

Tartószerkezetek II.

Földrengés

Gerjesztett rezgés során a mechanikai rendszerre alternáló erő vagy mozgás hat.

Példa erre

- a **közlekedés** okozta rezgés (melyet pl. egy elhaladó teherautó okoz) vagy
- egy épület rezgése **földrengés** folyamán.

A gerjesztett rezgés során

- a rezgés frekvenciája a gerjesztés frekvenciájától függ, de
- erőssége szoros összefüggésben van a mechanikai rendszer jellemzőivel.

- A földrengés a földfelszín egy darabjának hirtelen bekövetkező, és néha katasztrofális következményekkel járó mozgása.
- Földrengés kialakulhat vulkáni tevékenység, vagy meteor becsapódása miatt is,
- DE a földrengések döntő többségét a földkéreg törési síkjainak mentén történő hirtelen elmozdulása okozza.
- Nagyobb rengéseknél a törési sík menti elmozdulás a felszínen is megjelenhet.
- A földrengések földrajzi eloszlását sikeresen magyarázza a lemeztektonika elmélete, amely szerint a Földet burkoló hatalmas kőzetlemezek egymáshoz képest évi néhány cm-es sebességgel elmozdulnak.
- A határaik mentén a mozgás következtében felhalmozódó feszültség okozza a földrengéseket.

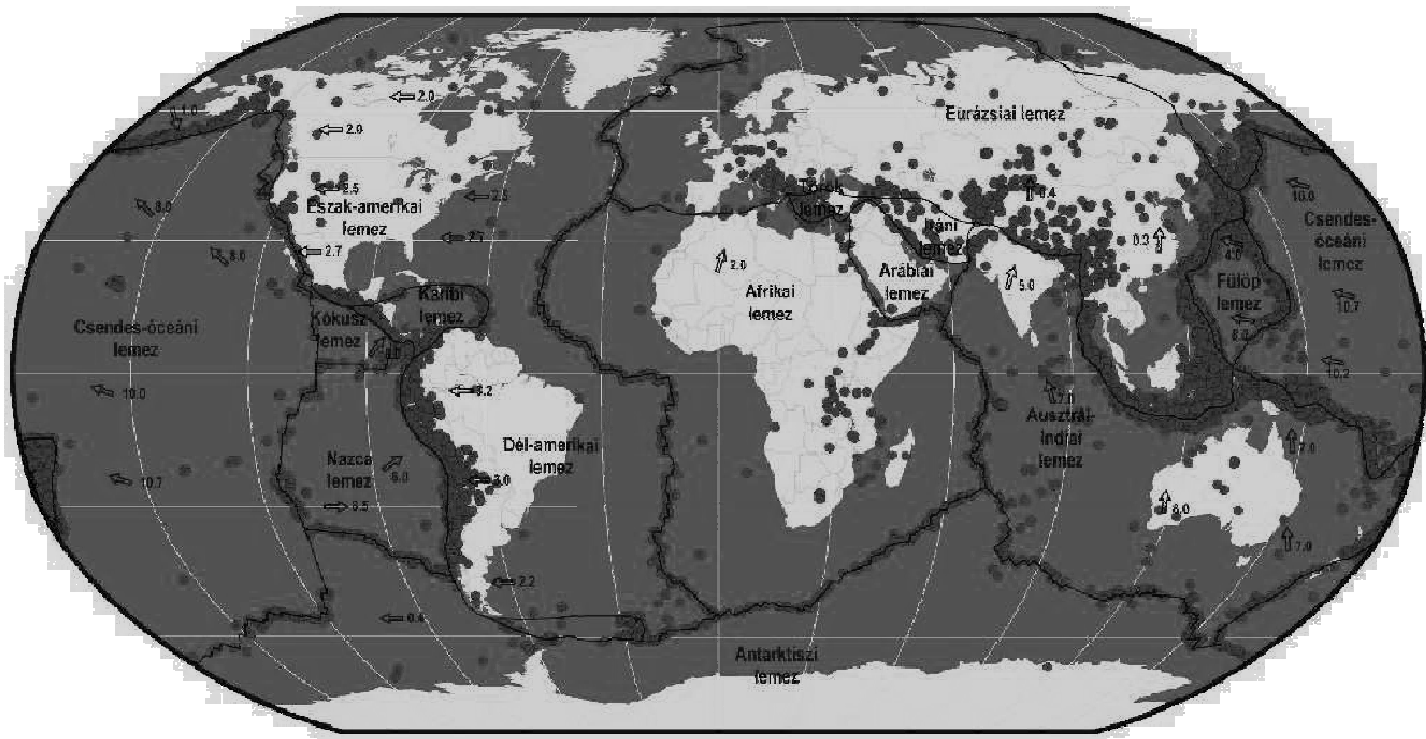
A földrengések jelentős része a kőzetlemezek találkozásának közelében pattan ki.

A földrengés **elsődleges** hatása a **lökéshullámok** okozta rombolás (rezgés, lengés).

Másodlagos hatásnak nevezik a földrengés hatására keletkező egyéb természeti jelenségeket (földcsuszamlás, hegyomlás, cunami, tűzvész)

A városokban a földrengések legpusztítóbb utóhatása a gázvezetékek eltörése miatt kialakuló tűzvész





A magnitúdó (M) a földrengés erősségének műszeres megfigyelésen alapuló mérőszáma. A mai magnitúdóskálák alapja a Charles F. **Richter**, amerikai szeizmológus által 1935-ben a kaliforniai földrengések jellemzésére bevezetett skála.

A magnitúdó a földrengéskor a fészekben felszabaduló energia logaritmusával arányos: egy magnitúdófokozat növekedés mintegy 32-szeres energianövekedést jelent.

