyártott szerkezetek speciális kérdései

# Tartalom

1. Földrengések kialakulása
2. Földrengések Magyarországon és a világon
3. Magyarországi szabályozás története
4. Eurocode és Nemzeti Melléklete
5. Eurocode 8 szerinti méretezés
6. Előregyártott szerkezetek speciális kérdései

# Földrengés keletkezése

*Alfred Wegener (1915) : Pangea elmélet*





# Földrengés erőssége

## Intenzitás:

Giuseppe Mercalli (1902–ben), 12 fokozatú intenzitási skála (I), a bekövetkező kár alapján

## Magnitúdó:

Richter vezette be (1920–as évek végén), a földrengés energiáját méri (M)

**Egyik sem képezi a földrengési méretezés alapját!**



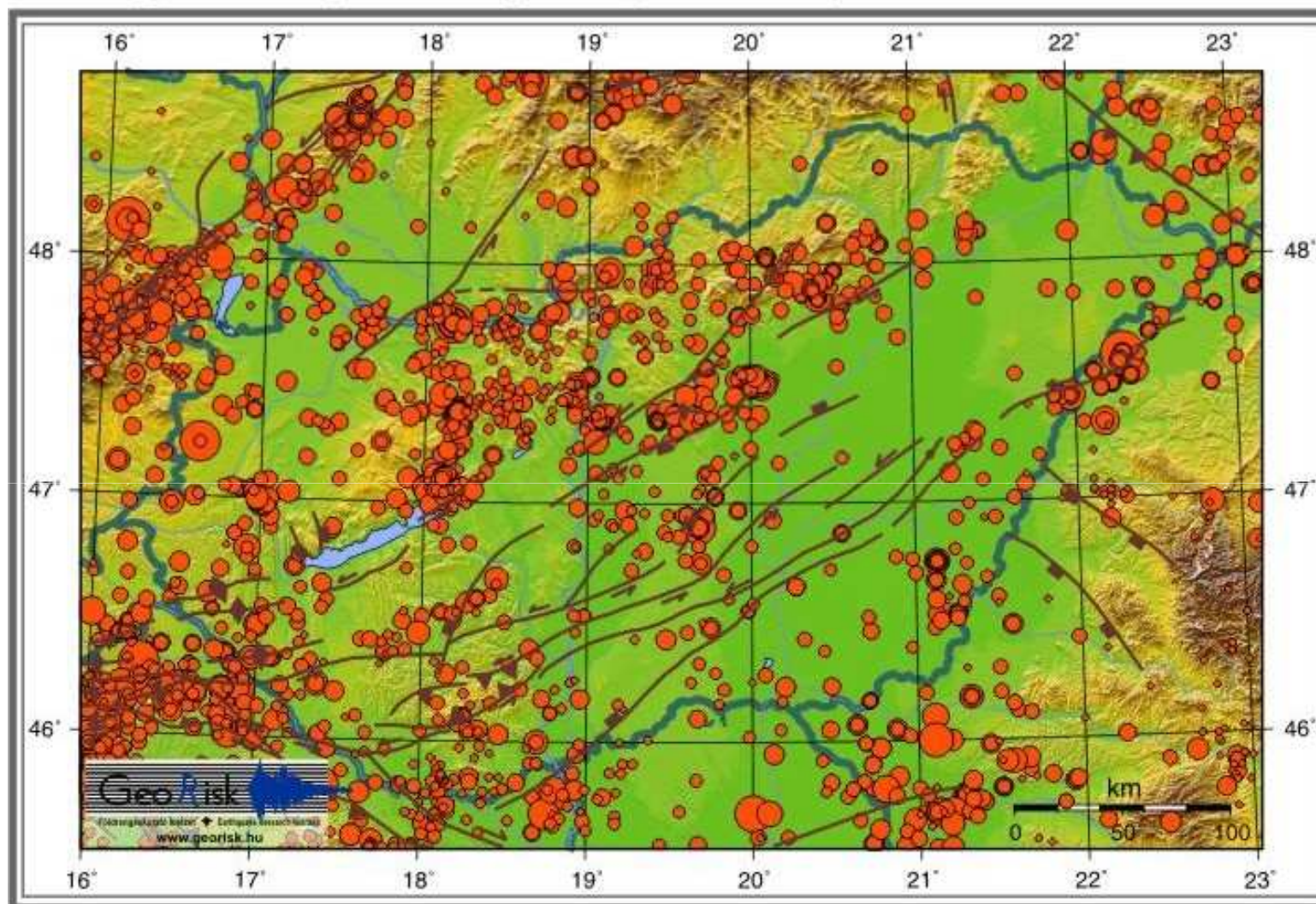
# Fontosabb magyarországi földrengések



Idő	Hely	M
456. szept. 7.	Szombathely	6.1
1763.jún. 28.	Komárom	6.3
1783.ápr. 22.	Komárom	5.2
1810.jan. 14.	Mór	5.4
1810.máj.27.	Mór	4.9
1851. júl.1.	Komárom	4.9
1868.jún.21.	Jászberény	4.9
1911. júl. 8.	Kecskemét	5.6
1925. jan.31.	Eger	5.0
1956. jan.12.	Dunaharaszti	5.6
1985.aug.15.	Berhida	4.9
2006. dec. 31.	Gyömrő	4.1



# Magyarország földrengései (456-2004)

Szerkesztette:  
Tóth László és Mónus Péter**FÖLDRENGÉS ADATOK:**

Zsirus T.: Magyar földrengés katalógus (456-1995)  
Tóth L., Mónus P., Zsirus T., Kiszeley M., Csifra T.:  
Magyarországi földrengések évkönyve (1995-2004)

**NEOTEKTONIKAI (AKTÍV) SZERKEZETEK:**

Horváth F., Bada G., Windhoffer G., Csontos L., Dóványi P., Fodor L.,  
Grenerczy Gy., Sikkégyi F., Szűllám P., Székely B., Timár G., Tóth L., Tóth T.:  
A Pannon-medence jelenkori geodinamikájának atlasza (2005) T034928. sz. OTKA

