

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut geodézie a důlního měřictví



MOŽNOSTI KOMBINOVANÉHO SLEDOVÁNÍ  
POKLESŮ TECHNOLOGIÍ GNSS A PŘESNOU  
NIVELACÍ V PODDOLOVANÝCH ÚZEMÍCH

Brno 2016

Petr Jadviščok

# Úvod

- IGDM dlouhodobě spolupracuje s OKD a.s. v oblasti sledování poklesů
- Hlubinné dobývání na za následek deformaci zemského povrchu  $\Rightarrow$  vznik poklesových kotlin  $\Rightarrow$  pohyb bodů na povrchu má prostorový charakter  $\Rightarrow$  významnější je ovšem pohyb ve V směru
- Znalost vertikálních posunů je pro těžební společnosti velmi důležitá

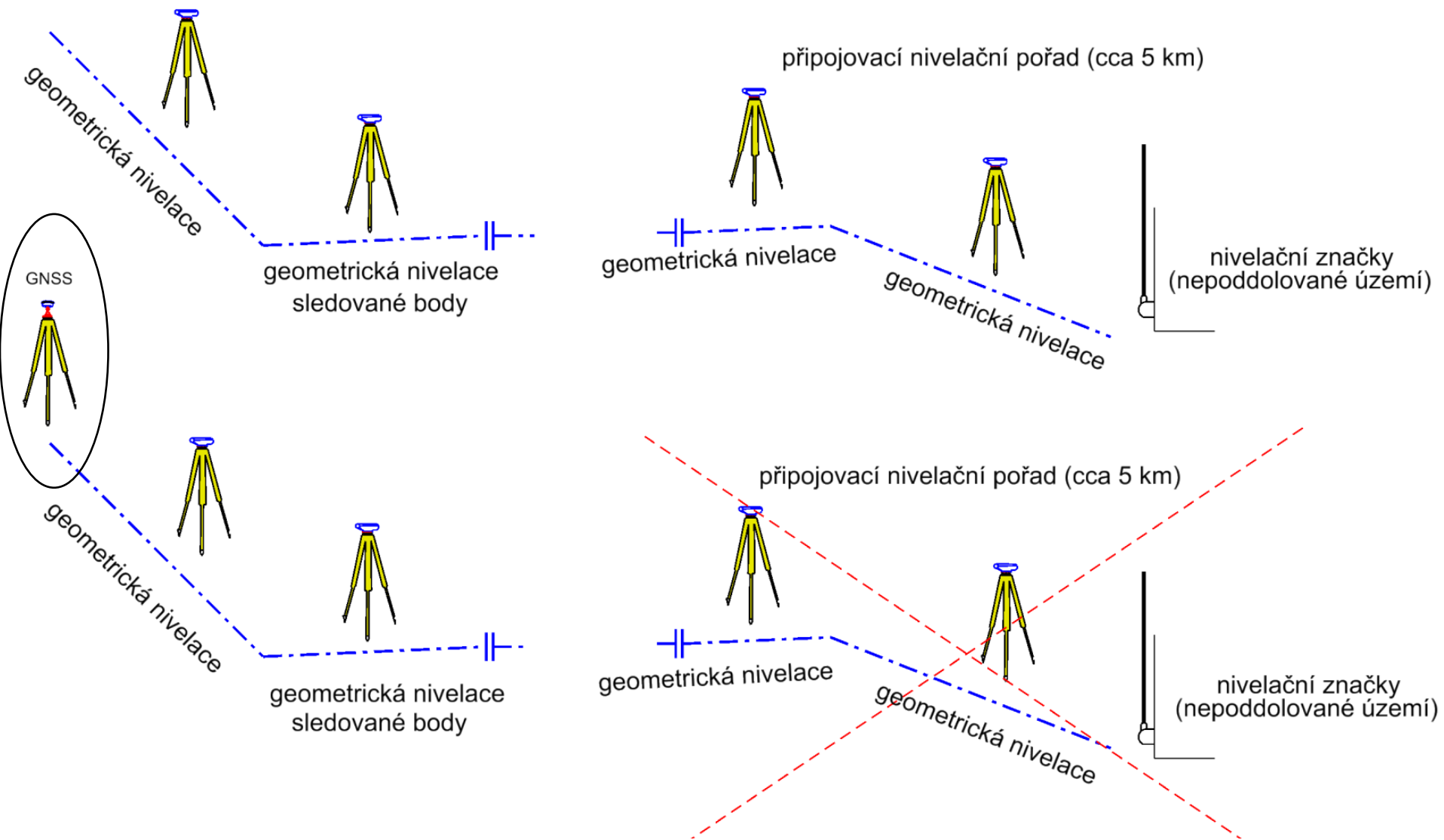
# Cíle příspěvku

- Posouzení možnosti sledování pohybů technologií GNSS především ve vertikálním směru (obecně slabší článek GNSS)
- Ověřit možnosti efektivnějšího řešení zadaných úkolů aniž by se výrazně snížila spolehlivost výsledků (v lokalitách se značnými změnami ve výšce sledovaných bodů v relativně krátkém čase - Karvinsko)

