

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Németh András  
geodéziai csoportvezető  
MVM PA Zrt. MIG RTFO Építészeti Osztály  
[nemethaf@npp.hu](mailto:nemethaf@npp.hu)

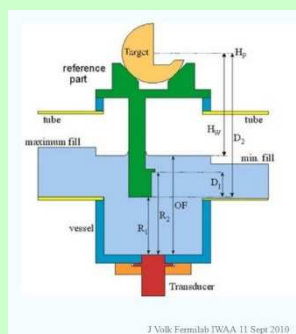
Dr. Égető Csaba  
adjunktus  
BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék  
[egeto.csaba@epito.bme.hu](mailto:egeto.csaba@epito.bme.hu)

---

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## Bevezető

Az oktatási tematika célja, hogy a geodéziai tervező mérnökök figyelmét ráirányítsa a speciális méretpontosságot igénylő mérnökgeodéziai feladatok megoldásának lehetőségeire, a feltételekre, követelményekre, létező és várható megoldásokra.



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

A jelenlévők közül kinek vannak tapasztalatai ilyen  
típusú mérési igényekről?

Milyen területet érintett a feladat?

A megoldáshoz kellett technológiát fejleszteni?

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

A jelenlévők közül kinek vannak tapasztalatai ilyen  
típusú mérési igényekről?

Milyen területet érintett a feladat?

A megoldáshoz kellett technológiát fejleszteni?

Milyen esetekben beszélhetünk szélső pontossági  
igényről, amikor szinte minden esetben arra  
törekszünk?

---



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

Az elvárt eredmény 1 mm?, vagy 0,1mm?, vagy  
0,01 mm? vagy ennél nagyobb?

A mérési eredményt befolyásoló fogalmak  
ismerete.

Mottónk:

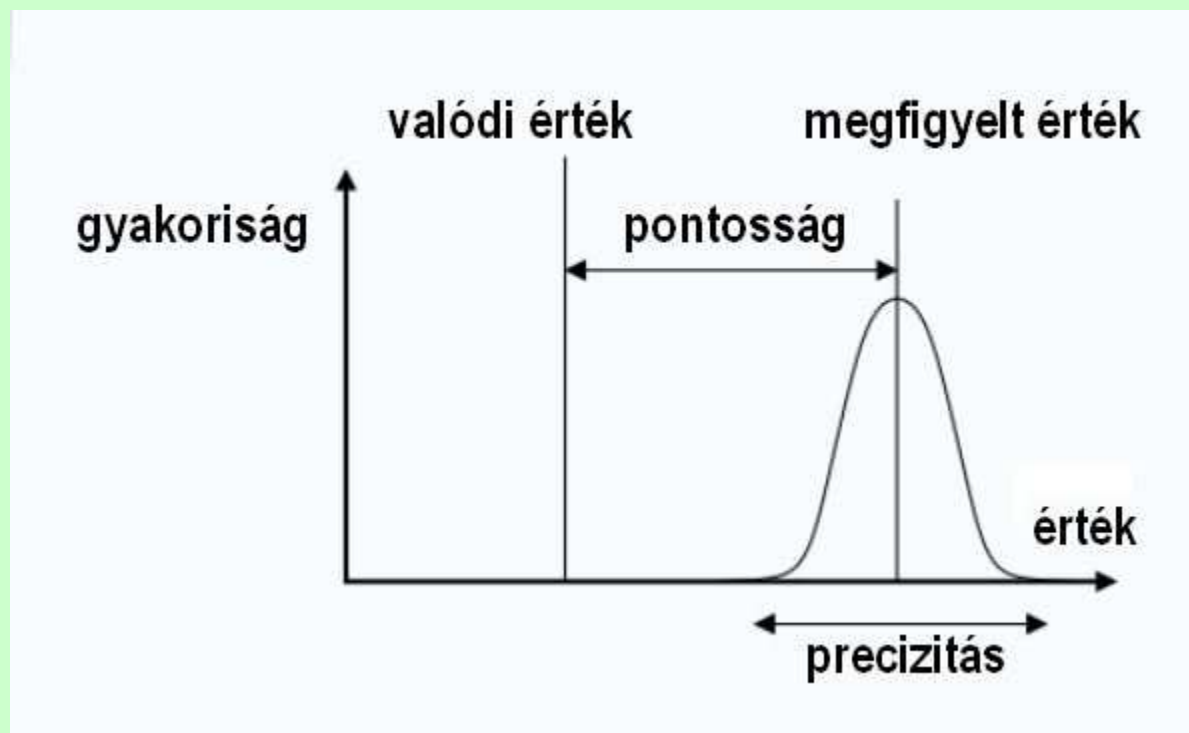
**Pontos és precíz mérés!**

---

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

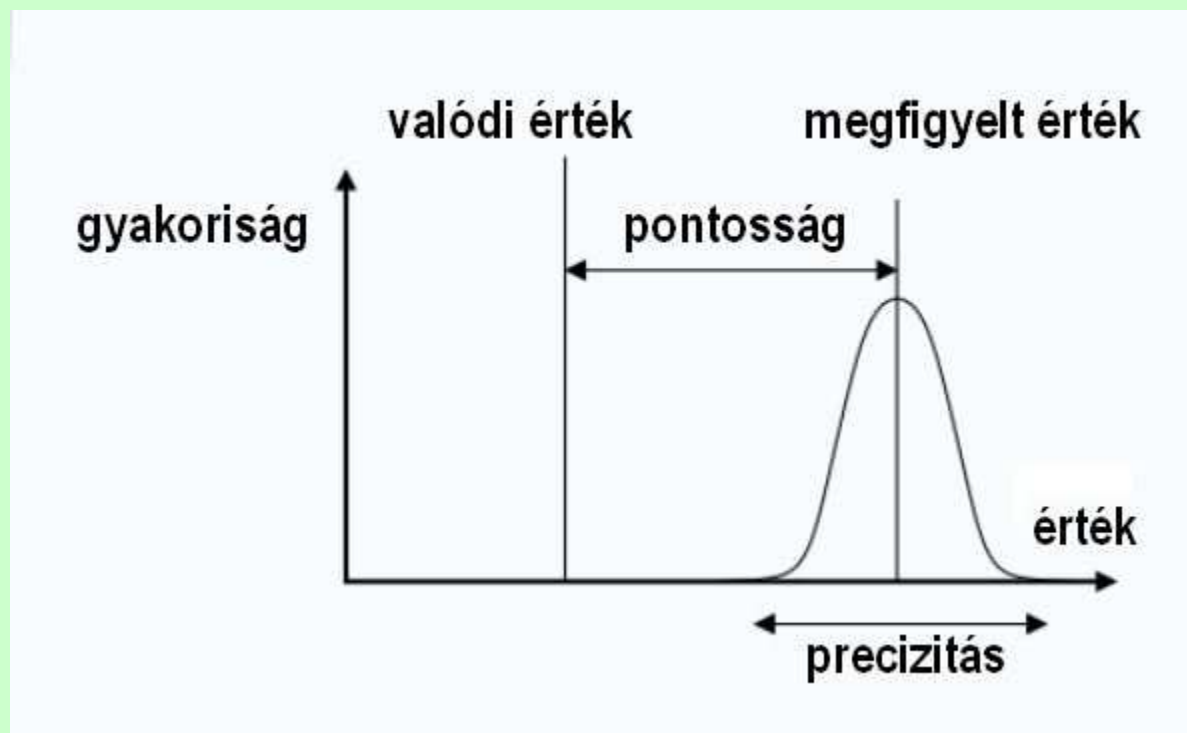
## Metrológiában (méréstudományban)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

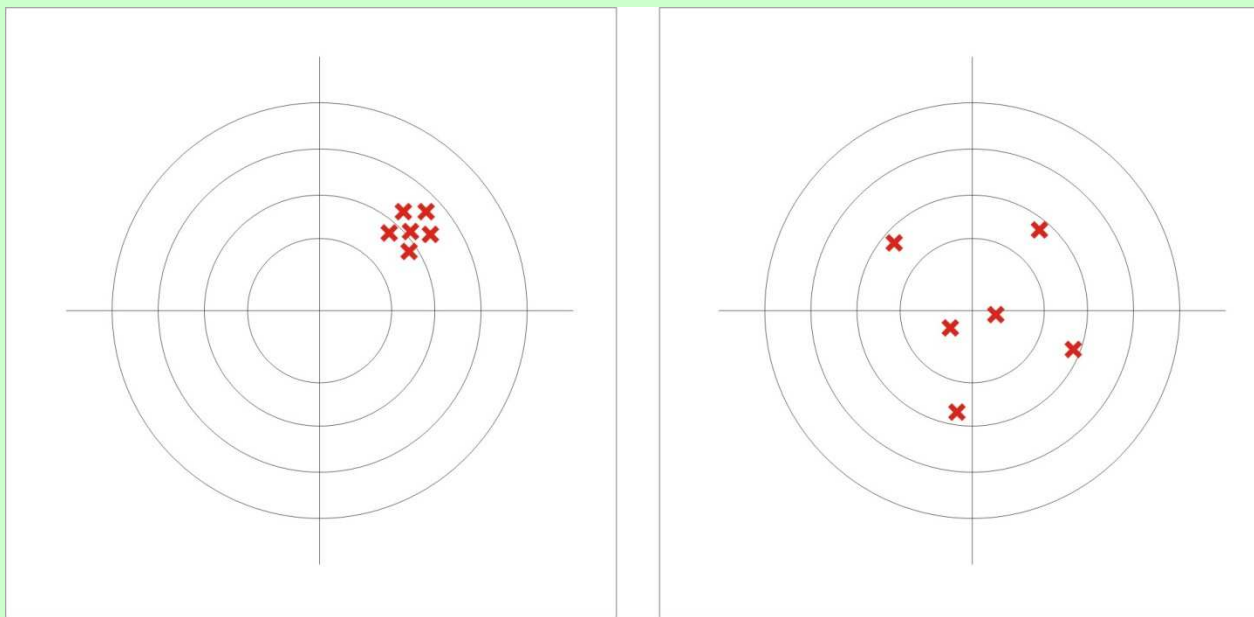
## Metrológiában (méréstudományban)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

## pontosság – precízség/megbízhatóság



**Az eredmény nem  
pontos, de jó a  
megbízhatósága.**

**Az eredmény pontos,  
de rossz a  
megbízhatósága.**

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

## pontosság – precízség/megbízhatóság



**Pontosság:** az eredmény a hibátlan értékhez közel van. (jellemzi a valódi hiba - külső pontosság)

**Megbízhatóság:** a változó körülmények között is biztonságosan működik az eszköz, hasonló mérési eredményeket produkál.

(jellemzik a mérési javításokból számított középhiba – belső pontosság)

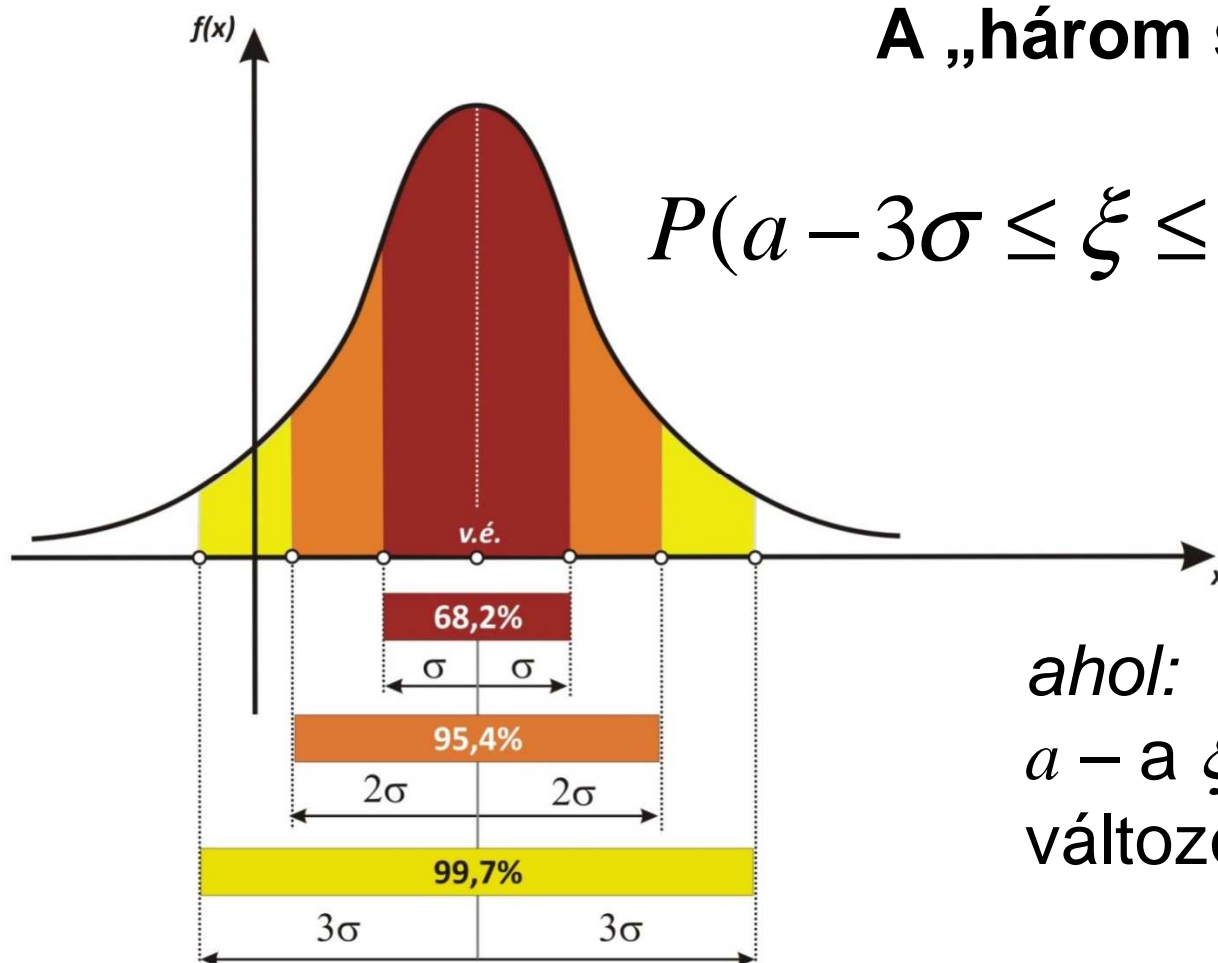
Metrológiában: **Mérési bizonytalanság**

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

A „három szigma” szabály:

$$P(a - 3\sigma \leq \xi \leq a + 3\sigma) = 99,73\%$$



ahol:

$a$  – a  $\xi$  valószínűségi  
változó várható értéke

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

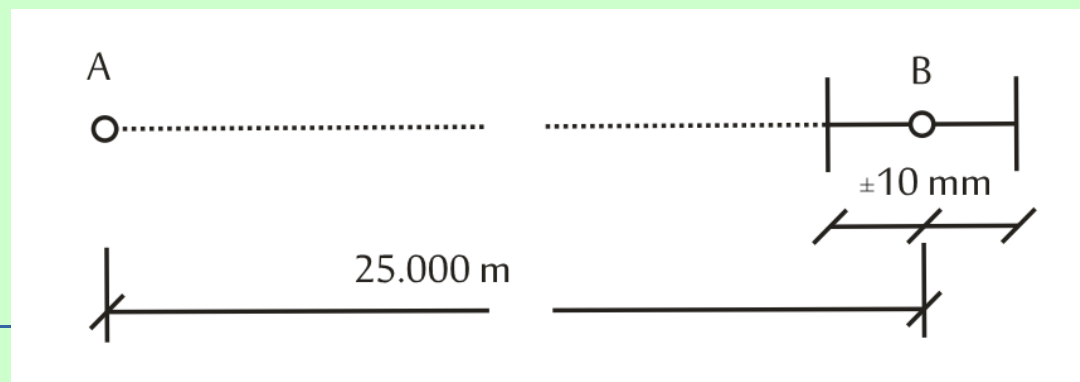
Példa: A feladatunk egy 25,000 m hosszúságú távolság kijelölése egy gépalap elhelyezését biztosító tengelyvonal kitűzése egy acéllemezzel borított vízszintes felületen.



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

Példa: A feladatunk egy 25,000 m hosszúságú távolság kijelölése egy gépalap elhelyezését biztosító tengelyvonal kitűzése egy acéllemezzel borított vízszintes felületen.

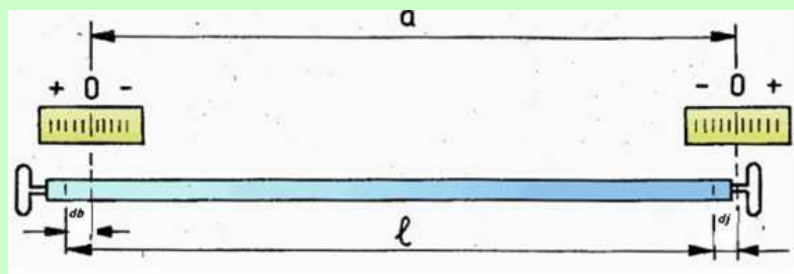




# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Bevezető

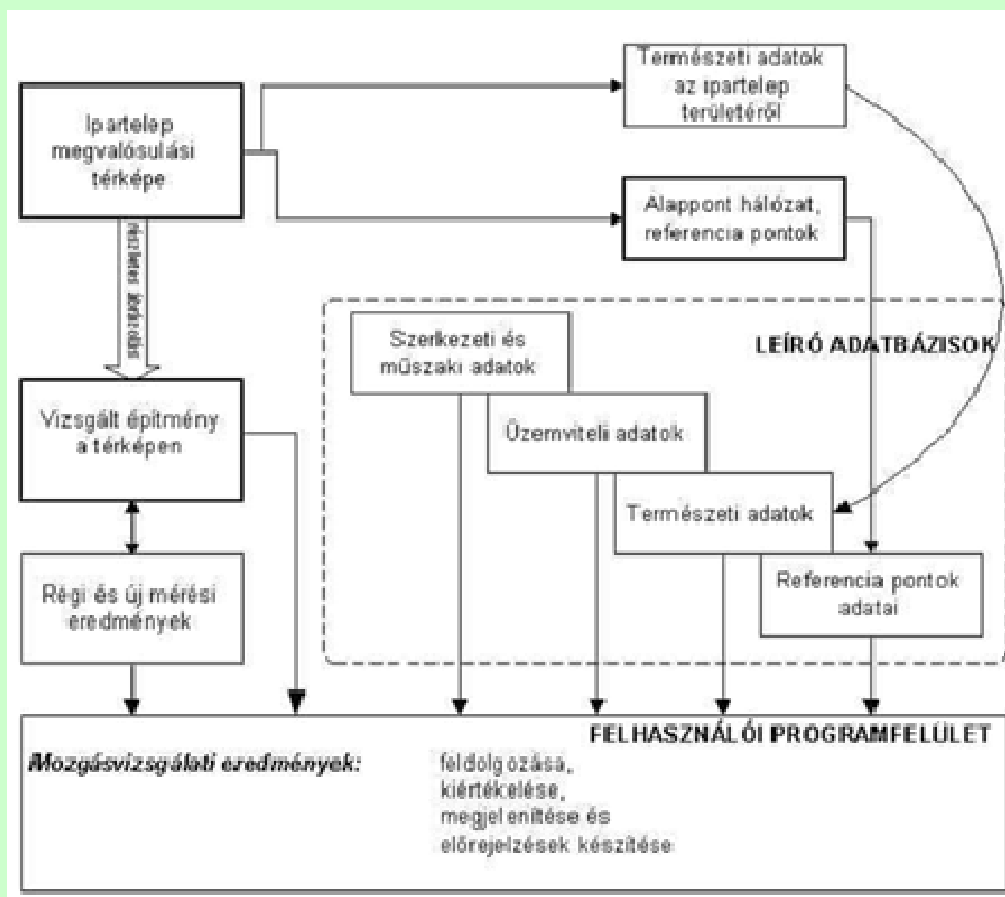
Példa: A feladatunk egy 25,000 m hosszúságú távolság kijelölése egy gépalap elhelyezését biztosító tengelyvonal kitűzése egy acéllemezzel borított vízszintes felületen.



