

# Accuracy Analysis of Geometric, Trigonometric and GNSS Height Difference Levelling

## Analiza točnosti određivanja visinskih razlika geometrijskim, trigonometrijskim i GNSS nivelmanom

Izv. prof. dr. Mladen Zrinjski

Prof. dr. Đuro Barković

Sergej Baričević, mag. ing.

Luka Alaupović, mag. ing.

Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet



# Sadržaj prezentacije

- 3D katastar u Republici Hrvatskoj
- Nivelman i metode niveliranja
- Terenska mjerenja
- Analiza rezultata mjerenja
- Zaključak

# 3D katastar u Republici Hrvatskoj

- Inicijalna istraživanja na uspostavi MLAS-a i 3D katastra
- DTM i DSM - nedovoljno točni visinski podaci
- Nepostojeći pravilnik o 3D katastarskoj izmjeri
- Postojeći Pravilnik o katastarskoj izmjeri i tehničkoj reambulaciji
  - zahtijevana 2D točnost – 0,1 m
- Hoće li uvođenje 3D katastra zahtijevati nove troškove u vidu obnove mjerne opreme?

# Nivelman i metode niveliranja

- Nivelman - postupak kojim se određuju visine točaka na Zemlji s obzirom na odabranu plohu
- Geodetske metode niveliranja:
  - Geometrijski nivelman
  - Trigonometrijski nivelman
  - GNSS nivelman

# Terenska mjerenja

- Testno polje u Rijeci – zatvoreni nivelmanski vlak – 12 točaka – 600 m
- Geometrijski nivelman
  - optički nivelir Leica NA730
- Trigonometrijski nivelman
  - geodetska mjerna stanica Leica TCR803
- GNSS nivelman
  - GNSS komplet Leica Viva (prijamnik CS10 + antena GS08)
  - CROPOS

# Analiza rezultata mjerenja (1)

$\Delta H$	Geometrijski nivelman (1)	Trigonometrijski nivelman (prosječna vrijednost) (2)	Trigonometrijski nivelman Sesija 1 (2.1)	Trigonometrijski nivelman Sesija 1 (2.2)	GNSS nivelman (prosječna vrijednost) (3)	GNSS nivelman Sesija 1 (3.1)	GNSS nivelman Sesija 1 (3.2)
From-To	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1P-2P	-2,115	-2,114	-2,111	-2,117	-2,113	-2,117	-2,108
2P-3P	-1,525	-1,525	-1,522	-1,528	-1,509	-1,500	-1,517
3P-4P	-1,170	-1,170	-1,167	-1,172	-1,177	-1,183	-1,170
4P-5P	-0,038	-0,036	-0,035	-0,036	-0,036	-0,035	-0,037
5P-6P	0,166	0,166	0,166	0,165	0,170	0,169	0,170
6P-7P	0,270	0,270	0,270	0,269	0,263	0,267	0,260
7P-8P	2,536	2,536	2,539	2,532	2,527	2,528	2,525
8P-9P	0,669	0,668	0,670	0,665	0,685	0,683	0,687
9P-10P	3,429	3,430	3,430	3,430	3,415	3,415	3,415
10P-11P	-0,480	-0,480	-0,481	-0,479	-0,468	-0,462	-0,474
11P-12P	-0,556	-0,558	-0,558	-0,557	-0,569	-0,574	-0,563
12P-1P	-1,186	-1,186	-1,186	-1,186	-1,189	-1,191	-1,187
$s_{(95\%)} [mm]$	<b>2,0</b>	<b>7,9</b>			<b>17,9</b>		

