



Detailnejší pohľad na testovací nivelačný okruh Modra-Piesok

**Ing. Miroslava Majkráková, Ing. Branislav Droščák, PhD.,
Ing. Michal Kozák, Ing. Dušan Ferienc, Ing. Július Kováčik**
Geodetický a kartografický ústav Bratislava

miroslava.majkrakova@skgeodesy.sk, branislav.droscak@skgeodesy.sk

Odborný seminár
60 rokov pôsobenia Katedry geodetických základov
4.-5. december 2012, Kočovce, Slovensko



Úvod

- Motivácia
- Niveláčny okruh Modra-Piesok
- Metodika spracovania meraní
- Analýza meraných prevýšení
- Interpretácia výsledkov
- Záver



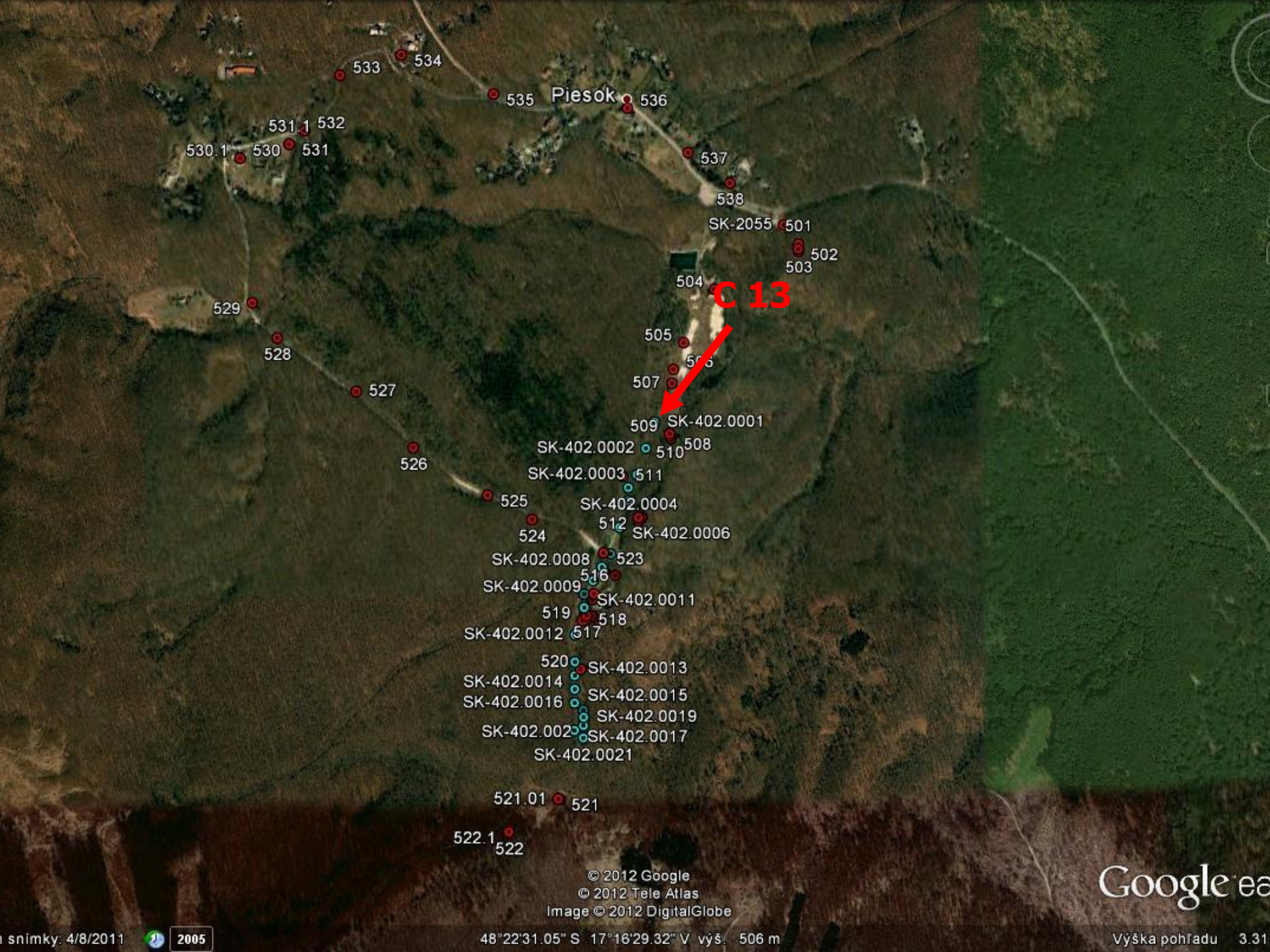
Motivácia

- GKÚ vykonáva od roku 1997 pravidelne opakované nivelačné merania na testovacom nivelačnom okruhu Modra-Piesok
- Ako oddelenie Analýz a spracovania meraní máme záujem využiť toto množstvo presných opakovaných meraní v prospech možnosti detekovania vertikálnych pohybov na území Modra-Piesok