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése



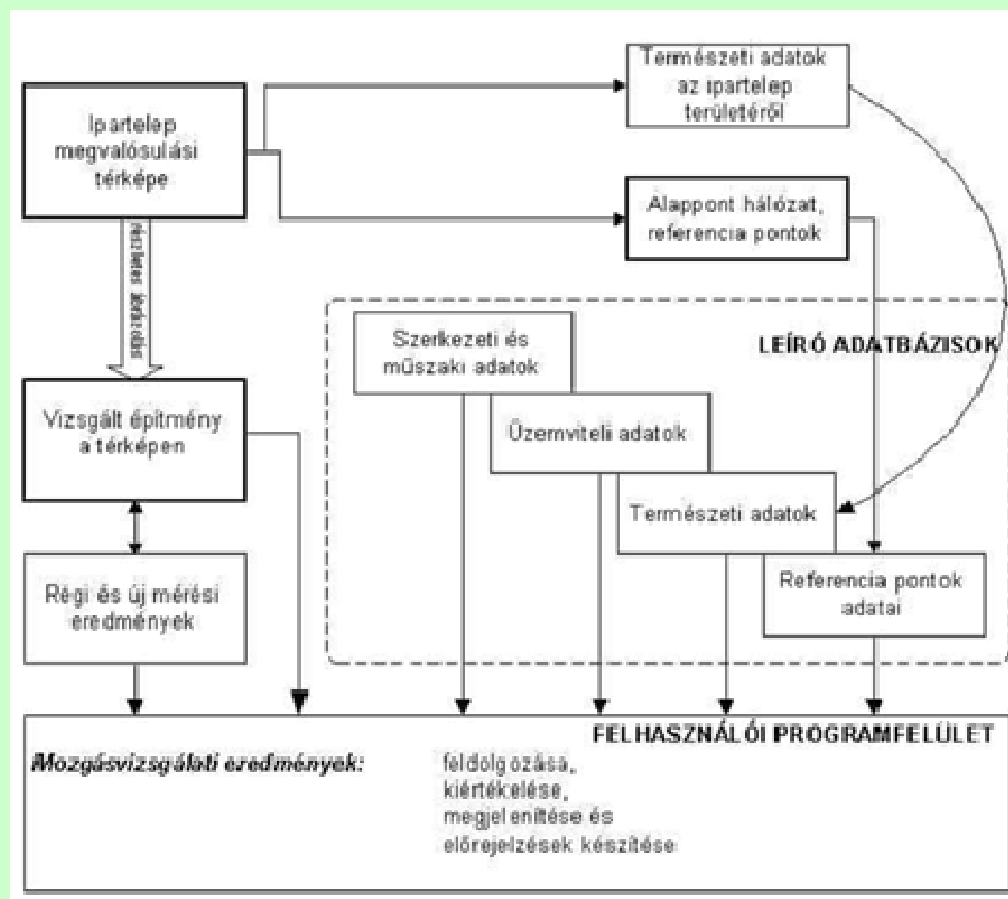
Általános áttekintő séma a mozgásvizsgálattal kapcsolatba hozható adatokról az elemzéshez.

- mérési eredmény pontossági igénye
- alkalmazható mérőműszerek
- adatgyűjtési módszer
- adatfeldolgozás (algoritmusok)
- eredmény adatok elemzése
- adatszolgáltatási módszer

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése



Általános áttekintő séma a mozgásvizsgálattal kapcsolatba hozható adatokról az elemzéshez.

- mérési eredmény pontossági igénye
- alkalmazható mérőműszerek
- adatgyűjtési módszer
- adatfeldolgozás (algoritmusok)
- eredmény adatok elemzése
- adatszolgáltatási módszer

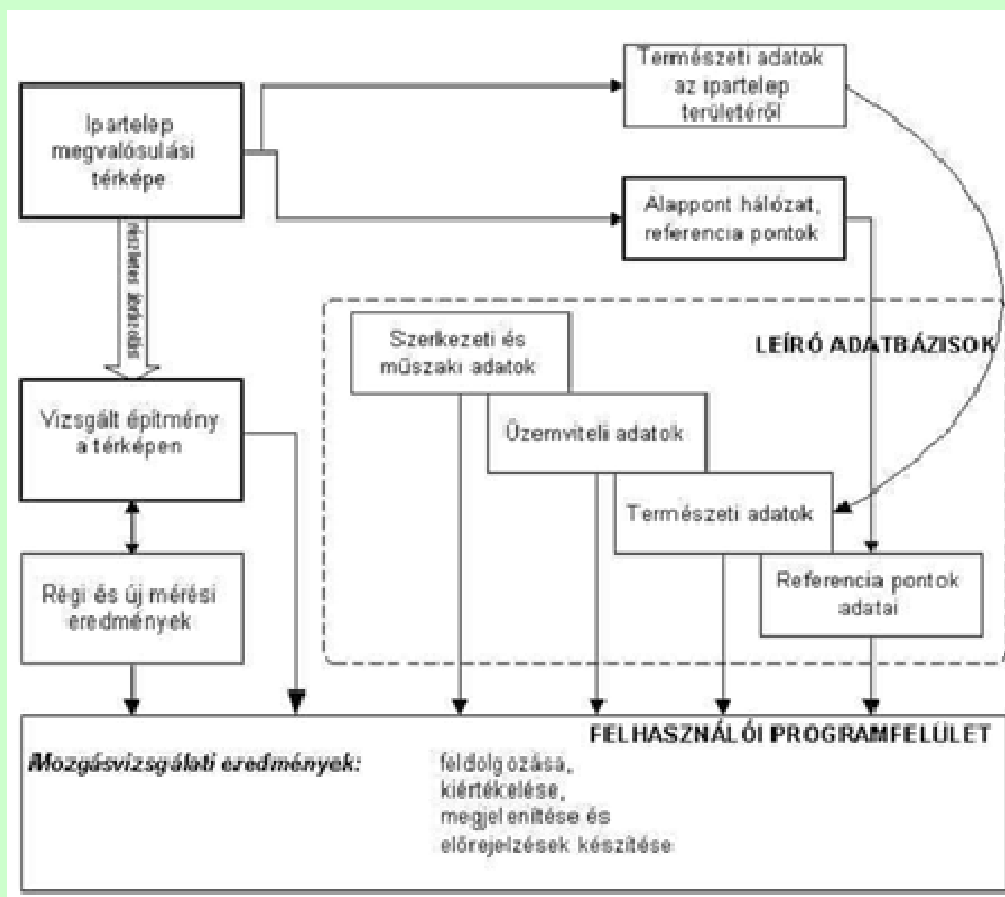
### Mérnökgeodézia felelőssége

**a megbízható eredmény adatok biztosítása a további vizsgálatokhoz.**

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése



Általános áttekintő séma a mozgásvizsgálattal kapcsolatba hozható adatokról az elemzéshez.

- mérési eredmény pontossági igénye
- alkalmazható mérőműszerek
- adatgyűjtési módszer
- adatfeldolgozás (algoritmusok)
- eredmény adatok elemzése
- adatszolgáltatási módszer

**Tartószerkezeti tervező, statikus az adatok felhasználója, aki a tervezési alapadatokkal veti össze a tartószerkezet deformációját.**

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

A tervezési alapadatokból következik a szükséges mérési technológia kialakítása, amelynek szempontjai között fontos

- vizsgálati helyek kijelölése
  - meghatározandó geometriai paraméterek
  - vizsgálati hely pontjelölési megoldása
  - adatgyűjtés módszere
  - az elemzéshez szükséges eredmény adatok számítási módszere
  - elfogadási kritérium rendszer felállítása (algoritmus kidolgozása)
-

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

A tervezési alapadatokból következik a szükséges mérési technológia kialakítása, amelynek szempontjai között fontos

- vizsgálati helyek kijelölése **Statikus tervezővel GD-T**
- meghatározandó geometriai paraméterek **Statikus tervezővel GD-T**
- vizsgálati hely pontjelölési megoldása **Statikus tervezővel, de a GD-T dönt**
- adatgyűjtés módszere **GD-T**
- az elemzéshez szükséges eredmény adatok számítási módszere **GD-T**
- elfogadási kritérium rendszer felállítása (algoritmus kidolgozása) **Statikus és GD-T**

A **keletkező adatok adatbázisát** úgy célszerű kialakítani, hogy kapcsolódni tudjon a téradatok nyilvántartásához is.



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

A vizsgálati pontokkal együtt kialakított teljes hálózatot és technológiát monitoring rendszernek hívjuk, amelynek az adatgyűjtés megoldása alapján megkülönböztetjük

- hagyományos (analóg) megoldást
- és a digitális automata monitoring rendszert



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

A vizsgálati pontokkal együtt kialakított teljes hálózatot és technológiát monitoring rendszernek hívjuk, amelynek az adatgyűjtés megoldása alapján megkülönböztetjük

Süllyedésmérés mérési technológia főbb lépései

- viszonyító alapponthálózat biztosítása rendszeres időszakos ellenőrző méréssel
  - elvárt mérési pontosság meghatározása
  - alkalmazható műszer kiválasztása
-



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

#### Alapvető célok

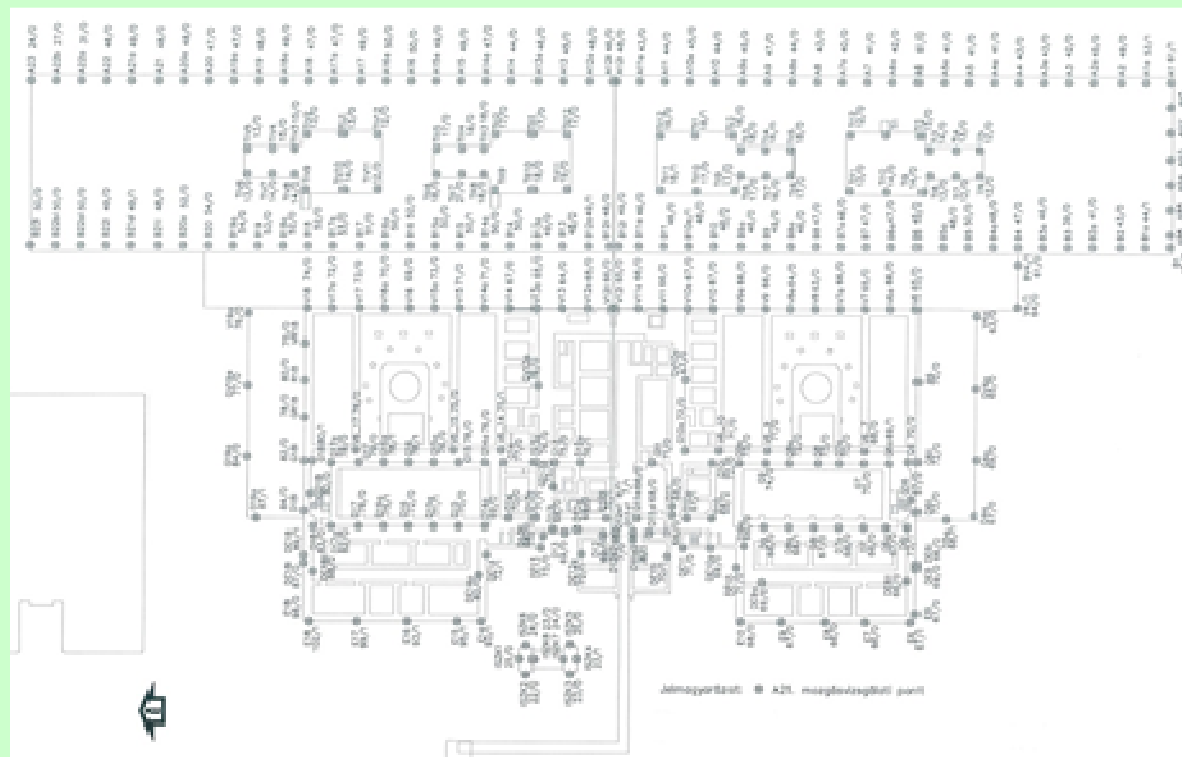
- A kijelölt vizsgálati pontok relatív és abszolút értelmű elmozdulásának meghatározása
  - Az egyenletes mozgások (süllyedések, emelkedések) és az egyenlőtlen mozgások billenések torzulások, alakváltozások meghatározása
  - A szerkezetre káros mozgások megállapítása
  - Az elmozdulások folyamatának leírása, illetve a mozgásfolyamatok ismeretében a meg nem engedett, káros mozgások, alakváltozások előrejelzése, prognosztizálása
  - Adatszolgáltatás a káros mozgások okainak megállapításához
  - Információ biztosítása az építés, szerelés geodéziai irányításához, a tervek esetleges módosításához, valamint a minőségirányítási tervek és minőségbiztosítási rendszerek készítéséhez
-

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

Példa a külső referencia hálózatról indított mérési vonalak és a létesítmény tartószerkezetén kijelölt vizsgálati pontokról áttekintő vázlaton:

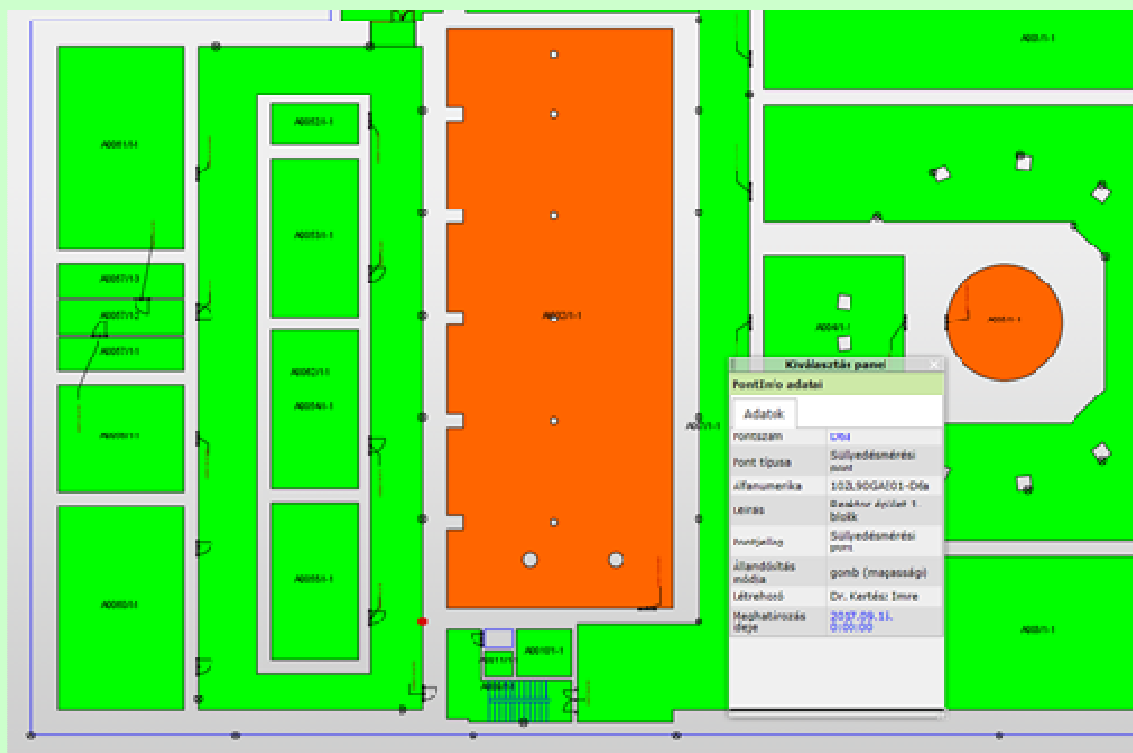


# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

Téradatbázisban való adatrögzítésre példa a GHMFR modul kapcsolattal



GEODÉZIAI HÁLÓZATOK MÉRÉSEIT FELDOLGOZÓ RENDSZER

PORTÁL/VEHETŐSÉG | MÉRÉSEK/SZÁMLÁK | PROJEKTEK | JÁRÁSUTÁZÁS | MÉRÉS | SÜLLYEDÉSMÉRÉS

Meghatározás részletei

Meghatározás típusa	Térlet
T	1248
K	11304
Z	90,876
Eredeti Magasság	
max	100
avg	100
min	141
max	100
avg	100
min	0
Koordinátarendszer	
Magasság: FTV(A-E) Vízszint: P00-97.01	
Pont	01a
Meghatározás	FTV Zrt Pápai Kiv. 1. P. 12.
Meghatározás dátuma	2017.09.11. 09:00:00
Számhossz	Zivari 400a
Bevitel	83124
Bevitel dátuma	2017.11.17. 09:00:00
Csoportosítás: Térlet	

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

#### Példa az elfogadási kritérium meghatározására

A mozgásvizsgálati adatbázisban alkalmazott elfogadási kritériumok:

- szomszédos vizsgálati pontok süllyedéskülönbsége: 1 mm (2 mm)
- süllyedéssebesség: 2 mm/3 hó
- A reaktorépületek vonatkozásában:
  - Az egyes pontok süllyedésének monitorozásához a 2012 mért értékre és a 2047 közötti előírányzott süllyedési értékre fel kell rajzolni egy egyszerű lineáris trendvonalat.
  - A süllyedés sematikus trendje - ábra szerint: a  $\Delta_{i,1}$ ,  $\Delta_{i-1,1}$ ,  $\Delta_{i+1,1}$ ,  $\Delta_{i,2}$ ,  $\Delta_{i-1,2}$ ,  $\Delta_{i+1,2}$  süllyedések az  $i$ ,  $i-1$ ,  $i+1$  mérési pontokon a  $T_1$  illetve  $T_2$  időpontokban, ahol  $T_1 = 2012$  és  $T_2 = 2047$ .
  - Az „ $i-1$ ” pont tetszőleges  $T_k$  időpillanatban várható süllyedése:

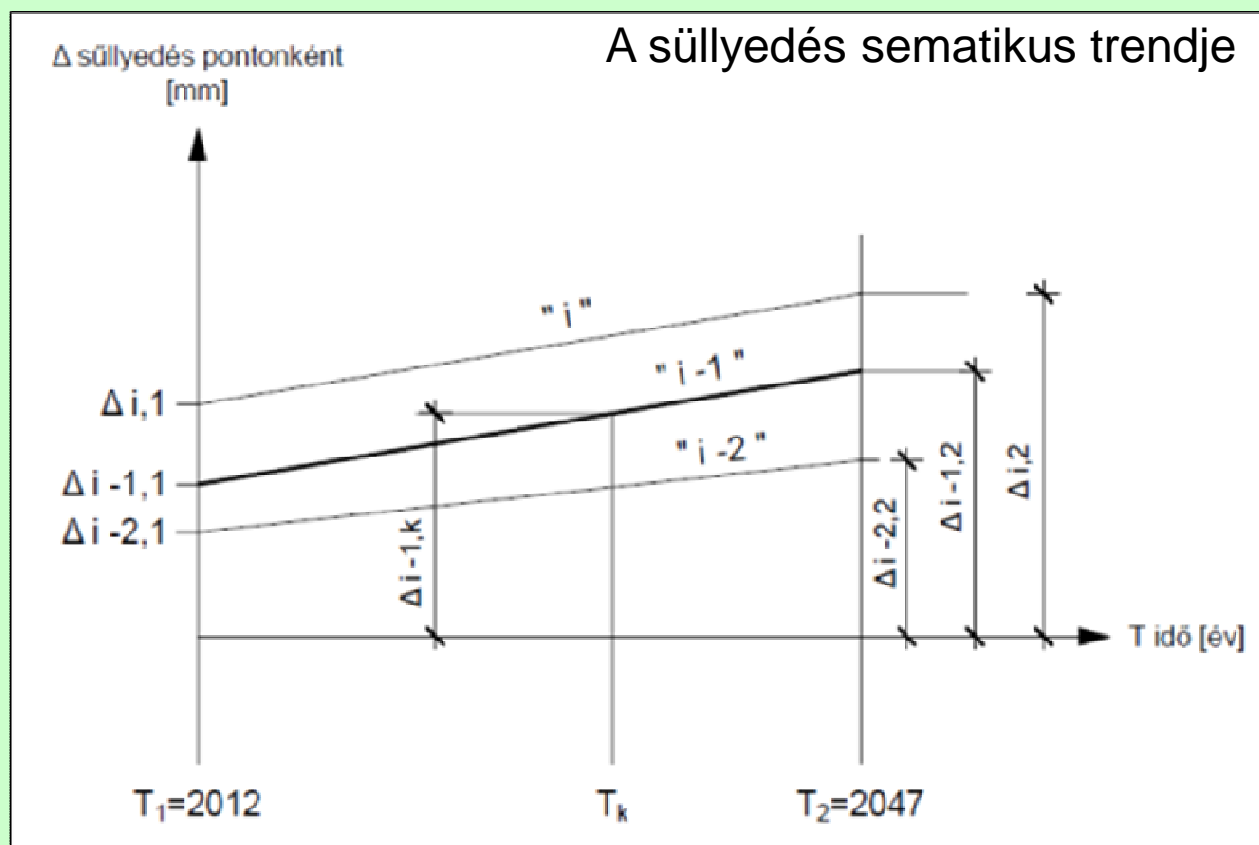
$$\Delta_{i-1,k} = \Delta_{i-1,1} + [(T_k - T_1) / (T_2 - T_1)] * (\Delta_{i-1,2} - \Delta_{i-1,1})$$

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

Példa az elfogadási kritérium meghatározására



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

#### Példa az elfogadási kritérium meghatározására

- Az eltérés 1-1 évre nem lehet több, mint a tartós, legalább 5 éves időszak alatti eltérés, melyet az alábbi összefüggések adják meg az jelöléseit használva.
- Az „i-1” pont egymás utáni  $T_k$  és  $T_{k+1}$  évek közötti süllyedés különbségére fenn kell állnia a következő összefüggésnek:
  - $\Delta_{i-1,k+1} - \Delta_{i-1,k} \leq 2,0 * [(\Delta_{i-1,2} - \Delta_{i-1,1}) / (T_2 - T_1)]$
- vagyis az 1 év alatti süllyedés különbség a trendvonal szerintinek a kétszeresénél nem lehet nagyobb, de ezzel egyidejűleg fenn kell állnia a hosszabb távon a  $T_{k+m}$  és  $T_{k-n}$  évek között a következő összefüggésnek.
- $0,8 * [(T_{k+m} - T_{k-n}) * (\Delta_{i-1,2} - \Delta_{i-1,1}) / (T_2 - T_1)] \leq \Delta_{i-1,k+m} - \Delta_{i-1,k-n} \leq 1,2 * [(T_{k+m} - T_{k-n}) * (\Delta_{i-1,2} - \Delta_{i-1,1}) / (T_2 - T_1)]$ ,
- feltéve, hogy  $m-n = 5$  év, ahol a  $\Delta_{i-1,k+m} - \Delta_{i-1,k-n}$  a  $k+m$  és  $k-n$  évek között mért süllyedéskülönbség, míg a  $[(T_{k+m} - T_{k-n}) * (\Delta_{i-1,2} - \Delta_{i-1,1}) / (T_2 - T_1)]$  a  $k+m$  és  $k-n$  évek között a trendvonal szerinti elméleti süllyedéskülönbség.

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 1. Épületek tartószerkezeteinek süllyedésmérése

Vizsgálati pontok elhelyezésének, pótlásának kérdései



Vizsgálati pontok acél  
tartópilléreken utólagos tűzálló  
bevonattal való burkolásnál.

A korábban már elhelyezett  
vizsgálati pontok  
használhatósága problémássá  
válik, kiváltó pontokat kell találni  
a folyamatos vizsgálat  
biztosításához.





# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

2. Mozcászvizsgálatok összefüggő területekre, létesítményekre  
(referencia pontok)

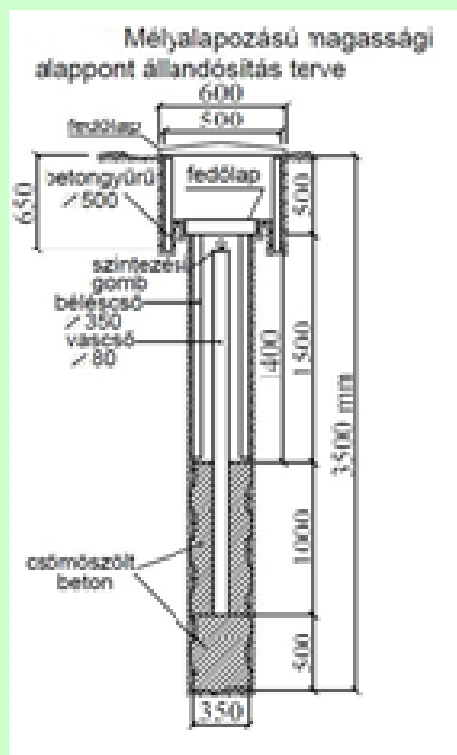




# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

## 2. Mozgásvizsgálatok összefüggő területekre, létesítményekre (referencia pontok)



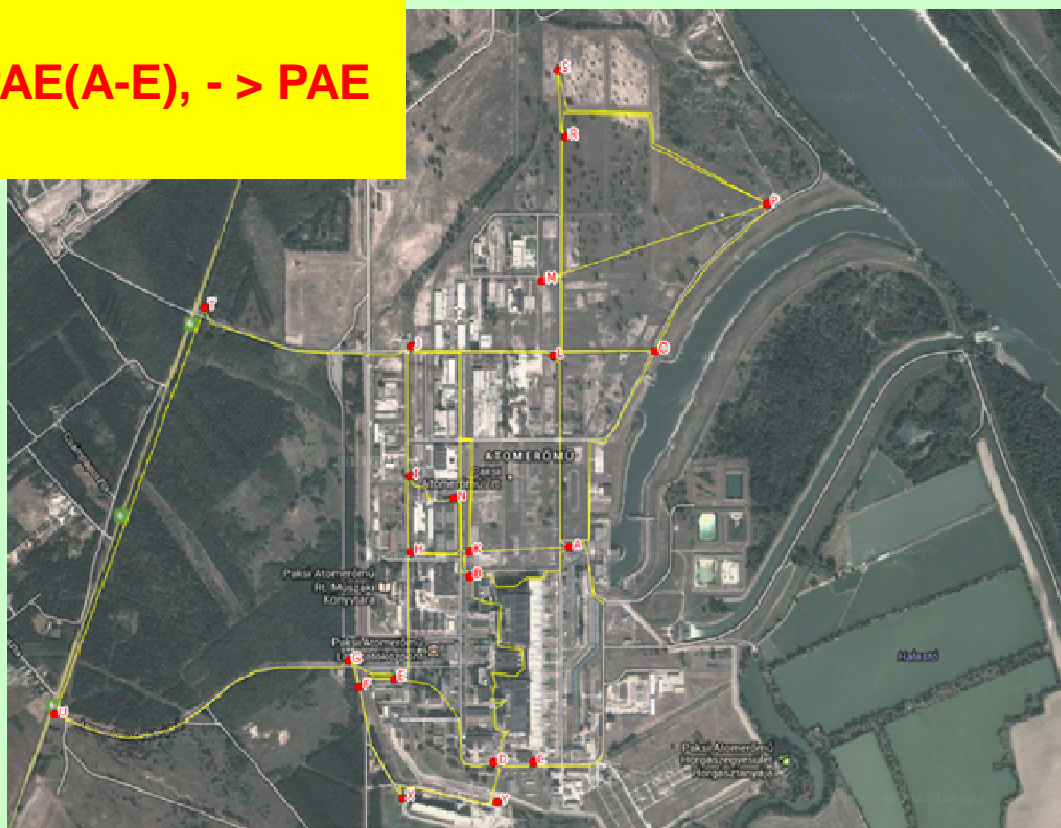
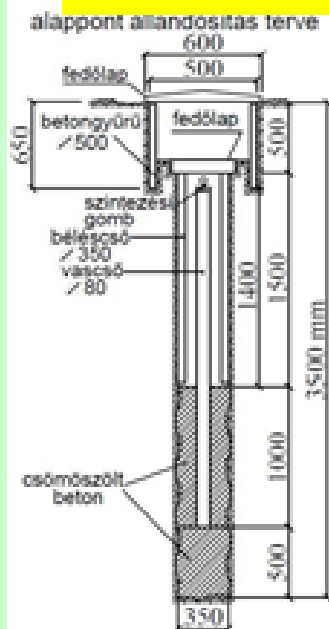
Jelenleg alkalmazott magassági alappont állandósítási megoldás, amely a gyakorlati tapasztalatok alapján felülvizsgálandó a hálózat aktualizálása keretében.

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

## 2. Mozgásvizsgálatok összefüggő területekre, létesítményekre (referencia pontok)

**PAE-B, PAE-A, PAE(A-E), - > PAE**



Jelenleg alkalmazott magassági alappont állandósítási megoldás, amely a gyakorlati tapasztalatok alapján felülvizsgálandó a hálózat aktualizálása keretében.

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 3. Szerkezetek, berendezések deformáció vizsgálata (reaktortartály tartószerkezet és tartály osztósík dőlés ellenőrzése)

Kiemelt figyelmet érintő szerkezetek vizsgálatát rendszerint egy önálló deformáció vizsgálati megoldást biztosító rendszerben célszerű kialakítani.

Ilyen esetekben az elvárt mérési pontosság még kisebb értéket jelenthet és nem szükséges a komplex süllyedésmérési rendszerbe való bekapcsolás.

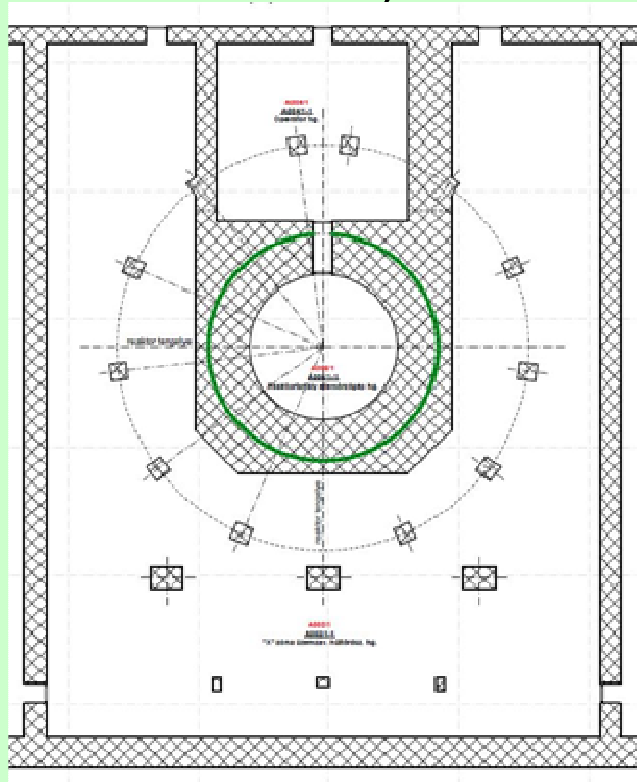
A helyi eltérések vizsgálata a cél.

---

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

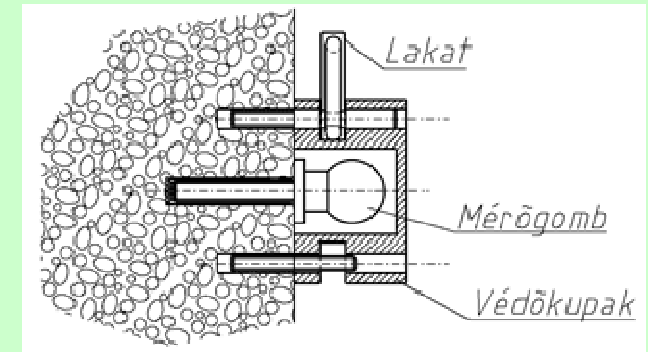
## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 3. Szerkezetek, berendezések deformáció vizsgálata (reaktortartály tartószerkezet és tartály osztósík dőlés ellenőrzése)



Egyedi kialakítású vizsgálati pontok lettek telepítve (ábra), amelynek a célja, hogy a védettség maximálisan biztosítható legyen, hiszen az üzemeltetési idő végéig a vizsgálati pontoknak azonosnak kell lenniük.

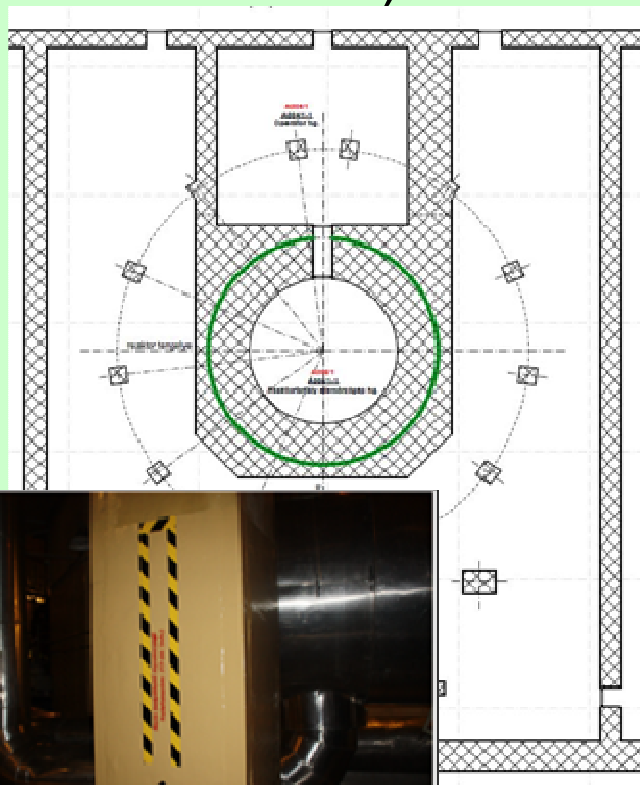
Nem engedhető meg a pontok cseréje, mert elveszik a kapcsolat a korábbi adatokkal.



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

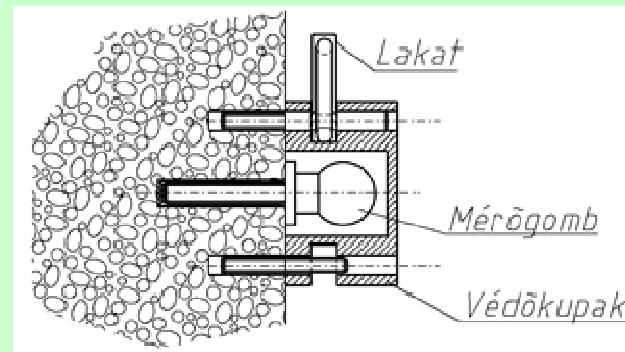
## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 3. Szerkezetek, berendezések deformáció vizsgálata (reaktortartály tartószerkezet és tartály osztósík dőlés ellenőrzése)



Egyedi kialakítású vizsgálati pontok lettek telepítve (ábra), amelynek a célja, hogy a védettség maximálisan biztosítható legyen, hiszen az üzemeltetési idő végéig a vizsgálati pontoknak azonosnak kell lenniük.

Nem engedhető meg a pontok cseréje, mert elveszik a kapcsolat a korábbi adatokkal.

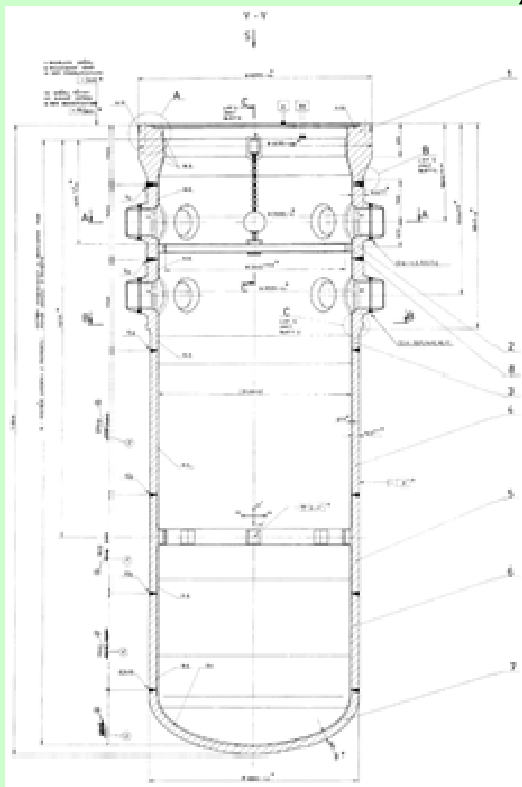




# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 3. Szerkezetek, berendezések deformáció vizsgálata (reaktortartály tartószerkezet és tartály osztósík dőlés ellenőrzése)



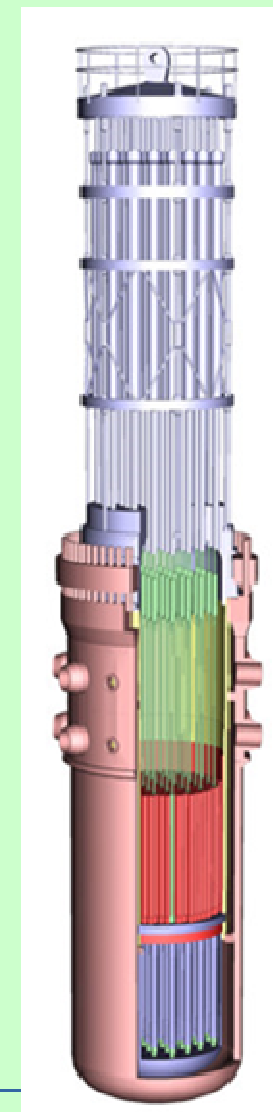
Reaktor felső blokk egysége

Tartály osztósíkja, itt történik a mérés.

