

# Mozgásvizsgálatok

# Alapelvek

Egy mozdulatlanak tekintett koordinátarendszerben dolgozunk

Az objektumot jellemző pontjaiban vizsgáljuk

A mérés ideje alatt nem történik mozgás vagy elhanyagolható

A vizsgálati pontok helyzetét ismételten meghatározzuk

A vizsgálat tárgya merev test vagy deformációt szenvedhet?

Mozgás – a környezethez viszonyított helyzetváltozás

Deformáció – a létesítmény pontjainak egymáshoz viszonyított mozgása

## Tervezés

- Vizsgálati pontok helye, állandósítása (társ tervező)
- Vizsgálati mérések gyakorisága, mozgás sebessége  
rezgések, gyors mozgások, lassú mozgások  
folyamatos mérések vagy esetenkénti mérések
- Meghatározás elvárt megbízhatósága, legkisebb kimutatandó mozgás, hibaterjedés törvénye, eszközök kiválasztása

$$m_{\max} = k * E_{\max} \quad (k = 0.02 - 0.03)$$

$$m_{\max} = k * E_{\text{krit}} \quad (k = 0.1 - 0.2)$$

# Vízszintes mozgásvizsgálati módszerek

Távolságmérés – elmozdulás iránya ismert és a távolság közvetlenül mérhető (pl. interferometer)

Egyenesre mérés – vizsgált pontok egy egyenes mentén, egyenesre merőleges várható elmozdulás (pl. darupálya)

Függőleges vetítés – egymás feletti pontok elmozdulás

Koordinátamérés – poláris és derékszögű

Hálózatmérés – pontkapcsolások, szabadálláspont, hálózat

Sokszögelés – mozdulatlan kezdő és végpont (pl. gát)

GNSS (pl. Szent András törésvonal)

Fotogrammetria

Elektronikus szenzorok (MEMS Micro-Electro-Mechanical System)

Az előzőek vegyes alkalmazása

# Függőleges értelmű elmozdulások

Geometriai szintezés

Hidrosztatikai szintezés

Trigonometriai magasságmérés, trigonometria szintezés

Fotogrammetria

GNSS

InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar)

Elektronikus szenzorok (MEMS Micro-Electro-Mechanical System)

## Példák

1. Poláris méréssel meghatározott vizsgálati pontok vízszintes helyzeti megbízhatóságának tervezése, ha az elvárt kimutatandó legkisebb mozgás 3 mm
2. Vonalszintezéssel mért vizsgálati pontok magassági megbízhatóságának tervezése, ha az elvárt legkisebb kimutatandó mozgás 1 mm



# Mozgások kimutatása

- Eltérő időpontokban meghatározott értékek összehasonlítása  $2\sigma$  vagy  $3\sigma$  szabály alapján
- Eltérő időpontokban meghatározott értékek összehasonlítása statisztikai próbákkal (95%, 99.7%)

## Példa

Egy pont magasságát két különböző időpontban 0.5 mm-es középhibával határoztuk meg. A tapasztalt 1.5 mm magasságkülönbség mozgásnak tekinthető-e?

$$\Delta m = M'_p - M''_p \rightarrow \mu_{\Delta m} = \sqrt{2} * 0.5 = 0.7 \rightarrow 3 * 0.7 > 1.5 \text{ nincs mozgás}$$

