

UAV teszterület az Iszka-hegyen

Engler Péter - Busics György – Balázsik Valéria
Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Székesfehérvár



Tartalom

- Miért szükséges, hol van?
- Milyen pontosságú?
- Milyen teszt-eredmények születtek?

Miért szükséges?

Az elmúlt években nagyon sok gyártó, sokféle pilóta nélküli repülő rendszert fejlesztett ki és vitt piacra.

A PNR-ek sokféleségét bizonyítja az is, hogy azokat többféle szempontból is csoportosíthatjuk:

- **felhasználás jellege szerint**
- **felépítés szerint**
- **az irányítási rendszer fajtája szerint**
- **hatótávolság szerint**
- **a meghajtó rendszer szerint**
- **a repülés jellemző paraméterei alapján**
- **szállított szenzorok szerint**

További lehetőségek is vannak a csoportosításokra, mint pl. a kamerák jellemző adatai (felbontás, képméret).

Miért szükséges?

Egy rendszer használhatóságának megismeréséhez első lépés az elérhető pontosság meghatározása.

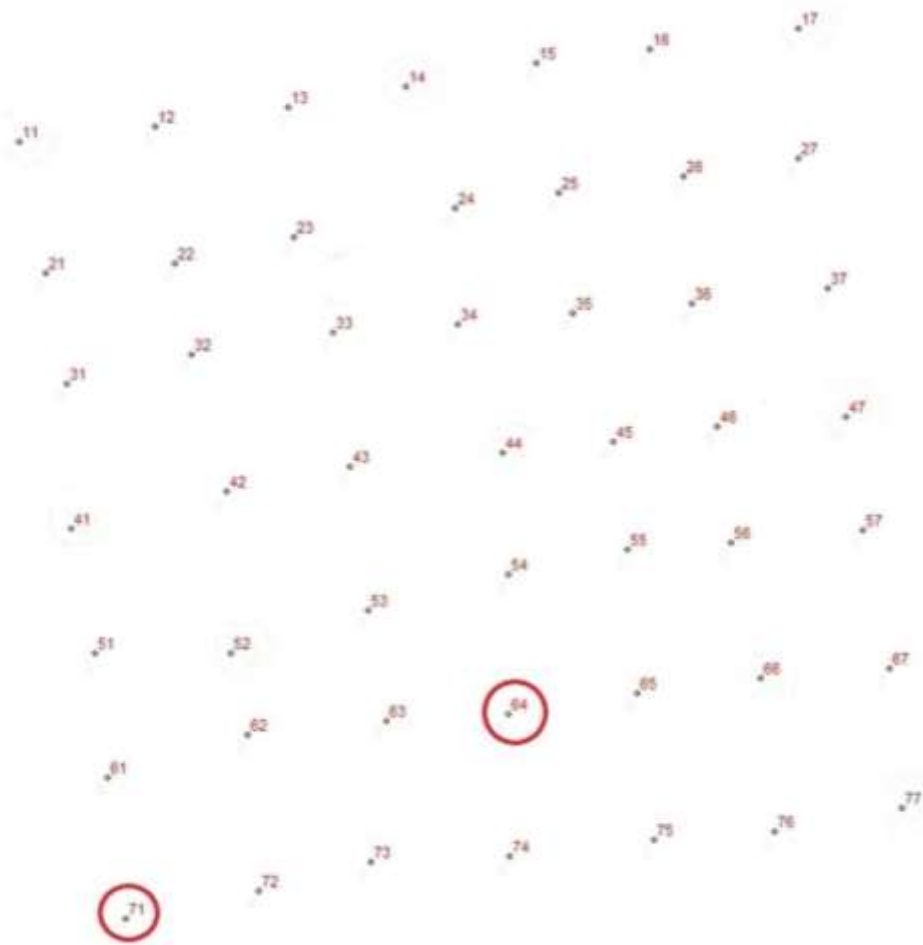
A gyártók megadnak paramétereket, de nem árt valós körülmények között is „kipróbálni”, hogy mit is tud a megvásárolt eszköz.

Fontosnak véljük, hogy csak hiteles, mérésből származó pontossági adatokkal jellemezzük eszközeinket. Az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar Geoinformatikai Intézete egy tesztmező kitűzésével lehetőséget ad a felhasználók részére, hogy kipróbálják valójában „mit tud” a rendszerük.