**DIGITÁLIS DOMBORZATI ADATOK:**

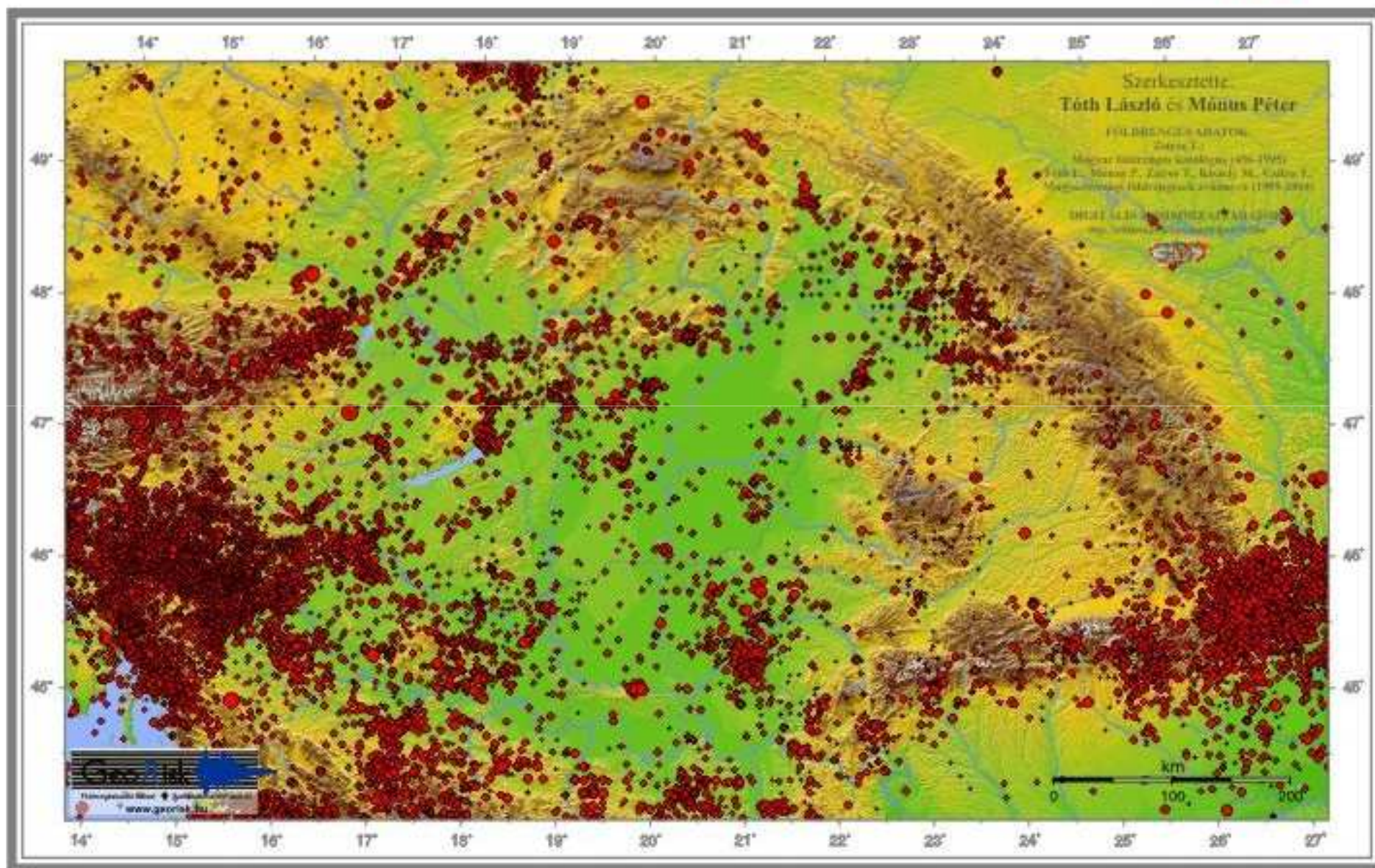
<http://e01mss21u.ecs.nasa.gov/srtm/>





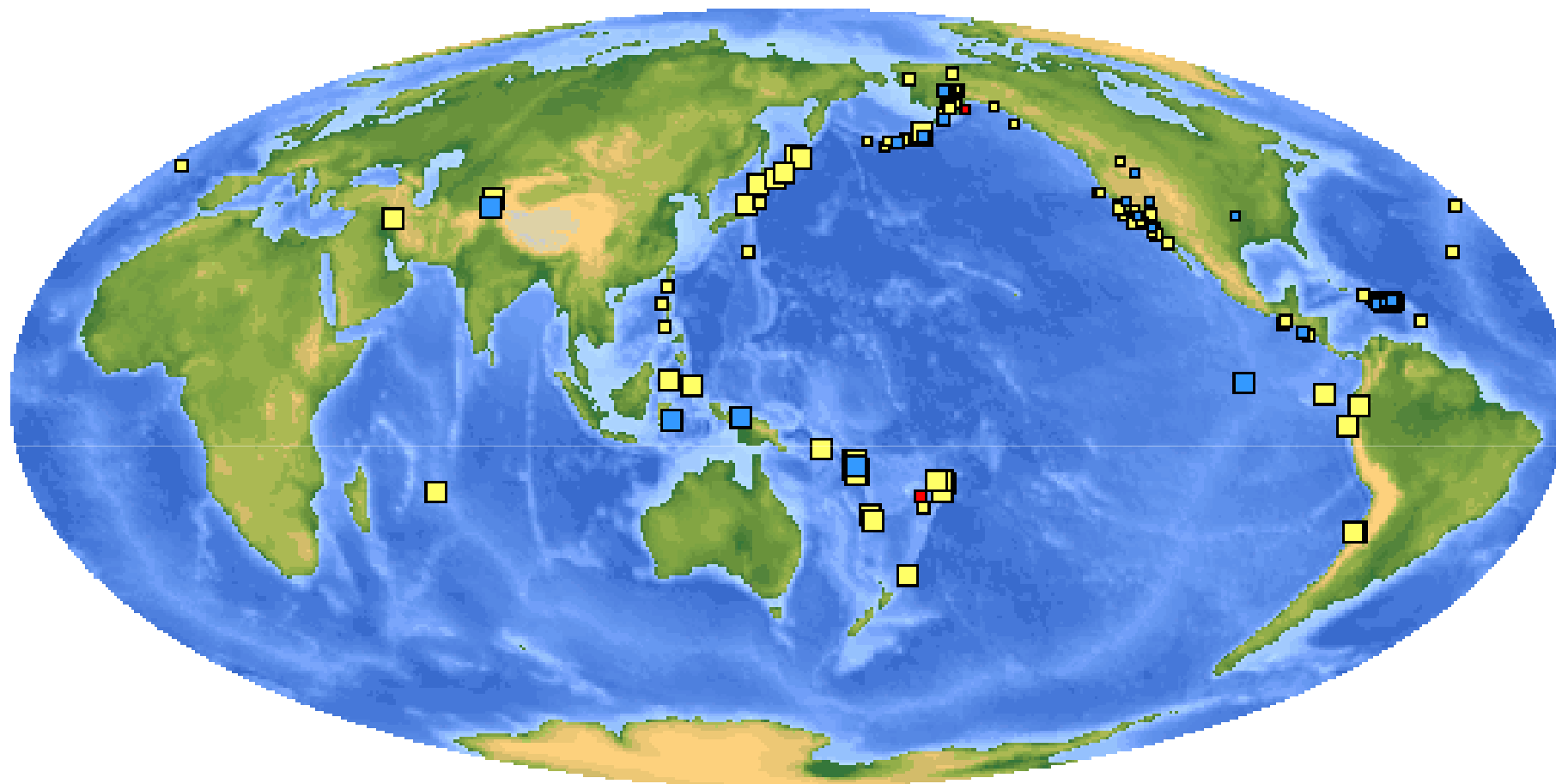


# A Kárpát-medence földrengésel (456-2004)





**Fri Oct 16 08:59:04 UTC 2009** 246 earthquakes on this map



ages

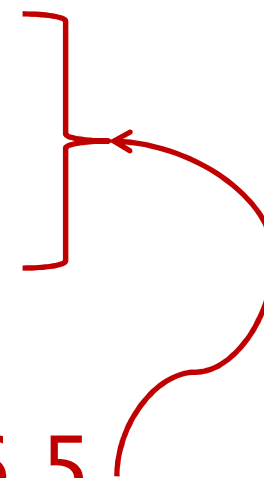
last hour   day   week

magnitudes

>7   >5   >2.5   ? (not known)