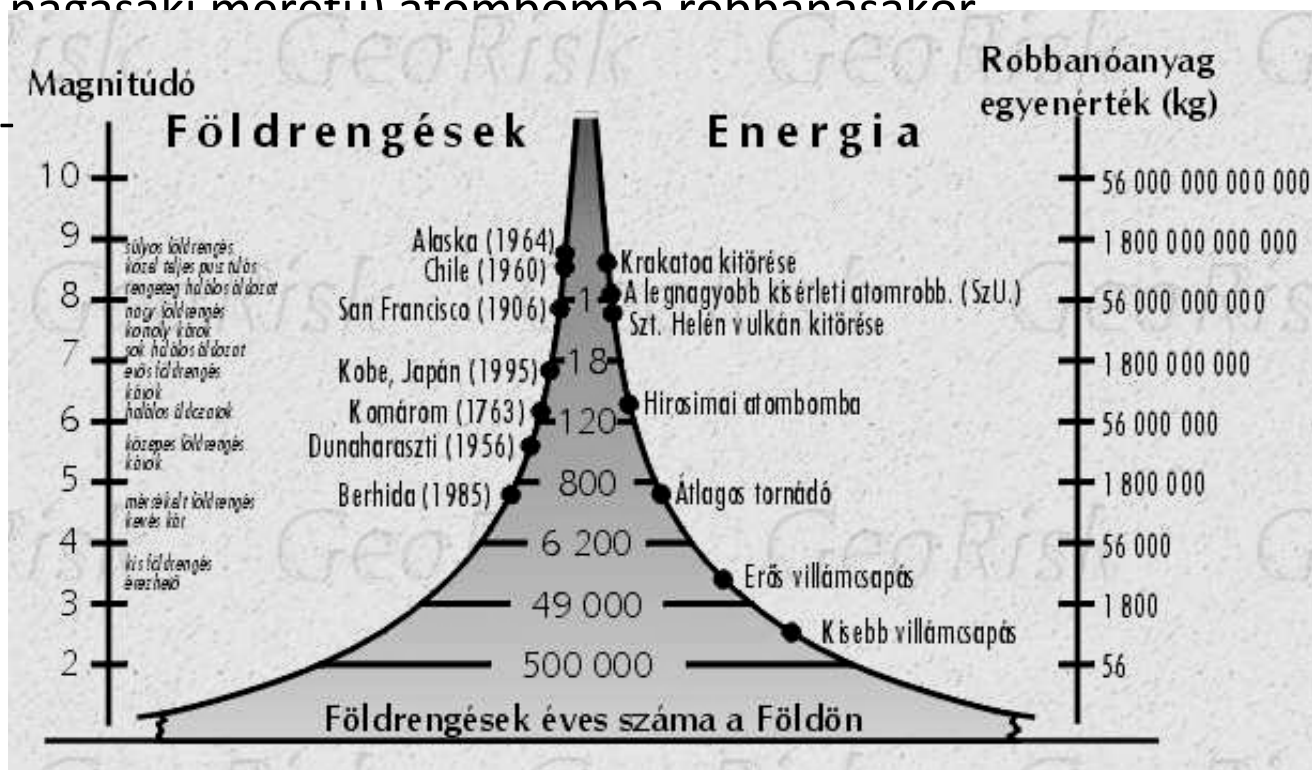
A maximális magnitúdó $M=9$, ez jelenti a földkéreg teljes eltörését.

(A mért magnitúdó értékek eddig mindig 9 alatt voltak)

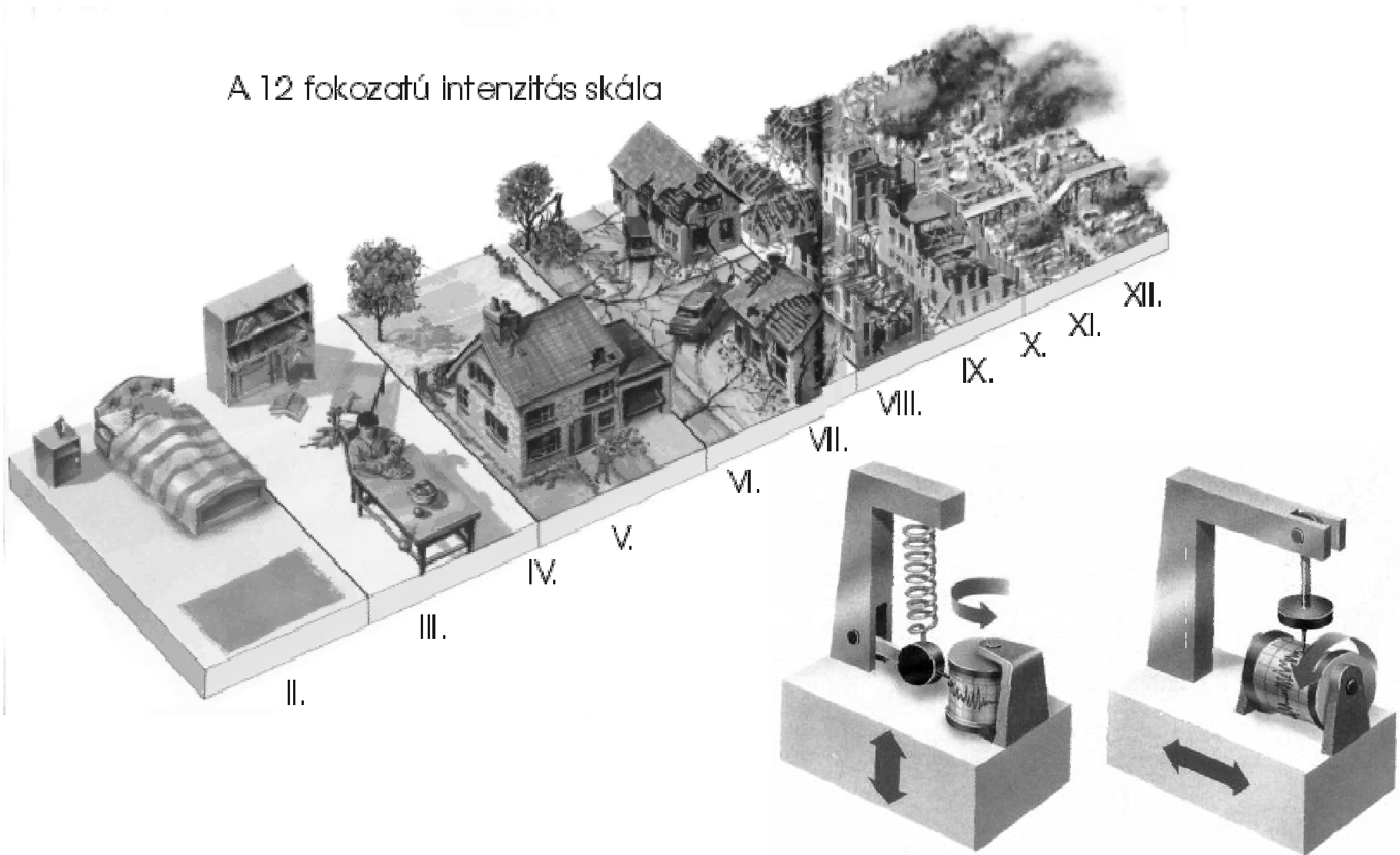
Egy 4,5 méretű földrengés kipattanásakor nagyjából akkora energia szabadul fel, r
egy kisebb (20 kt-ás, nagasaki méretű) atombomba robbanásakor.

A földrengés tényleges nagyságával nem egyenesen arányos a földrengés felszíni hatása, melynek jellemzésére a **Mercalli**-skála használatos.