Nivelačný okruh Modra-Piesok

- Súčasť Štátnej nivelačnej siete (ŠNS)
- Označenie v ŠNS: „*C13 Piesok-Piesok*“
- Lokalita:
 - Západné Slovensko
 - Pohorie Malé Karpaty
 - Modra, časť Piesok



C 13



© 2012 Google
© 2012 Tele Atlas
Image © 2012 DigitalGlobe

Google ea

Nivelačný okruh Modra-Piesok

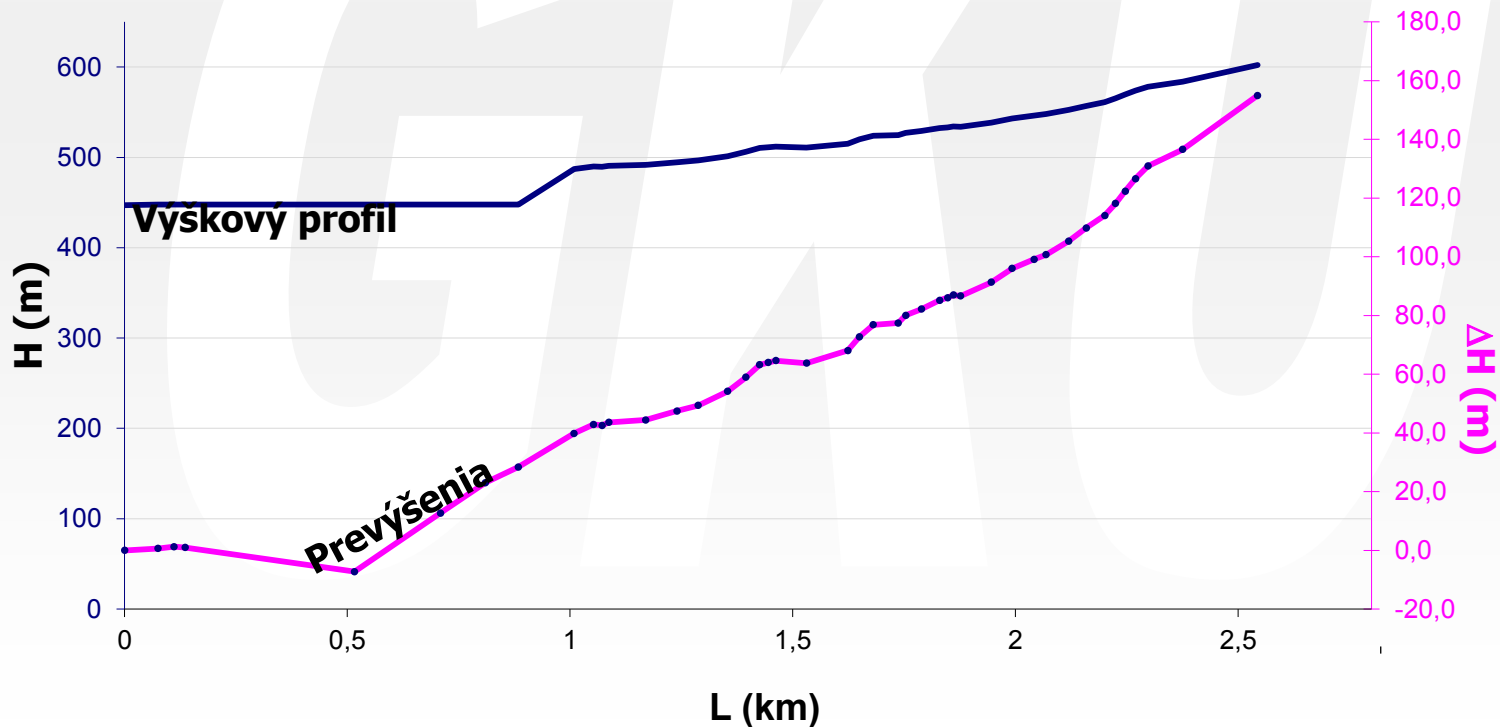
- Stabilizácia bodov:





Nivelačný okruh Modra-Piesok

- Výškové pomery: 450 – 600 m.n.m.
- Dĺžka ťahu: cca 5 km
- Počet bodov ťahu: 46 + 25 (grav.základnica)





Nivelačný okruh Modra-Piesok

Gravimetrická základnica

- Súčasťou nivelačného okruhu je aj gravimetrická mikrozákladňa
- Mikrozákladňa je súčasťou Štátnej gravimetrickej siete (SGS)
- Parametre mikrozákladne:
 - Počet bodov základnice: 21
 - Prevýšenie v mGal ...
 - Prevýšenie v mGal...
 - **Ukážka bodu, gravimetrického merani na bode**