Szabályzórudak

Zónakosár az aktív zónát jelentő  
üzemanyagrudakkal.

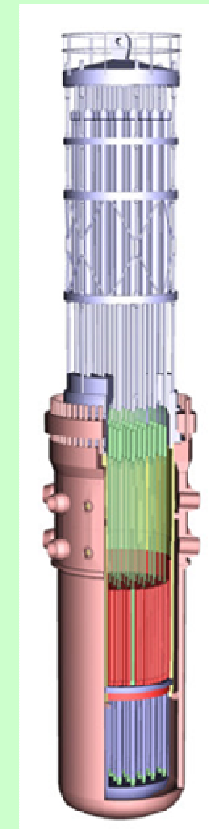
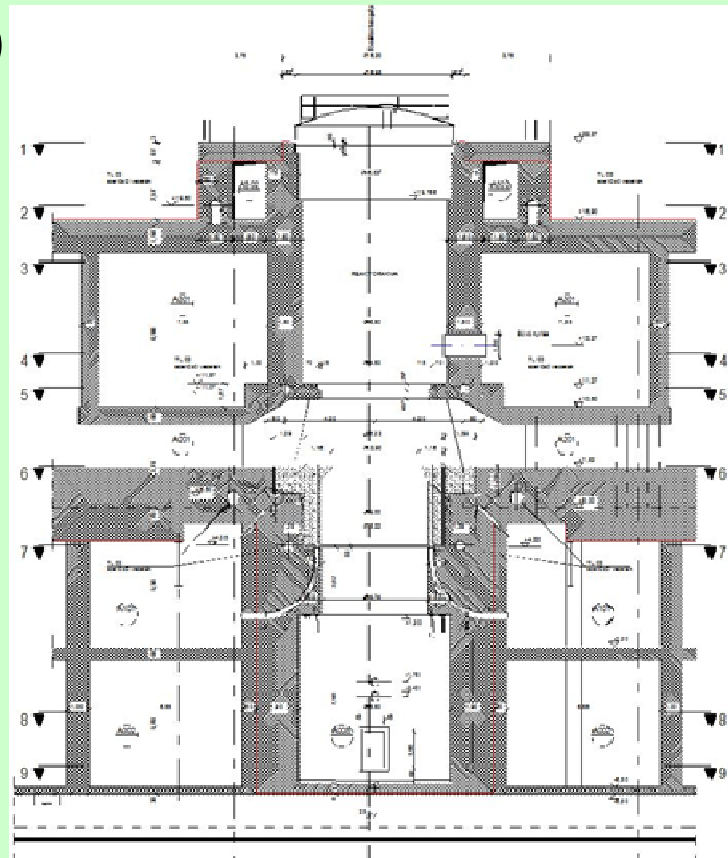
Védőcső blokk VCSB



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

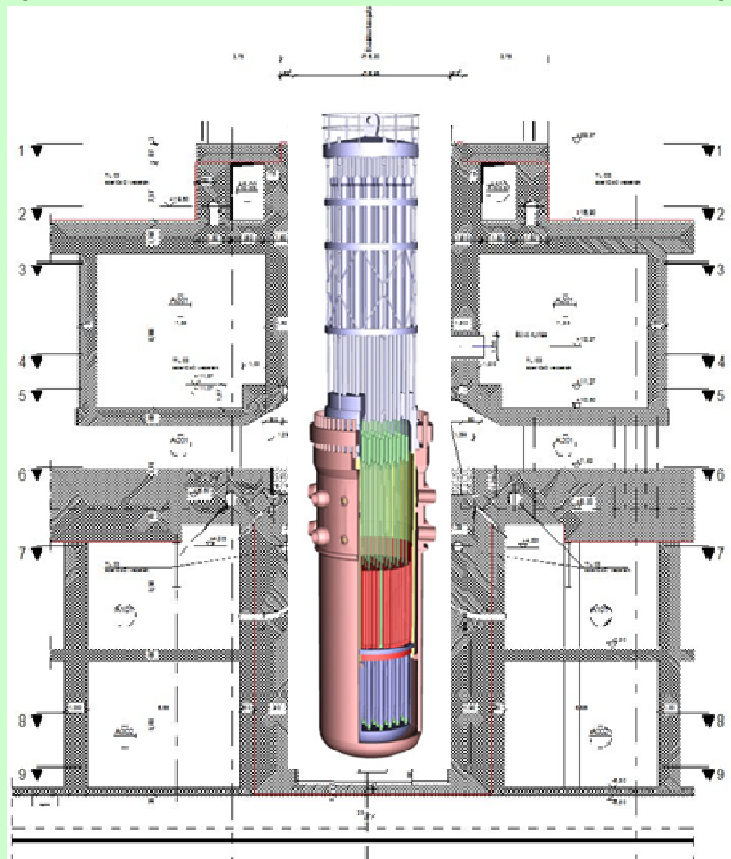
3. Szerkezetek, berendezések deformáció vizsgálata (reaktortartály tartószerkezet és tartály osztósík dőlés ellenőrzése)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

3. Szerkezetek, berendezések deformáció vizsgálata  
(reaktortartály tartószerkezet és tartály osztósík dőlés  
ellenőrzése)



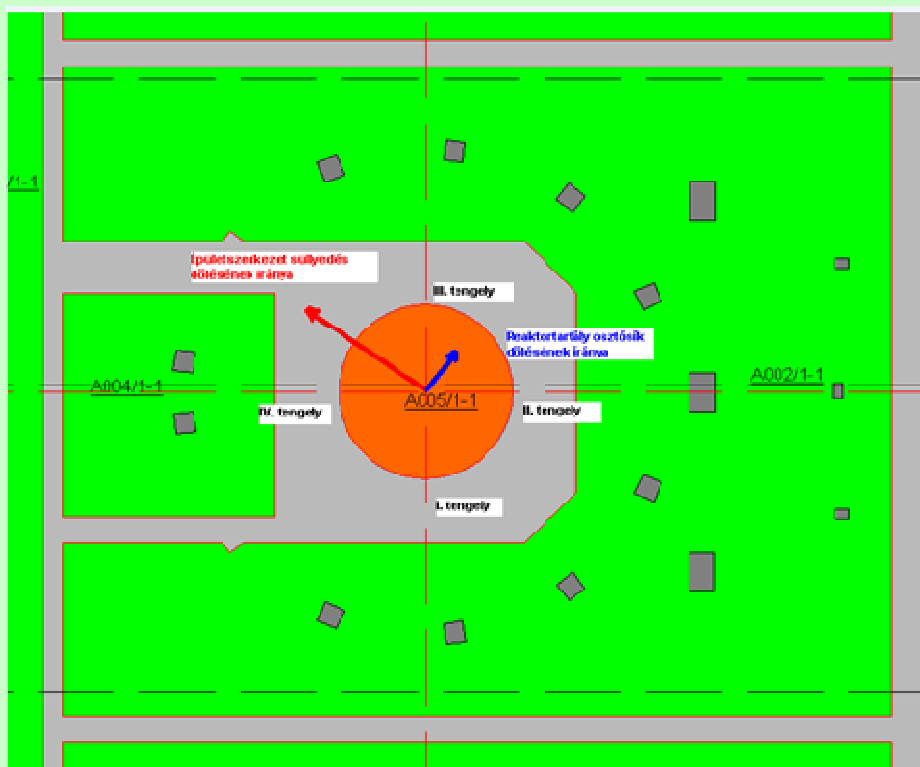
Korreláció vizsgálat  
a tartály osztósík  
dőlése és a  
tartószerkezetének  
változására.



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

3. Szerkezetek, berendezések deformáció vizsgálata  
(reaktortartály tartószerkezet és tartály osztósík dőlés ellenőrzése)



Korreláció vizsgálat  
a tartály osztósík  
dőlés és a  
tartószerkezetének  
változására.

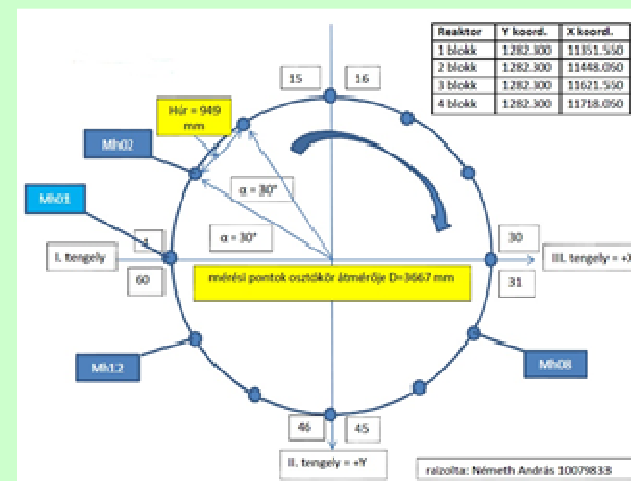
# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

3. Szerkezetek, berendezések deformáció vizsgálata (reaktortartály tartószerkezet és tartály osztósík dőlés ellenőrzése)



VSZ-100 elektromos libella



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)

A mérési technológia alpműszerét a ME-5000 Mekometer elektrooptikai fénytáv mérő adta a  $\pm 0,2\text{mm}$  mérési középhibájával

**Mérési technológia 2.**

**RHM Rendszer elemei:**

- ME-5000 fénytáv mérő + 46,5° előtéttükrörel
- Tükörszékék távirányítású 2D mozgatóval + állvány
- Távirányító egység
- Bázistranszformátor
- Mérőprizmák + mérőcsövek
- Tájoló vonalzó
- Csőmegfogó szerkezetek

**Mérési technológia 3.**

- Bázisraffó
- ME-5000
- Tükörszékék
- Mérőprizmák

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

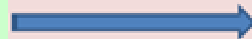
### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)

A mérési technológiának a kiváltására vonatkozó fejlesztés 2013-ban kezdődött

#### RHM lecserélése RHDM megoldásra

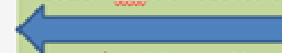


RHM rendszer használata  
1990 – 2014 ?



+/- 0,2 mm  
Időszükséglet: 8-10 óra  
Humán erőforrás: 6-7 fő

RHDM a FARO LaserTracker  
ION rendszerrel kiváltása a  
régi technológiának  
2013 -tól bevezetés alatt



**+/- 0,06 mm !!**  
Időigény: 3-4 óra  
Humán erőforrás: 3-4 fő

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

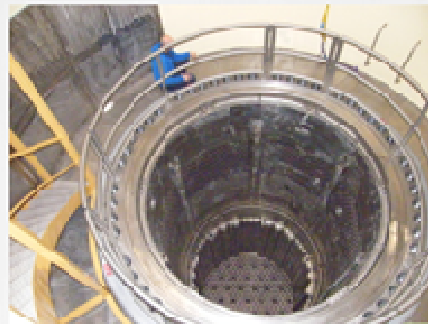
### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)

A mérési technológiának a kiváltására vonatkozó fejlesztés 2013-ban kezdődött

Csökkenteni a mérés megbízhatóságát  $\pm 0,1$  mm vagy annál kisebb értékre.

Csökkenteni a mérésre felhasznált időtartalmat a szükséges létszámmal együtt.

#### RHM lecserélése RHDM megoldásra



RHM rendszer használata  
1990 – 2014 ?



+/- 0,2 mm  
Időszükséglet: 8-10 óra  
Humán erőforrás: 6-7 fő

RHDM a FARO LaserTracker  
ION rendszerrel kiváltása a  
régi technológiának  
2013 -tól bevezetés alatt



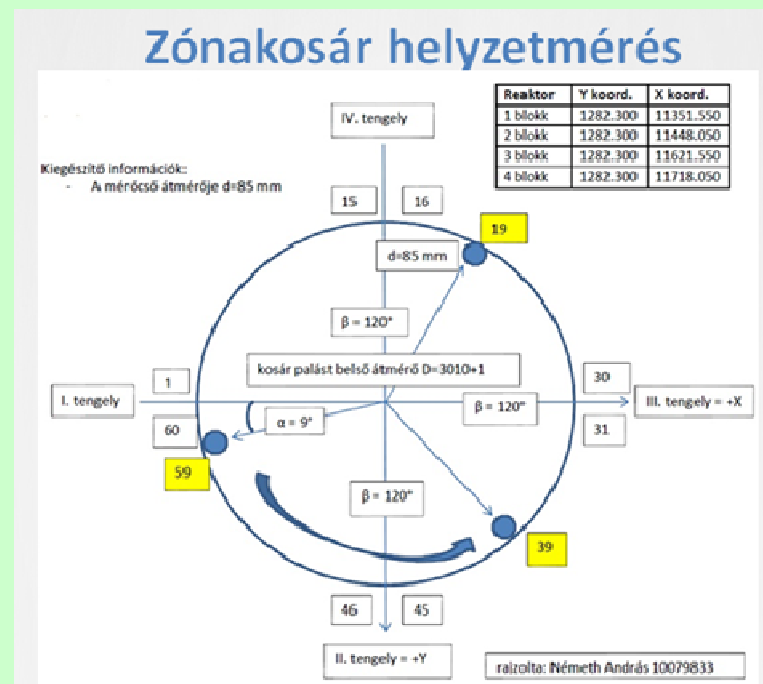
**+/- 0,06 mm !!**  
Időigény: 3-4 óra  
Humán erőforrás: 3-4 fő

Közvetlen kapcsolat legyen az osztósík vízszinteség ellenőrző mérésével (RHDM)

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)

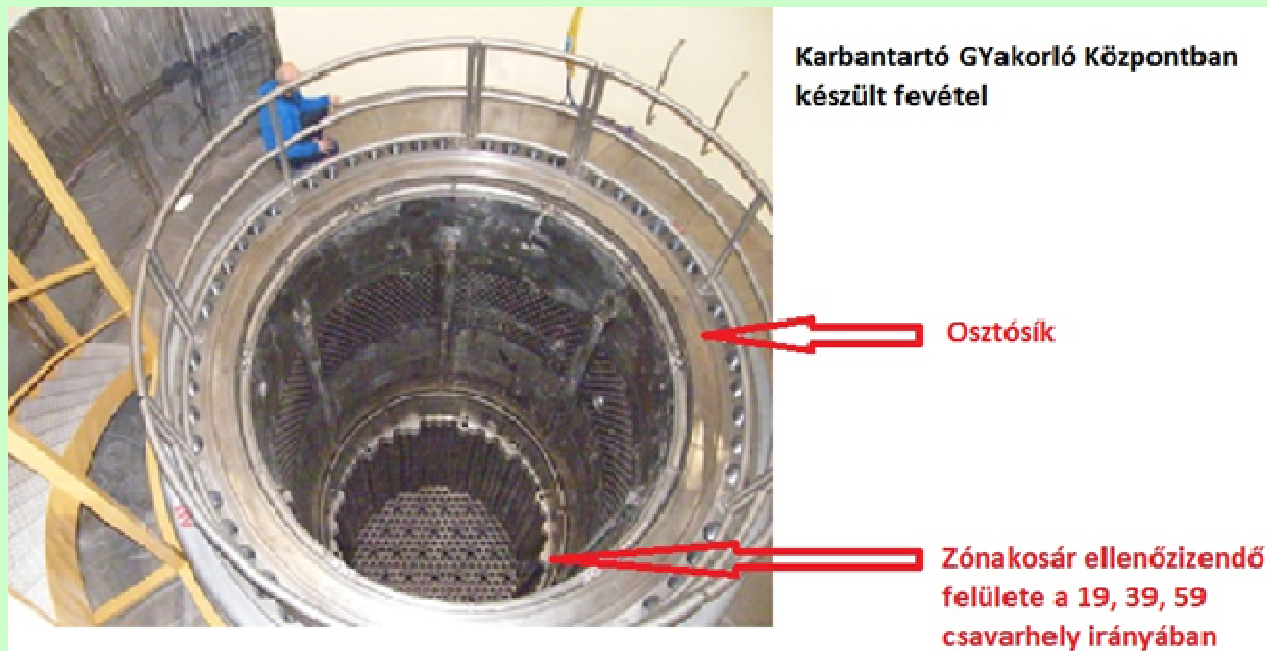




# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

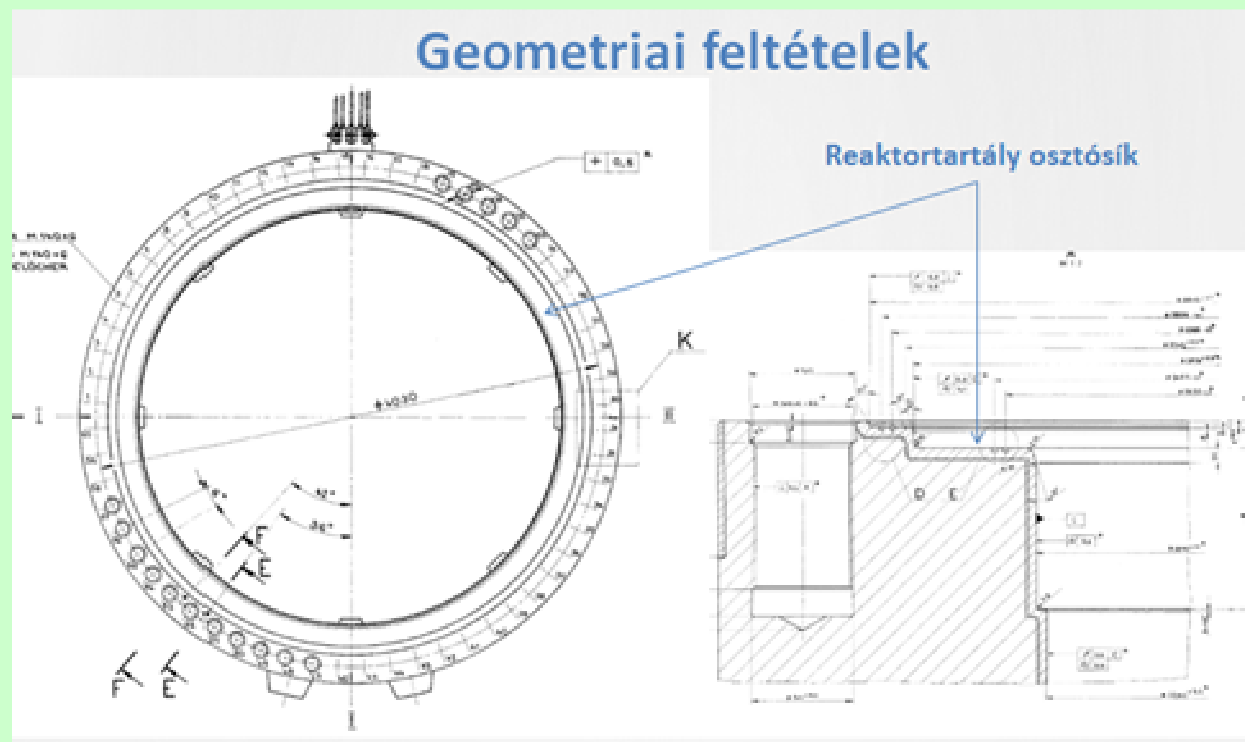
### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)

Kalibrált hosszúságú  
mérőrudak

#### Az etalon konstrukciója

- 1.4541 anyagszámú nemesacél bizonylattel
- Víztömör
- Fűthető
- 6 hőmérsékletmérés
- Hőmérséklet-szabályozási szakasz
- Prizmás/golyós etalon-felfekvés a fejnél és a talpnál

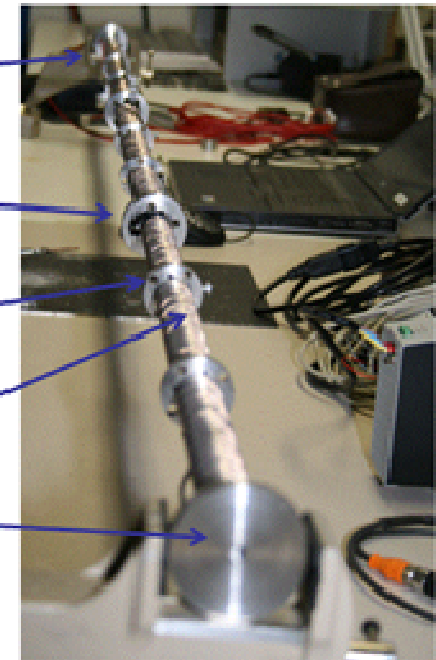
Fej

Megvezetés

Szorítógyűrű

Fűtés

Talp



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

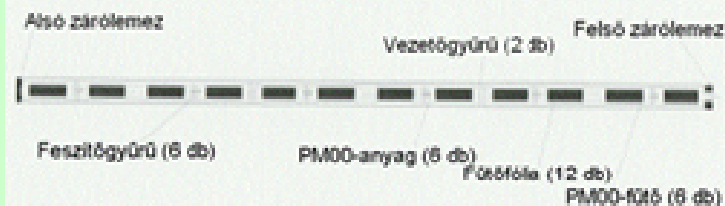
## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)

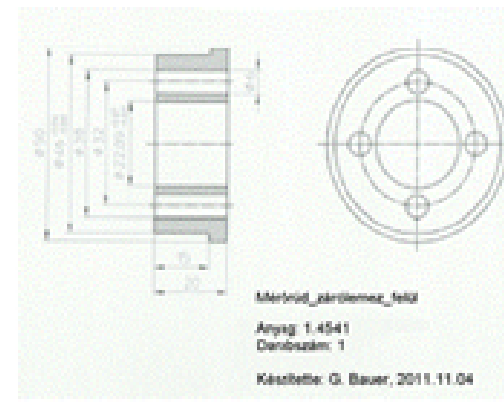
- A tulajdonképpeni etalon a belső acélcső (1.4541)
- A külső acélcső (1.4541) véd a vízzel és a sérülésekkel szemben

Teljes konstrukció  
kb. 2,25m

A rúd teljes felépítése



A belső cső  
vezetése



A belső részre egy acélcső köré épített fűtőpatronok, hőmérsékletérzékelők és dőlésmérőket tartalmazó komplex digitális vezérlésű egység.