Az intenzitás skála zérustól 12-ig terjed. Az $I=12$ epicentrális intenzitás az $M=9$ magnitúdójú értékek felel meg



A 12 fokozatú intenzitás skála



A földrengések erősségének mérésére szeizmográfokat használnak. Ezek olyan elven működnek, hogy egy a kerethez lazán rögzített tehetetlen test és a földdel együtt mozgó keret relatív elmozdulását mérik. A jeleket felerősítik és papírra vagy számítógépre rögzítik.

Földrengéshullámok

A földrengéskor keletkező rugalmas hullámok **két fő csoport**ba oszthatók.

Azok

- amelyek a Föld belsején is képesek keresztülhatolni, a **térhullámok**, míg azok,
- amelyek csak a Föld felszíne mentén tudnak terjedni, a **felületi hullámok**.

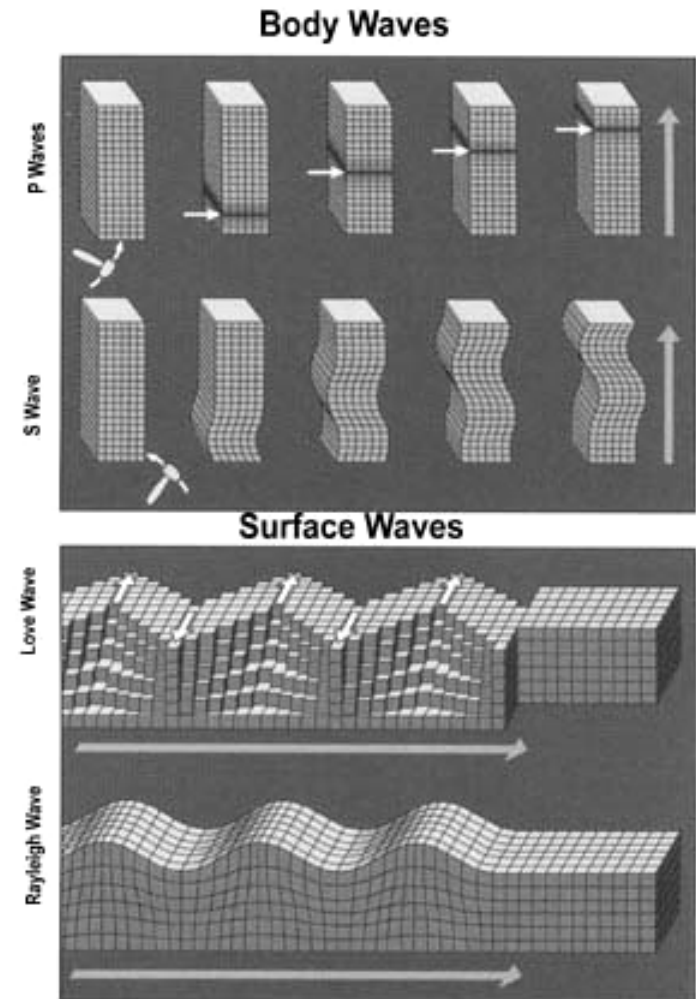
A **térhullámoknak** két fajtája van:

- **longitudinális és**
- **transzverzális (nyíró-) hullámok.**

A szeizmológiában

a **longitudinális hullámok** elnevezése **P** (primer), míg a **transzverzálisé S** (secunder) hullám.

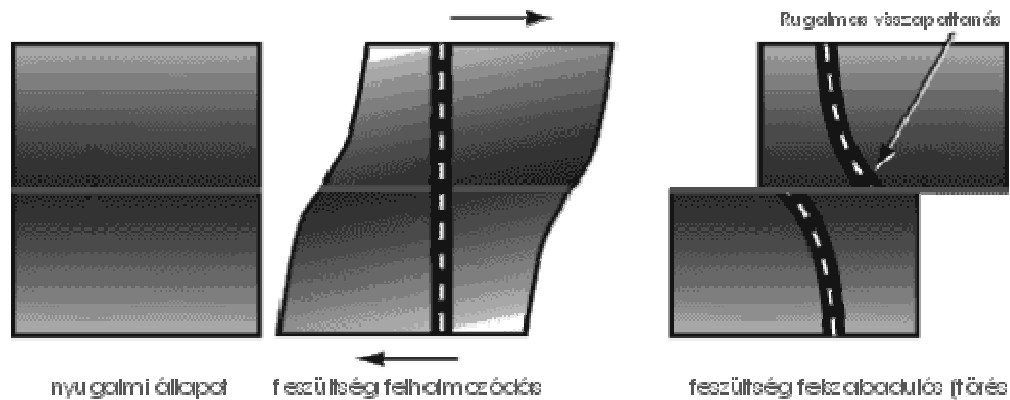
A megfigyelések szerint az **S** hullám nem terjed a Föld magjának külső részében, ezért feltételezzük, hogy az folyadékszerű állapotban van, hiszen a nyíróhullámok folyadékban nem terjednek.



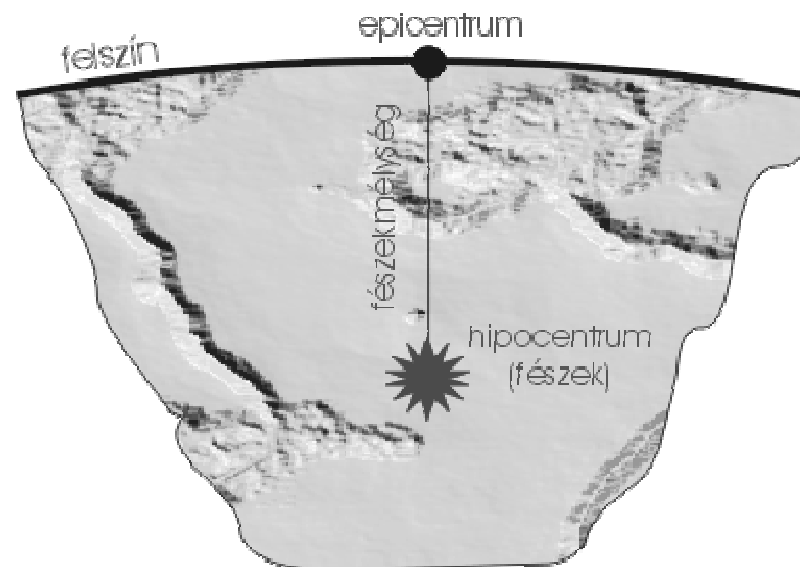
Epicentrum, hipocentrum és fészekmélység

- Földrengéssel kapcsolatos alapfogalmak
- A **földrengés** a Föld felszínének hirtelen rázkódása, amely a Föld szilárd burkát alkotó kőzetekben felhalmozódott feszültség által okozott törés illetve hirtelen elmozdulás következménye. A felszín mozgásának erőssége tág határok között változhat, az emberek által nem érezhető, csak műszeresen regisztrálható enyhe rezgéstől egészen a teljes városokat elpusztító, esetleg a vidék domborzatát is megváltoztató nagy erejű rázkódásig.

