



# Mérnökgeodéziai hálózatok és alkalmazási tapasztalatok

Takács Bence és Siki Zoltán

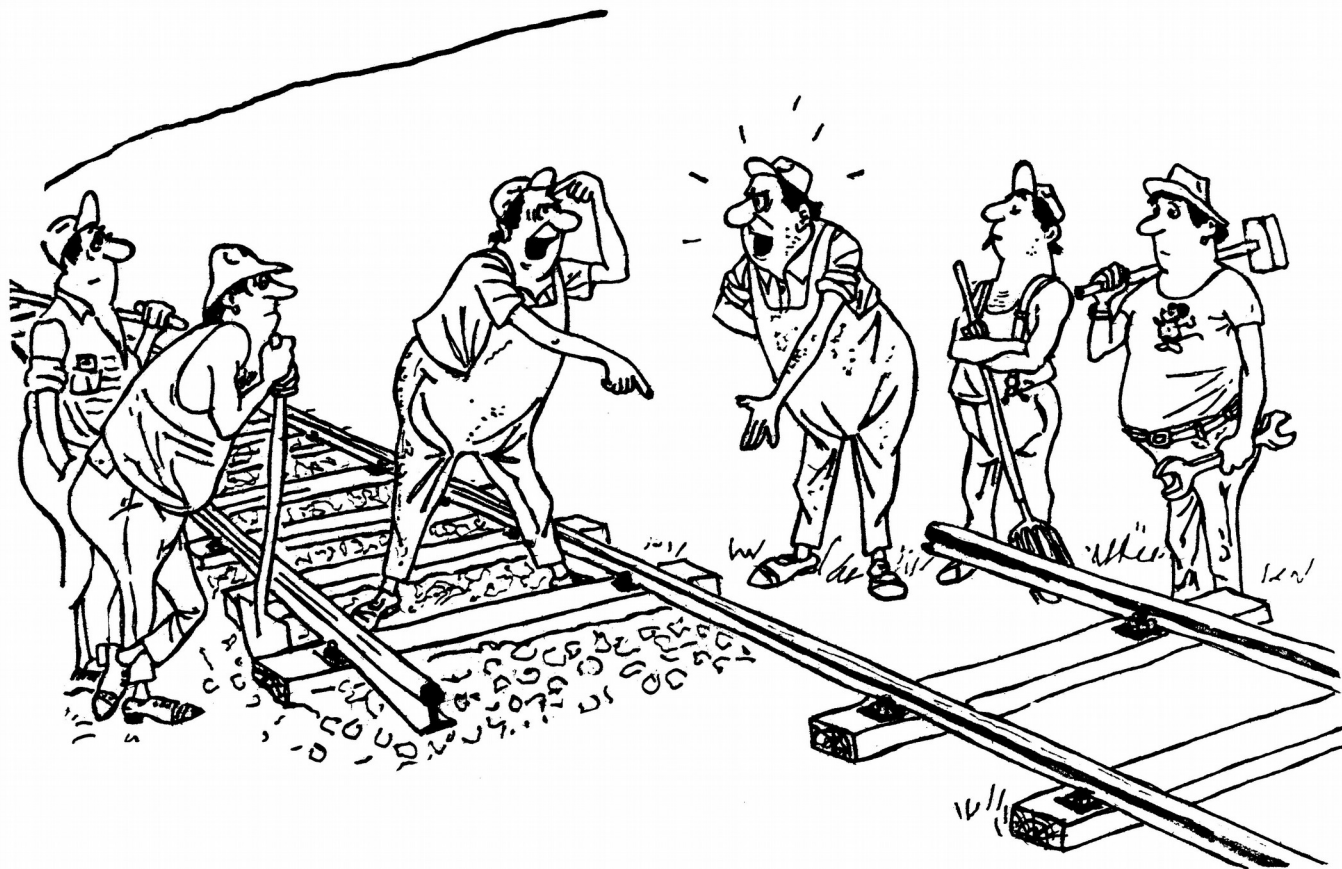
[Takacs.bence@epito.bme.hu](mailto:Takacs.bence@epito.bme.hu)

[Siki.zoltan@epito.bme.hu](mailto:Siki.zoltan@epito.bme.hu)

Mérnökgeodézia Konferencia,  
BME 2017. október 28.



- mindent GNSS-technikával?
- felmérési alapponthálózatok
- kitűzési alapponthálózatok
- egységes hálózatok jelentősége
- mozgásvizsgálati hálózatok, monitoring rendszer





# Alappontok GNSS-technikával

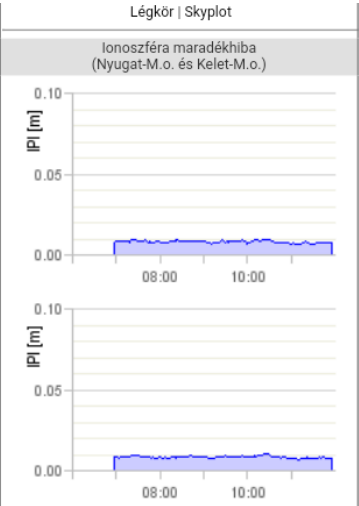
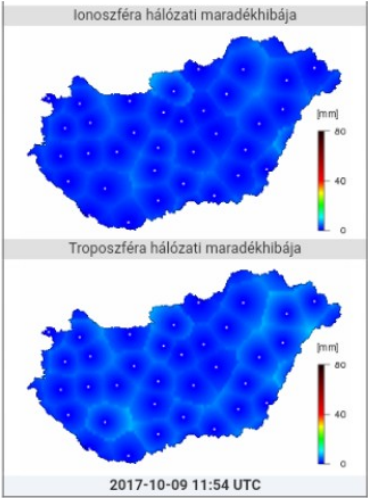
| pontszám | Y<br>[m±mm]    | X<br>[m±mm]    | H<br>[m±mm]    | idő      | műholdak<br>száma<br>GPS/Glonass |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------|----------------------------------|
| GPS0001  | 646732.533±11  | 273264.880±17  | 136.971±18     | 09:14:15 | 7/6                              |
|          | 646732.517±9   | 273264.888±15  | 136.906±17     | 09:55:59 | 7/6                              |
|          | <b>Δ=+16mm</b> | <b>Δ=-8mm</b>  | <b>Δ=+65mm</b> |          |                                  |
| GPS0002  | 646783.482±7   | 273309.895±14  | 113.233±16     | 10:23:47 | 8/6                              |
|          | 646783.483±6   | 273309.926±9   | 113.243±12     | 12:06:47 | 7/4                              |
|          | <b>Δ=-1mm</b>  | <b>Δ=-31mm</b> | <b>Δ=-10mm</b> |          |                                  |
| GPS0003  | 646742.291±7   | 273334.427±15  | 113.305±16     | 10:34:39 | 6/6                              |
|          | 646742.295±6   | 273334.439±9   | 113.248±12     | 12:03:19 | 6/6                              |
|          | <b>Δ=-4mm</b>  | <b>Δ=-12mm</b> | <b>Δ=+57mm</b> |          |                                  |
| GPS0004  | 646748.055±6   | 273381.893±10  | 106.137±12     | 12:12:37 | 7/5                              |
|          | 646748.050±9   | 273381.887±19  | 106.175±23     | 13:13:14 | 6/4                              |
|          | <b>Δ=+5mm</b>  | <b>Δ=+6mm</b>  | <b>Δ=-38mm</b> |          |                                  |