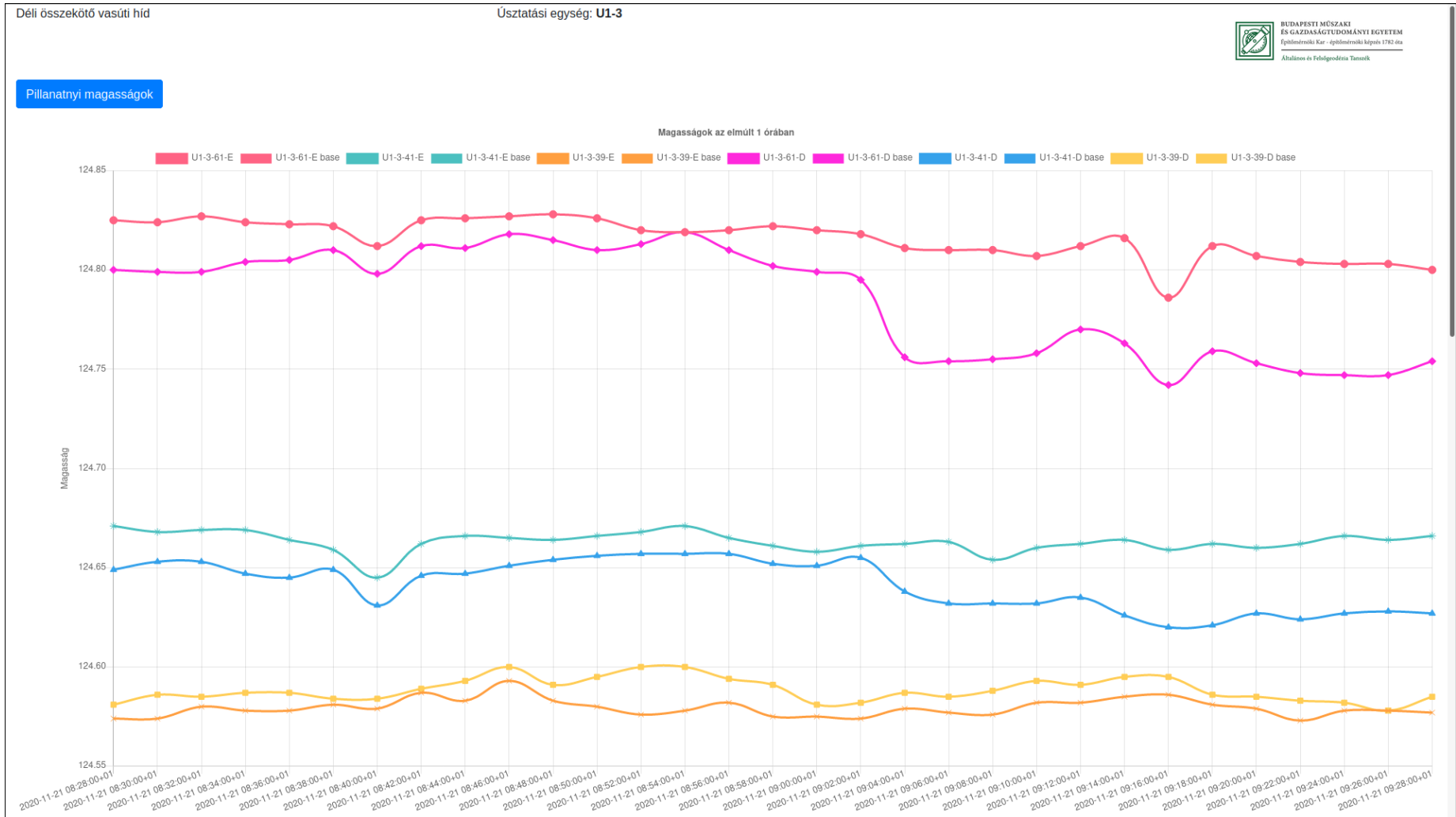
Egy pont magasságát két különböző időpontban többszöri ( $k = 3$ ) mérésből 0.5 mm-es középhibával határoztuk meg. A tapasztalt 1.5 mm magasságkülönbség mozgásnak tekinthető-e?

$$u \text{ próba } u = \Delta m / (\sigma_1^2 / k_1 + \sigma_2^2 / k_2)^{1/2} = 3.7, u(0.95) = 1.6$$

$$t \text{ próba } t = \Delta m / (\sigma_1^2 / (k_1 - 1) + \sigma_2^2 / (k_2 - 1))^{1/2} = 3, t(0.95, 4) = 2.8$$