# Analiza rezultata mjerenja (2)

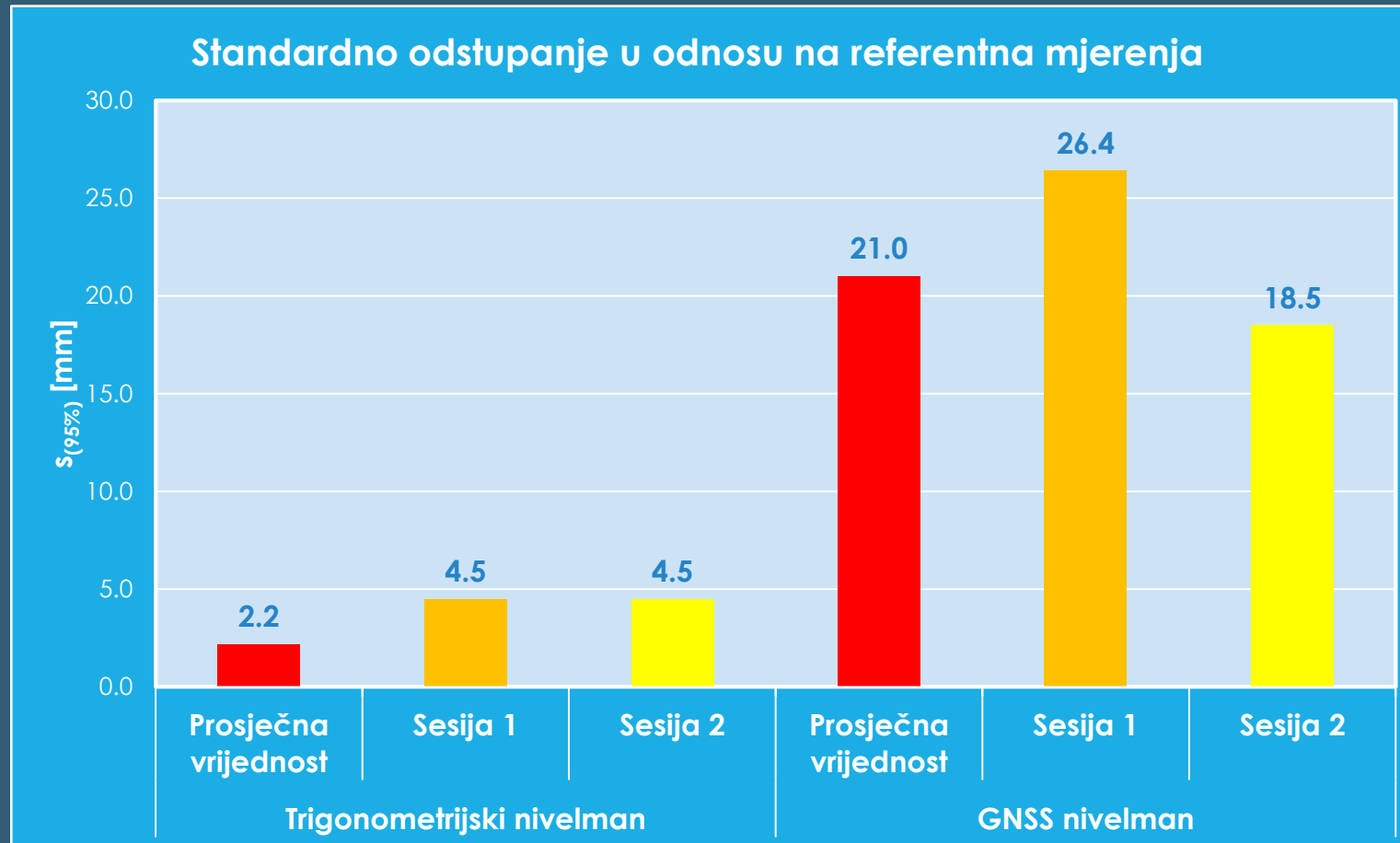
$\delta\Delta H$	(1)-(2)	(1)-(2.1)	(1)-(2.2)	(1)-(3)	(1)-(3.1)	(1)-(3.2)
From-To	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1P-2P	-0,001	<u>-0,004</u>	0,002	-0,002	0,002	-0,007
2P-3P	0,000	-0,003	<u>0,003</u>	<u>-0,016</u>	-0,025	-0,008
3P-4P	-0,001	-0,003	0,002	0,007	0,013	0,000
4P-5P	<u>-0,003</u>	-0,003	<u>-0,002</u>	-0,002	-0,003	-0,001
5P-6P	0,001	0,000	0,001	-0,004	-0,003	-0,004
6P-7P	0,000	0,000	0,001	0,007	0,003	0,010
7P-8P	0,001	-0,003	0,004	0,009	0,008	0,011
8P-9P	0,001	-0,001	0,004	-0,016	-0,014	<u>-0,018</u>
9P-10P	-0,001	-0,001	-0,001	0,014	0,014	<u>0,014</u>
10P-11P	0,000	0,001	-0,001	-0,012	<u>-0,018</u>	-0,006
11P-12P	<u>0,002</u>	<u>0,002</u>	0,001	<u>0,013</u>	<u>0,018</u>	0,007
12P-1P	0,000	0,000	0,000	0,003	0,005	0,001
$s_{(95\%)} [mm]$	<b>2,2</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>21,0</b>	<b>26,4</b>	<b>18,5</b>

# Zaključak (1)

- Standardno odstupanje između sesija
  - Geometrijski nivelman –  $s_{(95\%)}=2,0$  mm
  - Trigonometrijski nivelman –  $s_{(95\%)}=7,9$  mm
  - GNSS nivelman –  $s_{(95\%)}=17,9$  mm
- Standardno odstupanje u odnosu na referentna mjerenja (geometrijski nivelman)
  - Trigonometrijski nivelman (prosječna vrijednost) –  $s_{(95\%)}=2,2$  mm
  - Trigonometrijski nivelman (Sesija 1) –  $s_{(95\%)}=4,5$  mm
  - Trigonometrijski nivelman (Sesija 2) –  $s_{(95\%)}=4,5$  mm
  - GNSS nivelman (prosječna vrijednost) –  $s_{(95\%)}=21,0$  mm
  - GNSS nivelman (Sesija 1) –  $s_{(95\%)}=26,4$  mm
  - GNSS nivelman (Sesija 2) –  $s_{(95\%)}=18,5$  mm



# Zaključak (2)



# Zaključak (3)

- Rezultati mjerenja zadovoljavaju pretpostavljene tehničke uvjete za potrebe 3D katastra
- Geodetske tvrtke su adekvatno opremljene za prikupljanje podataka za potrebe 3D katastra
- Mjerna oprema je zadovoljavajuća te neće biti potrebne dodatne investicije
- Konačna točnost visine točke ovisi o geodetskoj osnovi

# Accuracy Analysis of Geometric, Trigonometric and GNSS Height Difference Levelling

**Hvala na pozornosti!**

**Pitanja?**