A helyszín



A pontjel

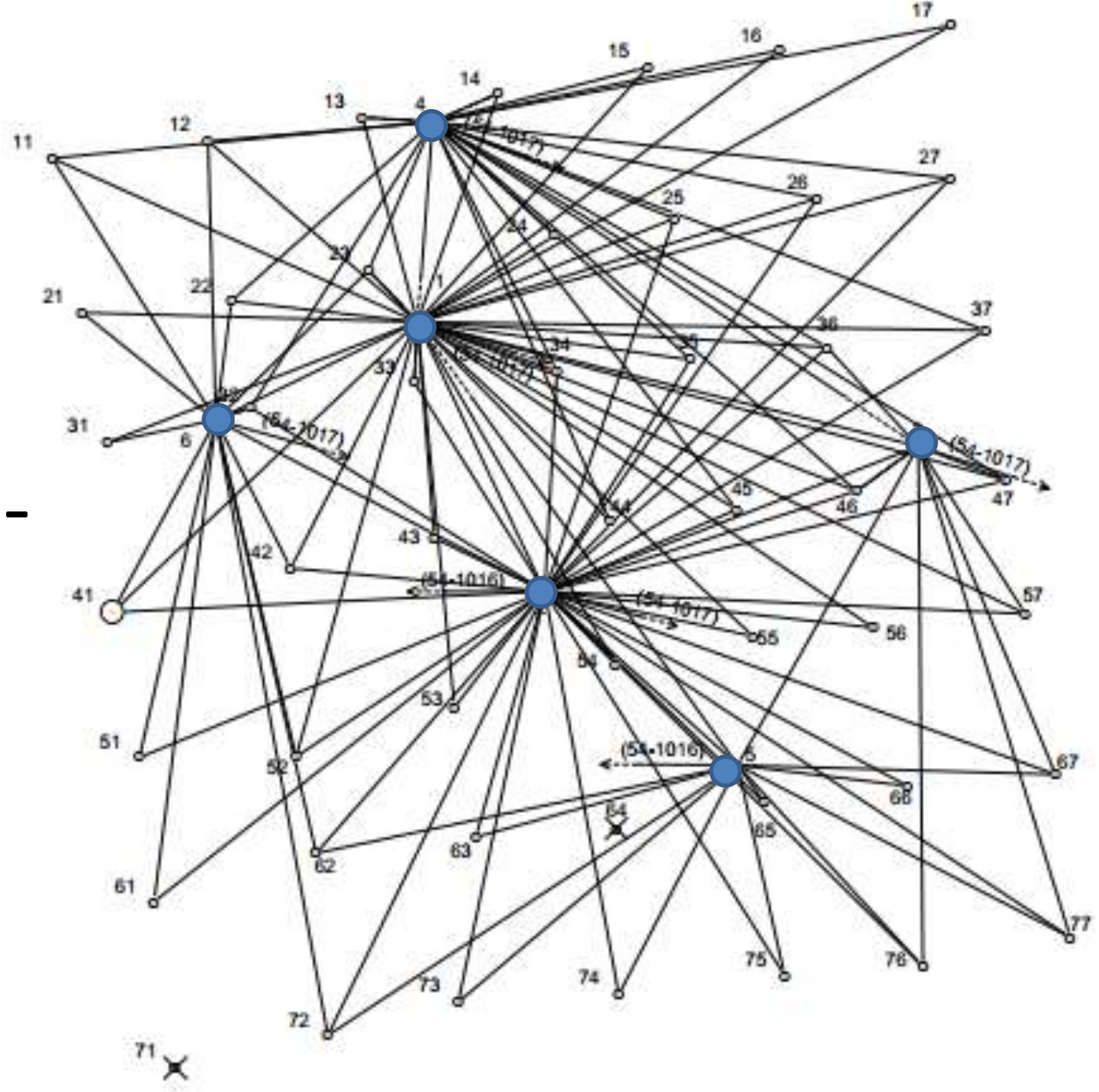


Milyen technológiával mértük?

- Irány-és távméréses hálózatban, amelynek részei az illesztőpontok (nem részletpontok)
- Kitámasztóval függőlegessé tett prizmával