# Földrengések gyakorisága a világon

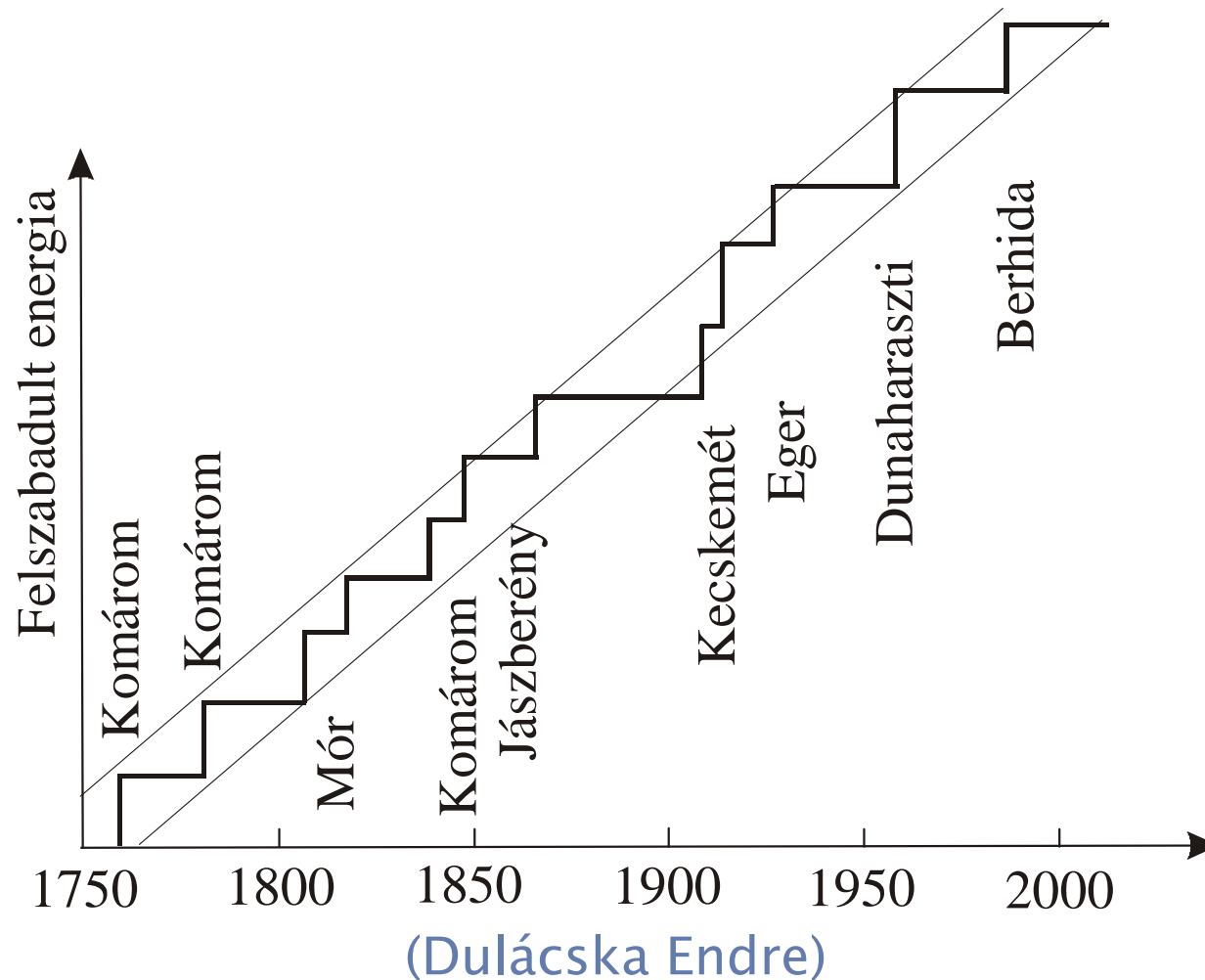
M	Elnevezés	Évi db
8–	Óriási	1
7–7.9	Nagyon nagy	18
6–6.9	Erős	120
5–5.9	Mérsékelt	800
4–4.9	Enyhe	6200



**Magyarország 6–6.5**



# Magyarországon kipattant földrengések energiája







# Internetes források

Magyarország Földrengés Információs Rendszere (FIR)

[www.foldrenges.hu](http://www.foldrenges.hu)

GEORISK Kft.