### GNSSnet.hu Monitor

Hálózat | Állomás | Stream  
Légkör | Skyplot

|                               |         |   |
|-------------------------------|---------|---|
| Jelenleg aktív állomások:     | 54 / 54 | ✓ |
| GPS hálózati/észlelt holdak:  | 11 / 11 | ✓ |
| GLO hálózati/észlelt holdak:  | 6 / 6   | ✓ |
| Jelenleg elérhető streamek:   | 22 / 22 | ✓ |
| Ionoszféra állapota nyugaton: | 0.007 m | ✓ |
| Ionoszféra állapota keleten:  | 0.007 m | ✓ |

2017-10-09 11:10 UTC



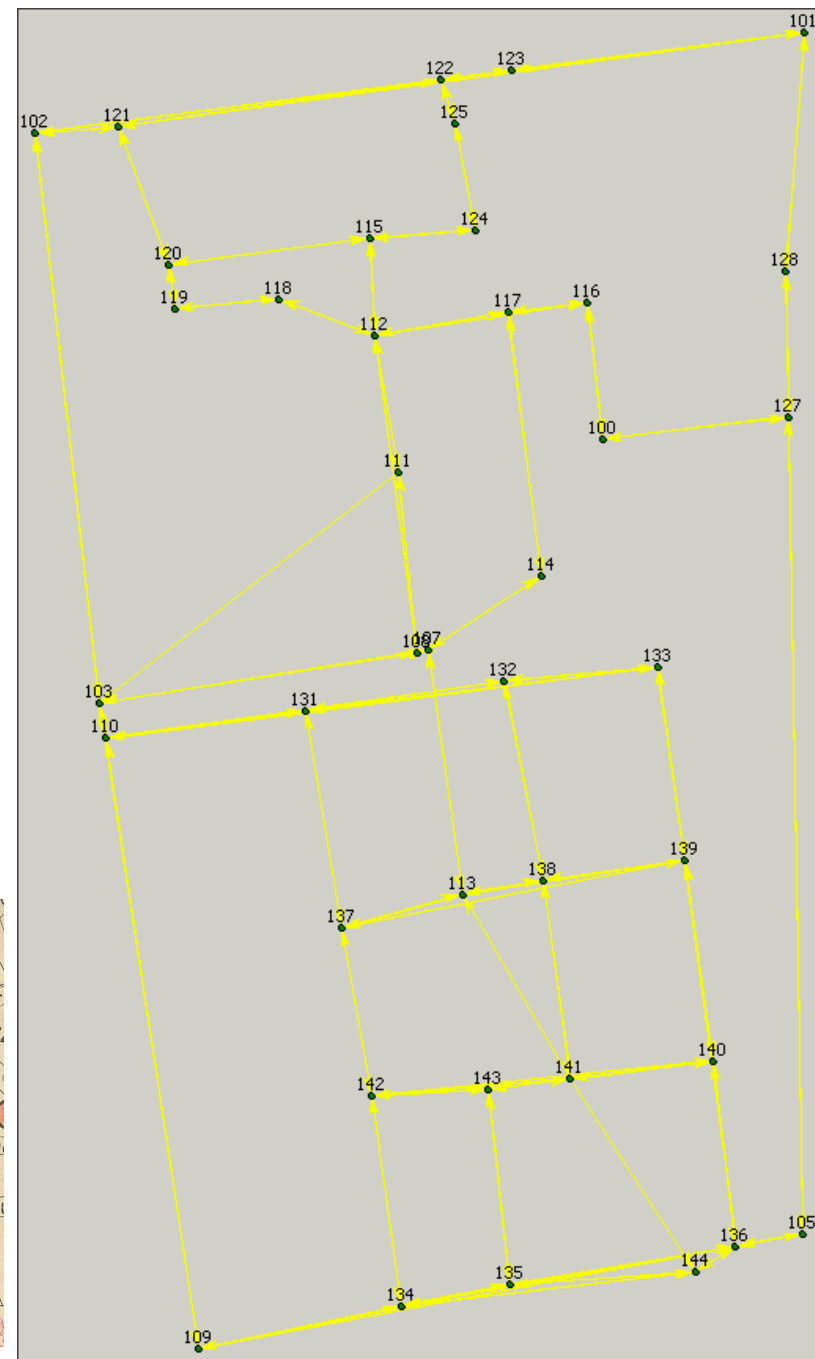
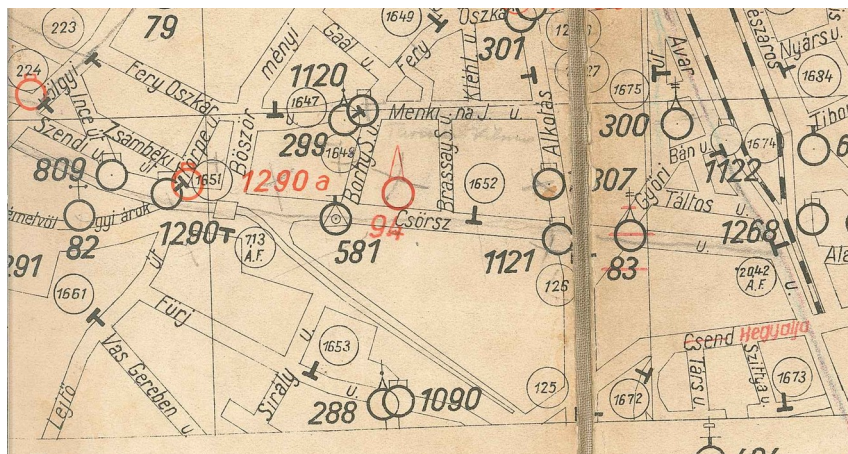


# Felmérési alapponthálózat 1.

4

T munka: kb. 11 hektár felmérése, tervezők felé alaptérkép szolgáltatás

- 98 terep, 40 irodai nap, ebből 8 nap az alappontsűrítés (6%)
- 40 alappont,
- ebből 11 GNSS technikával,
- ebből 9 vonalszintezéssel (felsőrendű digitális műszerrel) környező magassági alappontokat is bevonva
- minden ponton műszerrel felállva bemérve az összes összelátszó alappont, ezeken vasfiguránssal megtámasztott mini prizma
- szabad hálózatkiegyenlítés, átlagos ponthiba:  $\pm 2,1$  mm
- helyi koordinátarendszer transzformációja EOVS területre GNSS pontok alapján, transzformáció pontossága:  $\pm 10$  mm (RMS)
- helyi koordinátarendszer transzformációja EOMA magasságra, szintezett pontok alapján, transzformáció pontossága:  $\pm 2$  mm