Nivelačný okruh Modra-Piesok

- Realizácia opakovaných meraní (1997 – 2012)

Skupina	Ročné obdobie	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	SPOLU
M21204	JAR		X	X	X	X	X	X		X	X							8
	JESEŇ	X		X	X	X												4
M21205	JAR	X	X				X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	12
	JESEŇ		X															1
M21206	JAR	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	14
	JESEŇ	X		X	X	X												4
M21207	JAR	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X		X		X	12
	JESEŇ	X	X	X	X	X												5
M21208	JAR	X	X	X	X	X												5
	JESEŇ	X	X	X	X	X												5
SPOLU		8	8	8	8	8	4	4	0	4	3	3	3	2	3	1	3	70



Nivelačný okruh Modra-Piesok

■ Metodika merania

- Metóda „Veľmi presnej digitálnej nivelácie“
- Kritérium presnosti
 - $\rho \leq 2,25 \cdot \sqrt{R}$ (2. rád ŠNS)
 - $\rho \leq 1,5 \cdot \sqrt{R}$ (1. rád ŠNS)

■ Použité prístroje a pomôcky

- Wild (Leica) NA3000 a NA3003
- Leica DNA03

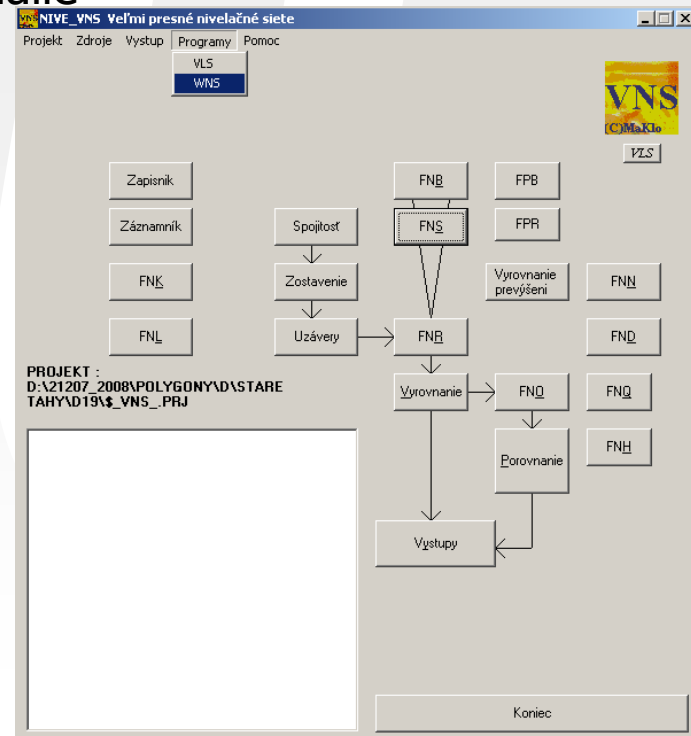
■ Účel meraní

- Zácviak a skúška nivelačných skupín pred sezónou
- Overenie nivelačných prístrojov a lát



Metodika spracovania opakovaných meraní

- Softvér NIVE_VNS (Klobušiak, 1991 – 2007)
- Uplatnenie redukcií a opráv:
 - Redukcia z tiažového zrýchlenia
 - Interpolácia úplnej Bouguerovej anomálie
 - Merané tiažové zrýchlenie
 - Oprava z rozťažnosti invarového pásu
- Vyrovnanie meraní:
 - voľné vyrovnanie (na bod SK 2055)
 - súborné vyrovnanie po rokoch
 - súborné vyrovnanie spolu