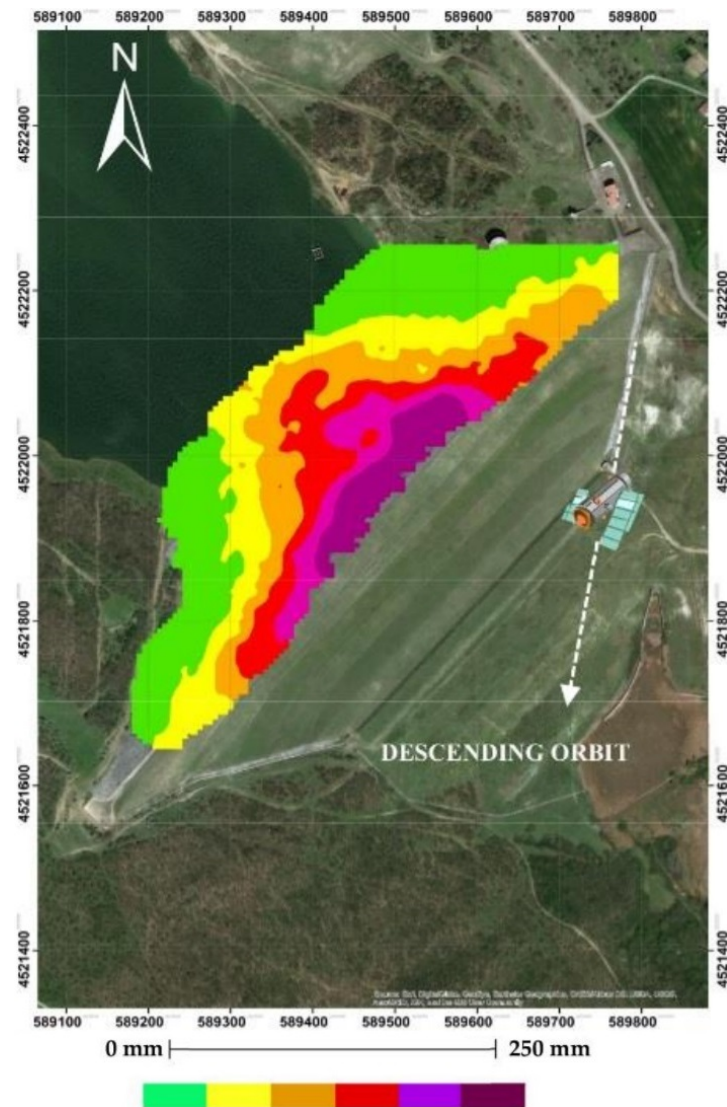
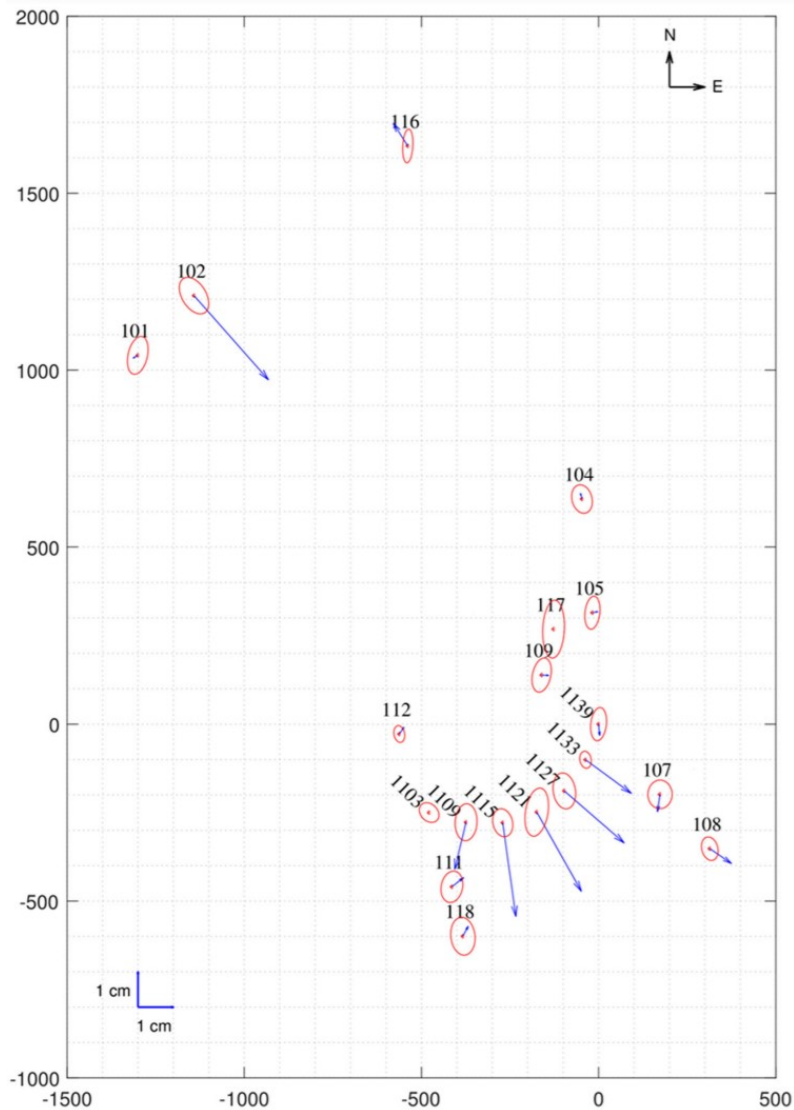
# Mozgások ábrázolása