# Cíle příspěvku

- Porovnat výsledky měření (geometrická nivelace navázána na nivelační body „neovlivněné“ důlní činností)  $\Rightarrow$  s výsledky kombinovaného zaměření (technologie GNSS – výškové připojení + geometrická nivelace)
- Zjistit, do jaké míry se do výsledků promítanou negativní faktory spojené s aplikací technologií GNSS

# Cíle příspěvku

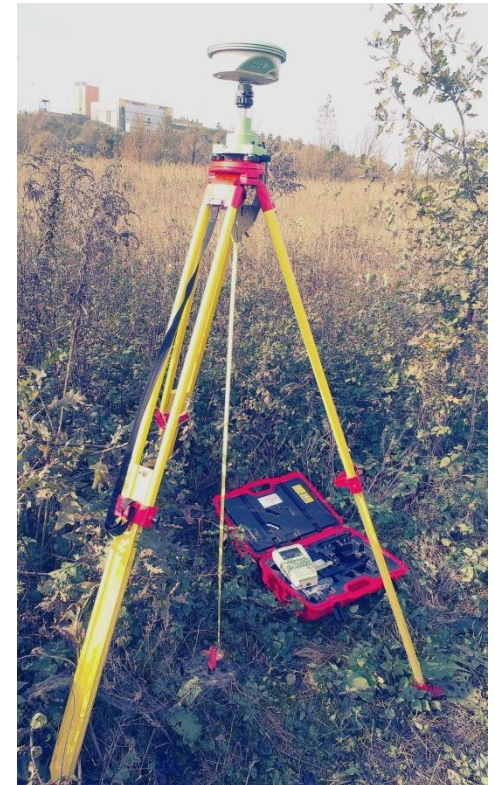
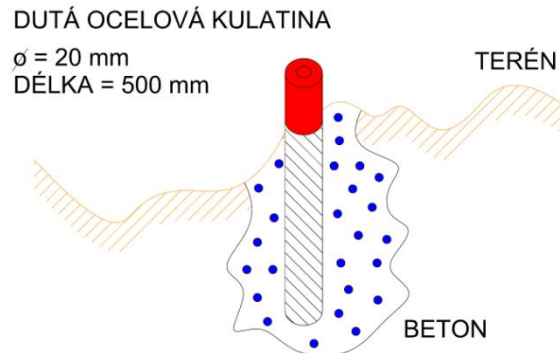


# Zadání objednatele

- Sledování vertikálních posunů (tři etapy za rok)
- Trvalá stabilizace sledovaných bodů dle požadavků objednatele