Analýza meraných prevýšení

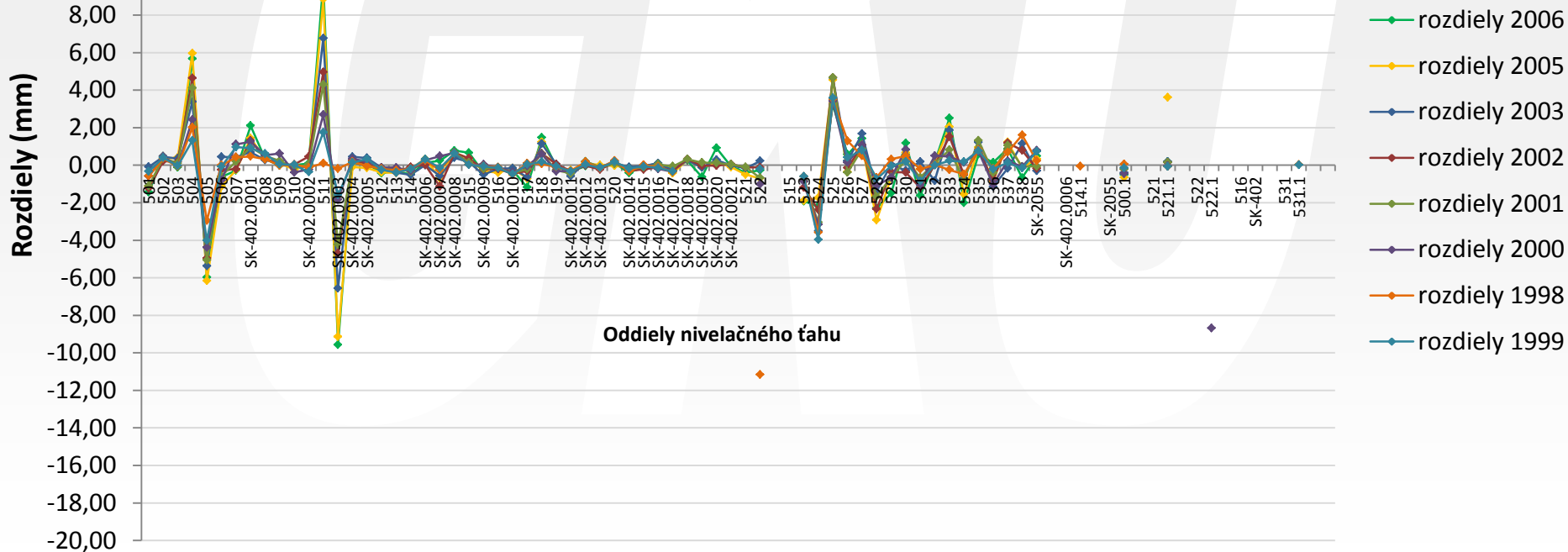
- Grafické zobrazenie meraných (nevyrovnaných) prevýšení
 - Porovnávanie meraní jednotlivých meračských skupín
 - Porovnanie meraní voči referenčnému meraniu (za referenčné meranie zvolené meranie z roku 1997)
- Hľadanie vertikálnych posunov (významných zmien v prevýšeníach v čase)
- Interpretácia zistených rozdielov (vertikálnych posunov)



Analýza meraných prevýšení Meračská skupina M21204

Zistenia:

- významný vertikálny pohyb na bodoch 511 a 504 (niekoľko mm)
- ostatné rozdiely spôsobené nepresnosťami meraní v niektorých ročníkoch – (potrebné eliminovať)