[www.georisk.hu](http://www.georisk.hu)

USA Geológiai Hivatala

[earthquake.usgs.gov](http://earthquake.usgs.gov)



# Tartalom

1. Földrengések kialakulása
2. Földrengések Magyarországon és a világon
3. Magyarországi szabályozás története
4. Eurocode és Nemzeti Melléklete
5. Eurocode 8 szerinti méretezés
6. Előregyártott szerkezetek speciális kérdései



# Földrengési méretezés Magyarországon az EC8 előtt

**MI-04.133-81** „Méretezési irányelvek földrengési hatásokra” **műszaki irányelv**, 1978 majd 1981 (panelos szerkezetekre)

használata nem volt kötelező, a kor ismereteinek megfelelően viszonylag alacsony földrengésterheket írt elő (így a földrengésterher általában alatta maradt a széltehernek).

„A hatóság által előírt különleges biztonsági követelmények teljesítése érdekében .... a földrengés .... következtében fellépő rendkívüli terheket és hatásokat is számításba kell venni.” (**MSZ 15021 / 1**, magasépítés)

„A földrengés hatását függőhidak, ferdekábeles hidak, valamint 50 méternél nagyobb nyílású hidak esetében a **szakma elismert szabályai szerint** figyelembe kell venni.” (**ÚT2-3.401 szabályzat** )

Az építési törvénybe bekerült (**OTÉK 55§**), hogy tartószerkezeteink földrengéssel szemben kellő biztonsággal kell, hogy rendelkezzenek.



# Az Eurocode 8 bevezetése

EN 1998 Eurocode 8  
magyar fordítása + Nemzeti Melléklet

2008. december 1.



Nemzeti szabvány  
hiányában nincs  
átmeneti időszak!



# A szerkezeti Eurocode-ok

EN 1990 Eurocode 0:	A tartószerkezeti tervezés alapjai
EN 1991 Eurocode 1:	Hatások (terhek)
EN 1992 Eurocode 2:	Beton szerkezetek tervezése
EN 1993 Eurocode 3:	Acél szerkezetek tervezése
EN 1994 Eurocode 4:	Öszvér szerkezetek tervezése
EN 1995 Eurocode 5:	Fa szerkezetek tervezése
EN 1996 Eurocode 6:	Falazott szerkezetek tervezése
EN 1997 Eurocode 7:	Geotechnikai tervezés
EN 1998 Eurocode 8:	Tartószerkezetek tervezése földrengési hatásokra
EN 1999 Eurocode 9:	Alumínium szerkezetek tervezése



# Az Eurocode 8 részei

1998-1 Általános szabályok, épületek

1998-2 Hidak

1998-3 Erősítés és javítás

1998-4 Tárolók, silók, csővezetékek

1998-5 Alapozás, támfalak, geotechnika

1998-6 Tornokok, árbocok, kémények





# 1998-1 Általános szabályok, épületek (197 oldal)

1. fejezet: Általános szempontok
2. fejezet: Határállapotok
3. fejezet: Talajjellemzők, szeizmikus hatások
4. fejezet: Épületek tervezése
5. fejezet: Vasbetonszerkezetekre vonatkozó előírások
6. fejezet: Acélszerkezetekre vonatkozó előírások
7. fejezet: Öszvérszerkezetekre vonatkozó előírások
8. fejezet: Faszerkezetekre vonatkozó előírások
9. fejezet: Téglaszerkezetekre vonatkozó előírások
10. fejezet: Szeizmikus szigetelés

5.11. fejezet: Előregyártott vb. szerkezetek



# Az Eurocode 8 alapkövetelményei

## Teherbírás követelmény:

Az épület nem dőlhet össze (de károsodhat) egy olyan földrengés hatására, amelynek túllépési valószínűsége **50 év alatt 10%**.

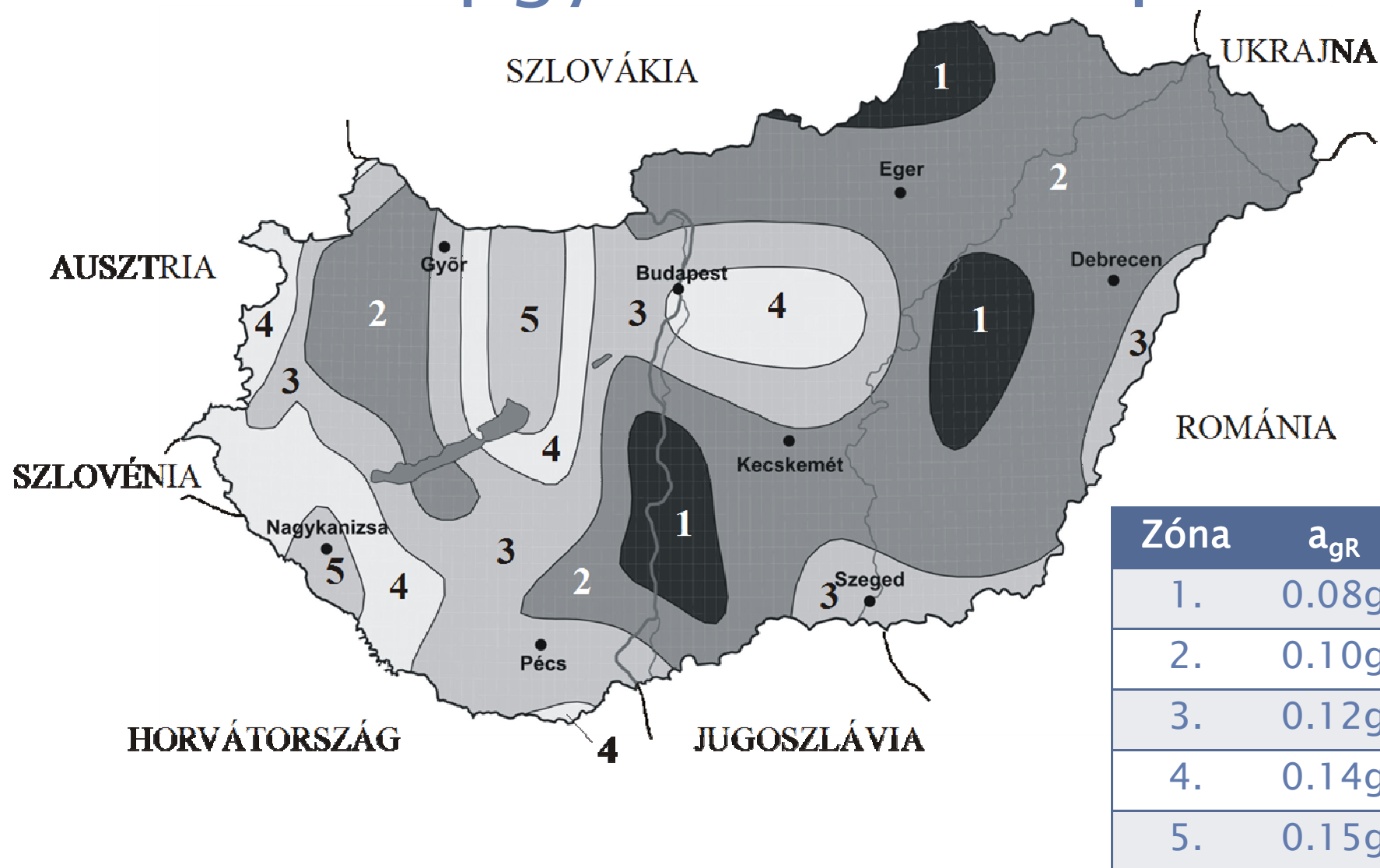
=> A földrengés visszatérési periódusa: **475 év**.