- A földrengés a kőzetlemezekben felhalmozódott feszültség hatására bekövetkező törés



- A földrengés fészke fölött a Föld felszínén elhelyezkedő pont az epicentrum:



Richter skála

- A **Richter-skála** a földrengés erősségének műszeres megfigyelésen alapuló mérőszámát (a Richter-magnitudót, vagy más szóval a méretet) adja meg. A magnitudo a földrengéskor a fészekben felszabaduló energia logaritmusával arányos. Egy 4,5 méretű földrengés kipattanásakor nagyjából akkora energia szabadul fel, mint egy kisebb (20 kT-ás, nagaszaki méretű) atombomba robbanásakor.

Európai Makroszeizmikus Skála (EMS intenzitás skála)

- **1 Nem érezhető** : Nem érezhető, még a legkedvezőbb körülmények között sem.
- **2 Alig érezhető** : rezgést csak egy-egy, elsősorban fekvő ember érzi, különösen magas épületek felsőbb emeletein.
- **3 Gyenge** : A rezgés gyenge, néhány ember érzi, főleg épületen belül. A fekvő emberek lengést vagy gyenge remegést éreznek.
- **4 Széles körben érezhető** :A rengést épületen belül sokan érzik, a szabadban kevesen. Néhány ember felébred. A rezgés mértéke nem ijesztő. Ablakok, ajtók, edények megcsörrennek, felfüggesztett tárgyak lengenek
- **5 Erős** : A rengést épületen belül a legtöbben érzik, a szabadban csak néhányan. Sok alvó ember felébred, néhányan a szabadba menekülnek. Az egész épület remeg, a felfüggesztett tárgyak nagyon lengenek. Tányérok, poharak összekoccannak. A rezgés erős. Felül nehéz tárgyak felborulnak. Ajtók, ablakok kinyílnak vagy bezáródnak.

Európai Makroszeizmikus Skála (EMS intenzitás skála)

- **7 Károkat okozó** : A legtöbb ember megrémül, és a szabadba menekül. Bútorok elmozdulnak, a polcokról sok tárgy leesik. Sok hagyományos épület szenved mérsékelt sérülést: kisebb repedések keletkeznek a falakban, kémények ledőlnek.
- **8 Súlyos károkat okozó** : Bútorok felborulnak. Sok hagyományos épület megsérül: kémények ledőlnek, a falakban nagy repedések keletkeznek, néhány épület részlegesen összedől
- **9 Pusztító** : Oszlopok, műemlékek ledőlnek vagy elferdülnek. Sok hagyományos épület részlegesen, néhány teljesen rombadól.
- **10 Nagyon pusztító** : Sok hagyományos épület összedől.
- **11 Elsőprő** : A legtöbb épület összedől
- **12 Teljesen elsőprő** : Gyakorlatilag minden építmény megsemmisül.

Földrengéskockázat csökkentési lehetőségek

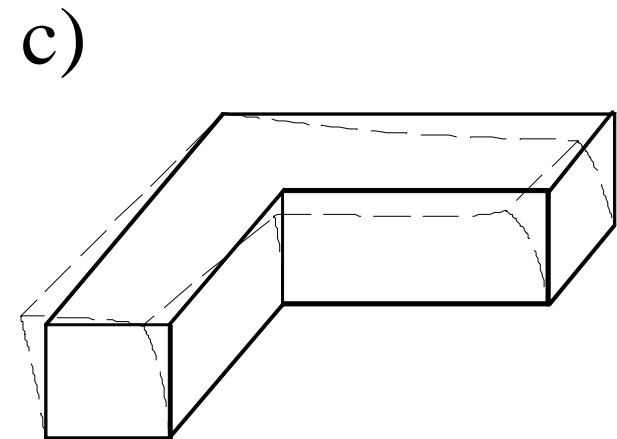
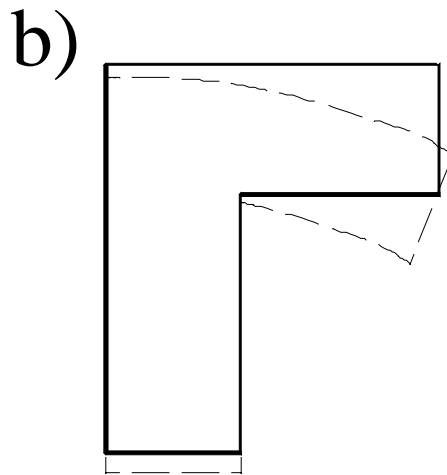
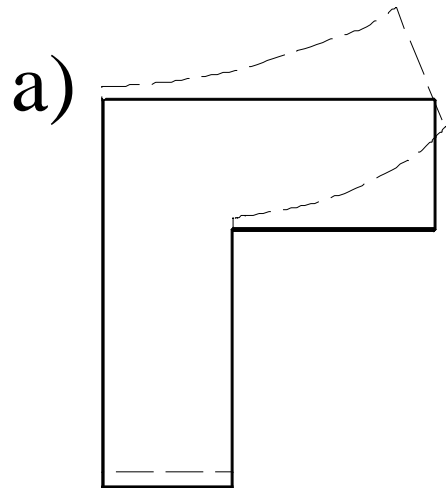
- Az erősen földrengésveszélyes területeken való építés minimalizálása
- Falazott épületek építésének korlátozása az erősen földrengéses területeken
- Falazott épületekben a vasbeton koszorúkat szakaszonként összekötő vasbeton oszlopok alkalmazása (EC8 – közrefogott falazat)
- Korrekt, földrengés védelmi előírás, annak betartása és ellenőrzése
- Az épületmerevség és az épületszilárdság együttes biztosítása
- Egyszerű az épületek földrengésállóságát növelő szerkesztési szabályok alkalmazása

- Jó épületalaprajzi kialakítás megkövetelése
- Megfelelő mennyiségű, elrendezésű és erősségű merevítőfal alkalmazása
- Az előregyártott szerkezetek kapcsolatainak korrekt és jó minőségű kialakítása
- Vasbetonoszlopok hosszvasalásának korlátozása, és erős kengyelezés alkalmazása
- A kiegészítő falrendszerek merevségi elválasztása a teherhordó rendszertől
- A rezgésszigetelő és csökkentő rendszerek (fékrendszerek) alkalmazása. (gumitömb)
- A nem teherhordó szerkezetek (kémény) megfelelő rögzítése