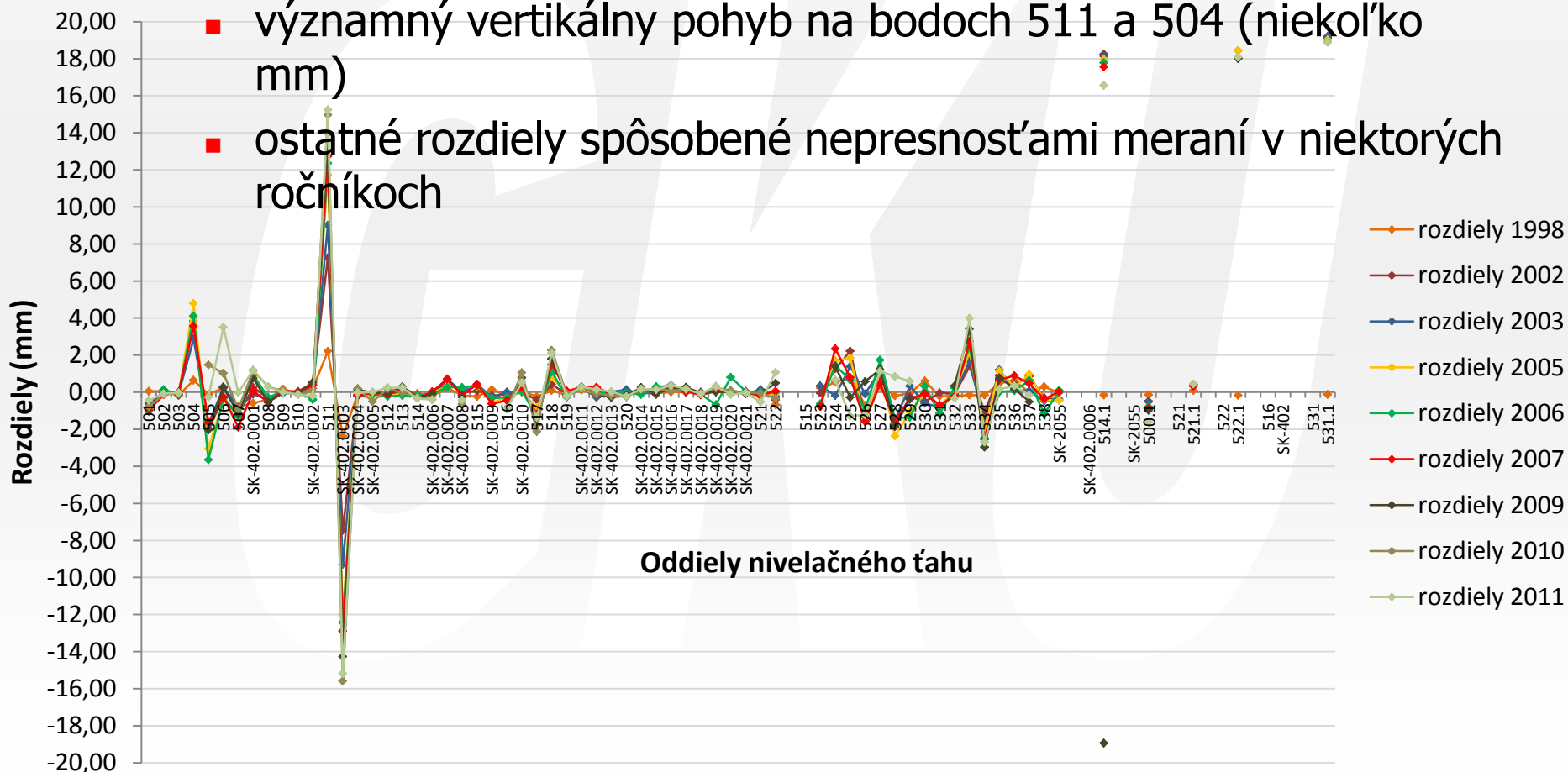




Analýza meraných prevýšení Meračská skupina M21205

Zistenia:

- významný vertikálny pohyb na bodoch 511 a 504 (niekoľko mm)
- ostatné rozdiely spôsobené nepresnosťami meraní v niektorých ročníkoch