## Korlátozott károk követelménye:

A szerkezet nem károsodhat jelentősen egy olyan földrengés hatására, amelynek túllépési valószínűsége **10 év alatt 10%**.

=> A földrengés visszatérési periódusa: **95 év**.

# Az alapgyorsulás térkép





# A Nemzeti Melléklet

Nem született szakmai konszenzus az alapgyorsulásokat illetően!



Az alapgyorsulás térkép nem került be a Nemzeti Mellékletbe!



- 1) Bekerült a Nemzeti Melléklet mellékletébe **tájékoztató jelleggel**.
- 2) Ugyanitt lehetőséget ad **50 év és 30% túllépési valószínűségű** földrengés figyelembevételére.
- 3) Az MMK javasolja **70%**-kal csökkenteni az alapgyorsulás értékeket. (**50 év és 30% túllépési valószínűség**)

# Tartalom

1. Földrengések kialakulása
2. Földrengések Magyarországon és a világon
3. Magyarországi szabályozás története
4. Eurocode és Nemzeti Melléklete
5. Eurocode 8 szerinti méretezés
6. Előregyártott szerkezetek speciális kérdései



# Az Eurocodeban megfogalmazott tervezési elvek

Szakkönyv vagy szabvány ???

Az építményekre vonatkozó rész kiemeli:

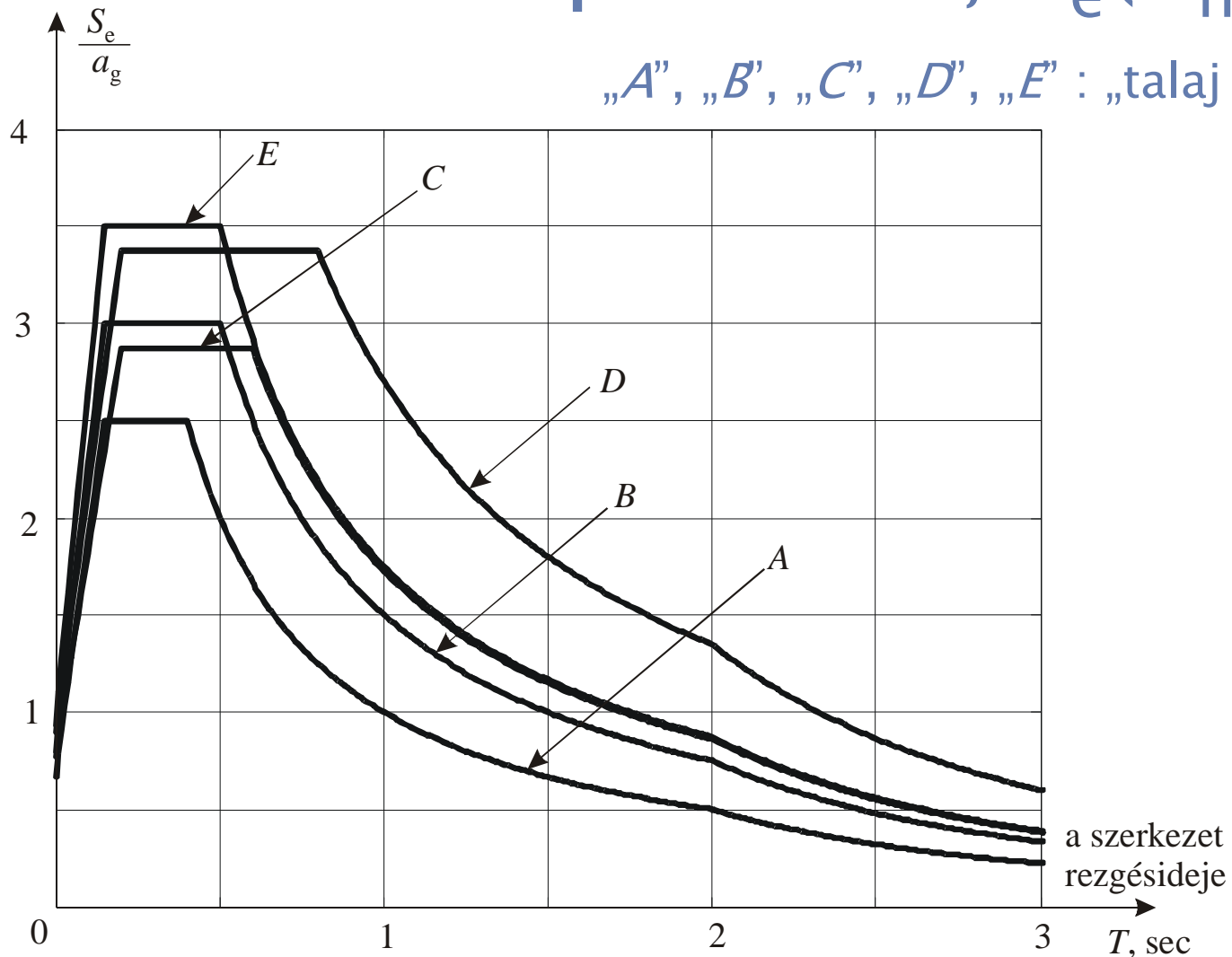
- a szerkezet egyszerűségét,
- az „uniformitását”, szimmetriáját,
- kétirányú merevségét,
- csavarási merevségét,
- a födémek tárcsaszzerű viselkedését és a
- kellő alapozás szükségességét.