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)

#### A mérés elméleti pontossága

• Az etalon (4,30 m) pontossága		=	29,7 $\mu\text{m}$
• Szögmérés	18 $\mu\text{m}$ + 3 $\mu\text{m}/\text{m}$	=	24,0 $\mu\text{m}$
• Távolagszmérés	10 $\mu\text{m}$ + 0,4 $\mu\text{m}/\text{m}$	=	10,8 $\mu\text{m}$
• Eredő pontosság	$\sqrt{24,0 \mu\text{m}^2 + 10,8 \mu\text{m}^2}$	=	26,3 $\mu\text{m}$
• Hőmérsékletmérés	$\pm 0,2 \text{ K}$ 4,30 m esetén	=	13,8 $\mu\text{m}$
• A ferde helyzet meghatározása	10' ( $\pm 0,1^\circ$ ) 4,30 m esetén	=	28,4 $\mu\text{m}$
• Konzervatívan lineárisan összegezve			
4,30 m esetén:	29,7 $\mu\text{m}$ + 28,4 $\mu\text{m}$ + 13,8 $\mu\text{m}$ + 26,3 $\mu\text{m}$	=	<u>98,2 <math>\mu\text{m}</math></u>
• Ismételt mérések esetén négyzetesen összegezve			
4,30 m esetén:	$\sqrt{29,7 \mu\text{m}^2 + 28,4 \mu\text{m}^2 + 13,8 \mu\text{m}^2 + 26,3 \mu\text{m}^2}$	=	<u>50,7 <math>\mu\text{m}</math></u>

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

## 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

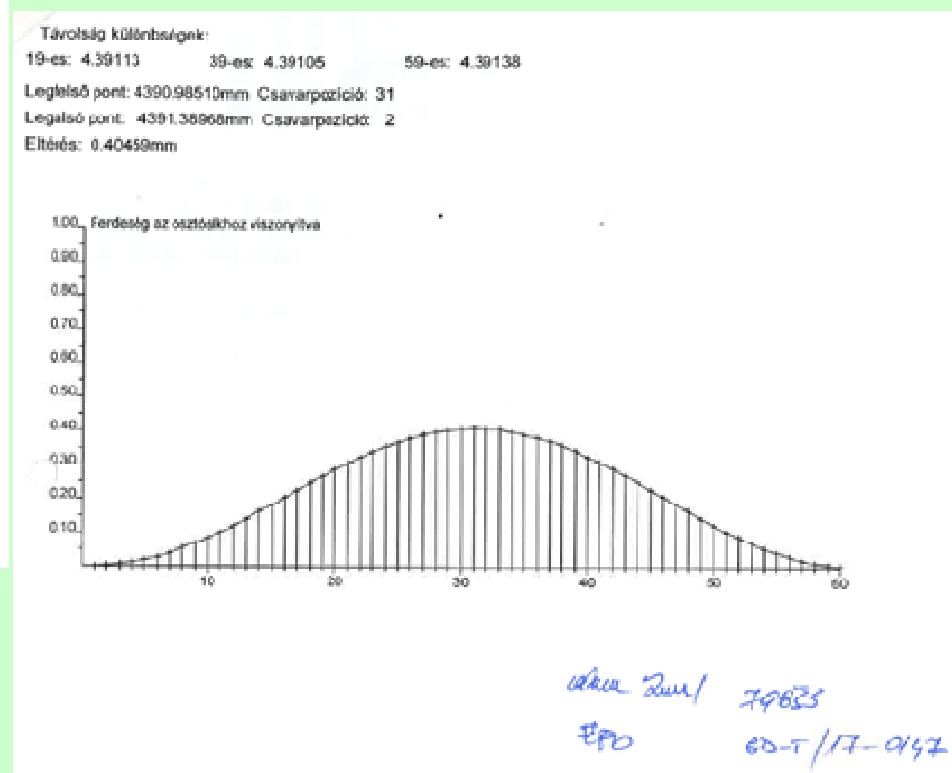
## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)

**JEGYZŐKÖNYV**  
**Reaktorelemek Helyzetmérése**

A mérés helye: Reaktor  
Mérés ideje: 19:30-36. I. reaktor Kosár visszahelyezés után  
A mérést végezték: Németh András, Balogh László, Feil Mihály  
Tapintó konstansok: C19=-0.139923 C39=-0.140110 C59=-0.140379

No	Célpont	Távolság	Tartomány	Tk	Tr	P	N	Időpont	Mérési idő
1	19. lapintó	26.32706	0.00012	15.0	15.0	1013.3	0.0	2011.04/13 19:34:20	02:03
2	19. lapintó	26.32700	0.00025	15.0	15.0	1013.3	0.0	2011.04/13 19:36:36	01:58
3	19. lapintó	26.32718	0.00008	15.0	15.0	1013.3	0.0	2011.04/13 19:39:05	02:08
4	19. bázistr.	21.79608	0.00018	15.0	15.0	1013.3	0.0	2011.04/13 19:43:23	01:39
5	19. bázistr.	21.79605	0.00004	15.0	15.0	1013.3	0.0	2011.04/13 19:45:21	01:41
6	19. bázistr.	21.79605	0.00003	15.0	15.0	1013.3	0.0	2011.04/13 19:47:24	01:45
7	39. lapintó	28.51231	0.00006	15.0	15.0	1013.3	0.0	2011.04/13 19:52:26	02:32
8	39. lapintó	28.51233	0.00000	15.0	15.0	1013.3	0.0	2011.04/13 19:55:01	02:18

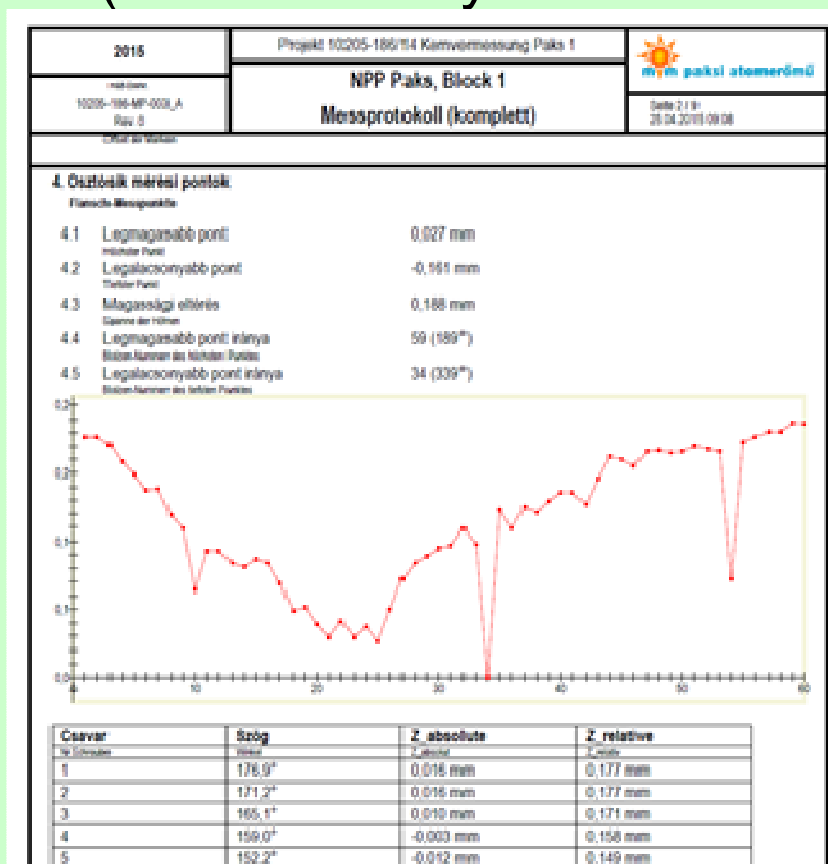




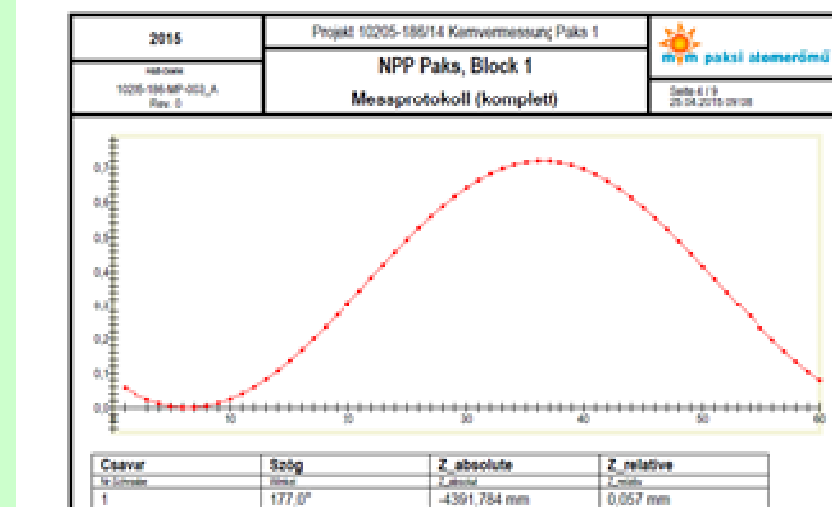
# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)



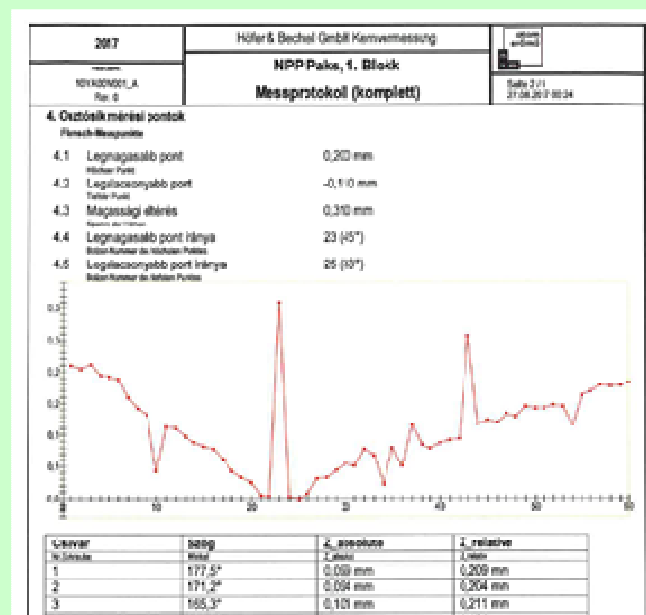
<b>5. Távolság az osztósík és zónakosár között</b>		
Mérés az osztósík és zónakosár között		
5.1	Legmagasabb pont Hólyagok Pontja	-4391,119 mm
5.2	Legalacsonyabb pont Hólyagok Pontja	-4391,840 mm
5.3	Magassági eltérés Szervek és Hólyagok	0,721 mm
5.4	Legmagasabb pont iránya Hólyagok Pontja és Hólyagok Pontja	36 (327°)
5.5	Legalacsonyabb pont iránya Hólyagok Pontja és Hólyagok Pontja	6 (147°)



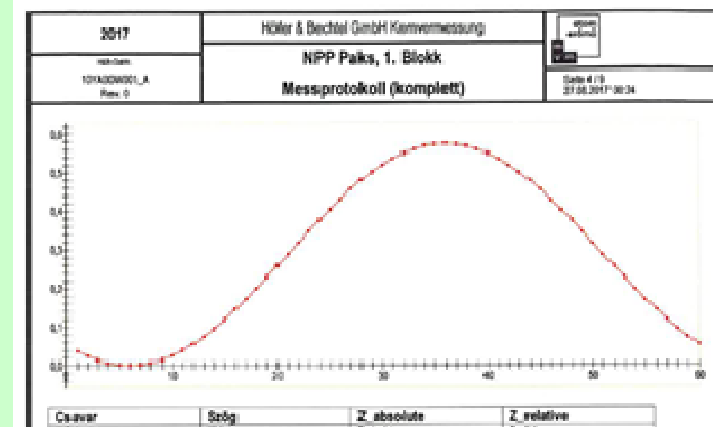
# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

## I. Speciális mérési igények a gyakorlati életből

### 4. Berendezések és elemeinek geometriai helyzetellenőrzése (reaktortartály zónakosárának helyzetmérése)



5. Távolság az osztók és zónakosár között		
5.1	Legmagasabb pont	-4301,190 mm
5.2	Legalacsonyabb pont	-4301,773 mm
5.3	Magassági eltérés	0,574 mm
5.4	Legmagasabb pont irányja	36 (327°)
5.5	Legalacsonyabb pont irányja	6 (147°)



Az RHDM rendszer 2013-tól 2015-ig a korábbi RHM rendszerrel történt közös éles tesztmérési után 2016-ban került mérési technológiaként üzembe helyezve.

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Mekométer 5000

National Physical Laboratory és a Kern  
műszergyár.

- Helium-Neon-Laser, class II
- 20 m –től 8 km-ig
- $m_D = \pm ( 0,2 + 0,2 \cdot 10^{-6} D ) \text{ mm}$

Magyarországon:

- Paks (zónakosár mérés)
- Alapvonalmérések:
  - Gödöllő (FÖMI)
  - Geokomp, Sokkia
  - Szekszárd, Duna híd
  - Budapest, Metro 4.



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Tracker

FARO Laser Tracker Vantage:

VANTAGE



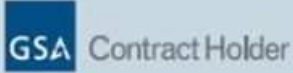
FARO Laser Tracker Vantage  
User Manual  
April 2013

FARO





[5,6]

Point-to-Point MPE Accuracy\*\*\*

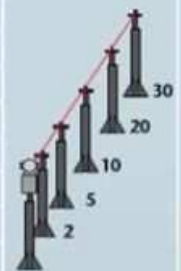
**Horizontal Scale Bar Measurement**

Range (m)	ADM (mm)
2	0.044
5	0.064
10	0.098
20	0.170
30	0.240
40	0.312
50	0.382
60	0.452
70	0.524
80*	0.594



**In-Line Distance Measurement**

Length (m)	Distance (m)	ADM (mm)
2-5	3	0.018
2-10	8	0.022
2-20	18	0.030
2-30	28	0.038
2-40	38	0.046
2-50	48	0.054
2-60	58	0.062
2-70	68	0.070
2-80*	78	0.078



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Tracker

FARO Laser Tracker Vantage:

### Längenmessungen \*

Auflösung:  $0.5\mu\text{m}$

Abtastgeschwindigkeit: bis zu 10.000 Punkte/s

Genauigkeit:  $10\mu\text{m} + 0.4\mu\text{m}/\text{m}$

R0 Parameter:  $10\mu\text{m}$

### Winkelgenauigkeiten \*

Winkelgenauigkeit:  $18\mu\text{m} + 3\mu\text{m}/\text{m}$

Maximale Winkelbeschleunigung:  $180^\circ/\text{sec}$

Genauigkeit der Nivellierfunktion:  $\pm 2$  Winkelsekunden



[5,6]



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Tracker

FARO Laser Tracker Vantage:

Exemplary Laser Tracker Applications

FARO Vantage  
World's most complete  
laser tracking solution

The FARO Laser Tracker accurately performs measurements within many applications throughout a wide range of industries. It offers improved methods of measurement and enables entirely new manufacturing methods possible.

- 1 Part Inspection**  
Flexible, mobile measurements of part inspection or large measurements during the assembly phase. FARO's user-friendly GUI-based software makes the evaluation and reporting simple and accurate.
- 2 Assembly**  
The FARO Laser Tracker measures and documents the assembly of large, individual components with complex geometries in relation to one another. The Laser Tracker is an integral part of modern manufacturing plants.
- 3 Robot Calibration**  
FARO Vantage performs the calibration of robots for accurate measurement during the so-called calibration sequence. This allows the robots to detect possible position deviations early and react accordingly.
- 4 Machine Setup**  
The FARO Laser Tracker supports the positioning process and the setup of complex machining devices. These undergo fine-point calibration.
- 5 Quality Control**  
In the quality control of existing goods, the Laser Tracker is used to verify complex shapes, parts, and dimensions and optimize manufacturing processes.