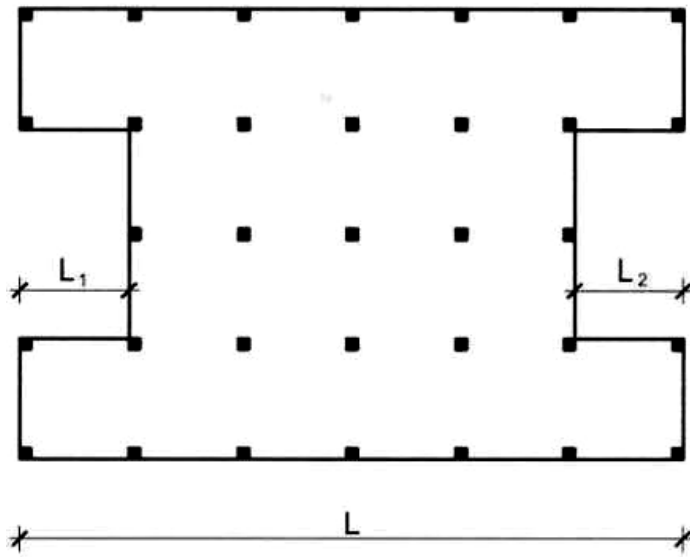
- Falazott épületek magassága max 4 emelet
- Az épületek kialakítása lehetőleg szabályos legyen, azaz ne legyenek sem alaprajzi, sem magassági irányú jelentősebb ki vagy beugrások az épületen. Mindenképp kerülni kell a csavarási hatás elkerülése céljából az L vagy T alaprajzot. Ha ilyen mégis szükséges, akkor dilatációs hézaggal kell elválasztani a különböző épületszárnyakat.
- A födémek tárcsaszzerű kialakítását biztosítsuk, még fafödémek esetében is.
- A dilatációs hézagok kialakítása szerkezetkettőzéssel
- A vasbetonoszlopokban alkalmazzunk a nyíróerőre méretezett megfelelő erősségű kengyelezést, melyet a rúdvégeken és a toldásoknál sűrítünk. A megszokott szabályos minimális kengyel nem megfelelő. Az oszlop hosszvasalása ne legyen több 2%-nál.

- Előregyártott szerkezetek csomópontjaiban a szeizmikus erőhatások továbbításához a súrlódási erő nem vehető figyelembe. Az előregyártott szerkezetek kapcsolatait méretezett vasalással kell megoldani, és a jó kibetonozási lehetőségeket biztosítani kell. Ellenőrizni kell a kibetonozás minőségét.
- Az épület alapozási síkja lehetőleg egy sík legyen.
- Az alapozás különálló alapestjeit gerendaráccsal, ill. padlólemezzel össze kell kötni, a különálló mozgások megakadályozása céljából.
- Falazott épületeknél mindig alkalmazzunk zárt rendszerű vasbetonkoszorút, jól átkötött sarokkialakításokkal. Fafödém alkalmazása esetén a födémet a koszorúhoz megfelelő erősségű kapcsolattal le kell kötni.
- Falazott épületekben a boltíves kiváltásokat kerüljük. Ha mégis szükséges, akkor vonórudas megoldást alkalmazzunk.