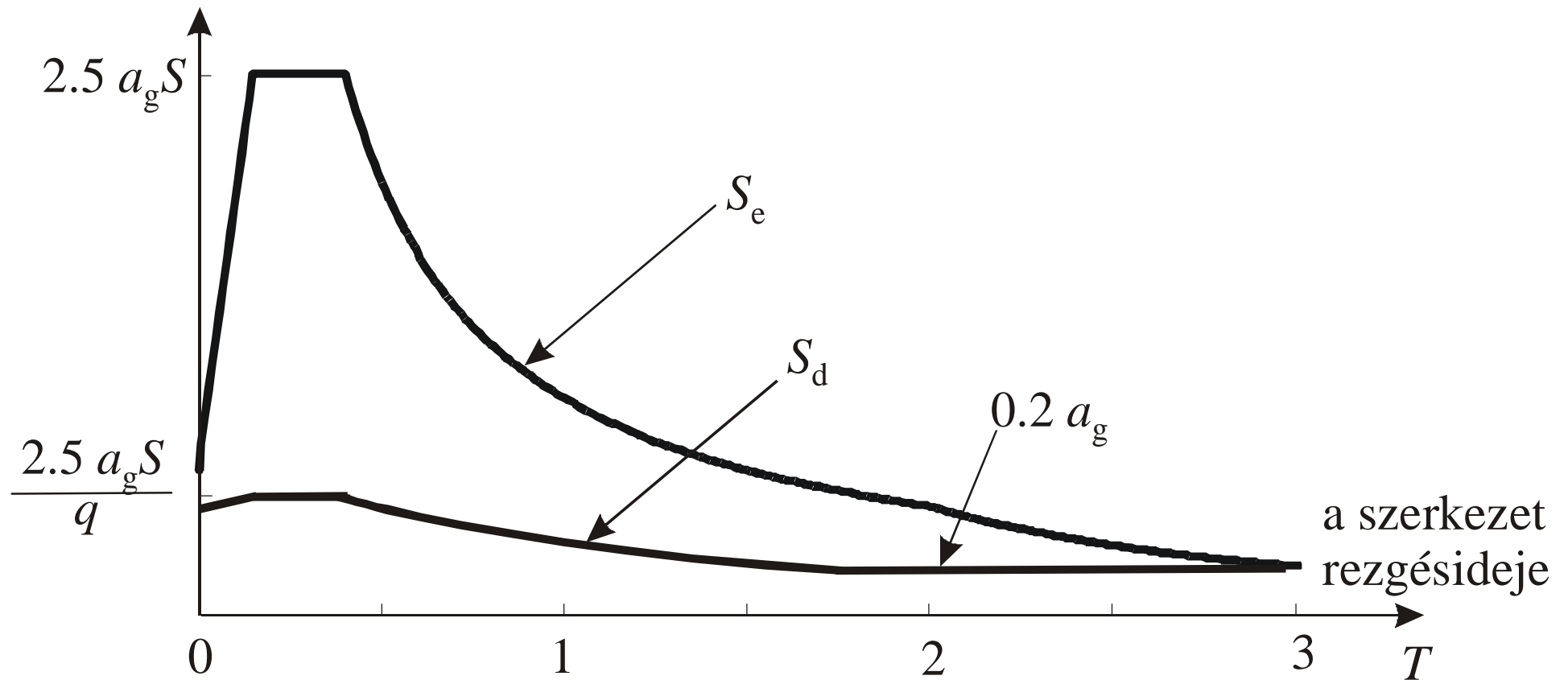
# Rugalmas (pszeudó) gyorsulási válasz spektrum, $S_e(T_n)$

„A”, „B”, „C”, „D”, „E” : „talaj típus”





# Rugalmas $S_e(T_n)$ és tervezési $S_d(T_n)$ gyorsulási válasz spektrum





# A tervezés módszerei

I. Kicsiny disszipativitású – Disszipatív szerkezetet

II. Statikus számítás – Dinamikus számítás

III. Lineárisan rugalmas – Nem lineáris

IV. Síkbeli modell – Térbeli modell

	Statikus számítás	Dinamikus számítás
Lineárisan rugalmas	1. Helyettesítő terhek módszere	2. Modális válasz spektrum
Nem lineáris	3. Eltolásvizsgálat	4. Időbeli viselkedés követése