## Felmérési alapponthálózat 2.

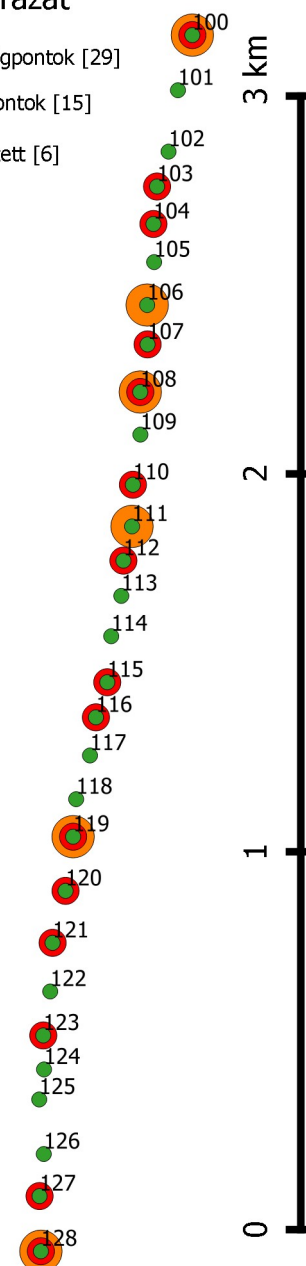
5

R munka: kb. 3 km vonalas létesítmény felmérése

- 22 terep, 6 irodai nap, ebből 2 nap az alappontsűrítés (7%)
- 29 alappont,
- ebből 15 GNSS-technikával,
- ebből 6 trigonometriai szintezéssel közeli magassági alappontokról,
- az összes alapponton átmenő sokszögvonal/magassági vonal
- tájékozó irány nincs
- sokszögvonalak lineáris záróhibái: 20-62 mm, kb. a GNSS-szel meghatározott vízszintes koordináták pontossága
- magassági vonalak záróhibái: 3-11 mm közötti

### Jelmagyarázat

- sokszögpontok [29]
- GPS pontok [15]
- szintezett [6]





Sz munka: mélygarázs-, út-, közmű-, aluljáróépítés

- 18 fólia környező épületeken
- munkaterület 7 kényszerközpontos műszerállás (vesztett pont), álláspontok meghatározása RTK GNSS-technikával is
- fölös mérés arány növelése
- fóliák legalább 3 álláspontból történő mérése, két távcsőállásban
- felmérési alappontok bevonása (poláris pontként, felsőrendű szintezéssel)
- magassági alappontok (EOMA) ellenőrzése, bevonása
- szabad hálózatkiegyenlítés
- transzformáció felmérési alappontokra, GNSS-pontokra, magassági alappontokra

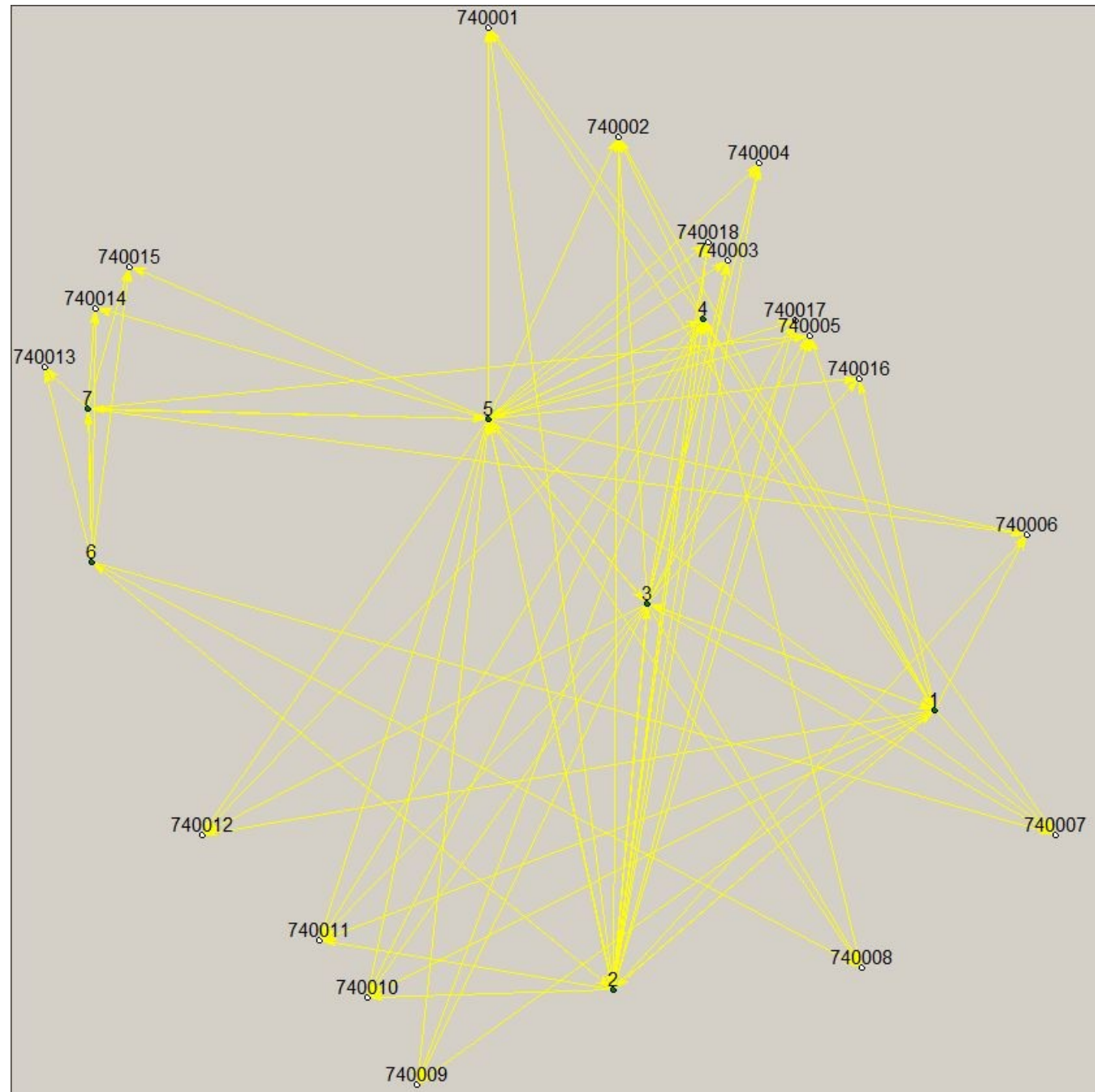




# Vízszintes hálózat jellemzői 1.

7

- mérés főlíákra és állaspontokra is
- 95 iránymérés, 86 távolságmérés, összesen 181 mérés
- ismeretlenek száma: 50 koordináta (25 pont), 8 tájékozási szög
- szabad hálózatkiegyenlítés
- főlös mérések száma: 126