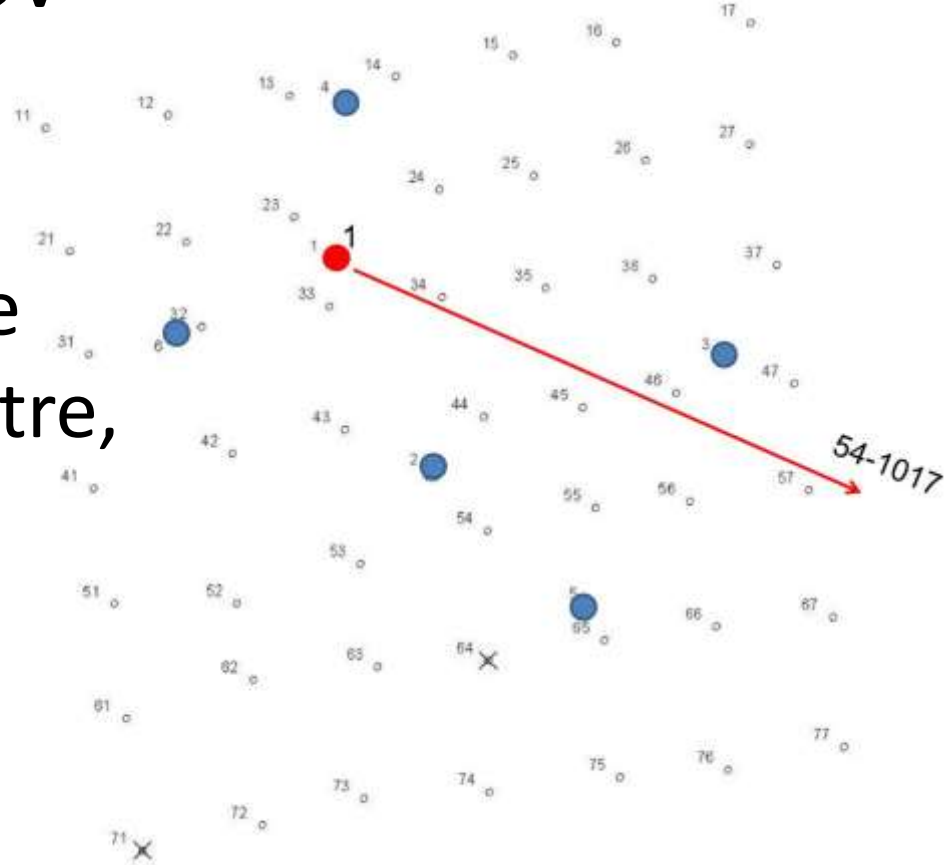


Meghatározási vázlat



Hogyan számoltuk?

- Kötött hálózatként, de csak egyetlen adott pontra és irányra támaszkodva, EOVS rendszerben
- Szabad hálózatként, távolságokat vízszintesre redukálva (de alapfelületre, vetületre nem)



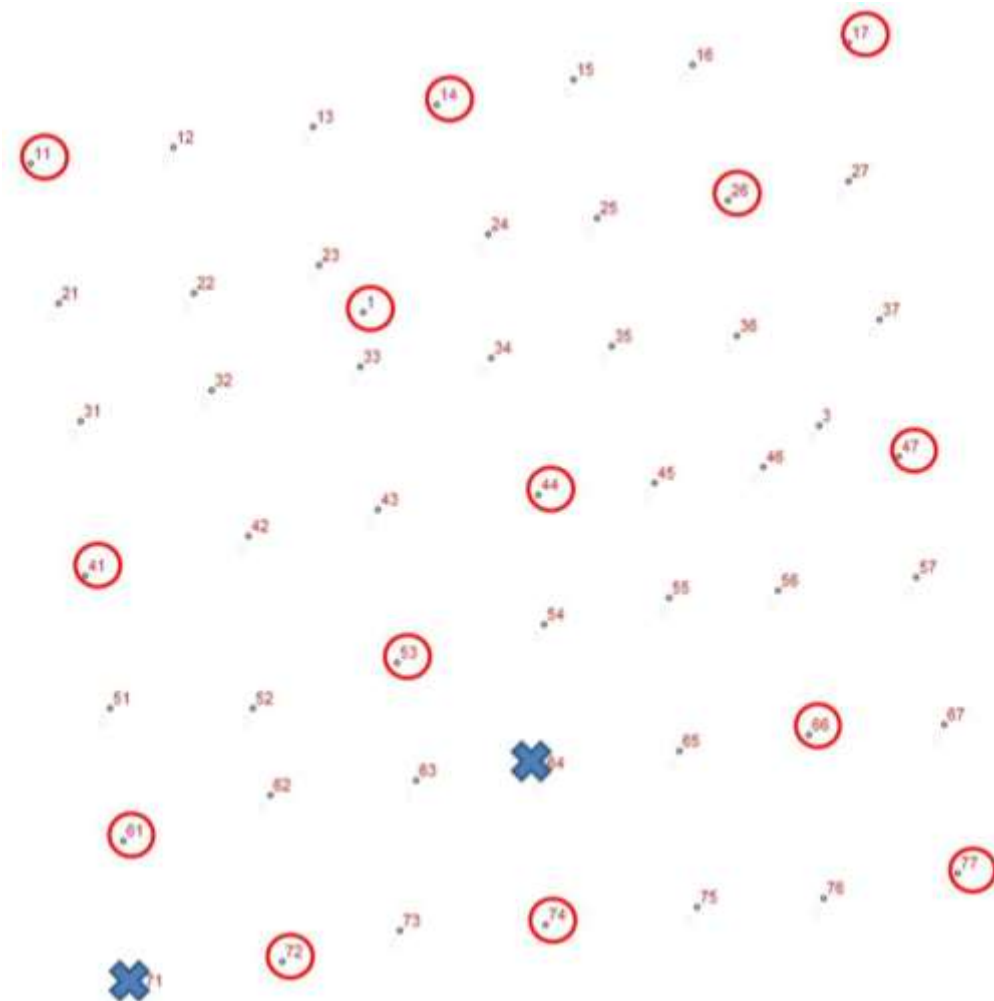
Milyen pontosságú?