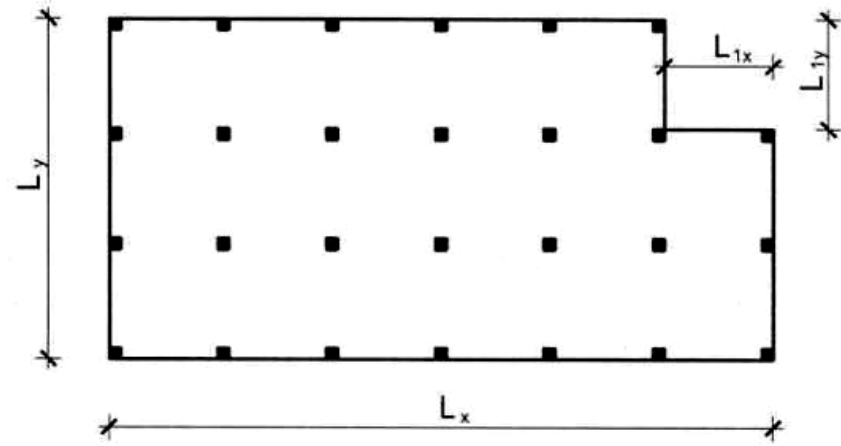
Kerülendő alaprajzi kialakítások



Alaprajzi szabálytalanságok



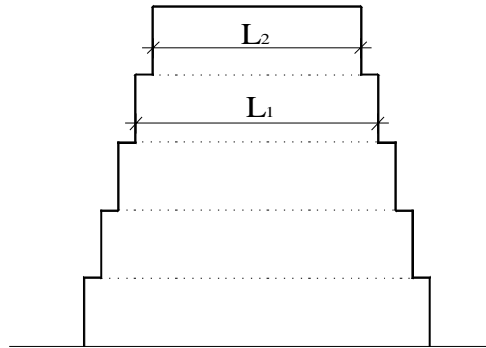
$$\frac{L_1 + L_2}{L} \leq 0,25$$



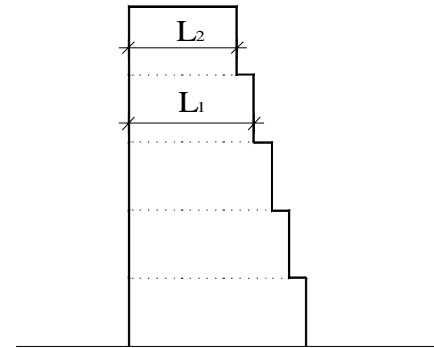
$$\frac{L_{1x}}{L_x} \leq 0,25$$

$$\frac{L_{1y}}{L_y} \leq 0,25$$

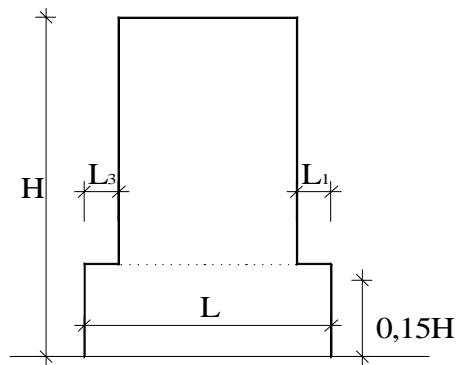
Magassági szabályosság feltételei



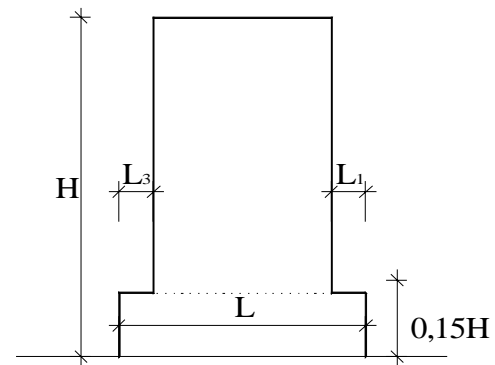
$$\frac{L_1 - L_2}{L} \leq 0,20$$



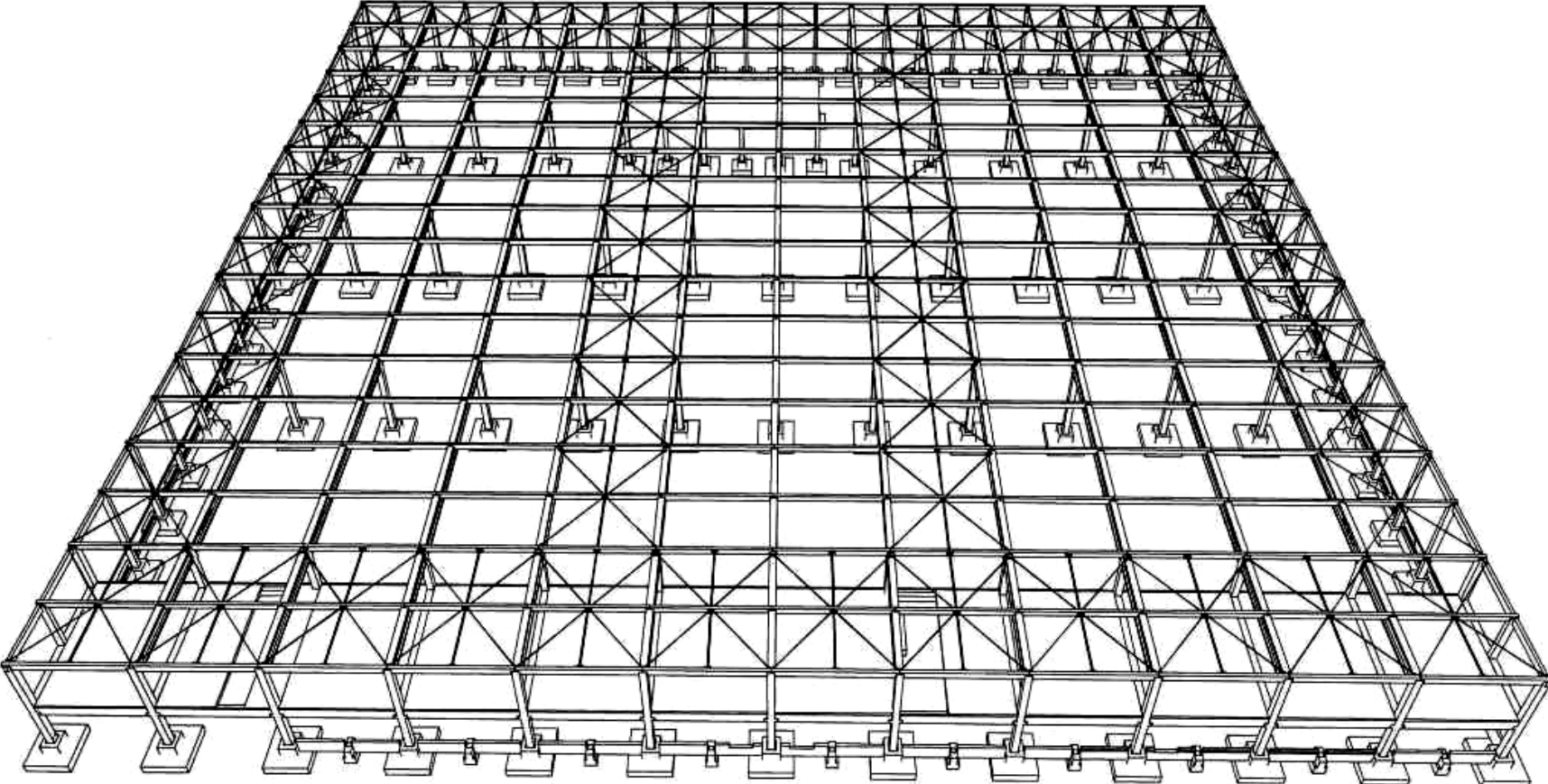
$$\frac{L - L_2}{L} \leq 0,30 \text{ es } \frac{L_1 - L_2}{L} \leq 0,10$$



$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,20$$

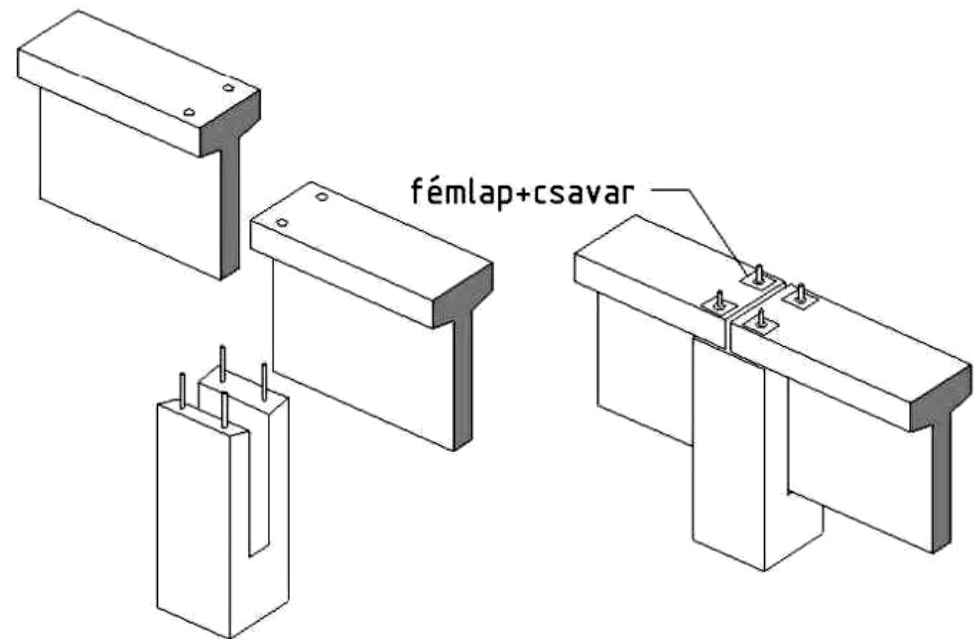
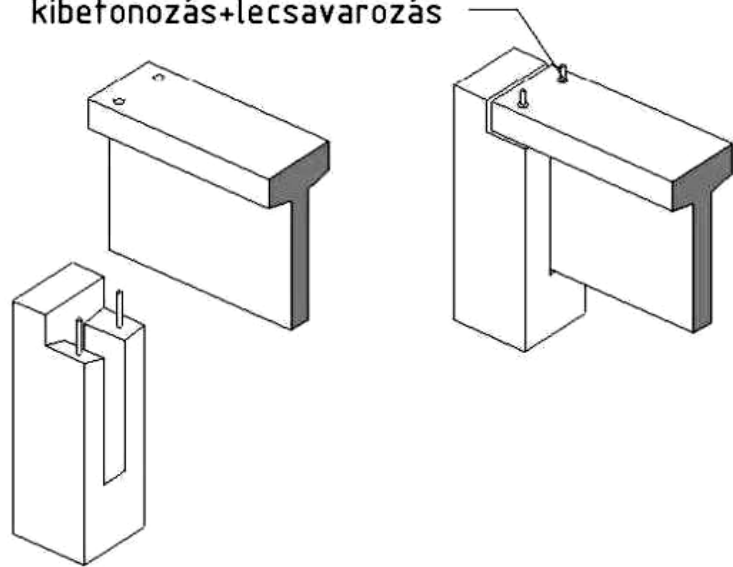