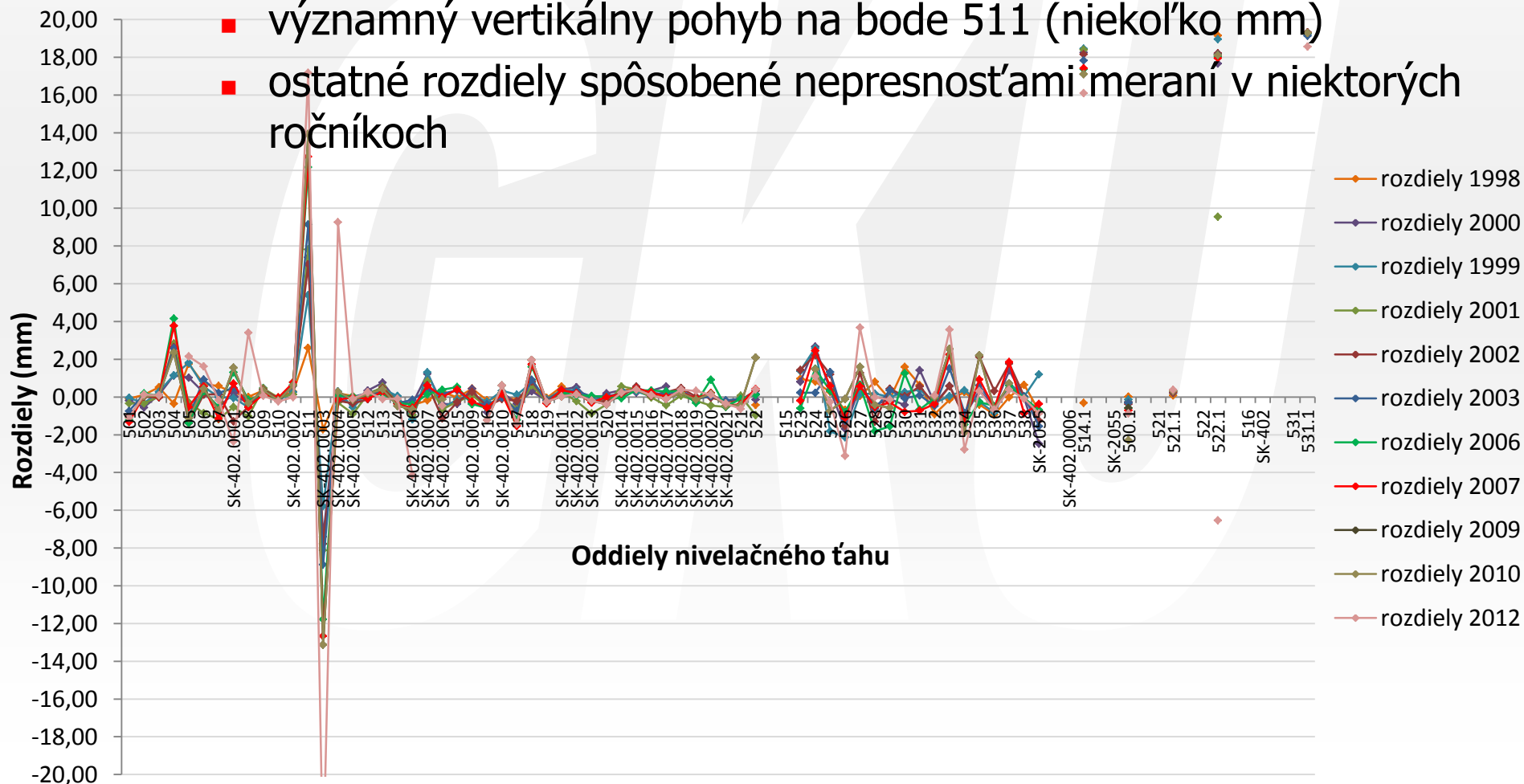




Analýza meraných prevýšení Meračská skupina M21206

Zistenia:

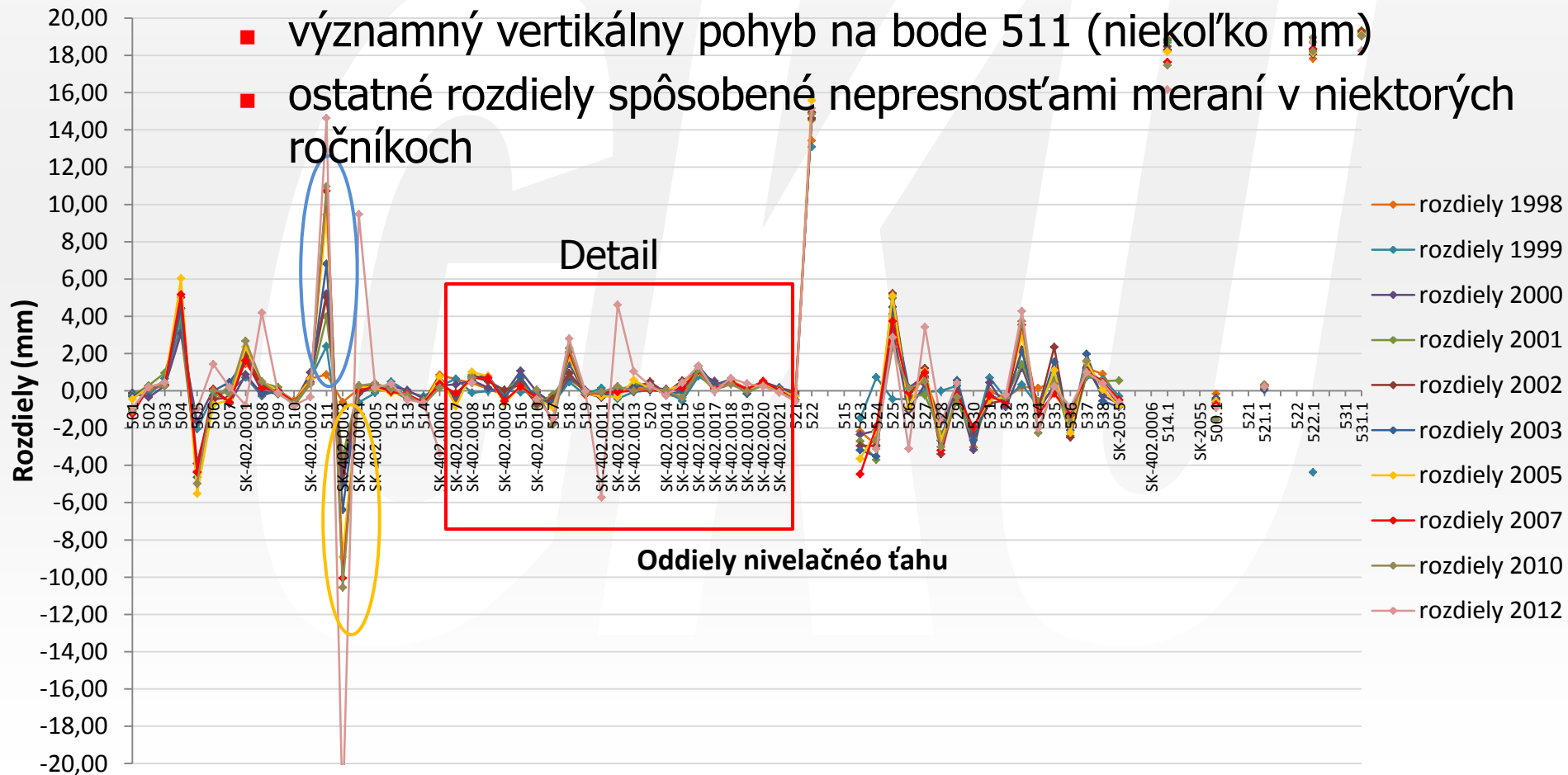
- významný vertikálny pohyb na bode 511 (niekoľko mm)
- ostatné rozdiely spôsobené nepresnosťami meraní v niektorých ročníkoch