- Koordináta-középheibák kisebbek, mint 5 mm
- Magasságok középhibája kisebb, mint 1 cm

2015. évben meghatározott vízszintes alappontok

| Pontszám | Jelölés | Y | X | my | Középhiba | | | min | szög |
|----------|---------|------------|------------|----|-----------|-----|------|-----|------|
| | | | | | mx | max | [mm] | | |
| 26 | ----- | 591076.484 | 209110.882 | 4 | 3 | 4 | 3 | 79° | |
| | | -0.000 | -0.000 | | | | | | |
| | | 591076.484 | 209110.882 | | | | | | |
| 27 | ----- | 591105.631 | 209115.280 | 4 | 4 | 4 | 4 | 82° | |
| | | -0.000 | -0.000 | | | | | | |
| | | 591105.631 | 209115.280 | | | | | | |
| 3 | fémcső | 591098.632 | 209056.565 | 2 | 2 | 2 | 2 | 80° | |
| | | 0.000 | 0.000 | | | | | | |
| | | 591098.632 | 209056.565 | | | | | | |
| 31 | ----- | 590920.725 | 209057.422 | 5 | 3 | 5 | 3 | 76° | |
| | | 0.000 | -0.000 | | | | | | |
| | | 590920.725 | 209057.422 | | | | | | |
| | | 590952.163 | 209064.977 | 3 | 2 | 3 | 2 | 68° | |

Mi az eredmény?



| | | | |
|----|------------|------------|--------|
| 1 | 590988,680 | 209083,800 | 249,46 |
| 11 | 590908,515 | 209119,673 | 242,09 |
| 14 | 591006,481 | 209133,847 | 245,62 |
| 17 | 591105,823 | 209148,785 | 241,35 |
| 26 | 591076,484 | 209110,882 | 245,15 |
| 41 | 590921,813 | 209020,209 | 239,11 |
| 44 | 591031,052 | 209039,897 | 245,12 |
| 47 | 591117,954 | 209049,178 | 242,48 |
| 53 | 590996,721 | 208999,299 | 240,76 |
| 61 | 590930,970 | 208956,613 | 231,56 |
| 66 | 591096,274 | 208982,113 | 236,27 |
| 72 | 590969,064 | 208927,379 | 230,52 |
| 74 | 591032,817 | 208936,287 | 231,57 |
| 77 | 591131,884 | 208948,790 | 230,47 |

Tesztelésben résztvevő UAV/UAS (5 db)

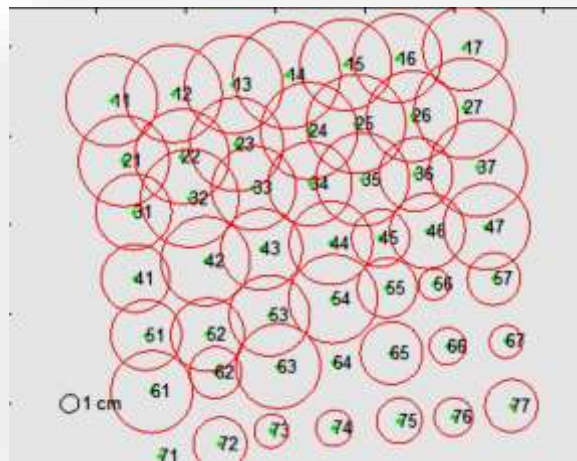
- Hordozóeszköz: 3 merevszárnyú, 2 kopter
- Fényképezőgép: 3 kalibrált, 2 nem kalibrált
- Felbontás: 12 – 20 Mp
- Repülési magasság: 75 – 120 m
- Fényképek száma: 11 – 305 db
- Nyers képek terepi felbontása: 1.8 – 3.5 cm
- Elkészített ortofotó felbontása: 2.0 – 3.5 cm
- Elemzés az átlagos hibák alapján:
 - *Y irányú hiba*
 - *X irányú hiba*
 - *2D ponthiba*
 - *Z irányú hiba*
 - *3D ponthiba*