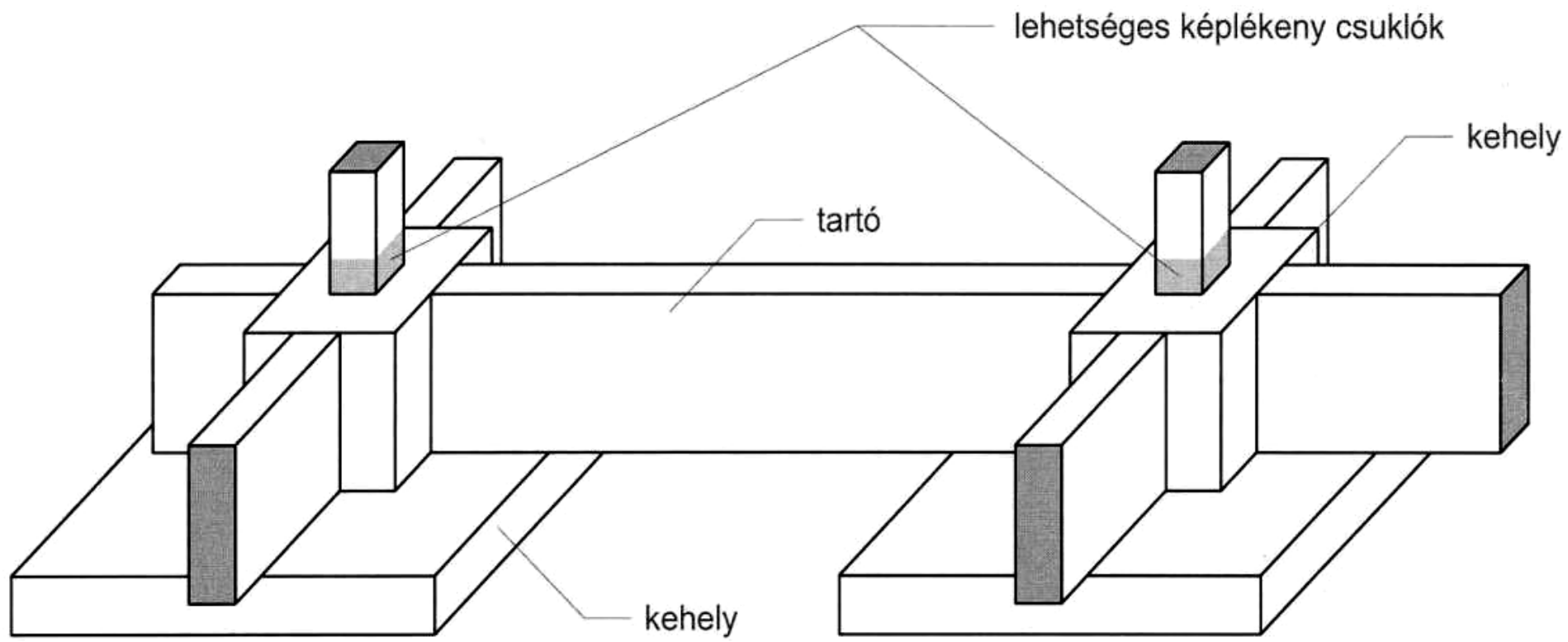
$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0,50$$



a)

kibetonozás+lecsavarozás



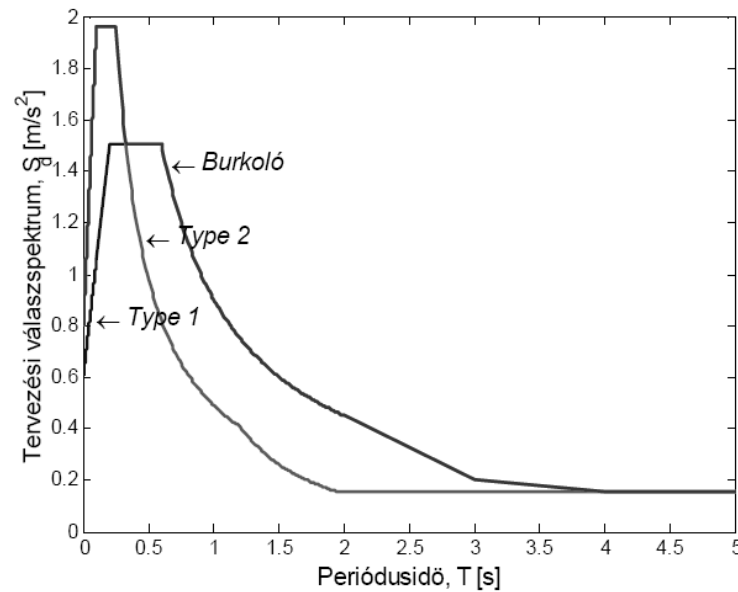


Méretezés

- Földrengés hatására az épületek mozgásba jönnek
 - Az épületre a tömeggel arányos tehetelenségi erők hatnak,
 - Így a számítás visszavezethető a földrengési teherre való vizsgálatra
 - Magyarországon csak vízszintes terhekkel kell számolni
- HSM : helyettesítő statikai módszer

Méretezés

- MVA : modális válaszsprektum analízis
 - A terheket a rezgésalakoknak megfelelő megoszlásban, a modálanalízis módszere szerint kell működtetni az épületen.
 - $F_b = S_d \times m$



- Tervezési gyorsulási válaszspektrum:
– S_d

Vízszintes rugalmas (pszeudo) gyorsulási :S_e

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_B \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2.5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_B \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_B \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_B \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right]$$