Analýza meraných prevýšení Meračská skupina M21207

Zistenia:

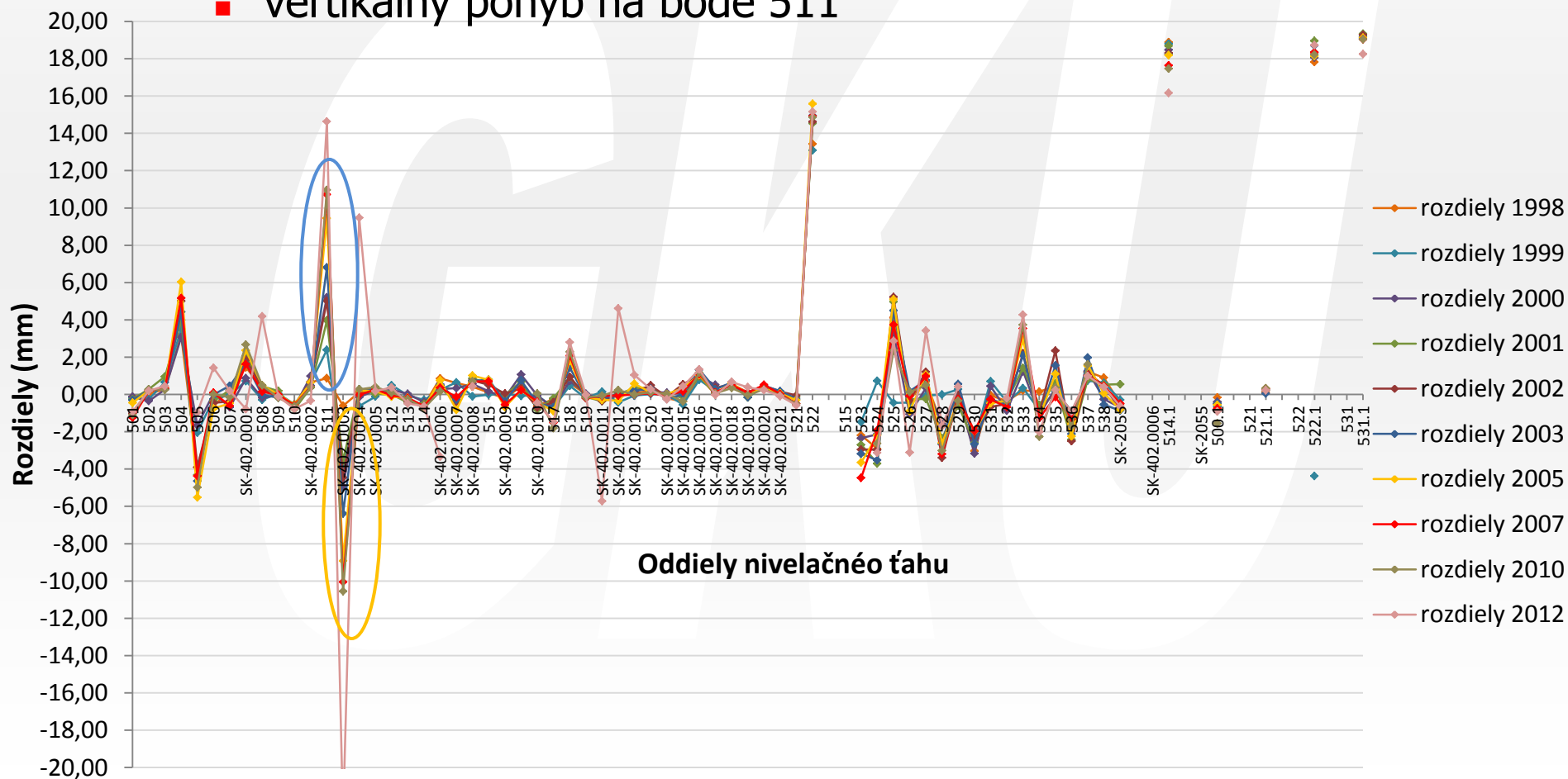
- významný vertikálny pohyb na bode 511 (niekoľko mm)
- ostatné rozdiely spôsobené nepresnosťami meraní v niektorých ročníkoch