1D-s mozgás – mozgás-idő grafikon, pontonként/több pontra



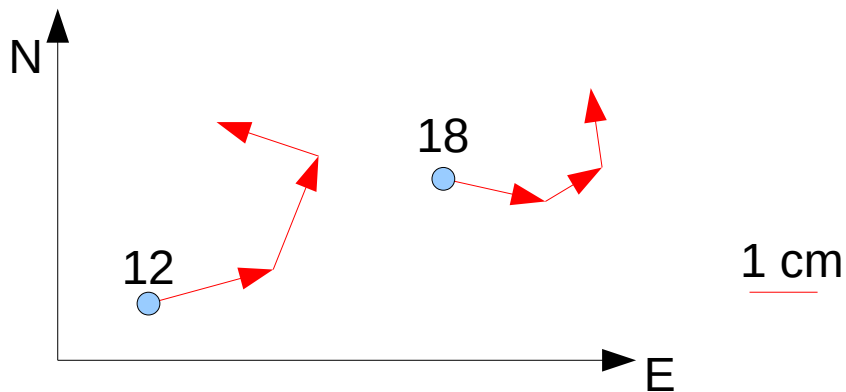
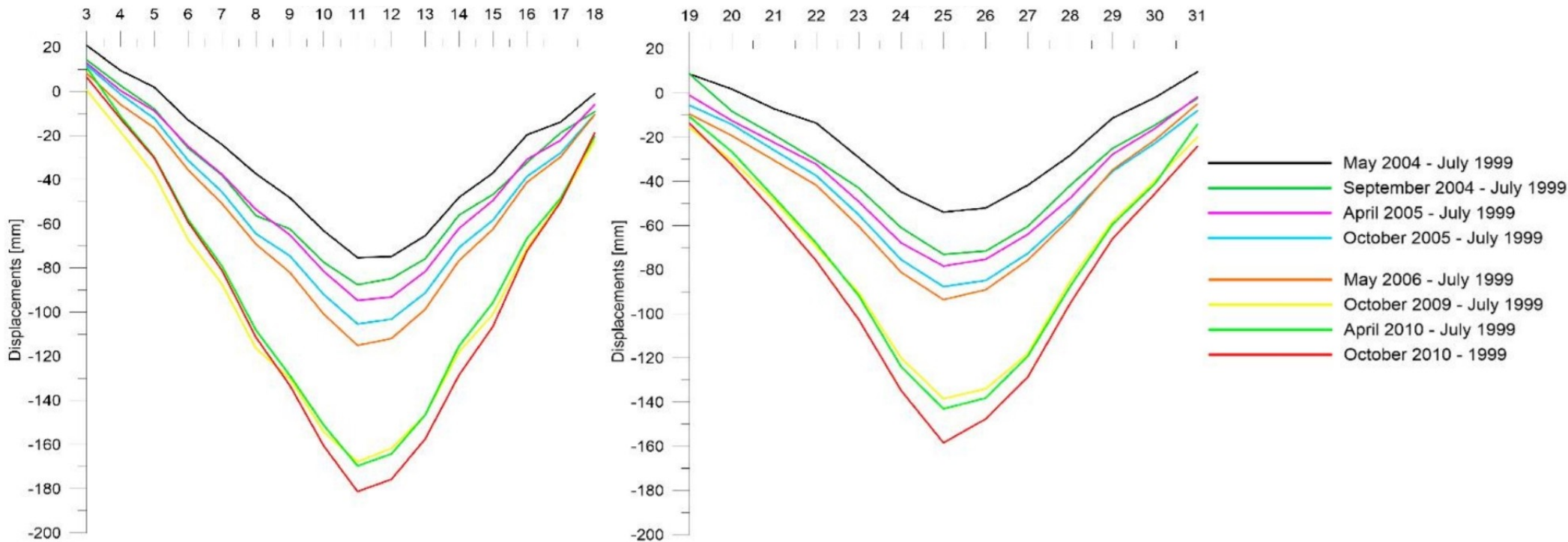
# Mozgások ábrázolása

2D-s mozgás – alaprajzon mozgás vektorokkal egy időpont +  
konfidencia ellipszisz,  
izovonalakkal, színezéssel



# Mozgások ábrázolása

2D-s mozgás – metszetben több időpont  
alaprájon mozgás vektorokkal, több időpont