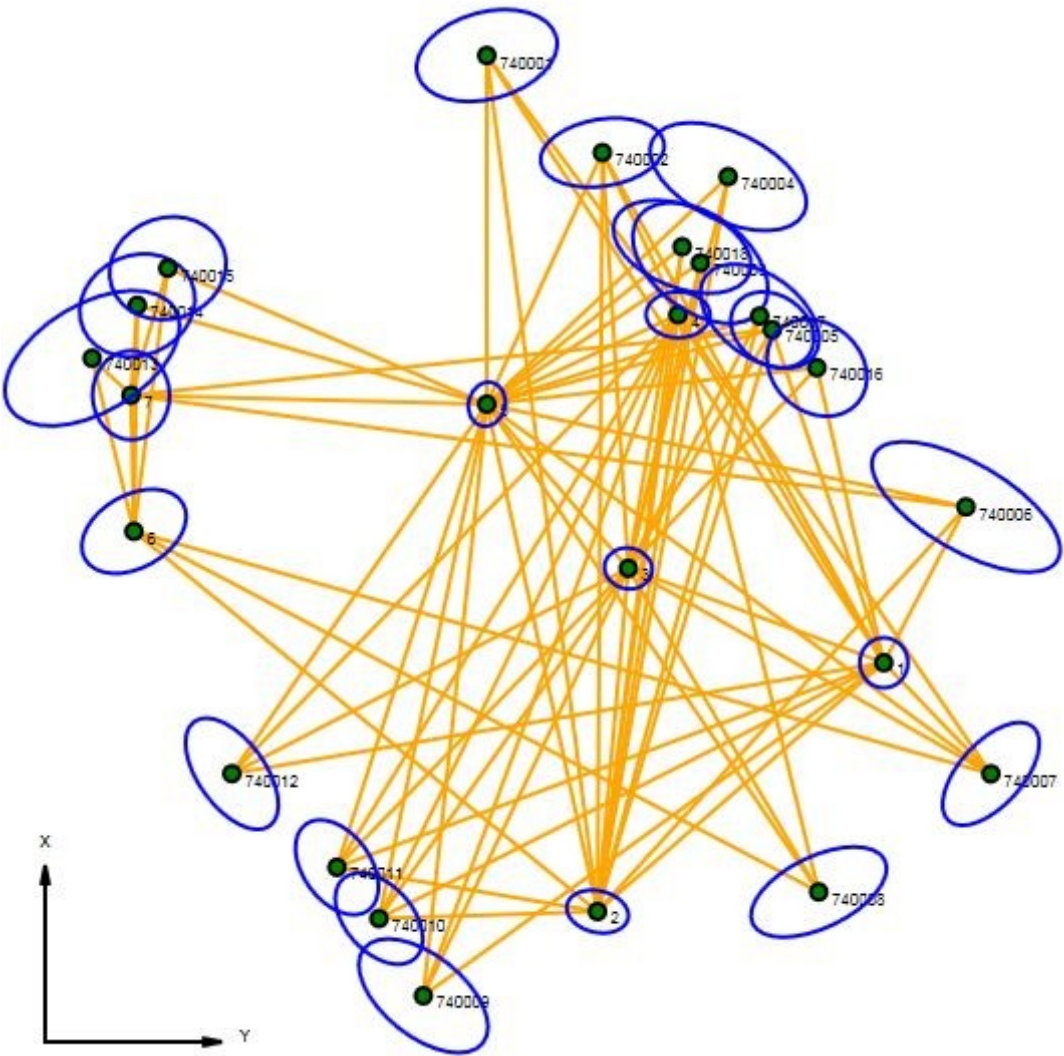


# Ponthibák és hiba ellipszisek 1.

8

| pont   | mP   | köz.hiba ellipszis |        |        |
|--------|------|--------------------|--------|--------|
| =====  | [mm] | =====              | a [mm] | b [mm] |
| 1      | 0.4  | 0.3                | 0.3    | 0.1    |
| 2      | 0.5  | 0.4                | 0.3    | 103.0  |
| 3      | 0.4  | 0.3                | 0.3    | 101.4  |
| 4      | 0.5  | 0.4                | 0.3    | 91.0   |
| 5      | 0.4  | 0.3                | 0.2    | 14.3   |
| 6      | 0.8  | 0.7                | 0.5    | 60.6   |
| 7      | 0.7  | 0.6                | 0.5    | 179.1  |
| 740001 | 1.1  | 0.9                | 0.5    | 74.8   |
| 740002 | 0.9  | 0.8                | 0.4    | 80.9   |
| 740003 | 1.1  | 1.0                | 0.6    | 127.7  |
| 740004 | 1.2  | 1.1                | 0.6    | 115.8  |
| 740005 | 0.7  | 0.6                | 0.4    | 124.5  |
| 740006 | 1.4  | 1.3                | 0.5    | 120.2  |
| 740007 | 0.9  | 0.8                | 0.4    | 42.0   |
| 740008 | 1.0  | 0.9                | 0.4    | 64.3   |
| 740009 | 1.1  | 1.0                | 0.5    | 128.6  |
| 740010 | 0.8  | 0.7                | 0.4    | 137.9  |
| 740011 | 0.8  | 0.7                | 0.4    | 144.2  |
| 740012 | 0.9  | 0.8                | 0.4    | 144.2  |
| 740013 | 1.4  | 1.2                | 0.7    | 59.1   |
| 740014 | 1.0  | 0.7                | 0.6    | 66.0   |
| 740015 | 1.0  | 0.7                | 0.6    | 71.9   |
| 740016 | 0.9  | 0.7                | 0.6    | 131.0  |
| 740017 | 1.0  | 0.8                | 0.5    | 126.8  |
| 740018 | 1.0  | 0.9                | 0.5    | 111.9  |

legnagyobb helyzeti középhiba  $\pm 1,4\text{mm}$   
átlagos helyzeti középhiba  $\pm 0,9\text{mm}$