Átlagos hibák

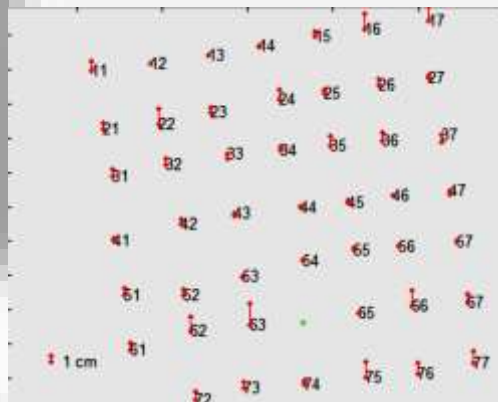
| UAV no. | Y-irányú hiba [cm] | X-irányú hiba [cm] | 2D ponthiba [cm] | Z-irányú hiba [cm] | 3D ponthiba [cm] |
|---------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| 1 | 3,8 | 1,5 | 4,2 | 1,1 | 4,5 |
| 2 | 1,1 | 1,1 | 1,7 | 1,5 | 2,9 |
| 3 | 5,0 | 3,2 | 3,4 | 2,4 | 6,4 |
| 4 | 1,5 | 1,1 | 2,1 | 3,0 | 4,4 |
| 5 | 1,9 | 1,7 | 2,9 | N/A | N/A |

1-es számú UAV

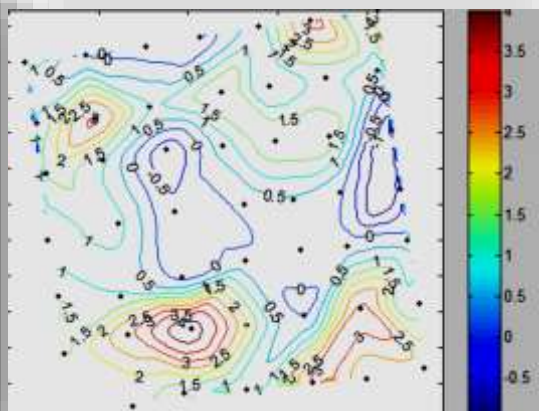
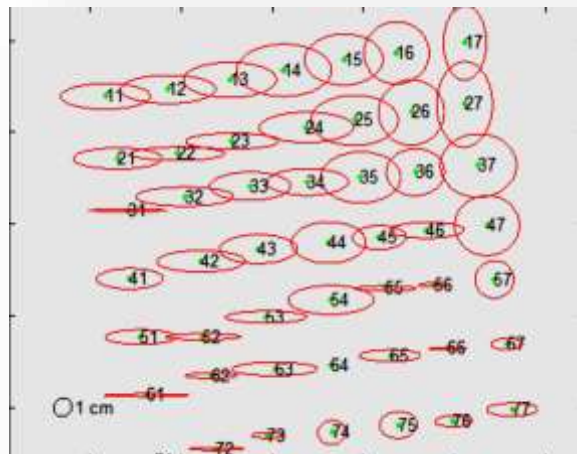
Vízszintes hiba
(4.2 cm)



Magassági hiba
(1.1 cm)

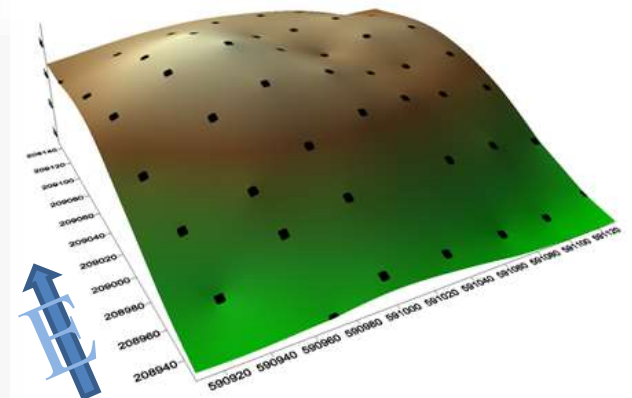


Y-X irányú hiba aránya
(3.8 – 1.5 cm)



Jellemzői:

- merevszárnyú
- kalibrált kamera (16 Mp)
- ~300 felvétel
- 75 m rep. magasság
- K-Ny-i repülés