# Mozgások ábrázolása

1D-s mozgás – mozgás-idő grafikon/több pontra + térkép

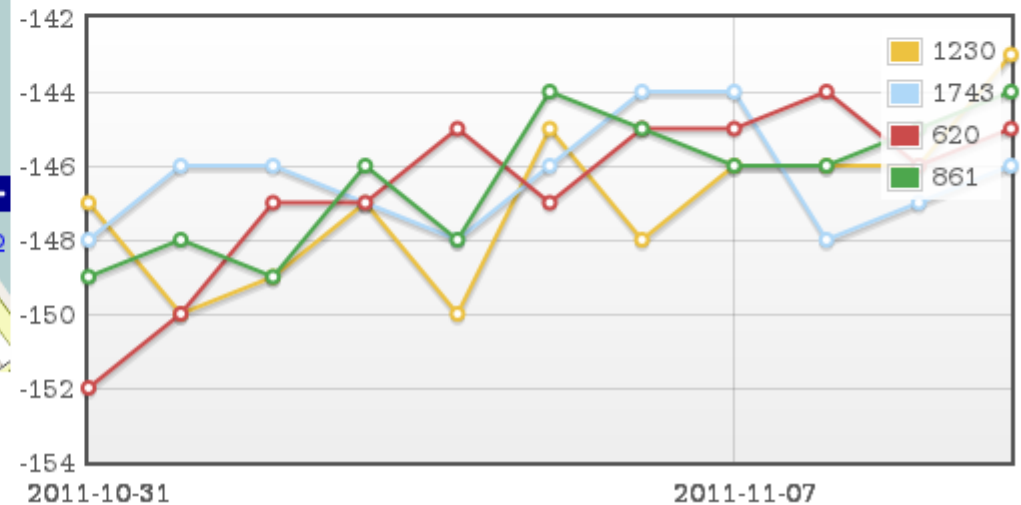


Demo adatállomány

Magyar

500 x 500

Kezdő dátum:	2011-10-31	Lekérdezés típus: <input type="radio"/> Táblázat <input checked="" type="radio"/> Grafikon1  Elküld  Új lekérdezés Kezdeti nézet
Záró dátum:	2011-11-10	
Pontok:	1230 1743 620 861	