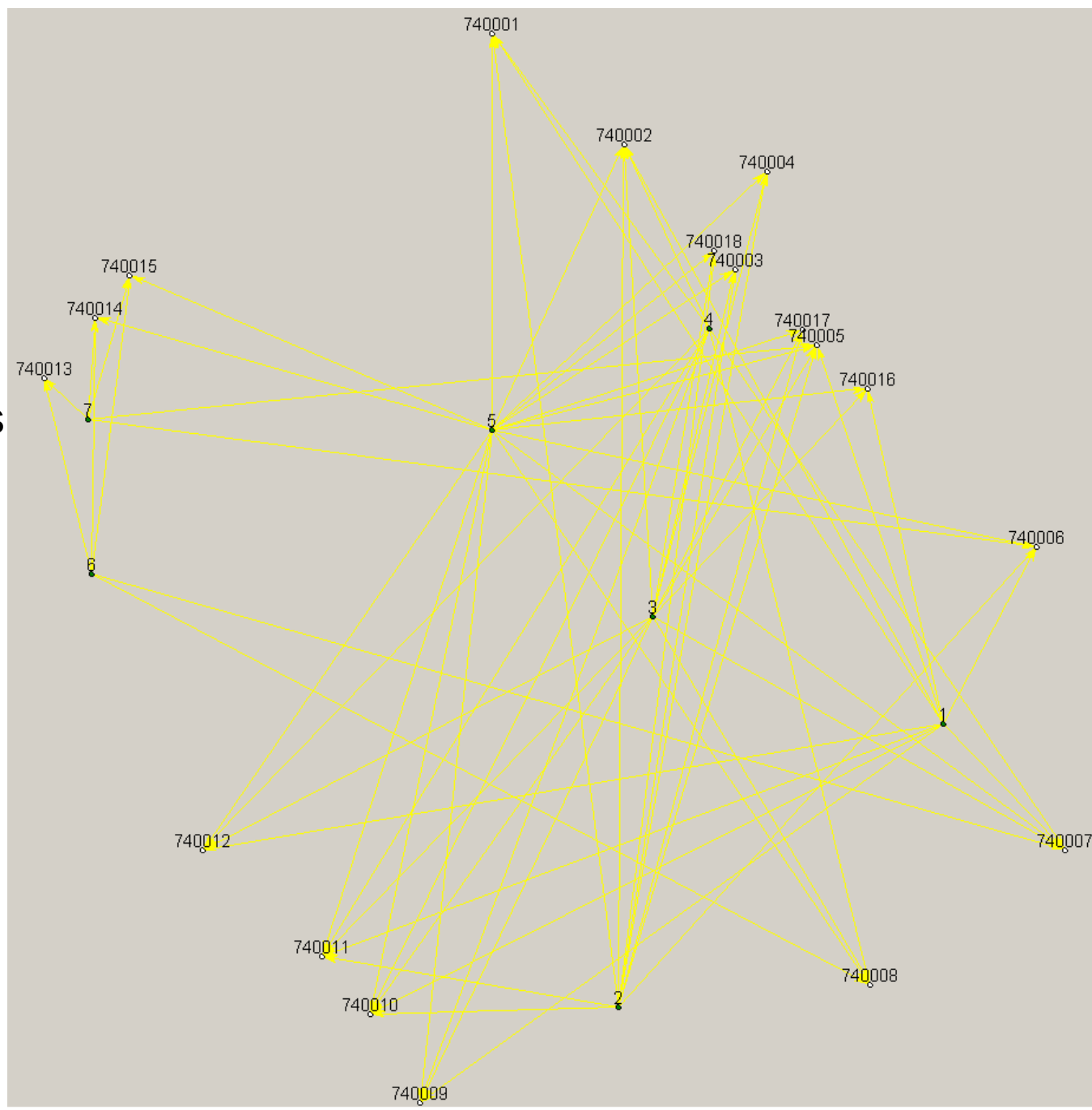




## Vízszintes hálózat jellemzői 2.

9

- mérés csak főlíákra
- 68 iránymérés, 59 távolságmérés, összesen 127 mérés
- ismeretlenek száma: 50 koordináta (25 pont), 7 tájékozási szög
- szabad hálózatkiegyenlítés
- fölös mérések száma: 73



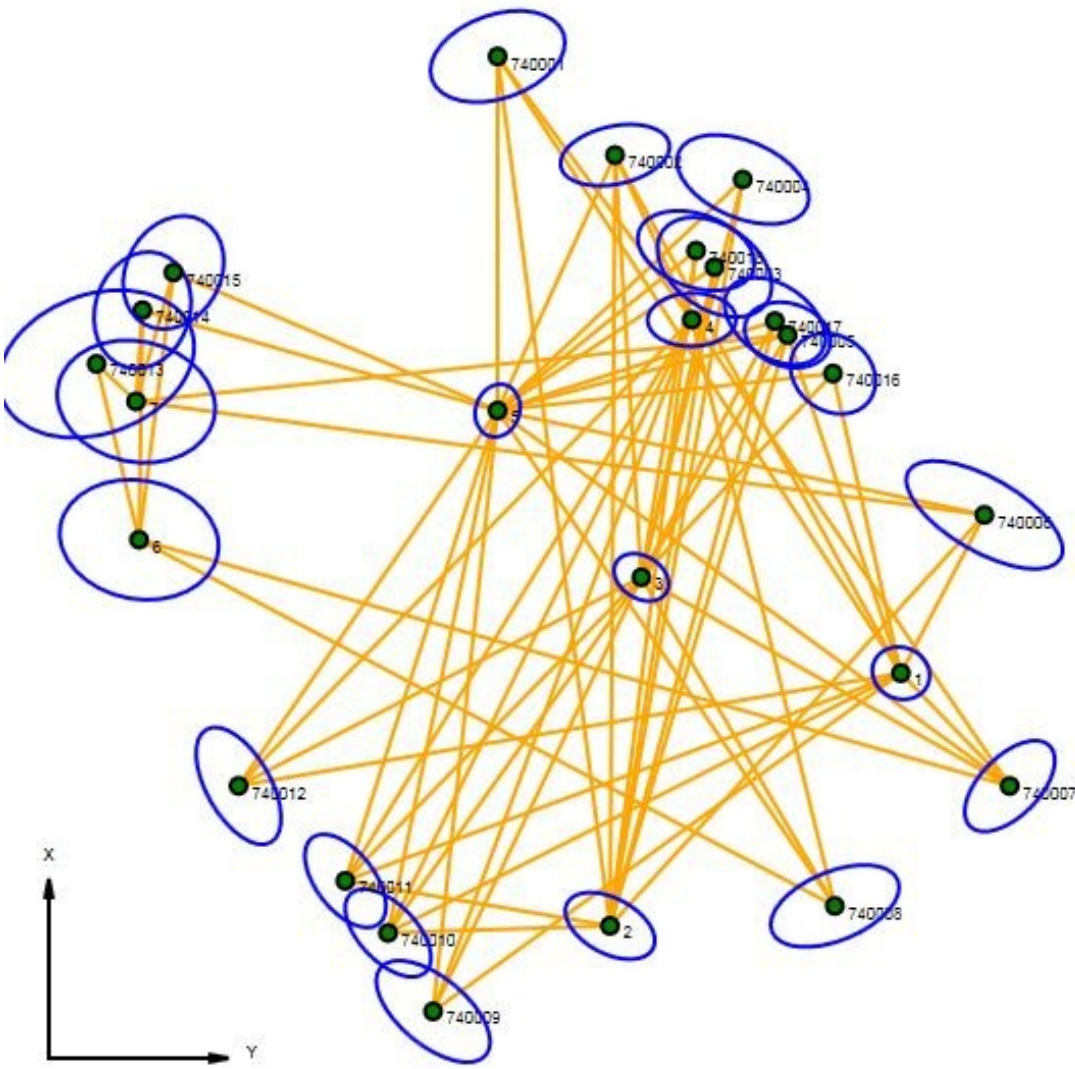


# Ponthibák és hibaellipszisek 2.

10

| pont<br>===== | mP<br>[mm] | köz.hiba ellipszis<br>===== a [mm] b [mm] d [d] == |     |       |  |
|---------------|------------|----------------------------------------------------|-----|-------|--|
| 1             | 0.7        | 0.5                                                | 0.4 | 113.8 |  |
| 2             | 1.0        | 0.8                                                | 0.5 | 118.0 |  |
| 3             | 0.6        | 0.5                                                | 0.4 | 121.8 |  |
| 4             | 0.9        | 0.8                                                | 0.5 | 89.0  |  |
| 5             | 0.6        | 0.5                                                | 0.4 | 18.8  |  |
| 6             | 1.7        | 1.4                                                | 1.0 | 100.3 |  |
| 7             | 1.7        | 1.4                                                | 1.0 | 102.0 |  |
| 740001        | 1.4        | 1.2                                                | 0.7 | 70.8  |  |
| 740002        | 1.1        | 1.0                                                | 0.5 | 77.8  |  |
| 740003        | 1.3        | 1.1                                                | 0.7 | 125.0 |  |
| 740004        | 1.4        | 1.2                                                | 0.7 | 113.0 |  |
| 740005        | 0.9        | 0.8                                                | 0.5 | 106.9 |  |
| 740006        | 1.6        | 1.5                                                | 0.6 | 119.9 |  |
| 740007        | 1.1        | 1.0                                                | 0.5 | 44.5  |  |
| 740008        | 1.3        | 1.2                                                | 0.6 | 67.7  |  |
| 740009        | 1.3        | 1.2                                                | 0.6 | 129.7 |  |
| 740010        | 1.1        | 0.9                                                | 0.5 | 136.3 |  |
| 740011        | 1.1        | 0.9                                                | 0.5 | 142.4 |  |
| 740012        | 1.2        | 1.1                                                | 0.5 | 150.3 |  |
| 740013        | 2.1        | 1.7                                                | 1.2 | 70.0  |  |
| 740014        | 1.3        | 1.0                                                | 0.8 | 17.0  |  |
| 740015        | 1.3        | 1.0                                                | 0.8 | 29.7  |  |
| 740016        | 1.0        | 0.8                                                | 0.6 | 127.3 |  |
| 740017        | 1.1        | 1.0                                                | 0.6 | 124.9 |  |
| 740018        | 1.2        | 1.0                                                | 0.6 | 109.4 |  |

legnagyobb helyzeti középhiba  $\pm 2,1\text{mm}$   
átlagos helyzeti középhiba  $\pm 1,2\text{mm}$