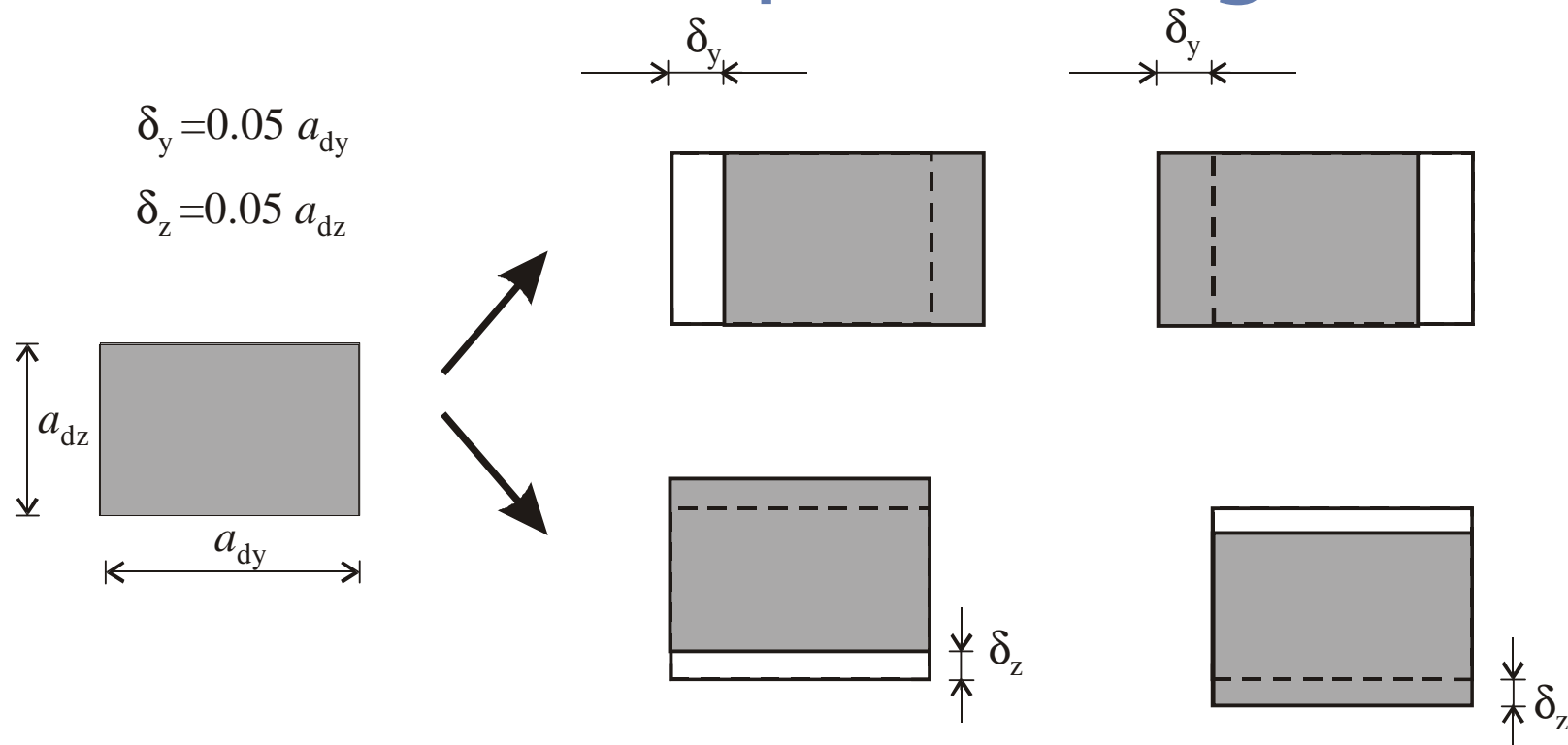
# A tervezés módszerei

Szabályosság		Megengedett egyszerűsítés	
Alaprajzi	Függőleges síkú	Modell	Rugalmas számítás
igen	igen	síkbeli	helyettesítő teher
igen	nem	síkbeli	modális
nem	igen	térbeli	helyettesítő teher
nem	nem	térbeli	modális

Ha a szerkezet a függőleges síkban nem szabályos kialakítású, a  $q$  tényezőt 20%-kal csökkenteni kell.



# Csavarás hatása épületen (véletlen külpontosságok)



Figyelembe kell venni a tömegek pontatlan elhelyezését. Egy épület esetében a födémeket a főirányokban az adott irányba eső épületméret **5%**-ának megfelelő külpontossággal kell elhelyezni



# Hatások összegzése

$$E_y \text{ "+" } 0.3E_z$$

$$E_z \text{ "+" } 0.3E_y$$

Ez azt jelenti, hogy általában négy kombinációját kell figyelembe vennünk a földrengésnek:

$$E_x + 0.3 E_y,$$

$$E_x - 0.3 E_y,$$

$$E_y + 0.3 E_x,$$

$$E_y - 0.3 E_x$$

Eurocode-1: A földrengéstegerrel együtt a **szélterhet nem** kell figyelembe venni, az önsúly tehernek az alapértékét kell tekinteni ( $G$ ) és a hasznos tehernek alapértékének ( $Q$ ) a tartós részével kell számolni:

$$G \text{ "+" } E \text{ "+" } \Psi_{Ei} Q$$

$$\Psi_{Ei} = \phi \Psi_{2i}$$

$\Psi_{2i}$  az Eurocode 1-ben található.





# Szerkezeti elemek méretezése

(Lényegében) rugalmas számítás ( $q \leq 1.5$ )

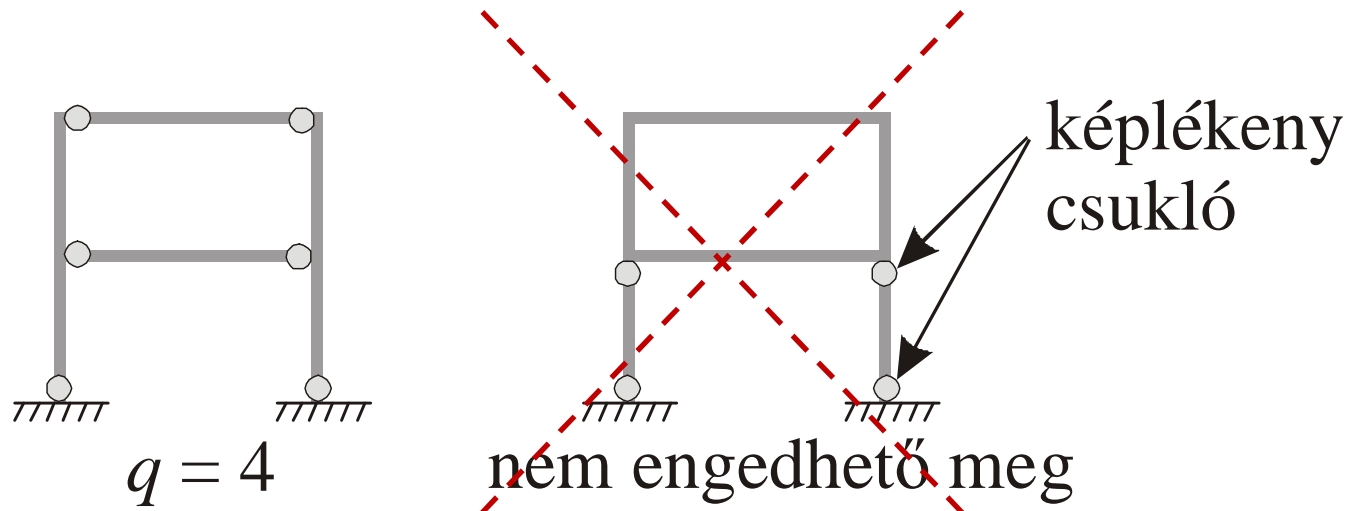
→ hagyományos méretezés

Képlékeny számítás ( $q > 1.5$ )