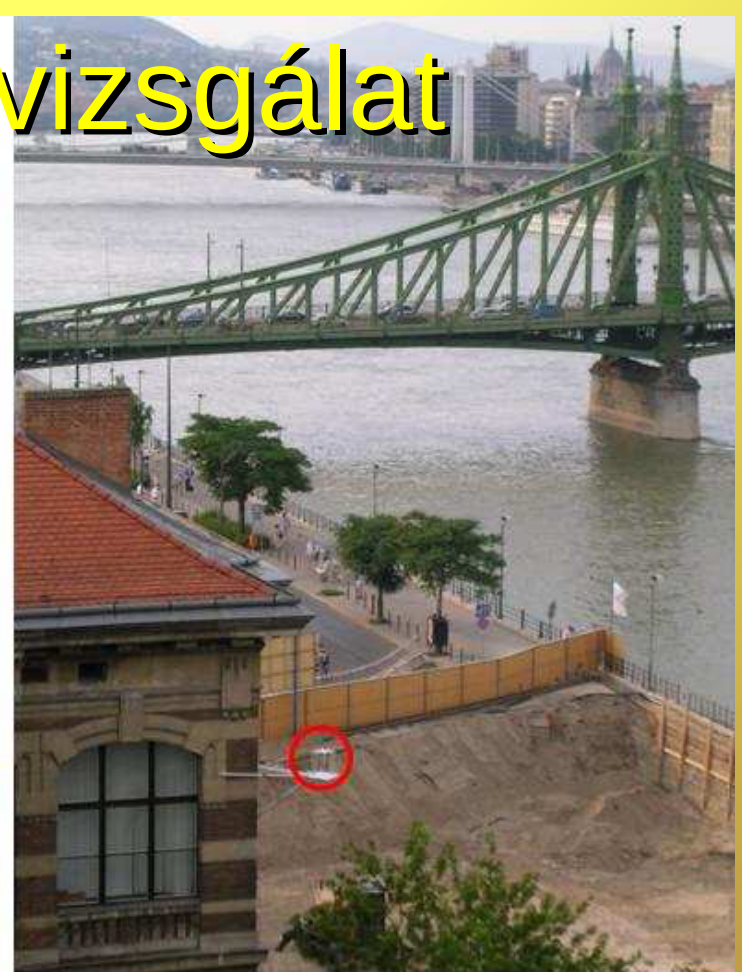


# Egyenlőtlen süllyedés hatása





# Metro 4 mozgásvizsgálat





Kisköre



Völgyzárógát



M6 autópálya

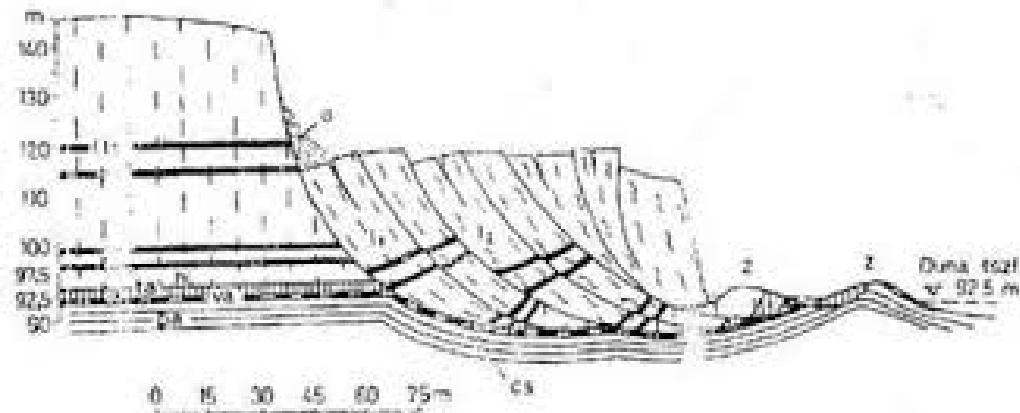


Hoover gát





# Löszfalak mozgása Dunaszekcső, Kulcs





# Résfal (Dubai 2007)



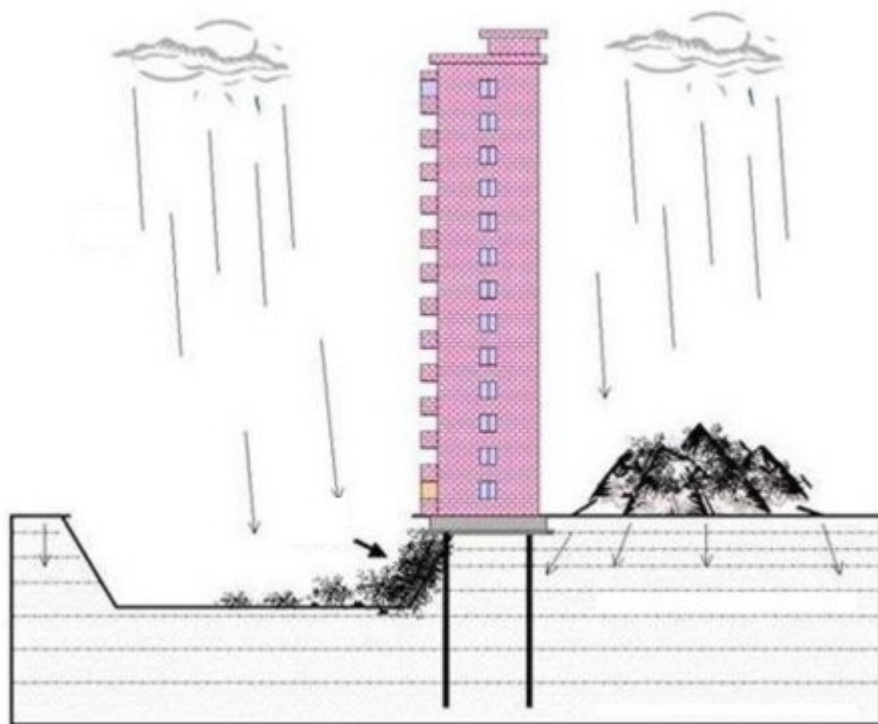
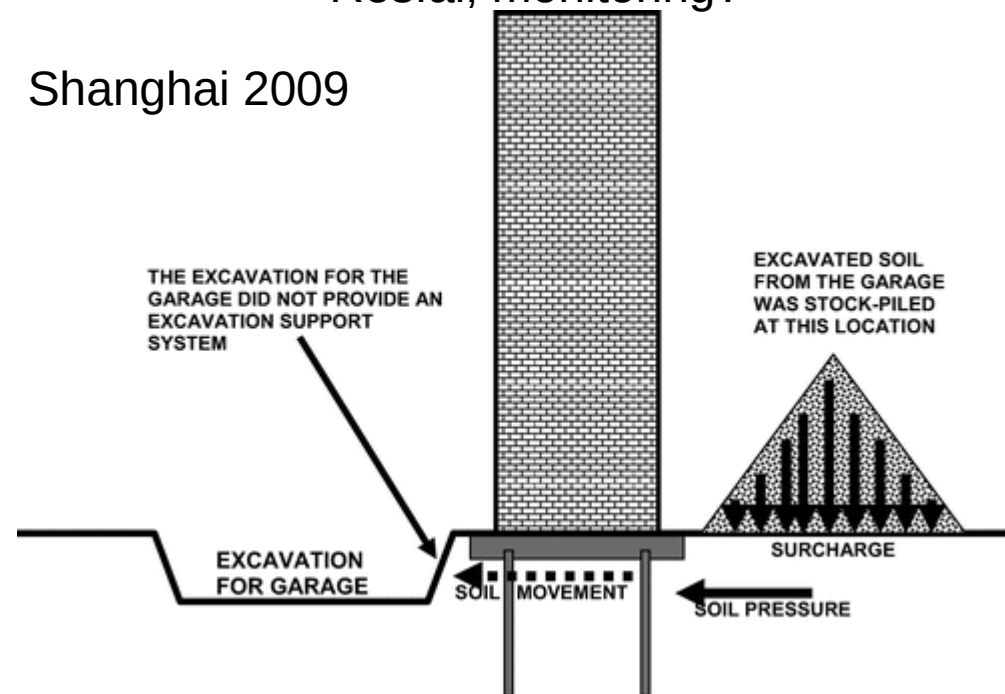