# Magassági hálózatkiegyenlítés

11

- mérések száma: 86
- ismeretlenek száma: 25 magasság
- szabad hálózatkiegyenlítés
- fölös mérések száma: 62
- középhibák:
  - műszerállások: 0.5 – 1.2 mm
  - fólia prizmák: 1.2 – 2.1 mm

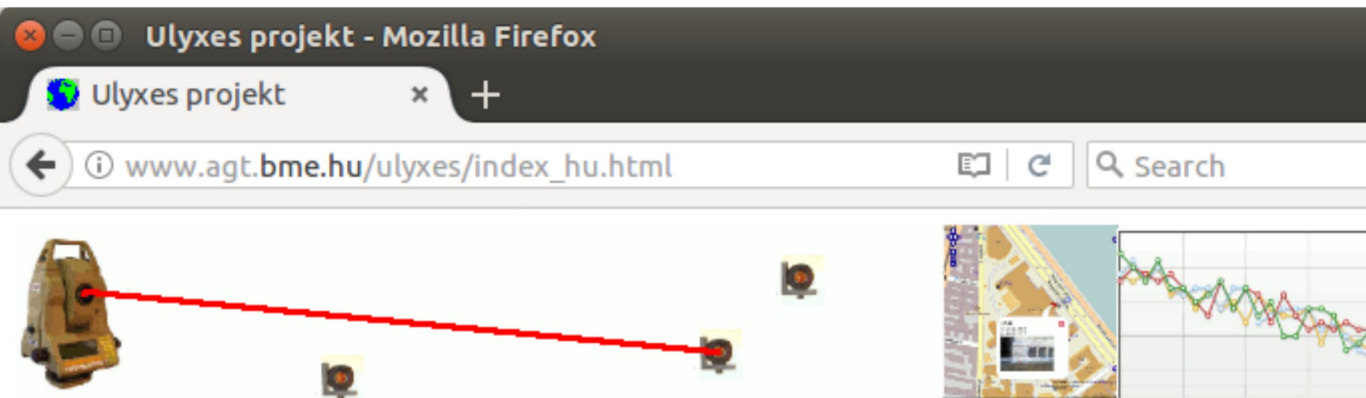
| pont     | kiegy.   | közép hiba    |
|----------|----------|---------------|
| =====    | érték    | ===== [mm] == |
| 1 *      | 49.06383 | 0.7           |
| 2 *      | 50.08476 | 0.7           |
| 3 *      | 49.79540 | 0.7           |
| 4 *      | 48.85146 | 0.8           |
| 5 *      | 49.99878 | 0.5           |
| 6 *      | 49.71032 | 1.2           |
| 7 *      | 49.87271 | 1.2           |
| 740001 * | 60.71505 | 1.7           |
| 740002 * | 62.53986 | 1.3           |
| 740003 * | 62.24605 | 1.9           |
| 740004 * | 75.83689 | 1.7           |
| 740005 * | 57.87239 | 1.2           |
| 740006 * | 61.50696 | 1.9           |
| 740007 * | 73.83696 | 1.2           |
| 740008 * | 70.66641 | 1.4           |
| 740009 * | 74.95419 | 1.6           |
| 740010 * | 73.23741 | 1.2           |
| 740011 * | 73.51528 | 1.2           |
| 740012 * | 74.86730 | 1.2           |
| 740013 * | 53.43496 | 2.1           |
| 740014 * | 53.37904 | 1.7           |
| 740015 * | 53.17454 | 1.7           |
| 740016 * | 52.30524 | 1.6           |
| 740017 * | 62.69662 | 1.6           |
| 740018 * | 62.69911 | 1.6           |



# Mozgásvizsgálati hálózat

12

- Robot mérőállomások pilléren
- Mozgásvizsgálati pontok homlokzatokon rögzített prizmák
- Automatizált mérés
- Számítógépes vezérlés (Raspberry PI, Ulyxes)
- Mozgásvizsgálati pontokra nincs fölös mérés
- Álláspontok mozgásának kiejtése
- Fals prizma észlelés kizárása



## Letöltés

- [GitHub](#)
- [Szerver](#)

## Dokumentáció

- [PyAPI dokumentáció](#)
- [TclAPI dokumentáció](#)
- [TclAPI dokumentáció](#)

## Ulyxes

Az Ulyxes egy nyílt forráskódú projekt a robot mérőállomások és egyéb helymeghatározó szenzorok vezérlésére valamint a mérési eredmények internetes térkép alapú publikálására. (GPL 2)

### A projekt célja

egy keretrendszer létrehozása a robot mérőállomások számítógépről történő vezérléséhez és az adatok internetes publikálásához

English

## Fejlesztők

**Siki Zoltán**  
**Takács Bence**  
Zemkó Szonja  
Moka Dániel  
Király Tamás  
Zubály Viktória



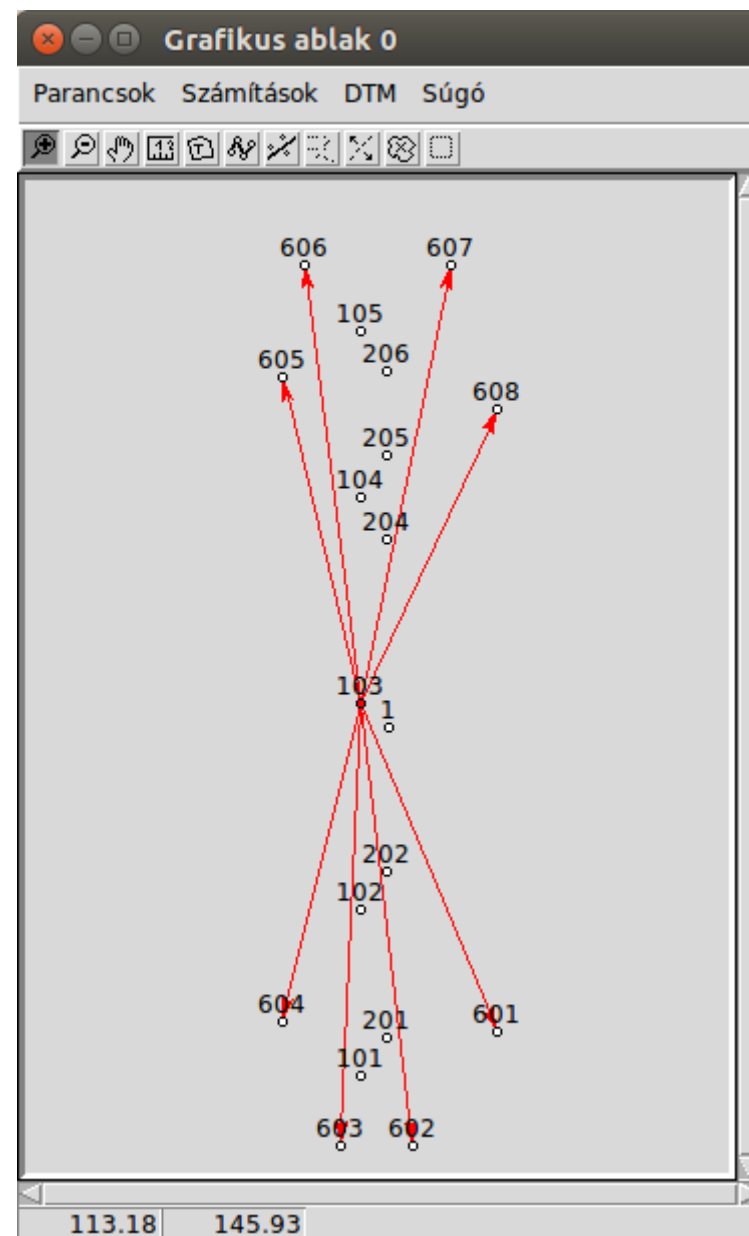
- Teszt hálózat a Bodola komparátor teremben
- 8 prizma (általában 4 fix és 4 monitoring)
- Hibajavítások és fejlesztések tesztelése
- A konferencia alatt is üzemel