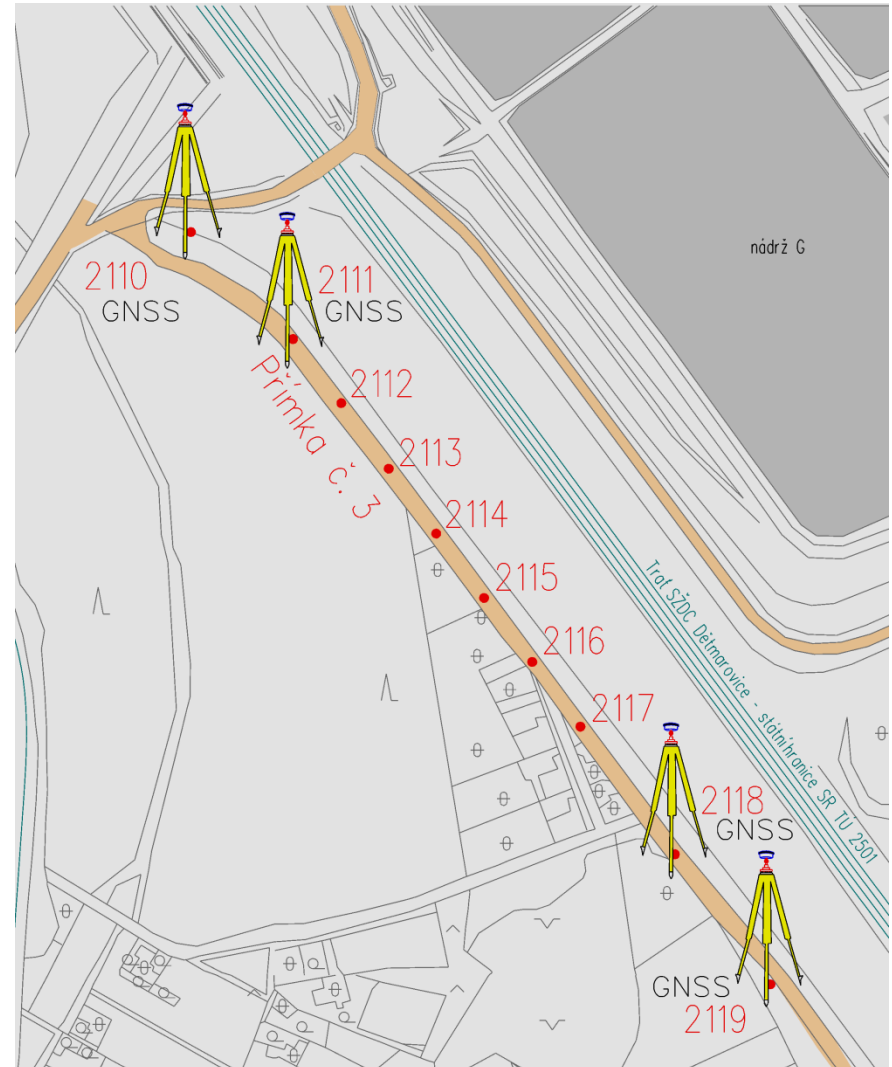
Požadavkem bylo nejen sledování poklesů ale také mezietapových vodorovných posunů

Stabilizace ⇒



# Metody měření

- Poklesy  $\Rightarrow$  geometrická nivelace ze středu (charakteru přesné nivelace)
- Posuny  $\Rightarrow$  kombinace technologie GNSS a terestrického zaměření



# Metodika měření

- Technologie GNSS byla použita primárně pro stanovení geometrického základu (dvě dvojice bodů na každé měřické přímce) – ostatní body polygonometricky  $\Rightarrow$  množství dat, které je možno využít pro porovnání (observace GNSS probíhaly na zvolených bodech v rámci každé etapy)

Parametry měření: rychlá statická metoda, lokalita Stonava, OKD	
Délka observace	10 - 15 min.
Elevační maska	10°
GNSS systém	NAVSTAR GPS
Interval záznamu	5 s.

Reference: CFRM (CZEPOS)