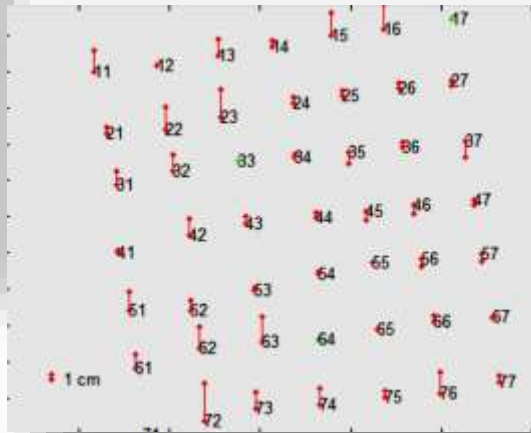


2-es számú UAV

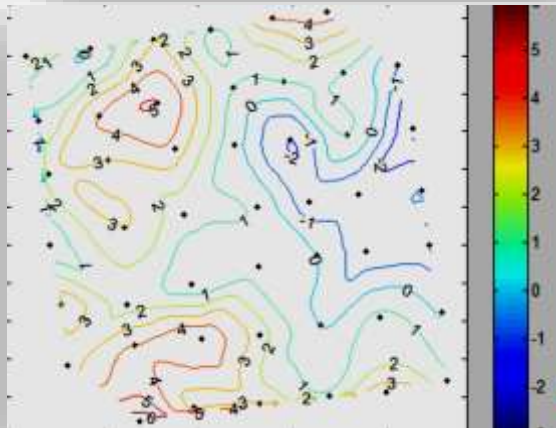
Vízszintes hiba
(1,7 cm)



Magassági hiba
(1,5 cm)

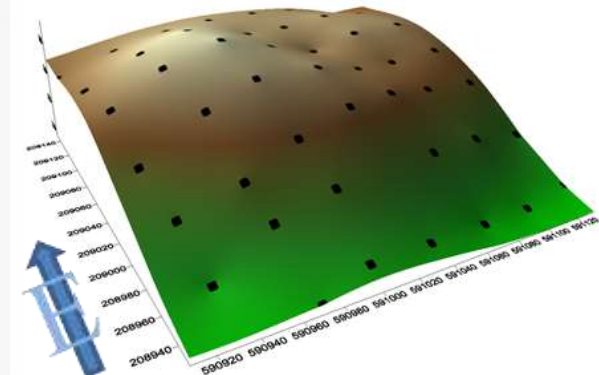


Y-X irányú hiba aránya
(1,1 – 1,1 cm)



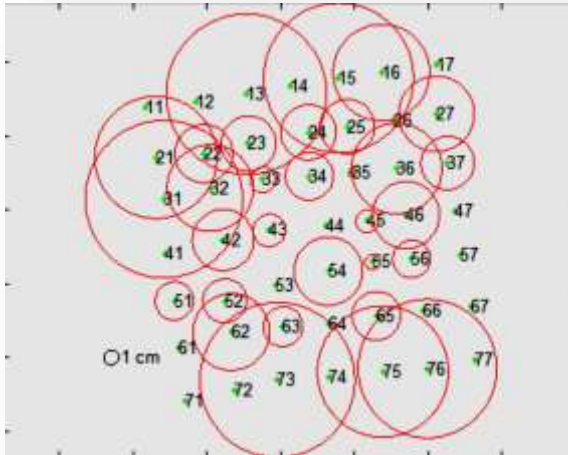
Jellemzői:

- *quadkopter*
- *nem kalibrált kamera (20 Mp)*
- *~200 felvétel*
- *80 m rep. magasság*

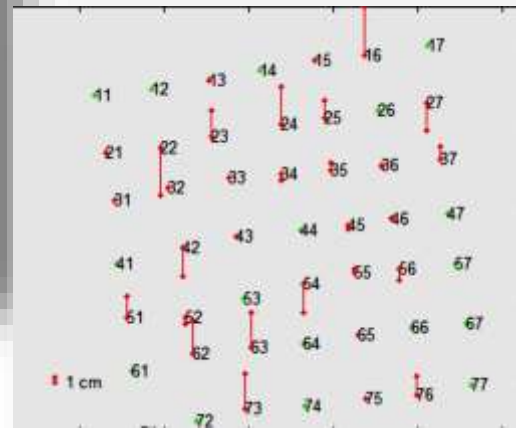


3-as számú UAV

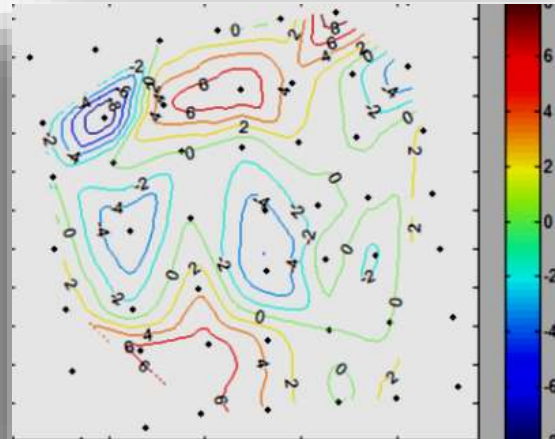
Vízszintes hiba
(3,4 cm)



Magassági hiba
(2,4 cm)

