



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

POROVNÁNÍ URČOVÁNÍ POLOHY POMOCÍ VIRTUÁLNÍCH REFERENČNÍCH STANIC ZE SÍTÍ CZEPOS, TOPNET A TRIMBLE VRS NOW

JAKUB KOSTELECKÝ

**ČVUT V PRAZE, FAKULTA STAVEBNÍ, KATEDRA
GEOMATIKY**

KONFERENCE GNSS 2024, 4.2.2025, VUT V BRNĚ

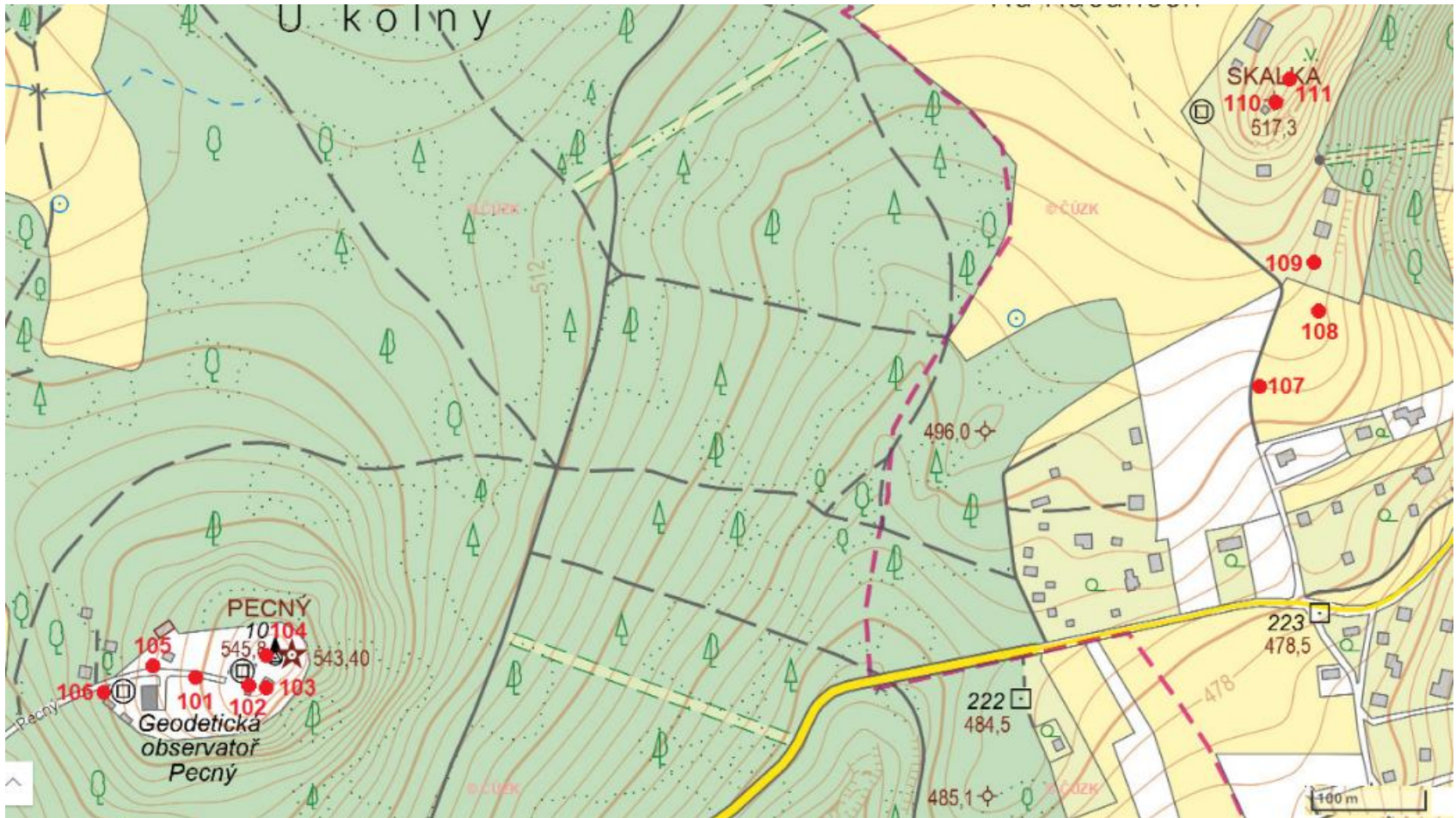
Porovnání řešení virtuálních referenčních stanic (VRS) z hlediska:

- **Rychlosti inicializace (fixování)**
- **Přesnosti určení horizontální polohy a výšky**

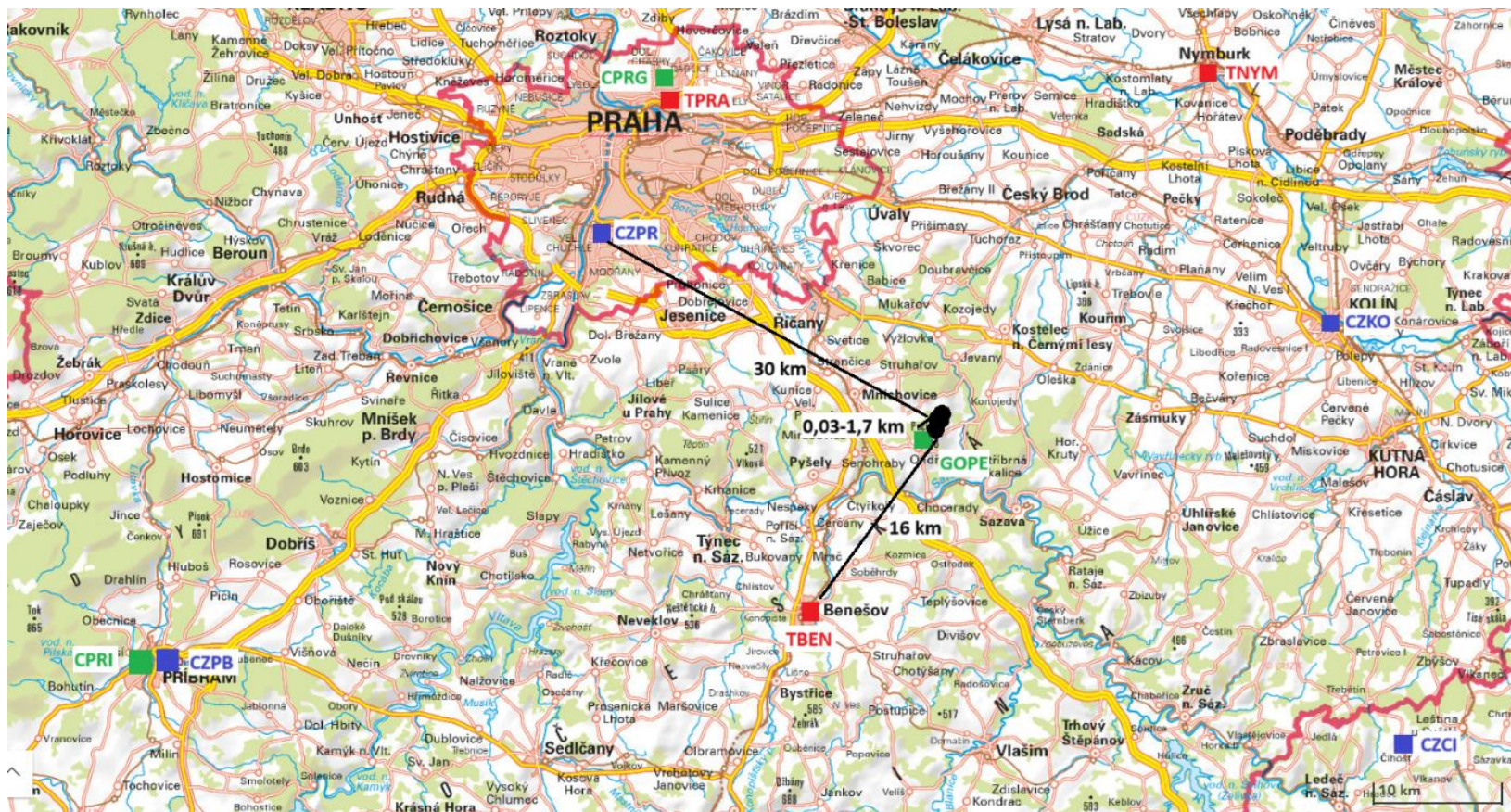
Testovací měření prováděna:

- **S různou délkou průměrování (5 sek, 15 sek, 30 sek, někdy 60 sek)**
- **V různých denních časech (0, 6, 12, 18 hod, někdy i 3, 9, 15, 21 hod)**
- **Na různých bodech (různé podmínky příjmu signálu)**
- **Na síťová řešení CZEPOS, TopNET a Trimble VRS Now**
- **S různými aparaturami**

Přehled zaměřovaných bodů 101-111



Přehled referenčních stanic sítí **CZEPOS**, **TopNET** a **Trimble VRS Now**



Použité aparatury GNSS



Topcon hiPer+



Ublox ZED F9P



Septentrio Mosaic x5

Použité aparatury GNSS



Trimble SPS855



Leica Viva GS14



Použité aparatury GNSS



Sokkia GRX3



Nivel Point 3



3GON
Positioning



Emlid Reach RS3



Emlid Reach RX1

Použité aparatury GNSS



Trimble R580



Leica GS18

Geotronics Praha

gef⁺s[®]

Přehled počtu naměřených dat

**Vyloučena měření překračující 3 σ :
horizontálně 9 cm, vertikálně 15 cm**

Aparatura	Počet dobrých měření			Počet vyloučených měření		
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now
Trimble SPS855	340	331	150	0	8	1
Trimble R580	504	504	503	0	0	1
Leica Viva GS14	405	404	372	0	0	0
Leica GS18	382	437	438	0	8	0
Topcon hiPer+	50	410	0	6	0	
Sokkia GRX3	505	506	159	0	0	0
Emlid Reach RS3	468	466	425	0	2	11
Emlid Reach RX1	460	456	423	0	4	4
Nivel System Point 3	459	460	437	1	0	20
ublox ZED F9P	449	448	440	2	0	9
Septentrio mosaic x5	120	116	120	0	4	0

Porovnání průměrných dob inicializace

Aparatura	Průměrná doba inicializace V SEKUNDÁCH				
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now		
Trimble SPS855	206	200	99		
Trimble R580	29	18	21		
Leica Viva GS14	104	65	57		
Leica GS18	64	60	53		
Topcon hiPer+	673	503	-		
Sokkia GRX3	17	27	17		
Emlid Reach RS3	57	15	14		
Emlid Reach RX1	18	12	12		
Nivel System Point 3	18	17	14		
ublox ZED F9P	13	6	4		

Porovnání průměrných dob inicializace

Pro porovnání mezi přijímači vše vztaženo k CZEPOS

Aparatura	Průměrná doba inicializace V SEKUNDÁCH			Poměry vůči CZEPOS	
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now	TopNet	Trimble VRS Now
Trimble SPS855	206	200	99	1,0	0,5
Trimble R580	29	18	21	0,6	0,7
Leica Viva GS14	104	65	57	0,6	0,5
Leica GS18	64	60	53	0,9	0,8
Topcon hiPer+	673	503	-	0,7	-
Sokkia GRX3	17	27	17	1,6	1,0
Emlid Reach RS3	57	15	14	0,3	0,2
Emlid Reach RX1	18	12	12	0,7	0,7
Nivel System Point 3	18	17	14	0,9	0,8
ublox ZED F9P	13	6	4	0,5	0,3
Průměr poměrů ze všech aparatur				0,8	0,6

Porovnání středních chyb v horizontálním směru

Z rozdílů v lokální soustavě Sever, Východ, Nahoru vypočteny střední chyby jednotlivých složek a z nich střední chyba v horizontálním směru

Aparatura	Střední chyba v horizontální směru v MM				
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now		
Trimble SPS855	10	22	23		
Trimble R580	10	13	16		
Leica Viva GS14	7	9	12		
Leica GS18	7	11	13		
Topcon hiPer+	11	13	-		
Sokkia GRX3	6	11	14		
Emlid Reach RS3	10	16	19		
Emlid Reach RX1	12	15	18		
Nivel System Point 3	11	14	18		
ublox ZED F9P	13	19	18		
Septentrio mosaic x5	6	7	11		