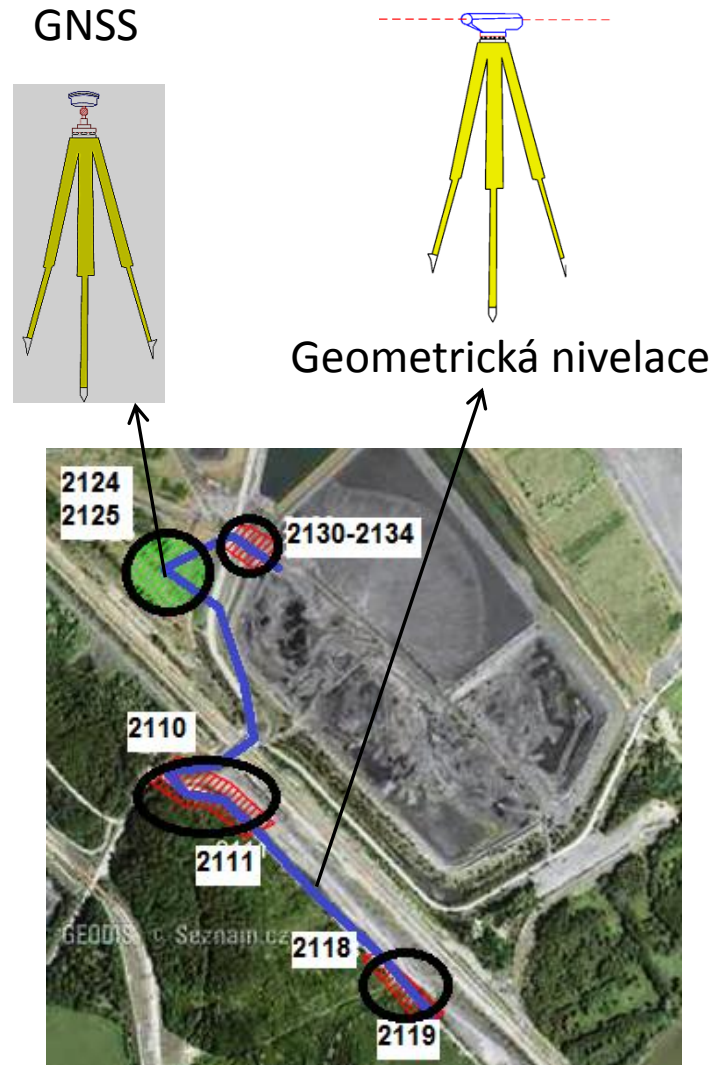


# Metodika měření

- Připojení GNSS (vždy navázáno na body mimo důlní vlivy)
- Nivelační měření = obdobná situace (nutnost připojovacích pořadů délky několika km)
- Nejistota ve stabilitě výchozích bodů (ani kontrolní měření nemusí odhalit – číselně blízké vertikální deformace na obou bodech – pro ověření)

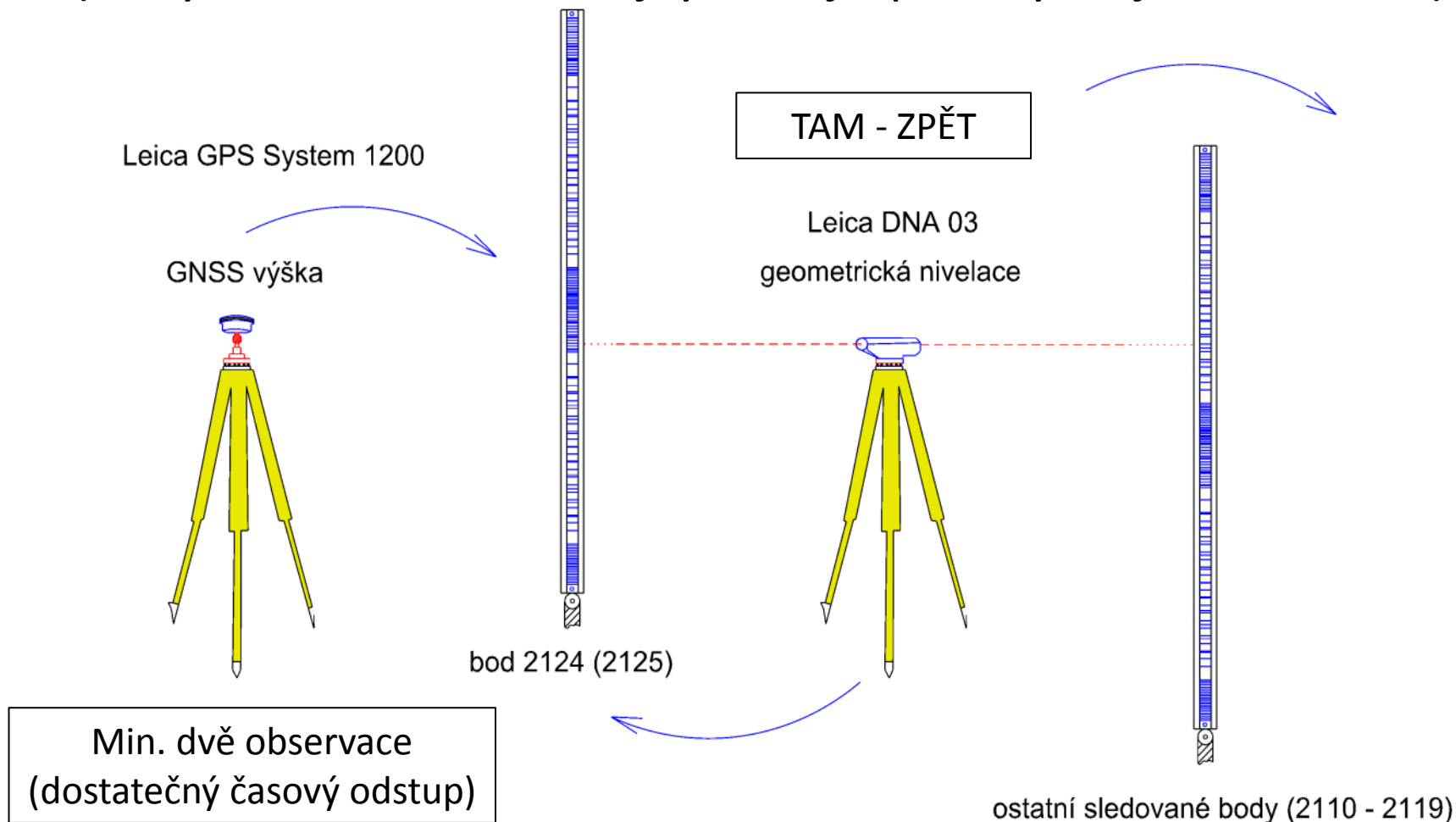
# ? Metodika měření ?