→ kapacitás tervezés

# Kapacitás tervezés

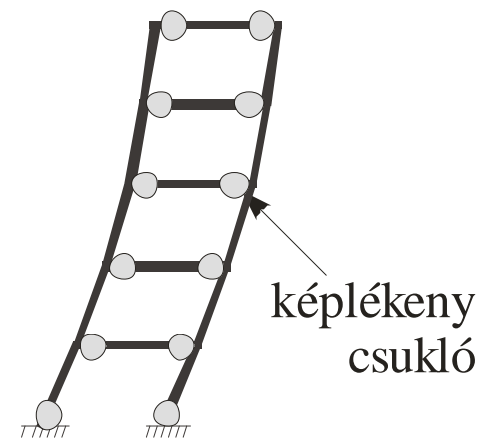
Ki kell mutatnia, hogy a **képlékeny csuklók létrejöttéhez szükséges terhekre** (amely lehet nagyobb, mint a tervezési teher) a **szerkezet egyetlen része sem mehet tönkre**. Így a tervezésnek az is része, hogy **előre** elhatározzuk, hol fognak a képlékeny csuklók kialakulni. Ez azért is fontos, mert a képlékeny mechanizmus kialakulása befolyásolja a figyelembe vehető  $q$  tényezőt.



(A képlékeny csukló magas teherbírása „káros” is lehet!)

# Kapacitás tervezés

- A képlékeny csuklók tervezése (vasbeton esetében **sűrű kengyelezést** és **jelentős lehorgonyzási hosszakat**, acél esetében zömök keresztmetszeteket tervezünk)
- A szerkezet képlékeny *csuklókon kívüli szakaszait rugalmasnak* tekintjük és a megszokott módon tervezzük, de az igénybevételeket **megnöveljük** a következőképpen:



$$E_{Ed} = \gamma \gamma_{ov} \Omega E_{Ed,E}$$

biztonsági tényező

számításból kapott igénybevétel

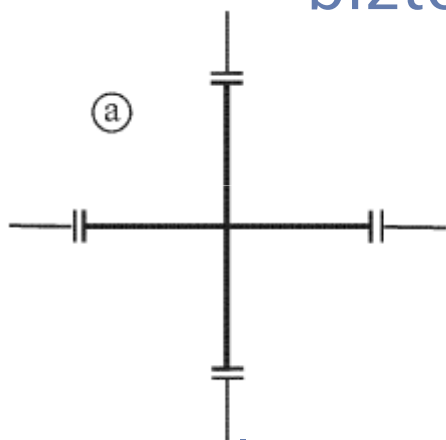
a képlékeny csukló tervezett és szükséges teherbírásának a hányadosa

„overstrength factor”, a tényleges folyáshatár és a képlékeny csukló számításában figyelembe vett (tervezési) folyáshatárt hányadosa

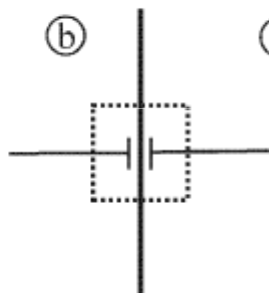
# Előregyártott elemek kapcsolatai

EN 1998-1 5.11. fejezet: Előregyártott vb. szerkezetek

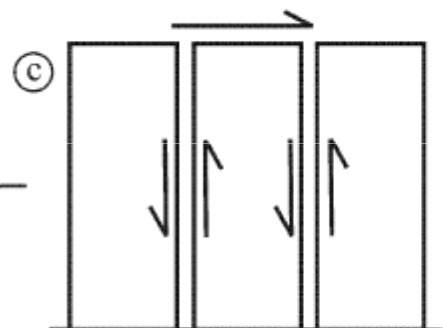
Elsősorban **képlékeny csuklók** révén kell biztosítani az energiaelnyelést!



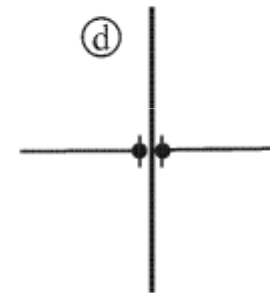
Kapcsolat a képlékeny zónán kívül



Túltervezett kapcsolat



**Nyírt falpanelek**



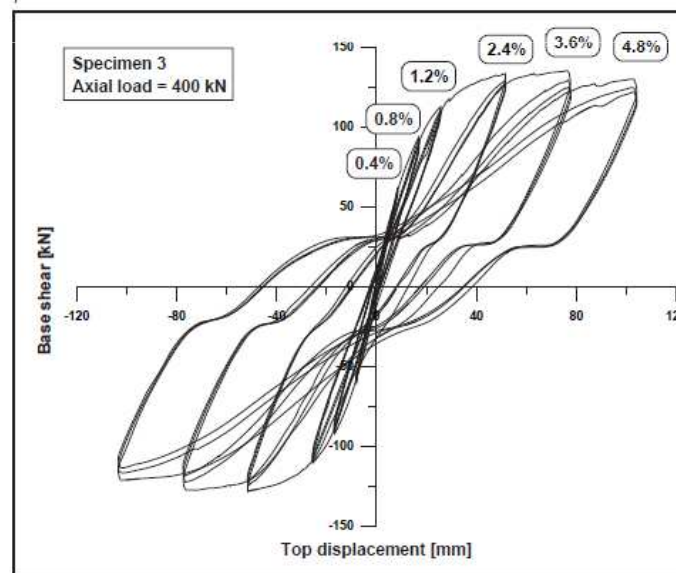
Képlékeny csukló a kapcsolatban

Igazolni kell a megfelelőséget!

# További követelmények

**Képlékeny csuklók** alakváltozási képességét igazolni kell:

- lokális duktilitás szerkezeti szabályok betartásával, vagy
- kíséreltetel.



# Földrengési irodalom magyar nyelven

Dulácska E., Joó A. L., Kollár L.: *Tartószerkezetek tervezése földrengési hatásokra – az Eurocode 8 alapján*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2008







Köszönöm a figyelmüket!