**VANTAGE**  
FARO Laser Tracker Vantage  
User Manual  
April 2013

**FARO**

[4,5,6]

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Tracker

FARO Laser Tracker Vantage:





# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. MÉRŐMŰSZEREK, MÉRŐESZKÖZÖK, DIGITÁLIS SZENZOROK ÉS EGYÉB KIEGÉSZÍTŐK ÁTTEKINTÉSE

## Laser Tracker

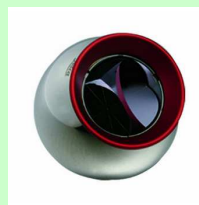
Leica Absolute Tracker AT960/402:



T-Probe



B-Probe



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Tracker

### Leica Absolute Tracker AT402:

#### Absolute Angular Performance\*

Resolution: 0.07 arc seconds

Accuracy: +/- 15  $\mu\text{m}$  + 6  $\mu\text{m}/\text{m}$   
(+/- 0.0006" + 0.000072"/ft)

Repeatability: +/- 7.5  $\mu\text{m}$  + 3  $\mu\text{m}/\text{m}$   
(+/- 0.0003" + 0.000036"/ft)

#### Absolute Distance Performance\*

Resolution: 0.1  $\mu\text{m}$

Accuracy: +/- 10  $\mu\text{m}$  (+/- 0.00039")  
Repeatability: +/- 5  $\mu\text{m}$  (+/- 0.0002")

#### $U_{xyz}$ Coordinate Uncertainty\*

The measurement uncertainty of a coordinate " $U_{xyz}$ " is defined as the deviation between a measured coordinate and the nominal coordinate of that point. This measurement uncertainty is specified as a function of the distance between the laser tracker and the measured point.

Reflector:

+/- 15  $\mu\text{m}$  + 6  $\mu\text{m}/\text{m}$  (+/- 0.0006" + 0.000072"/ft)

B-Probe:

+/- 0.2mm (+/- 0.008")



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Tracker

Leica Absolute Tracker AT960:

Accuracy \*

$$U_{xyz} = +/-15 \mu\text{m} + 6 \mu\text{m}/\text{m}$$

\* All accuracies are specified as maximum permissible errors (MPE) and calculated per ASME B89.4.19-2006 & draft ISO10360-10 using precision Leica 1.5" Red Ring Reflectors up to 60 m distance unless otherwise noted.

Angle accuracy

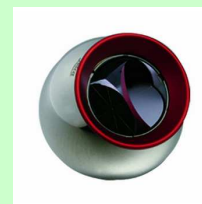
$$+/-15 \mu\text{m} + 6 \mu\text{m}/\text{m}$$

Distance accuracy AIFM

$$+/-0.5 \mu\text{m}/\text{m}$$

Dynamic lock on

$$+/-10 \mu\text{m}$$



[7]

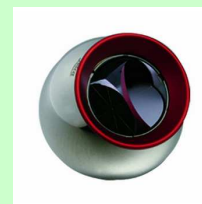
# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Tracker

### Leica Absolute Tracker AT960:

Data output rate	1 000 points/sec
Laser safety	Class 2 IEC 60825-1 (2014-05) "Safety of laser products" EN 60825-1 (2007-10) "Safety of laser products"
Leica T-Probe	$U_{xyz} = +/-35 \mu\text{m}^*$
* Additional T-Probe uncertainty to be added according to ISO/IEC Guide 98-3:2008 to the existing Leica Absolute Tracker AT960 " $U_{xyz}$ " uncertainty for a complete " $U_{xyz}$ " uncertainty up to 25 m distance.	
Leica T-Scan 5	$U_{xyz} = +/-60 \mu\text{m}$ 210 000 points/sec

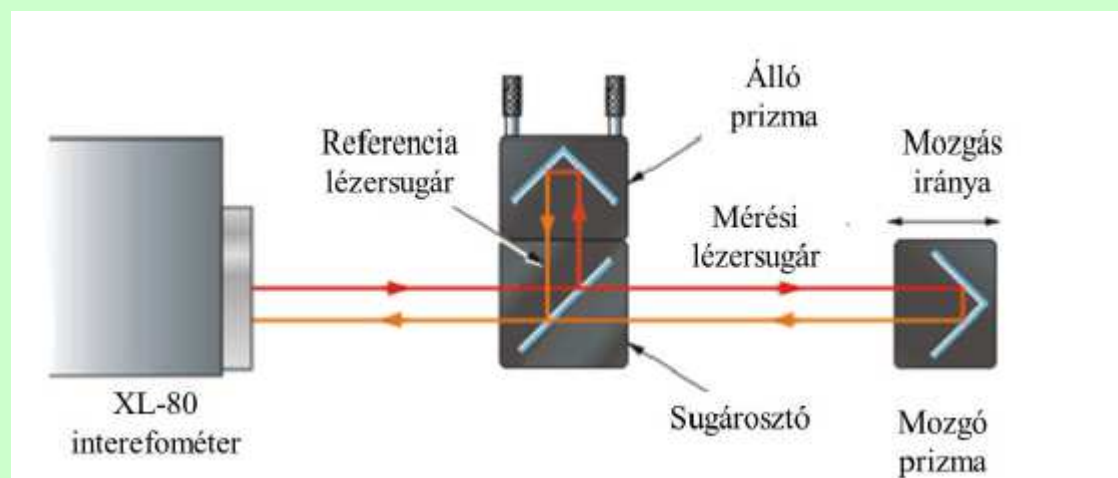
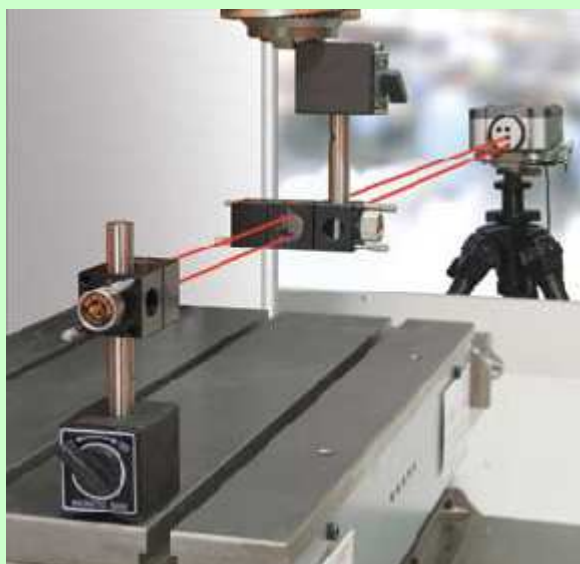


# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Interferométer

Renishaw XL-80:



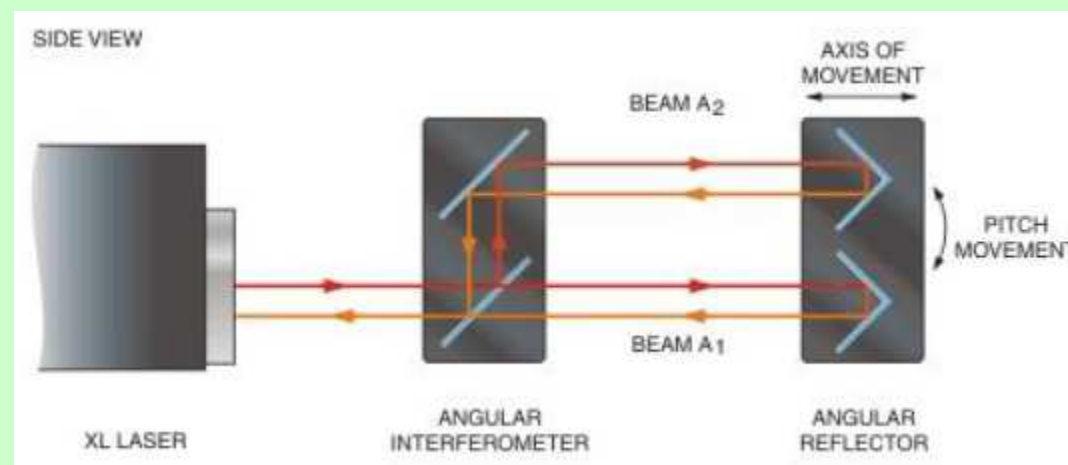
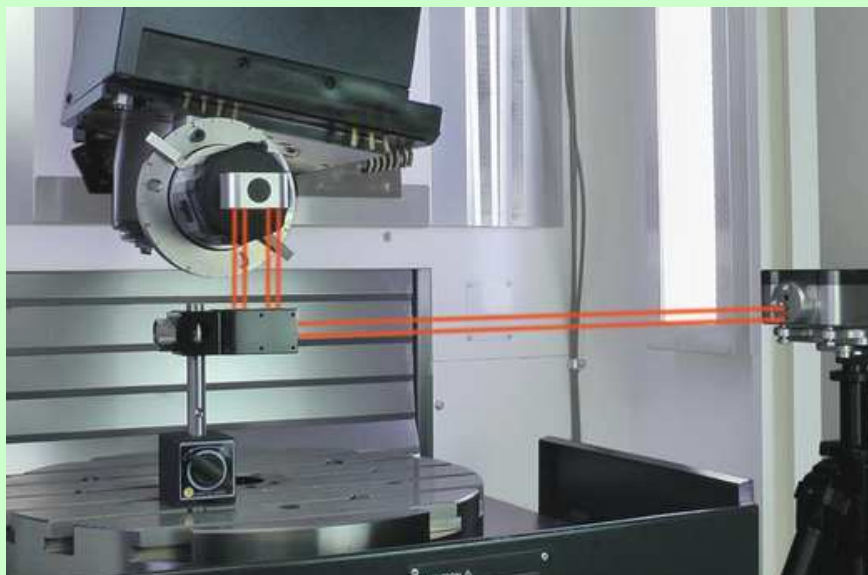


# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Interferométer

Renishaw XL-80:



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Interferométer

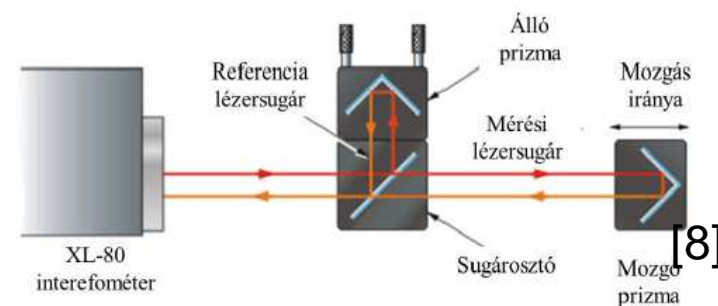
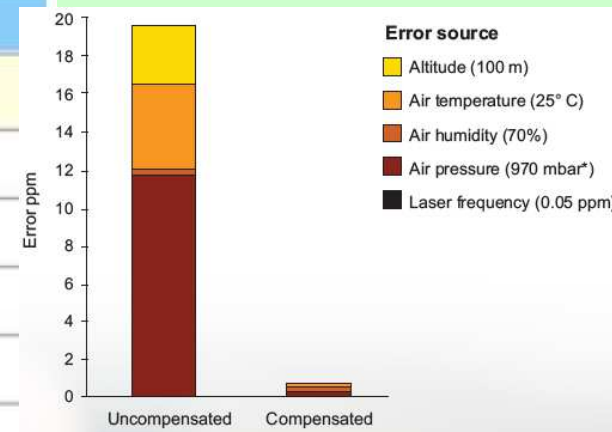
Renishaw XL-80:



Linear measurement		
	Metric	Imperial
Standard range	0-80 <u>m</u>	0-3200 in
Accuracy (with XC compensator)	±0.5 ppm *	
Resolution	0.001 <u>µm</u>	0.1 <u>µin</u>
Maximum velocity	240 <u>m/min</u> (4 <u>m/s</u> )	9400 <u>in/min</u> (160 <u>in/s</u> )

**Note:** The accuracy values do not include the errors associated with the [normalisation of the readings to a material temperature of 20 °C](#).

\* k=2 (95% confidence) [EA-4/02](#), [ISO](#)





# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Interferométer

Renishaw XL-80:



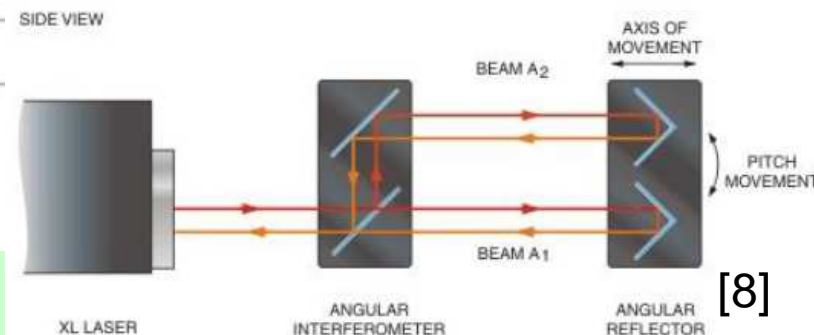
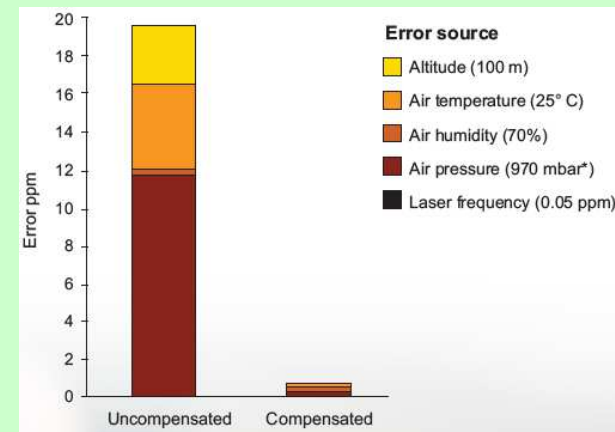
Angular measurement		
	Metric	Imperial
Axial range	0-15 m	0-590 in
Angular measurement range	±175 mm/m	±10°
Angular accuracy	High accuracy angular optics	±0.2% ±0.1 ±0.007F <a href="#">arc sec</a>
	Standard accuracy angular optics	±0.6% ±0.1 ±0.007F <a href="#">arc sec</a>
Resolution	0.1 μm/m	0.01 arc sec

**Where:**

*M* = measurement distance in metres

*F* = measurement distance in Feet

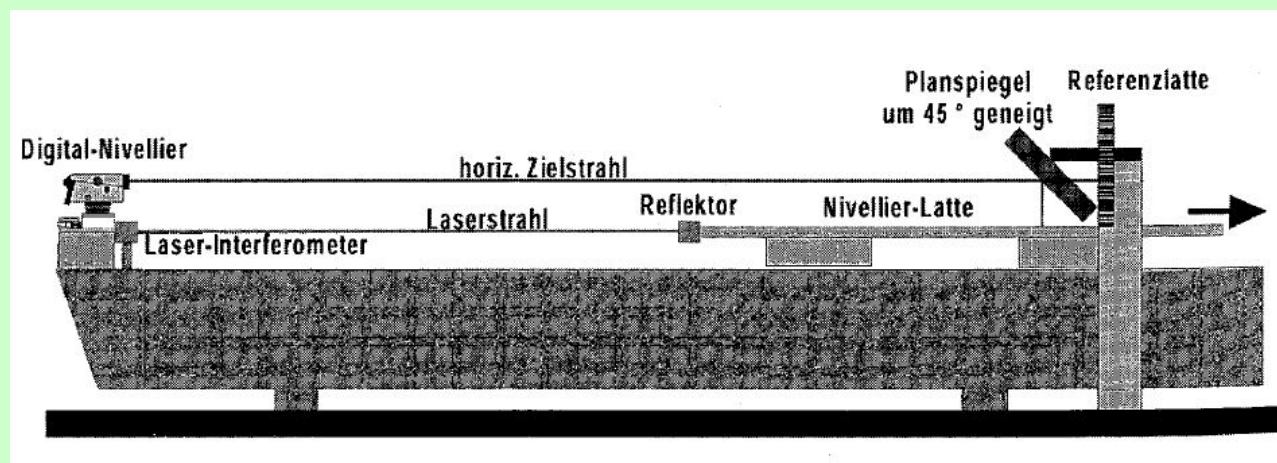
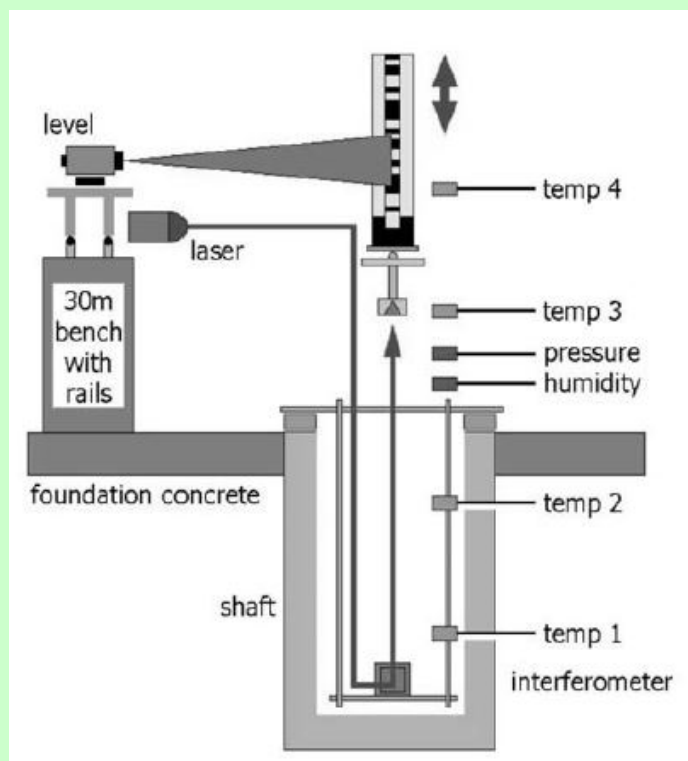
% = percentage of calculated angle



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

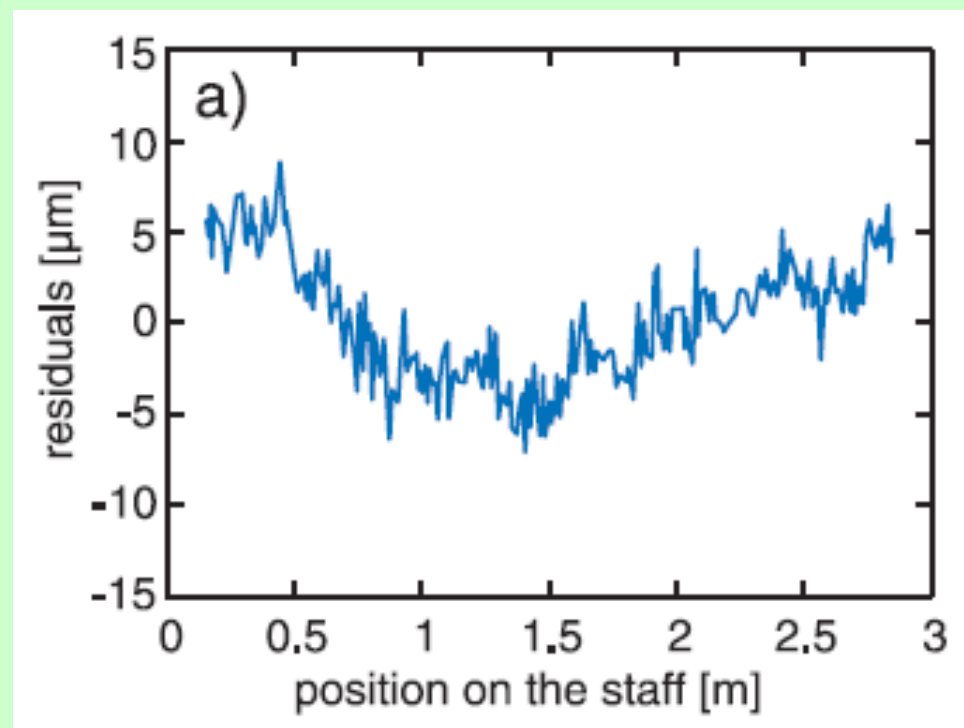
## Laser Interferométer – gyakorlati alkalmazása – léc/rendszer kalibrálás