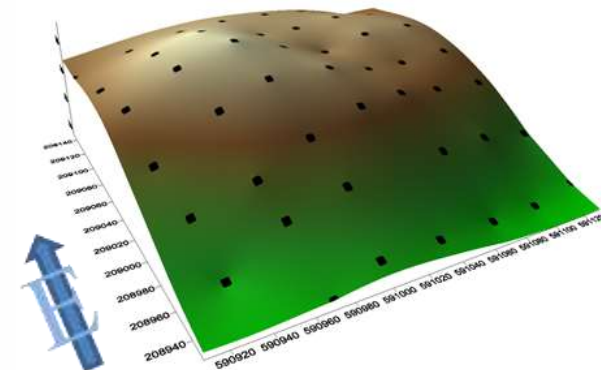


Y-X irányú hiba aránya
(5,0 – 3,2 cm)



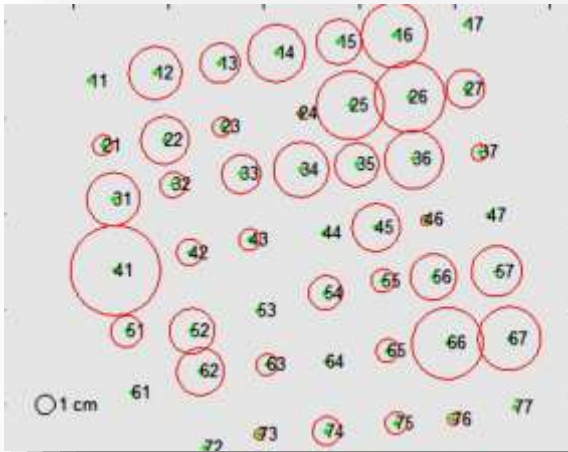
Jellemzői:

- *kopter*
- *kalibrált kamera (12 Mp)*
- *11 felvétel*
- *100 m rep. magasság*

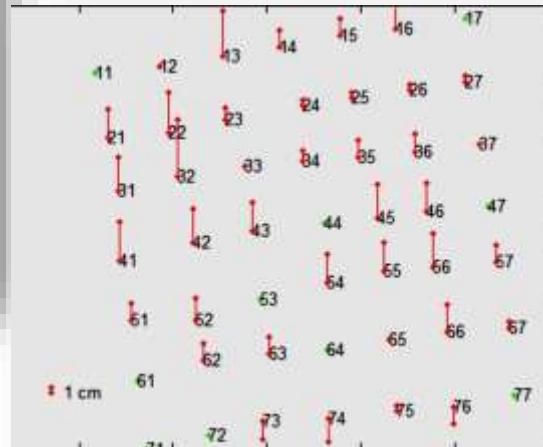


4-es számú UAV

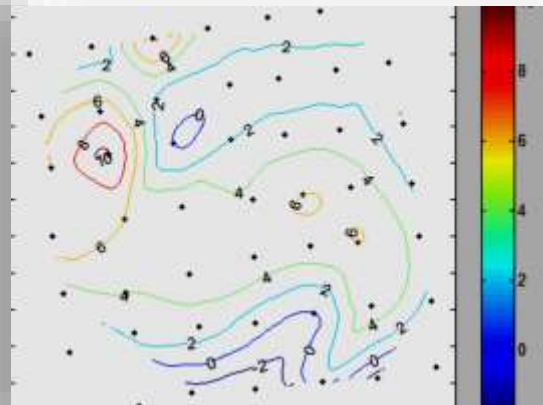
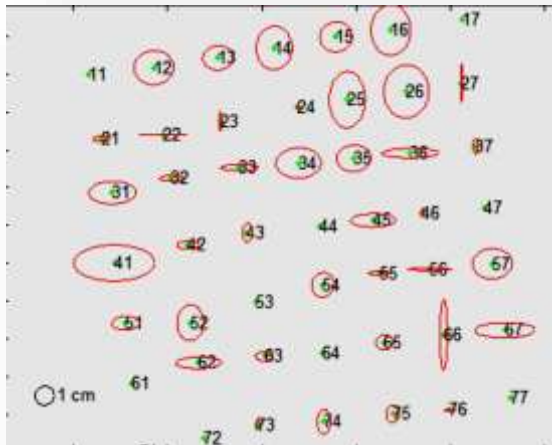
Vízszintes hiba
(2,1 cm)



Magassági hiba
(3,0 cm)