Porovnání středních chyb v horizontálním směru

Pro porovnání mezi přijímači vše vztaženo k CZEPOS

Aparatura	Střední chyba v horizontální směru v MM			Poměry vůči CZEPOS	
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now	TopNet	Trimble VRS Now
Trimble SPS855	10	22	23	2,3	2,4
Trimble R580	10	13	16	1,2	1,5
Leica Viva GS14	7	9	12	1,2	1,6
Leica GS18	7	11	13	1,6	2,0
Topcon hiPer+	11	13	-	1,2	-
Sokkia GRX3	6	11	14	1,7	2,2
Emlid Reach RS3	10	16	19	1,6	1,9
Emlid Reach RX1	12	15	18	1,2	1,5
Nivel System Point 3	11	14	18	1,4	1,7
ublox ZED F9P	13	19	18	1,5	1,4
Septentrio mosaic x5	6	7	11	1,2	1,8
Průměr poměrů ze všech aparatur				1,5	1,8

Porovnání středních chyb ve výšce

Aparatura	Střední chyba ve vertikálním směru v MM					
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now			
Trimble SPS855	28	34	28			
Trimble R580	16	23	24			
Leica Viva GS14	11	16	24			
Leica GS18	15	22	19			
Topcon hiPer+	10	21	-			
Sokkia GRX3	11	17	31			
Emlid Reach RS3	22	33	41			
Emlid Reach RX1	21	28	29			
Nivel System Point 3	18	30	42			
ublox ZED F9P	22	22	32			
Septentrio mosaic x5	23	32	26			

Porovnání středních chyb ve výšce

Pro porovnání mezi přijímači vše vztaženo k CZEPOS

Aparatura	Střední chyba ve vertikálním směru v MM			Poměry vůči CZEPOS	
	CZEPOS	TopNet	Trimble VRS Now	TopNet	Trimble VRS Now
Trimble SPS855	28	34	28	1,2	1,0
Trimble R580	16	23	24	1,4	1,5
Leica Viva GS14	11	16	24	1,4	2,2
Leica GS18	15	22	19	1,5	1,3
Topcon hiPer+	10	21	-	2,1	-
Sokkia GRX3	11	17	31	1,6	2,9
Emlid Reach RS3	22	33	41	1,5	1,9
Emlid Reach RX1	21	28	29	1,3	1,4
Nivel System Point 3	18	30	42	1,7	2,3
ublox ZED F9P	22	22	32	1,0	1,5
Septentrio mosaic x5	23	32	26	1,4	1,1
Průměr poměrů ze všech aparatur				1,5	1,7

ZÁVĚR

Průměrná **doba inicializace** byla nejdelší u VRS z CZEPOS, u VRS z TopNET 80%, u Trimble VRS Now 60% - inicializují rychleji.

Průměrná střední **chyba v horizontálním** směru je u VRS z TopNET o 50% horší a u Trimble VRS Now o 80% horší než u VRS z CZEPOS.

Průměrná střední **chyba ve vertikálním** směru je u VRS z TopNET o 50% horší a u Trimble VRS Now o 70% horší než u VRS z CZEPOS.

VRS z CZEPOS má nejvyšší přesnost. Ale je tu **závislost na vzdálenosti k nejbližší referenční stanici** sítě: CZEPOS 0,03-1,7 km, TopNET 16 km, Trimble VRS Now 30 km.

PODĚKOVÁNÍ

Provedení testovacích měření by nebylo možné bez vstřícnosti

- **Ing. Jana Řezníčka, Ph.D. ze Zeměměřického úřadu v Praze**
- **Ing. Zdeňka Lásky z GB-geodézie, spol. s r.o.**
- **Ing. Jany Walterové z Geotronics Praha, s.r.o.**

Děkuji za poskytnutí přístupu ke korekcím sítí referenčních stanic.

Společnostem 3gon positioning, s.r.o., ČVUT v Praze, VÚGTK, v.v.i., Geotronics Praha, s.r.o. a GEFOS, a.s. děkuji za poskytnutí aparatur GNSS.

DĚKUJI ZA POZORNOST