Ground type	S	T _B (s)	T _C (s)	T _D (s)
A	1.0	0.15	0.4	2.0
B	1.2	0.15	0.5	2.0
C	1.15	0.20	0.6	2.0
D	1.35	0.20	0.8	2.0
E	1.4	0.15	0.5	2.0

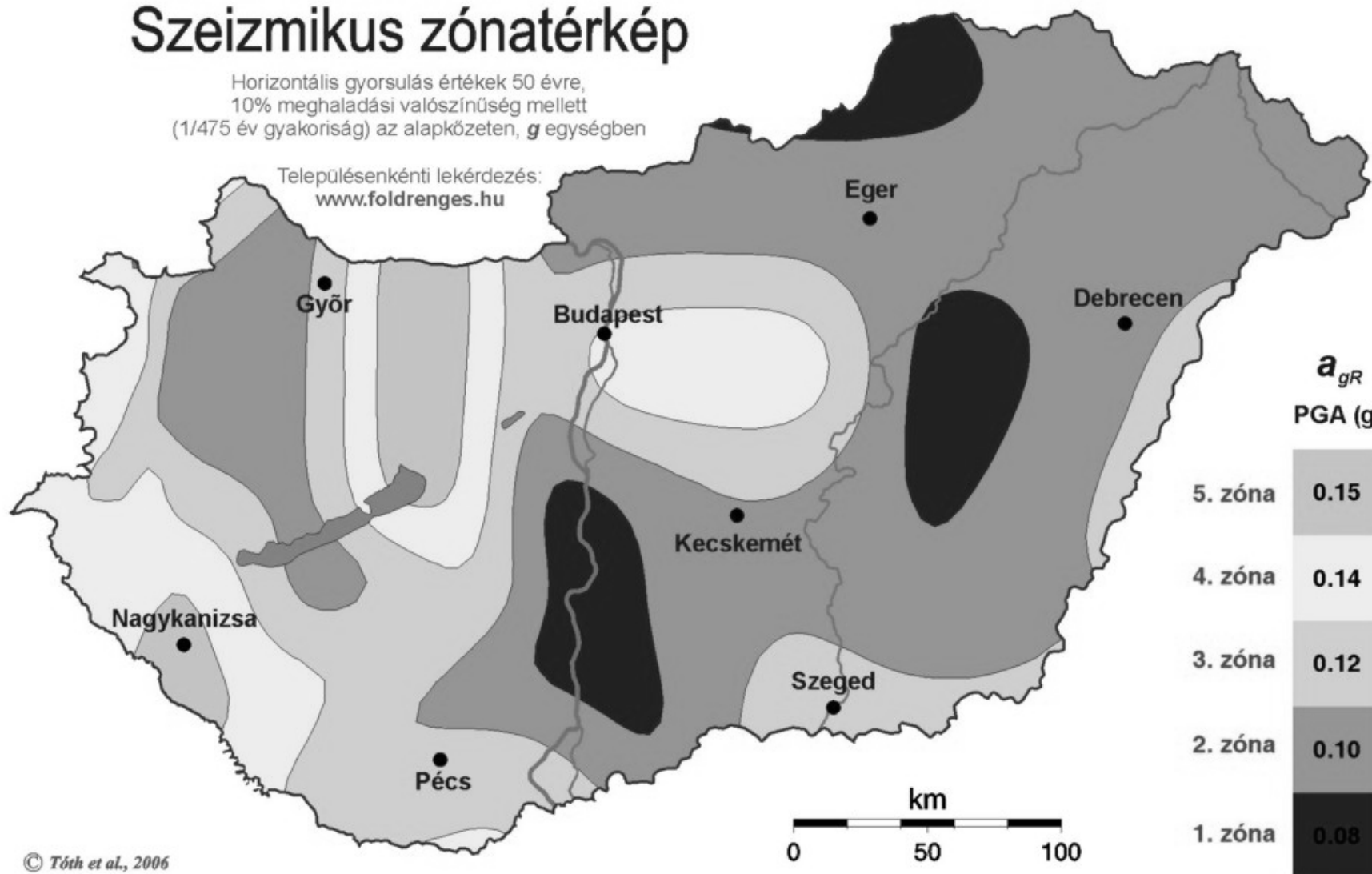
Vízszintes elmozdulási : S_{De}

$$S_{De}(T) = S_e(T) \left[\frac{T}{2\pi} \right]^2$$

Szeizmikus zónatérkép

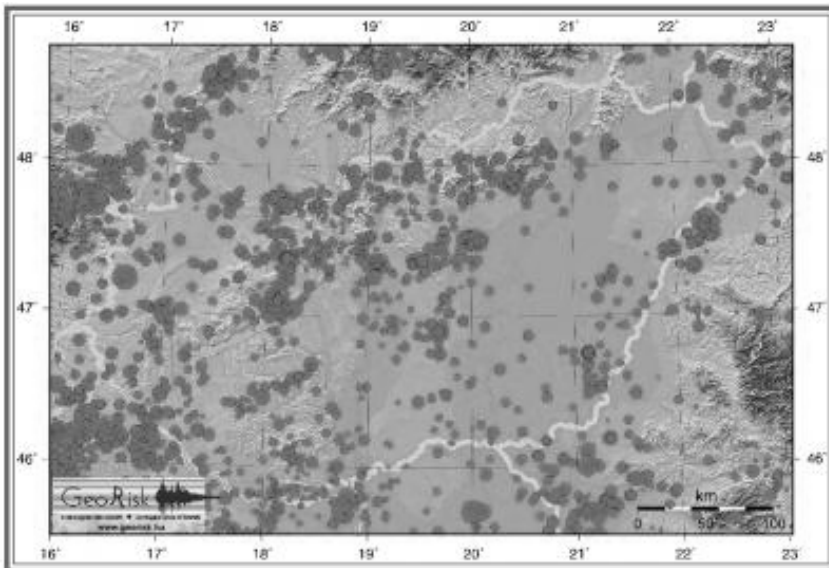
Horizontális gyorsulás értékek 50 évre,
10% meghaladási valószínűség mellett
(1/475 év gyakoriság) az alapközeten, g egységben

Településenkénti lekérdezés:
www.foldrenges.hu





A taksonyi templom az 1956-os dunaharaszti rengés után



A térképen a 456 és 2004 közt volt rengések szerepelnek, a rengések helyszínei szabályosan kirajzolják a hazai aktív törésvonalakat.

**(Móri árok és folytatása a Balaton keleti végénél,
Kapos folyó vonala,
Dráva folyó vonala,
Budapestnél a Duna vonala,
Hatvan-Kecskemét vonal, stb.)**