- Nabízí se otázka  $\Rightarrow$  využít GNSS nejen k polohovému připojení ale také výškovému připojení s kombinací geometrické nivelace
- Pro tyto lokality (změny až v [dm] za  $\frac{1}{4}$  roku)
- Dvě observace (nezávislé)  $\Rightarrow$  pozice s min. negativních faktorů = vhodná výšková reference



# Posouzení přesnosti určení poklesů

- Porovnání na bodech pozorovací přímky (2110 - 2119)
- (body 2110 – 2119  $\Rightarrow$  nejvýraznější posuny, nejen vertikální)



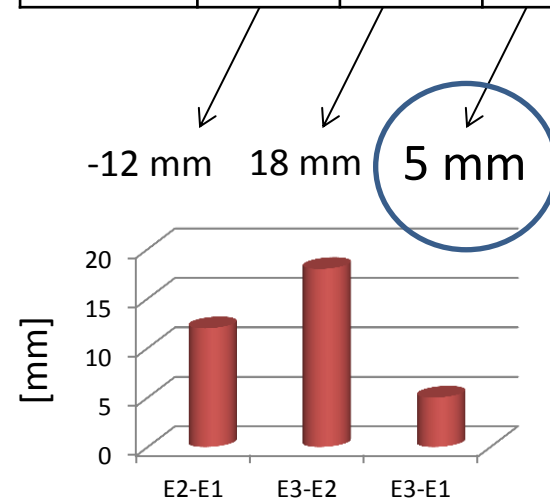
# Hodnocení dosažených výsledků

- Výchozí body (2124, 2125)
- Volba výchozí výšky (v závislosti na kvalitě observací – shoda výsledků, GDOP, apod.)

Výsledky porovnání kombinovaného zaměření (pozorovací přímka 2110-2119)

číslo bodu	Vertikální posuny (GNSS připojení + PN) [m]			Vertikální posuny (PN-připojení na nepoddolované území) [m]		
	E2-E1	E3-E2	E3-E1	E2-E1	E3-E2	E3-E1
2110	-0,048	-0,013	-0,061	-0,035	-0,026	-0,066
2111	-0,088	-0,033	-0,121	-0,075	-0,050	-0,126
2112	-0,112	-0,056	-0,169	-0,100	-0,074	-0,174
2113	-0,129	-0,070	-0,199	-0,117	-0,087	-0,204
2114	-0,147	-0,101	-0,247	-0,134	-0,118	-0,253
2115	-0,175	-0,173	-0,348	-0,162	-0,191	-0,353
2116	-0,190	-0,213	-0,403	-0,178	-0,231	-0,409
2117	-0,191	-0,220	-0,410	-0,178	-0,237	-0,416
2118	-0,172	-0,202	-0,374	-0,160	-0,220	-0,379
2119	-0,118	-0,114	-0,232	-0,106	-0,132	-0,237
2124	-0,081	-0,018	-0,099	-0,068	-0,036	-0,104
2125	-0,079	-0,018	-0,097	-0,067	-0,036	-0,102

Dosažené odchylky [m]			
body	$\Delta E2-E1$	$\Delta E3-E2$	$\Delta E3-E1$
2110 - 2134	-0,012	0,018	0,005



# Závěr

- Výsledky naznačují, že v případě použití technologie GNSS (staticky) v kombinaci s geometrickou nivelací  $\Rightarrow$  přijatelné výsledky
- Výsledky mají podobnou vypovídající hodnotu jako výsledky nivelace s připojením na nepoddolované území
- V rámci posledního porovnání (E3-E1) se výsledky téměř shodovaly
- Postup nelze obecně aplikovat  $\Rightarrow$  lokality s intenzivní těžbou (výrazné projevy ve výšce sledovaných bodů)  $\Rightarrow$  výsledky mají dostatečnou relevanci

# Závěr

- Dosažení lepších výsledků?



**PLÁNOVÁNÍ OBSERVACÍ** (dostupnost a konfigurace družic, minimalizace negativních faktorů, ...)

**Zkrácení vektorů** (referenční stanice – rover)



Referenční stanice CFRM (CZEPOS) – cca 20 km od lokality Stonava

 (přesnější výsledky?)

**Vlastní referenční stanice**

TB či ZhB (lokalita mimo negativní vliv hlubinného dobývání – Český Těšín a okolí: cca 8 – 10 km od Stonavy  $\Rightarrow$  stejná reference pro každou etapu)

**DĚKUJI ZA POZORNOST**