Kép Bánhidi Dávid BSc diplomatervéből

## Monitoring tapasztalatok

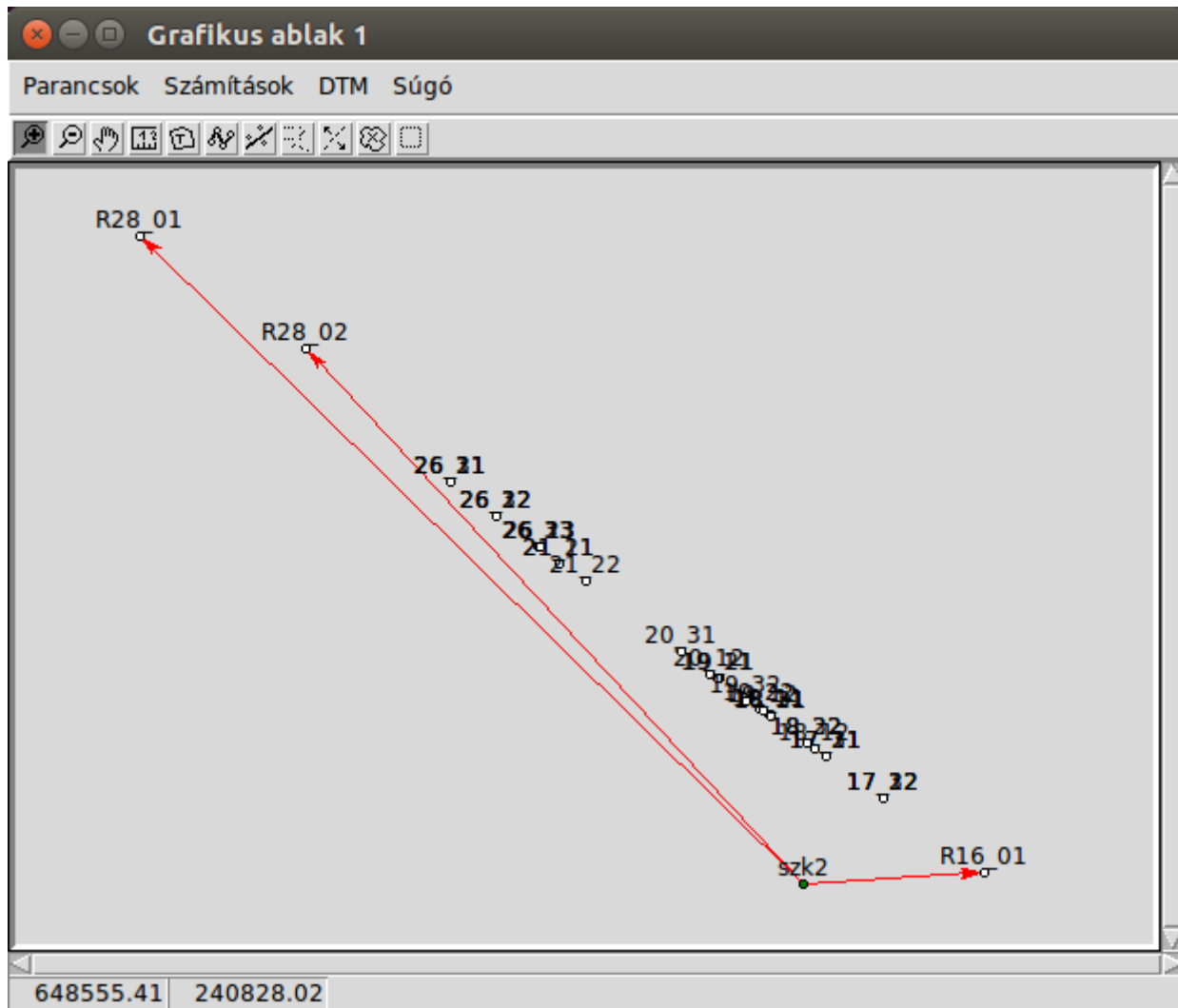
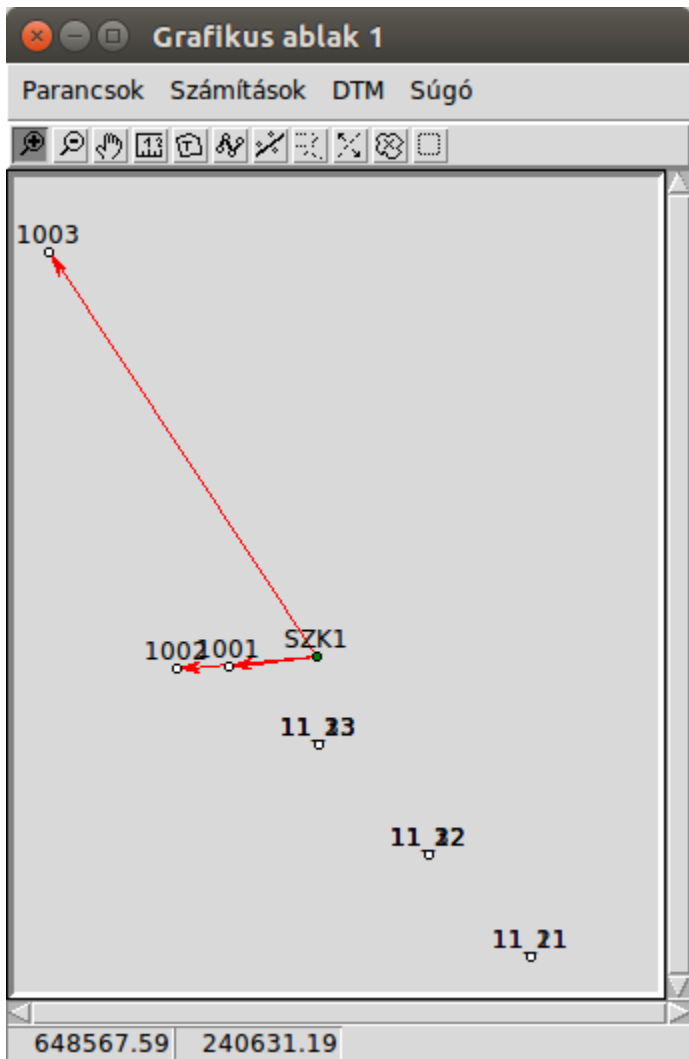
13