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. MÉRŐMŰSZEREK, MÉRŐESZKÖZÖK, DIGITÁLIS SZENZOROK ÉS EGYÉB KIEGÉSZÍTŐK ÁTTEKINTÉSE

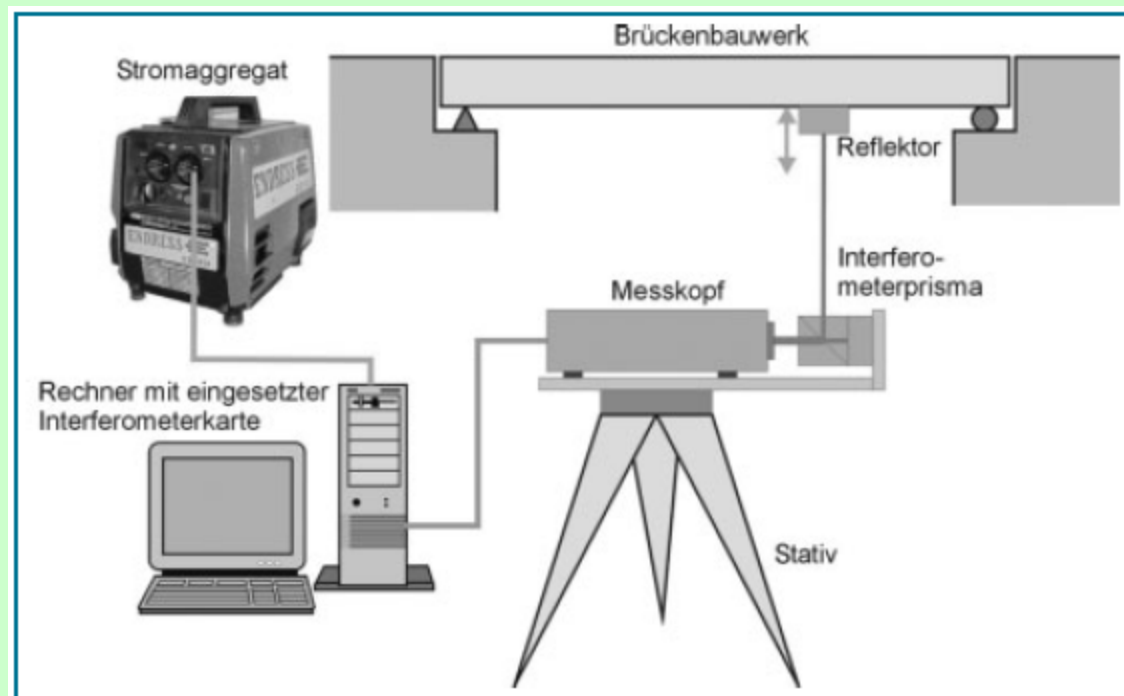
## Laser Interferométer – gyakorlati alkalmazása – léc/rendszer kalibrálás



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Interferométer – gyakorlati alkalmazása – mozgásvizsgálat/saját frekvencia meghatározás

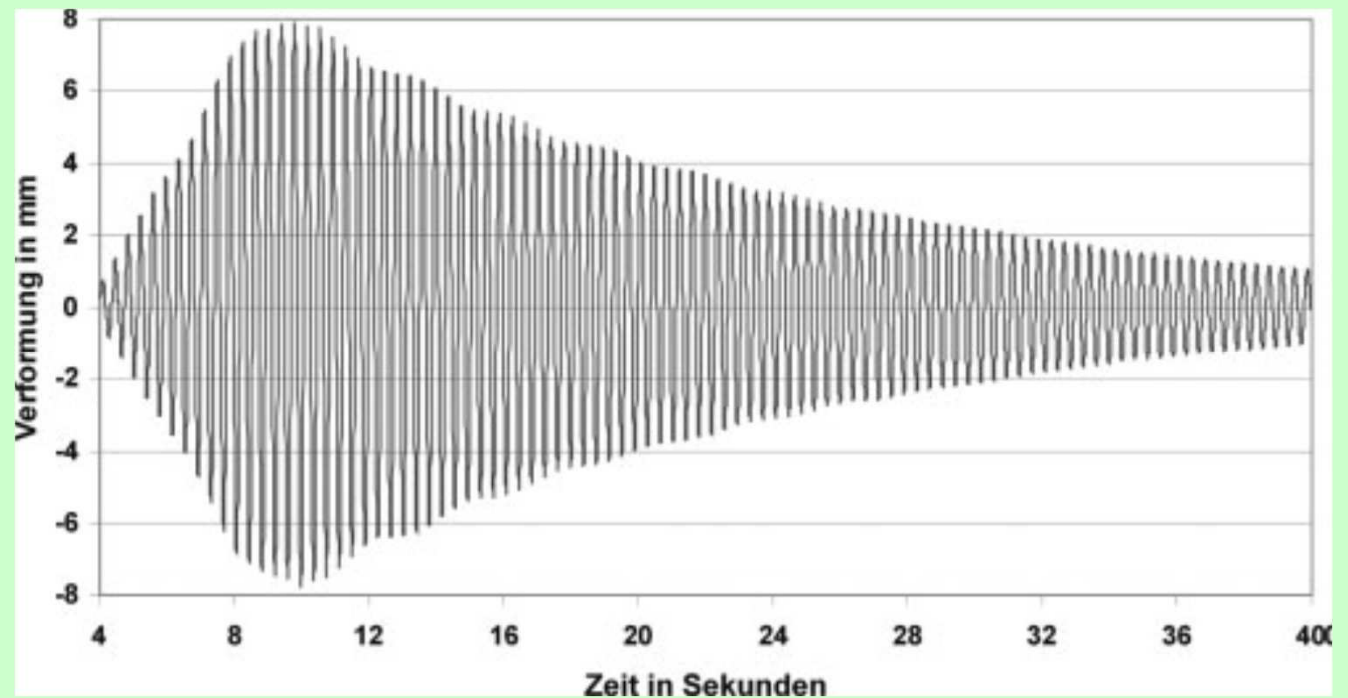




# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

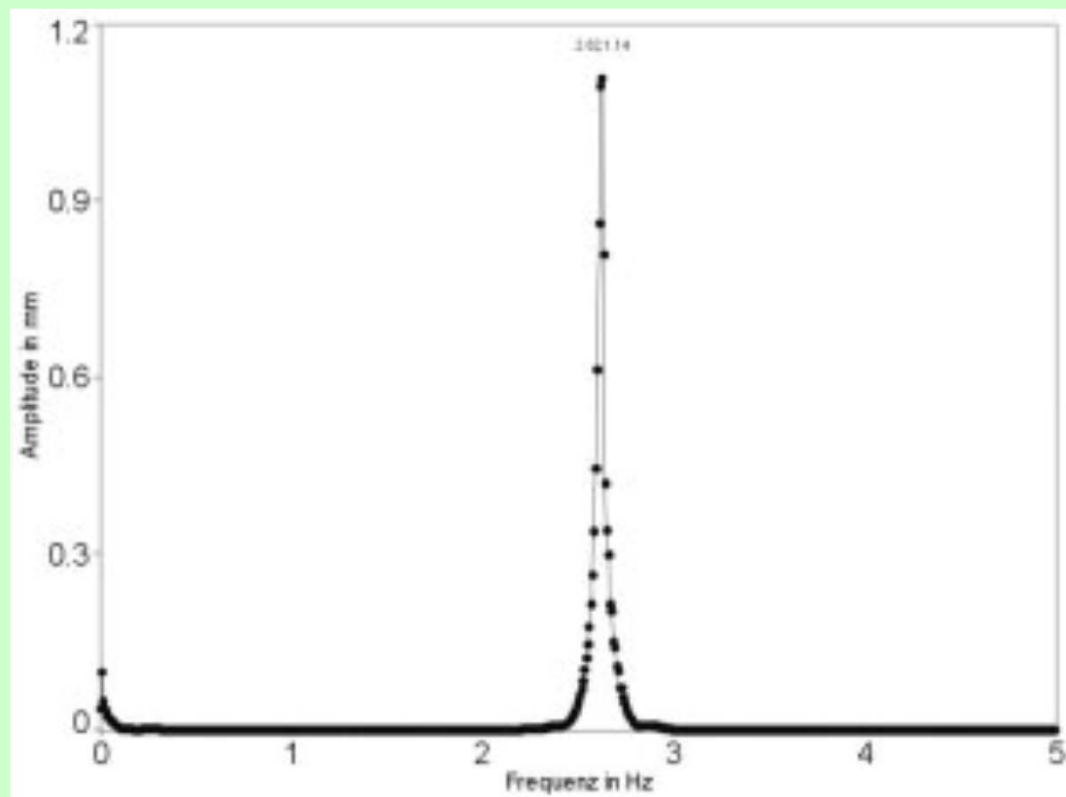
## Laser Interferométer – gyakorlati alkalmazása – mozgásvizsgálat/saját frekvencia meghatározás



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

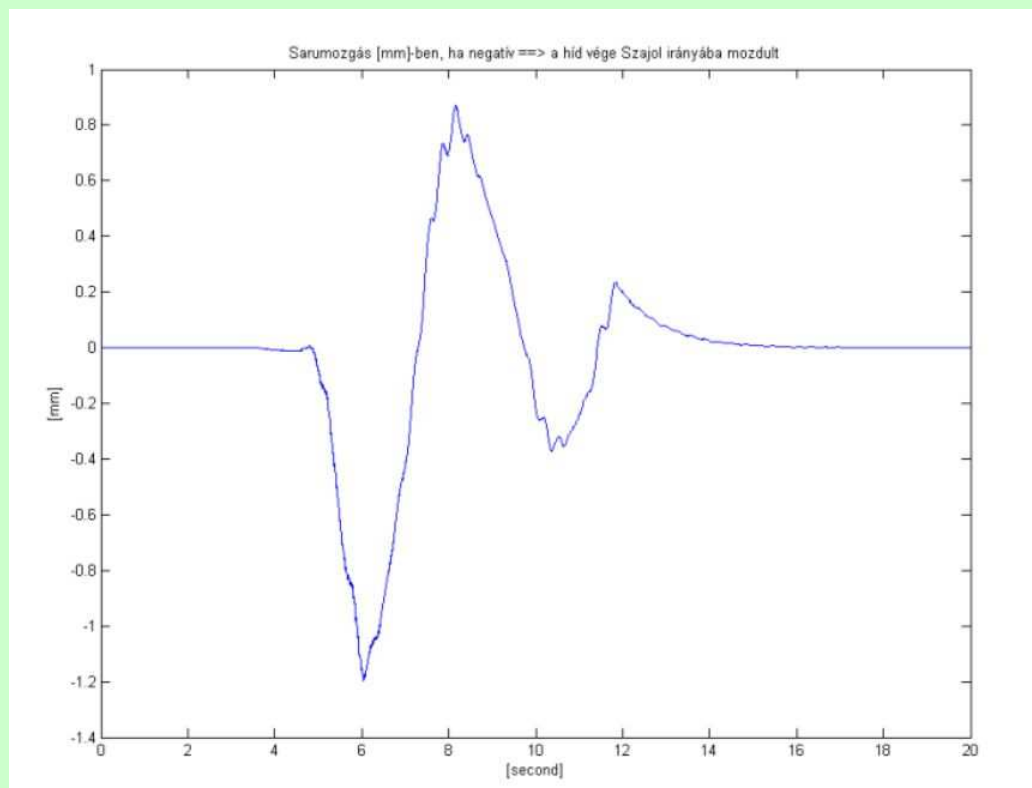
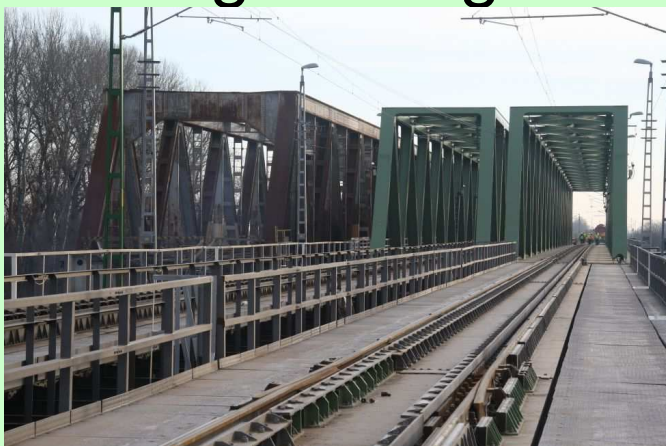
## Laser Interferométer – gyakorlati alkalmazása – mozgásvizsgálat/saját frekvencia meghatározás



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Interferométer – gyakorlati alkalmazása – mozgásvizsgálat/saját frekvencia meghatározás

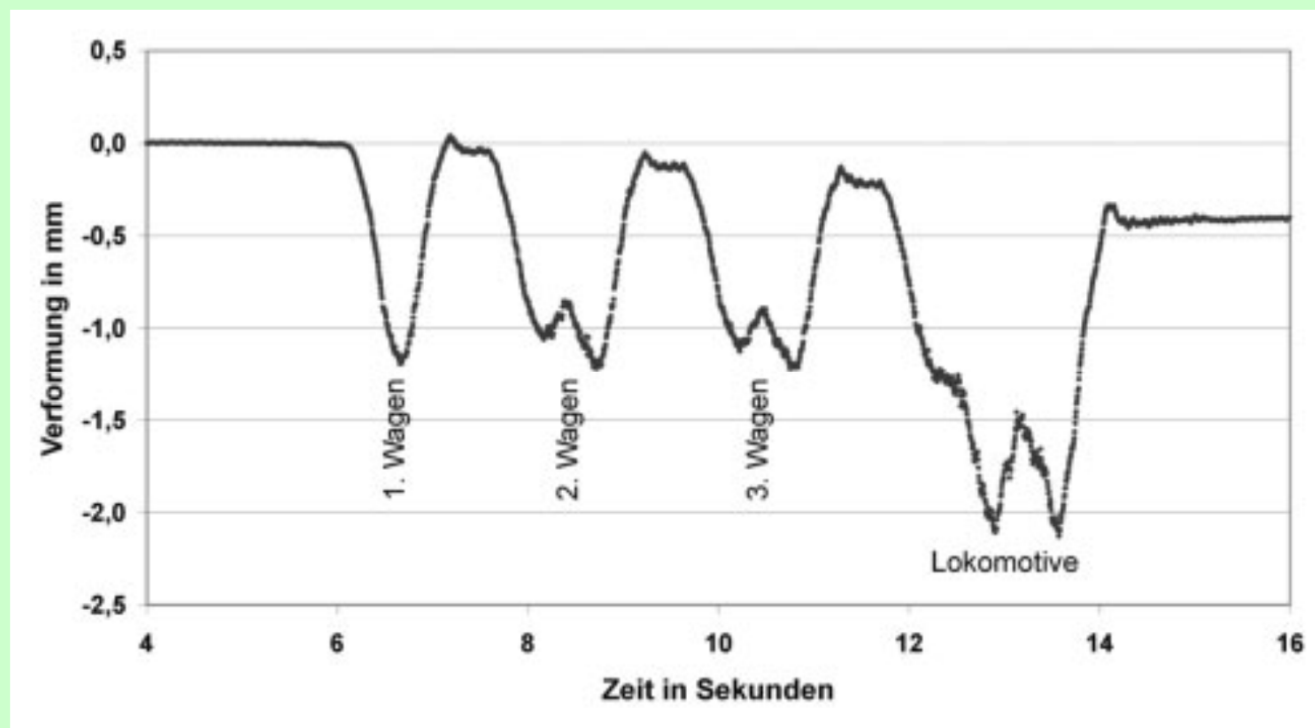




# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Laser Interferométer – gyakorlati alkalmazása – mozgásvizsgálat/saját frekvencia meghatározás