# Kínai épület bukása

Az új épület közelében mélygarázs építés kezdődött. A deponált föld nyomása és az eső is „segített”. Résfal, monitoring?



Shanghai 2009



Elyírt cölöpalapok



# Kölni metróépítés (2009)

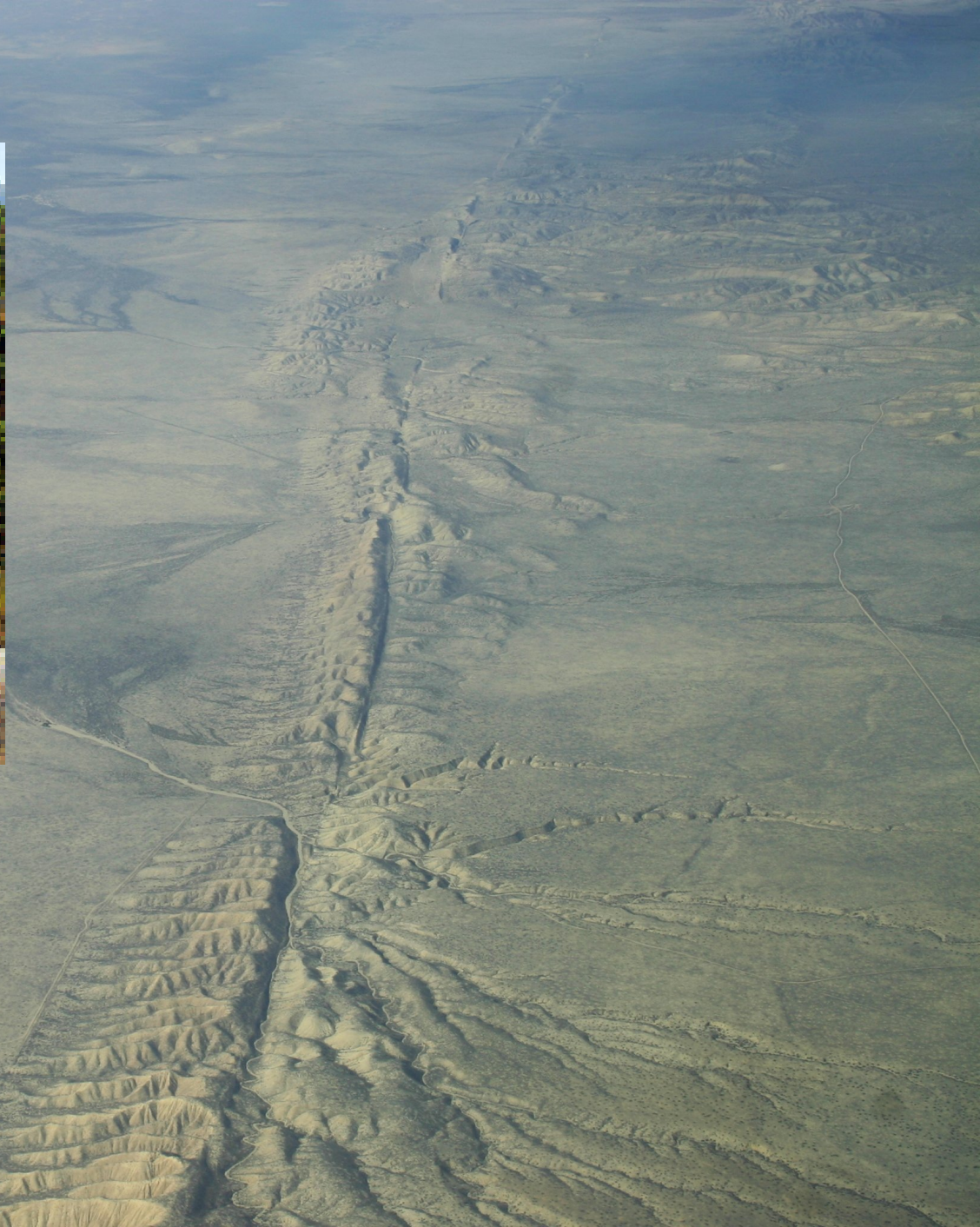
Résfal oldalának bedőlése miatt a levéltár épülete összeomlott és még két épületet magával rántott. A katasztrófa előtt napokkal furcsa hangokat hallottak az épületben. Monitoring?