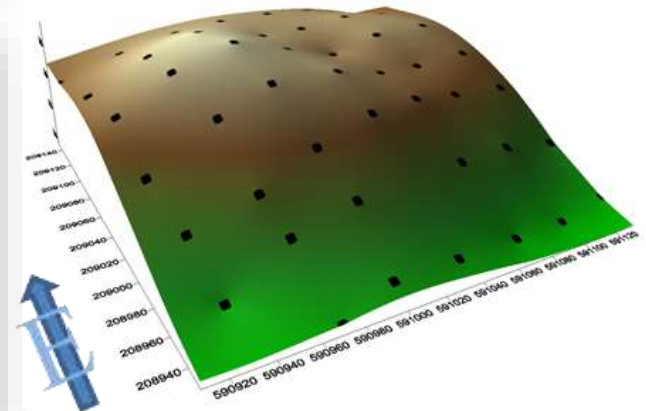


Y-X irányú hiba aránya
(1,5 – 1,1 cm)



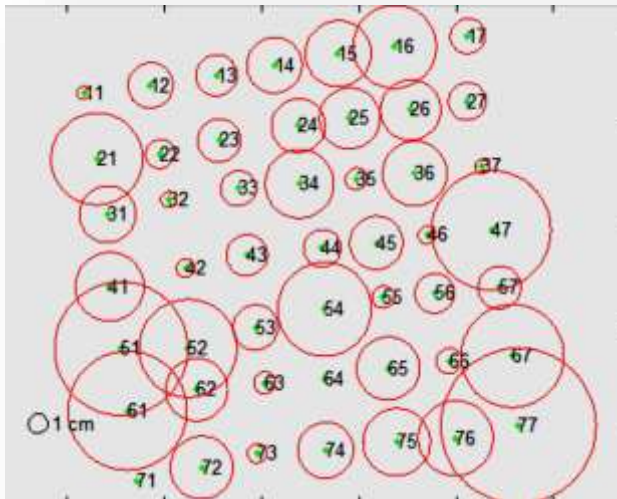
Jellemzői:

- merevszárnyú
- kalibrált kamera (16 Mp)
- ~300 felvétel
- 120 m rep. magasság



5-ös számú UAV

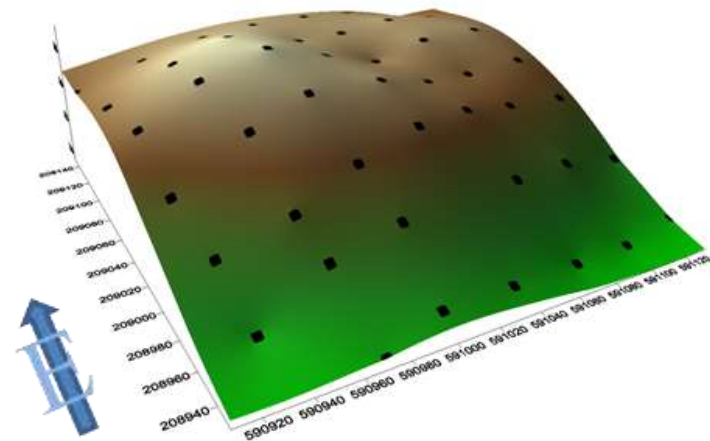
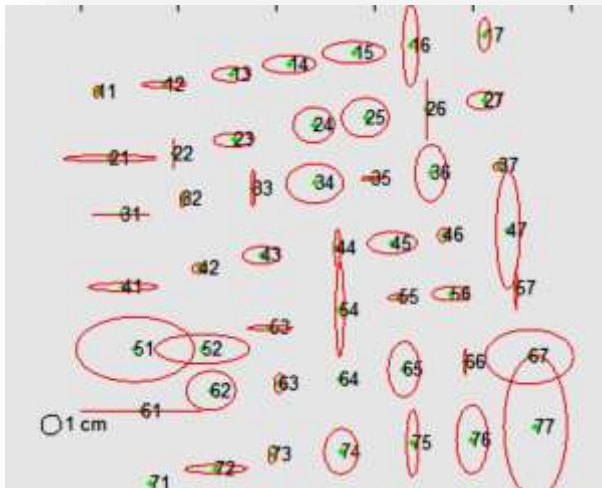
Vízszintes hiba
(2,9 cm)



Jellemzői:

- *merevszárnyú (saját fejlesztésű)*
- *nem kalibrált kamera (16 Mp)*
- *~170 felvétel*
- *90 m rep. magasság*

Y-X irányú hiba aránya
(1,9 – 1,7 cm)



Összegzés

- **Az UAV/UAS adatgyűjtési technológiák a geodéziai célra általában elvárt 1-3 cm pontosságot képesek biztosítani.**
- **A tesztrepülések alapján hibalehetőségként felmerült: a repülési irány hatása, a képek átfedésének száma, a terepviszonyok hatása (változó relatív repülési magasság)**
- **A bemutatott példák alátámasztják a feltételezést, mely szerint szükség van egy megbízható terepi kalibrációra, pontossági minősítésre.**
- ***Szabványként elfogadott tesztmező létesítése indokolt és szükséges!***

Köszönjük a figyelmet!