Sz munka: két robot műszer 8+31 mozgásvizsgálati pont

- Két hónapos eddigi üzemidő, napi 12 mérés
- 36 kód módosítás (commit)

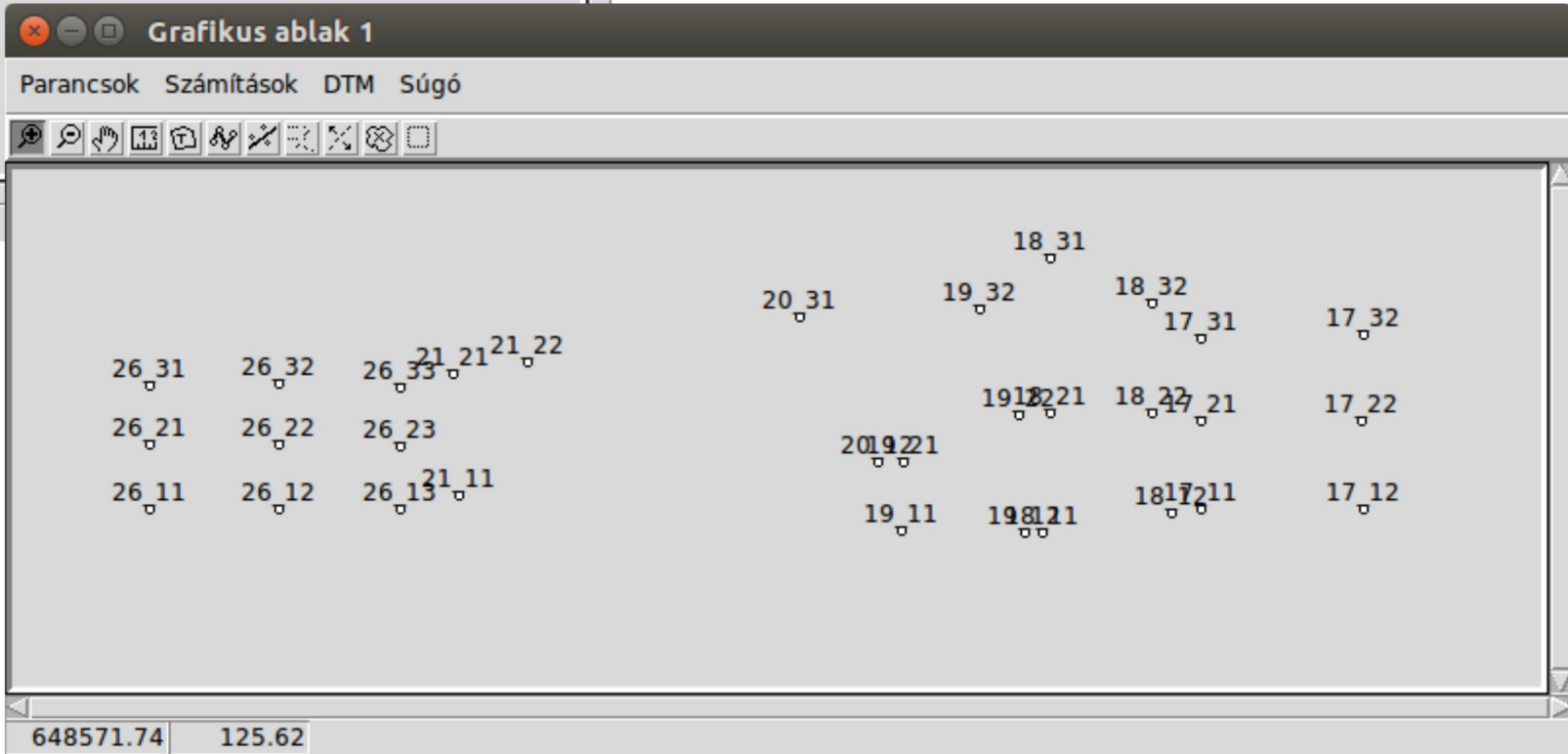
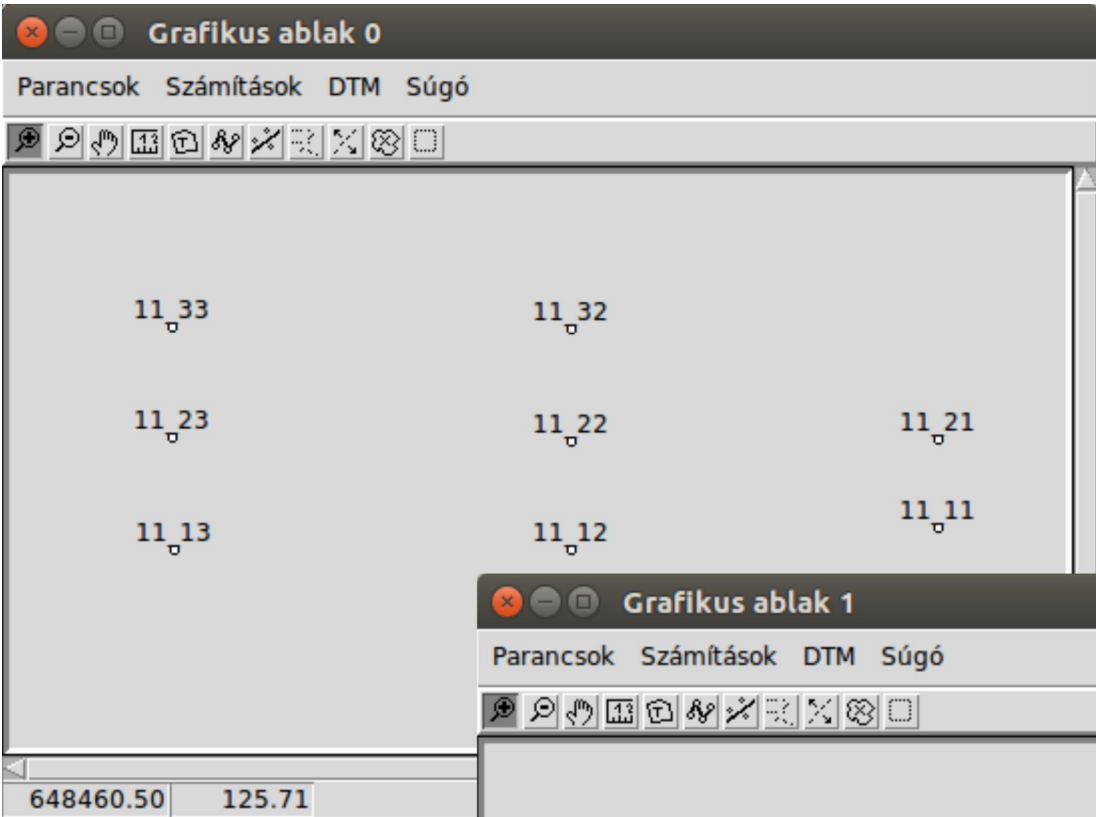




# Monitoring tapasztalatok

15

Függélyekben három pont a épületeken  
Süllyedés és dőlés észlelése





# Magasságváltozások

16