# Szent András törésvonal

250 GPS állomás



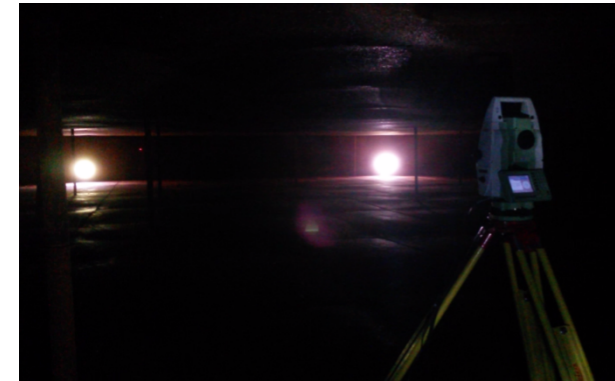


# Nagyméretű tartályok deformációja

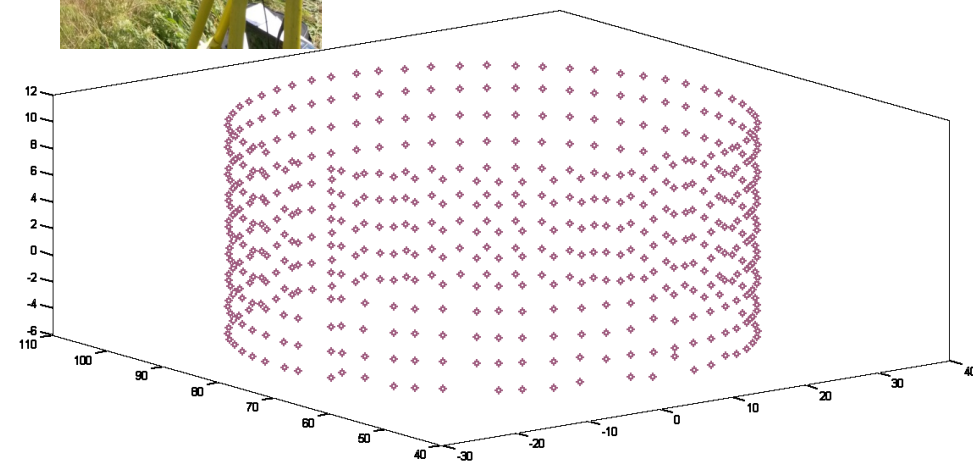
Úszótető



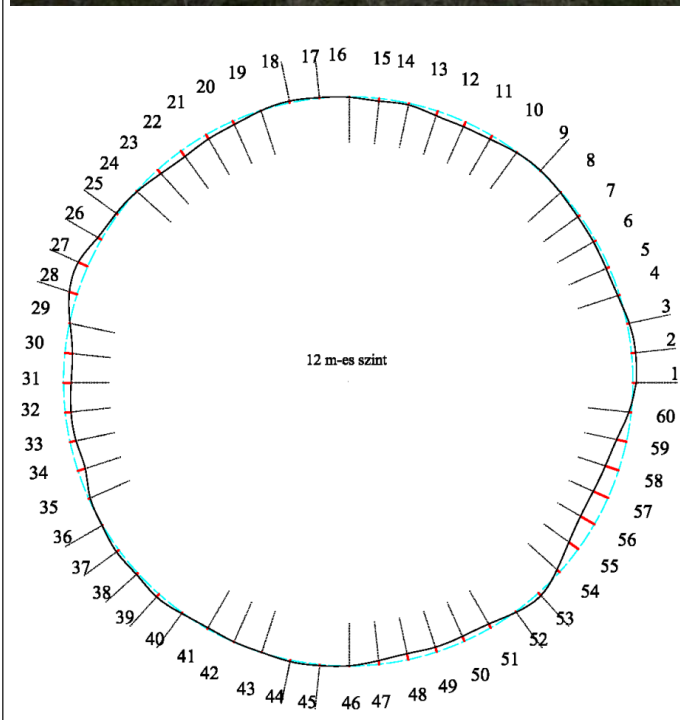
500-40000 m<sup>3</sup>



Deformáció  
ábrázolása  
torzított  
méretarányban



Zubály Viktória diplomatervéből 2015



# Darupályák

Sínek deformációja