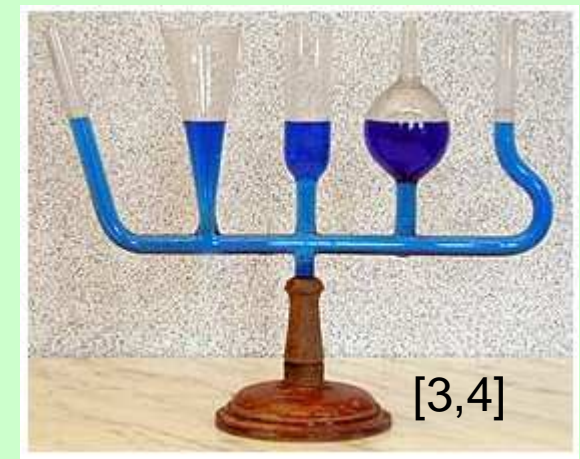


# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei



II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

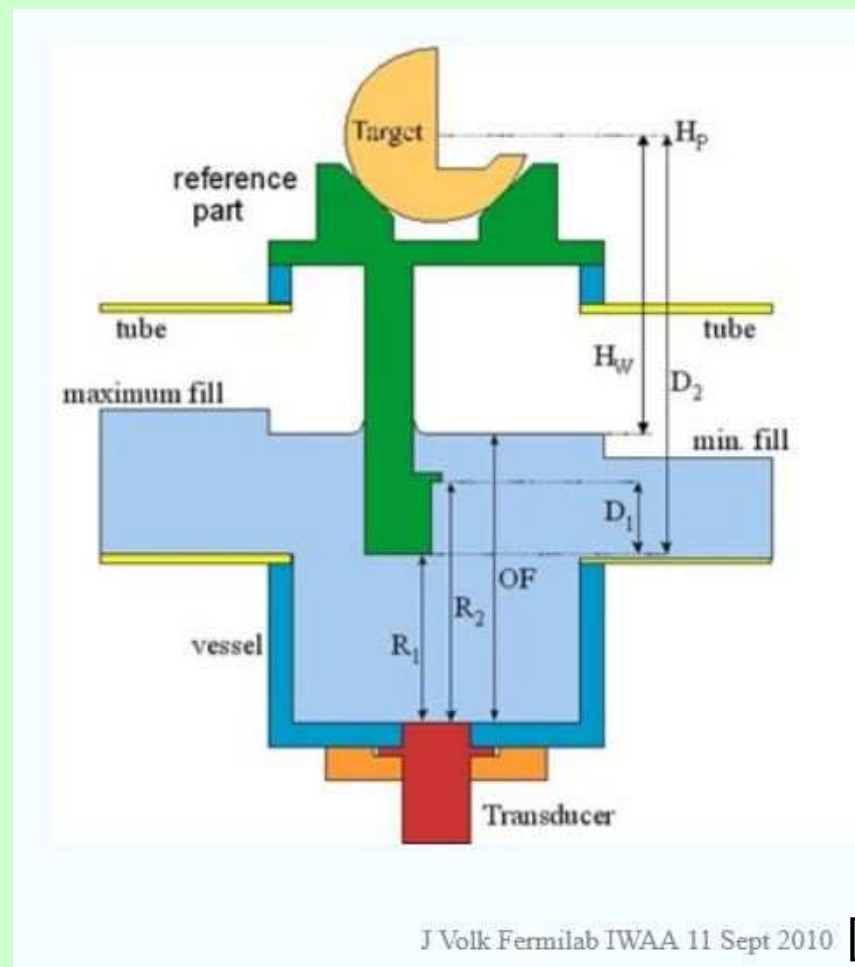
## Hidrosztatikai szintező



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

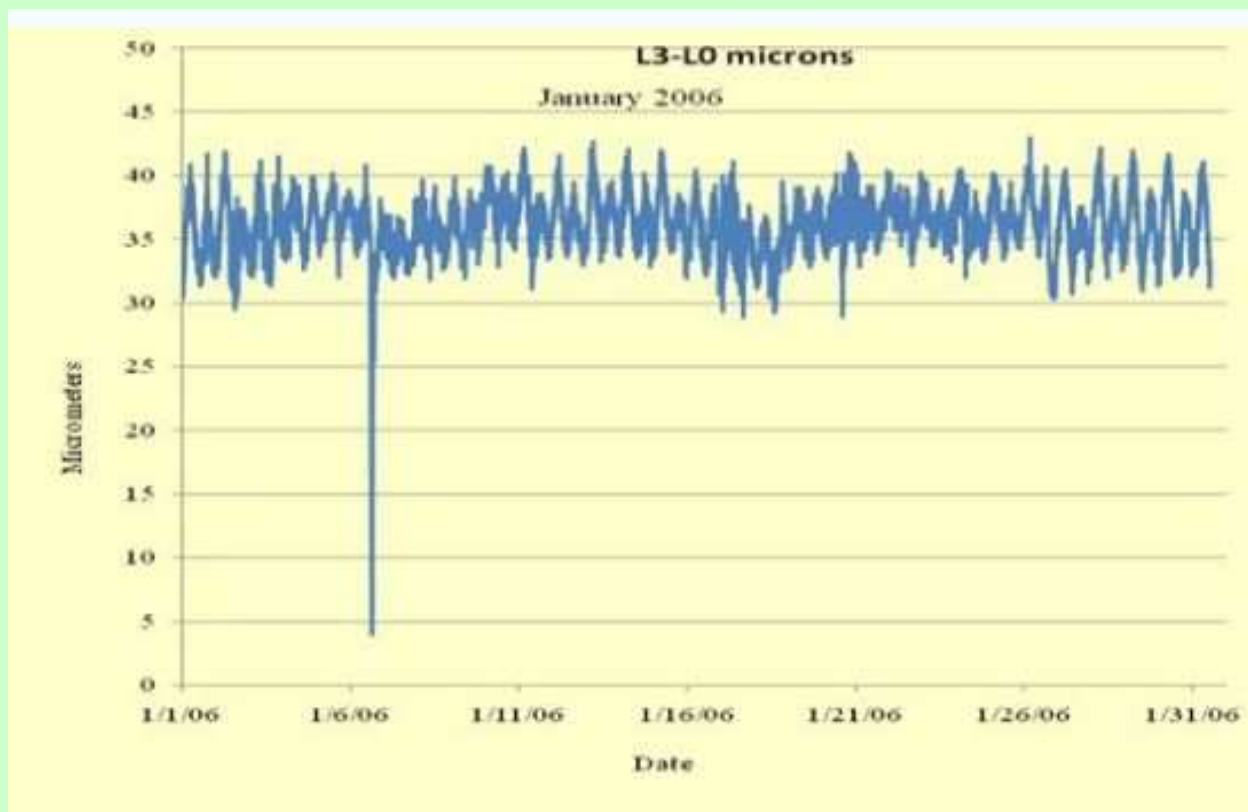
## Hidrosztatikai szintező



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Hidrosztatikai szintező



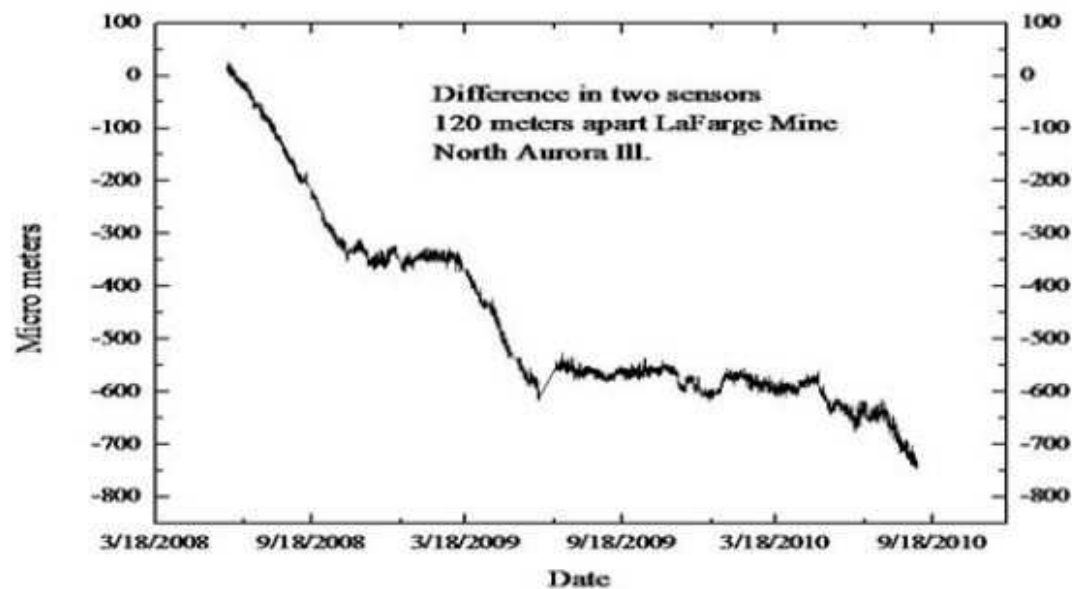
# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Hidrosztatikai szintező



### Two Years of Data From LaFarge Mine



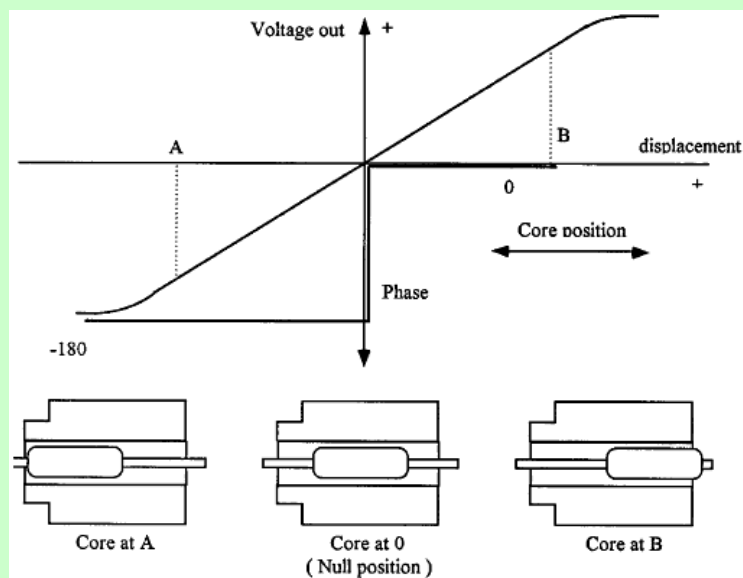
[4,9]



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## Induktív adó



Lineáris differenciál transzformátor  
elmozdulás-feszültség jelleggörbe



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

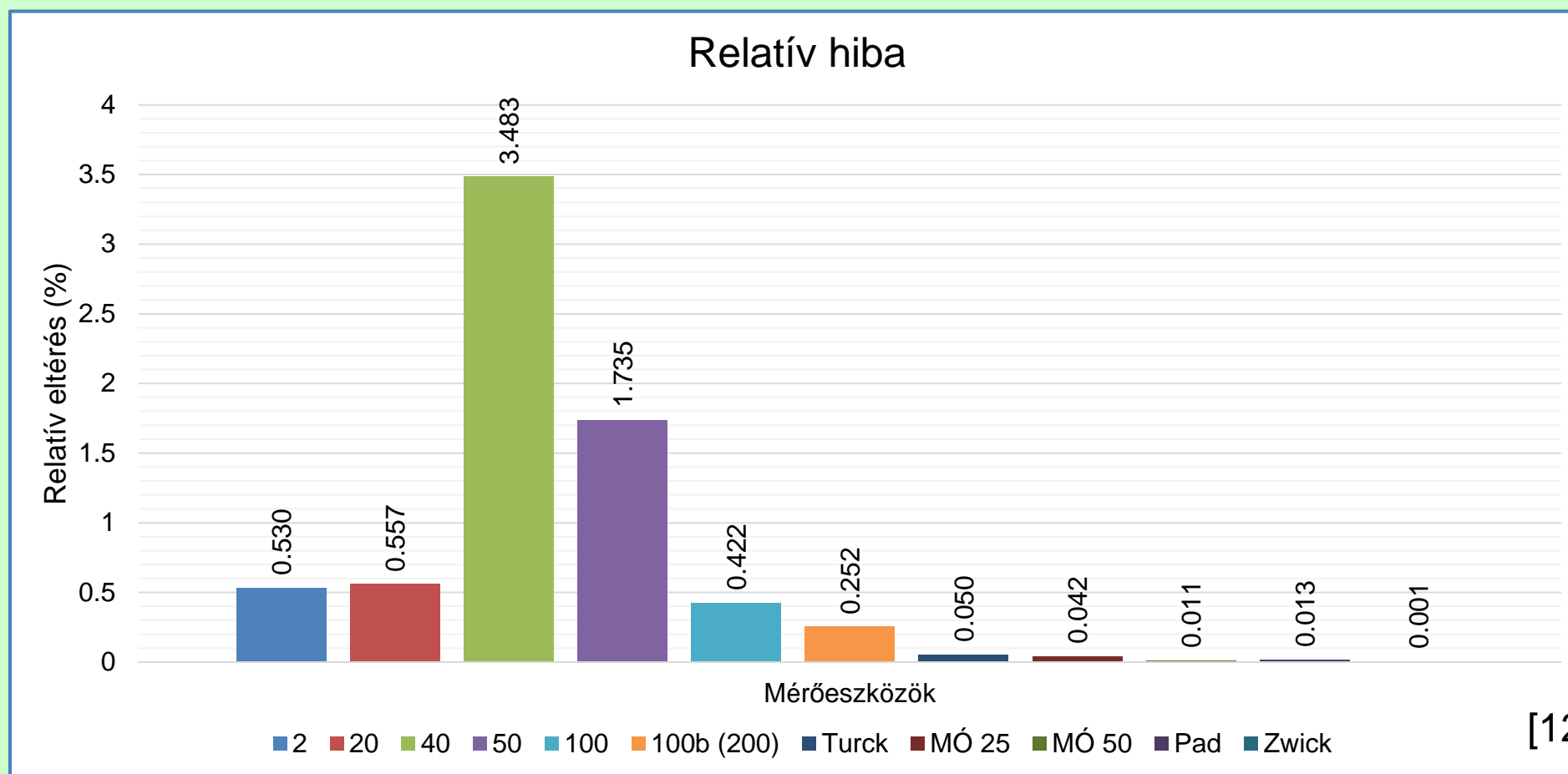
## Induktív adó

Gyártó	Típus	Mérési tartomány	Elvárt pontosság	Vizsgálatkor a mérésköz
Hottinger	WETA 1/2	$\pm 1$ mm	$\pm 0,008$ mm	0,2 mm
Baldwin	WA 20	$\pm 10$ mm	$\pm 0,08$ mm	2 mm
Messtechnik	WA 40	$\pm 20$ mm	$\pm 0,16$ mm	4 mm
	WA 50	50 mm	$\pm 0,2$ mm	5 mm
	WA 100	$\pm 50$ mm	$\pm 0,4$ mm	10 mm
	WA 200	$\pm 100$ mm	$\pm 0,8$ mm	10 mm
Turck	Turck LI400P0	400 mm	$\pm 0,3$ mm	10 mm

# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

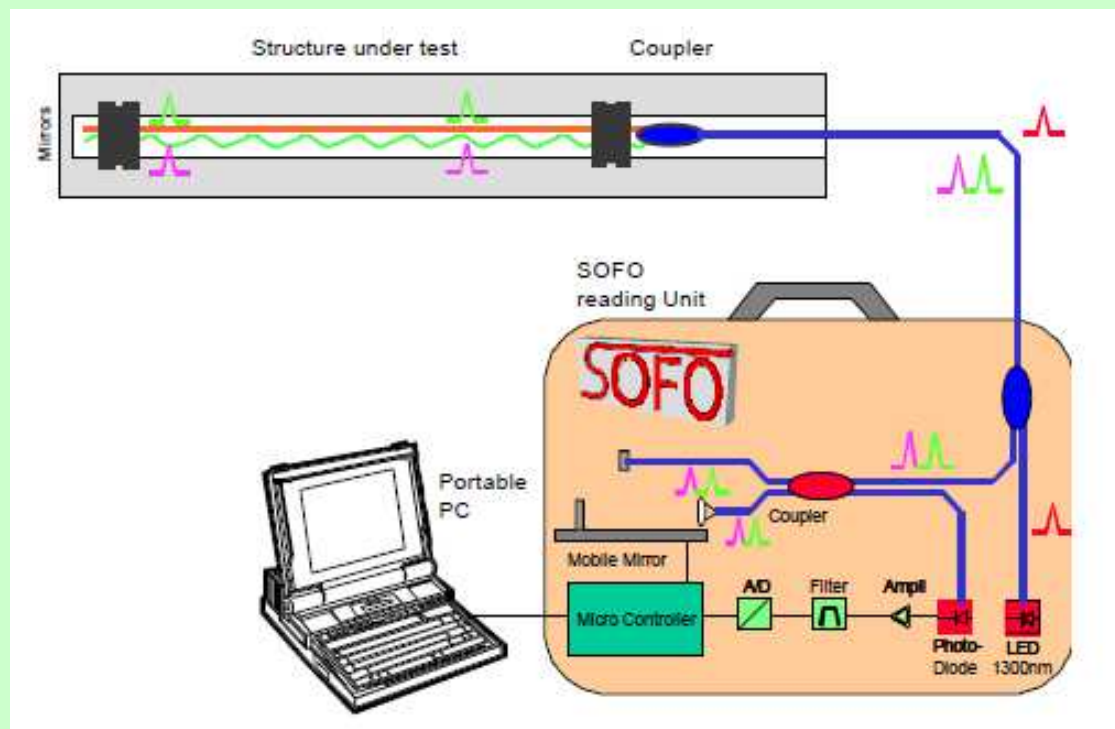
## Induktív adó



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## SOFO – szenzorok (Surveillance d'Ouvrages par Fibres Optiques)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## SOFO – szenzorok (Surveillance d'Ouvrages par Fibres Optiques)

Specifikáció:

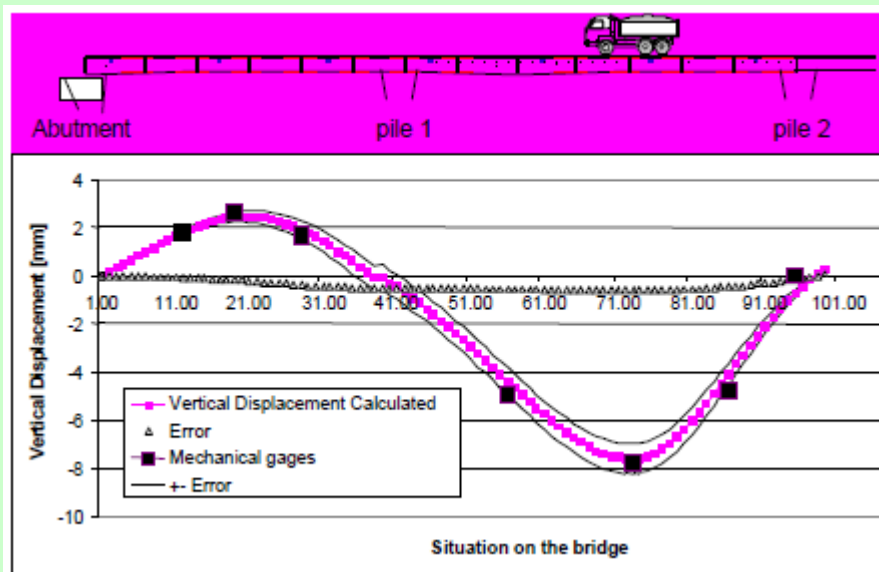
- Aktív zóna (LA) hossza: 25 cm – 10 m  
(egyedi igények szerint: 10 m – 20 m)
- Passzív zóna hossza: 1m – 100 m  
(egyedi igények szerint: 2000 m-ig)
- Mérési tartomány: - 0.5% - + 1% LA.
- Mérési bizonytalanság: +- 0.2 % MD  
(MD – mért deformáció)
- Mérés felbontó képessége: 2  $\mu$ m RMS
- Működési hőmérséklet: -50 °C - +110 °C
- Vízállóság: 5 bar (extra védelem esetén: 15 bar)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

II. Mérőműszerek, mérőeszközök, digitális szenzorok és egyéb kiegészítők áttekintése

## SOFO – szenzorok (Surveillance d'Ouvrages par Fibres Optiques)



# Speciális, szélső pontossági igényű mérnökgeodéziai feladatok eszközei

Szakirodalom

- [1] - [https://hu.wikipedia.org/wiki/Pontoss%C3%A1g\\_%C3%A9s\\_precizit%C3%A1s](https://hu.wikipedia.org/wiki/Pontoss%C3%A1g_%C3%A9s_precizit%C3%A1s)
  - [2] – Dr. Rózsa Szabolcs – Homolya András: Geodézia EA (BME)
  - [3] – Dr. Tarsoly Péter – Geodézia 11/13 (TAMOP 4.2.5.)
  - [4] – Google kereső – képek
  - [5] – Faro Laser Tracker Vantage User Manual – 2013
  - [6] – Faro Laser Tracker X/Vantage/ION Brochures/Tech Sheets (<http://www.faro.com>)
  - [7] – Leica Laser Tracker – AT960/402
  - [8] – Renishaw XL80 – [www.renishaw.co.uk](http://www.renishaw.co.uk)
  - [9] – Hydrostatic Level Systems at Fermilab and DUSEL - J Volk, V Shiltsev  
<http://slideplayer.com/slide/4859097/>
  - [10] – Hochgenaue Vermessung und Justierung zukünftiger Linearbeschleuniger – 2004
  - [11] – Displacement Sensors – [www.hbm.com](http://www.hbm.com)
  - [12] – Ács Ágnes Mária - Elmozdulás mérő műszerek vizsgálata interferométerrel – TDK
  - [13] – Deformationsmessungen mit Glasfasersensoren - D. Inaudi, N. Casanova
  - [14] – Untersuchungen zum Schwingungsverhalten von Brückenbauwerken mittels Laserinterferometer1 – Willfried Schwarz
  - [15] – Hidak statikus és dinamikus próbaterhelése során kialakuló deformációk meghatározása – Takacs B., Siki Z., Égető Cs. - 2015
  - [16] – Scale Determination of Digital Levelling Systems using a Vertical Comparator –  
H.Woschitz, K.Brunner, H.Heister
-