Analýza meraných prevýšení Meračská skupina M21207

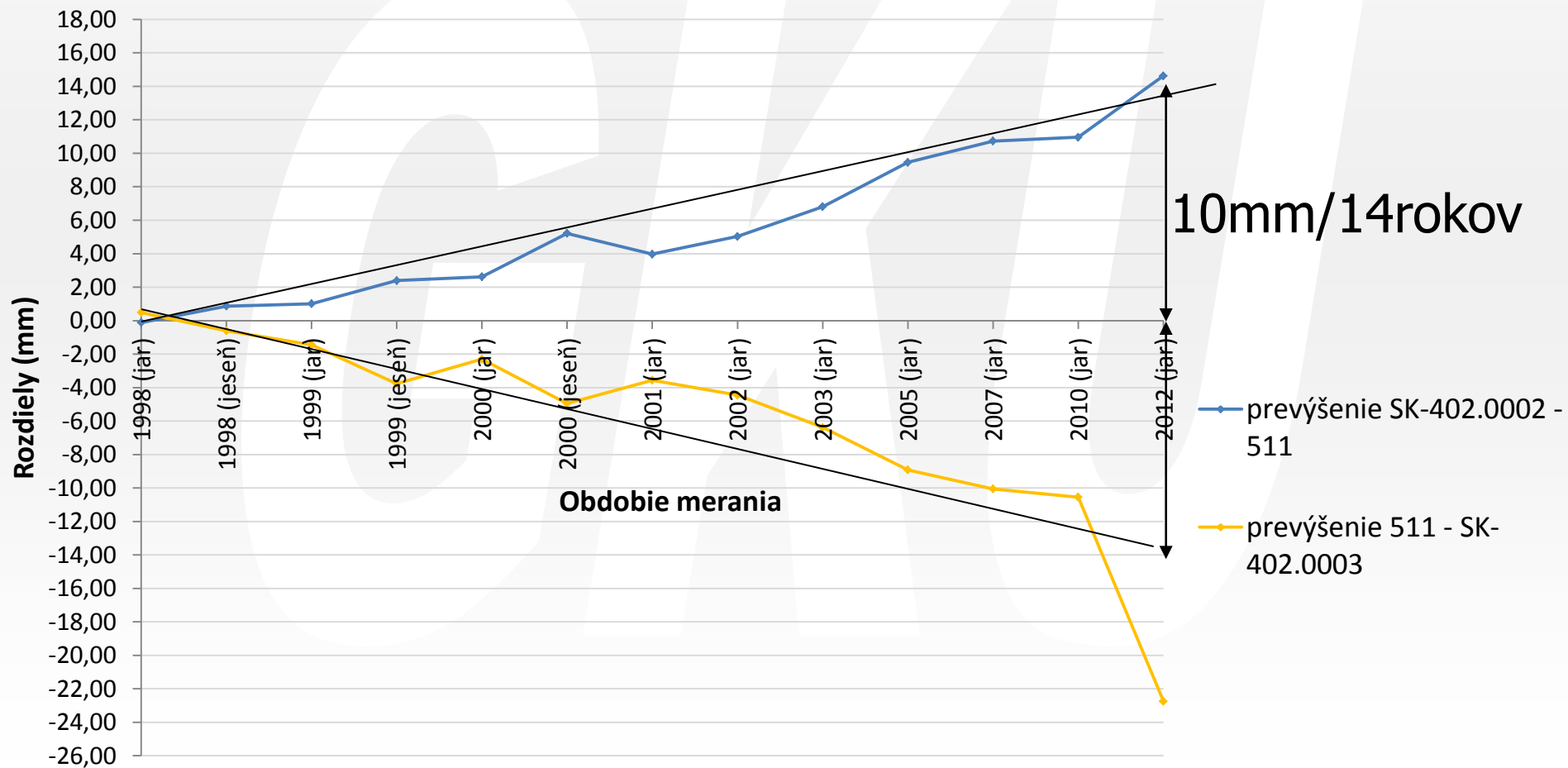
■ vertikálny pohyb na bode 511





Meračská skupina M21207

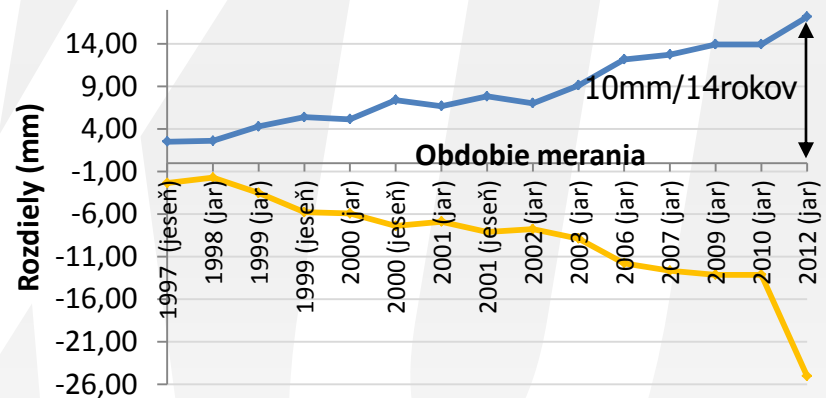
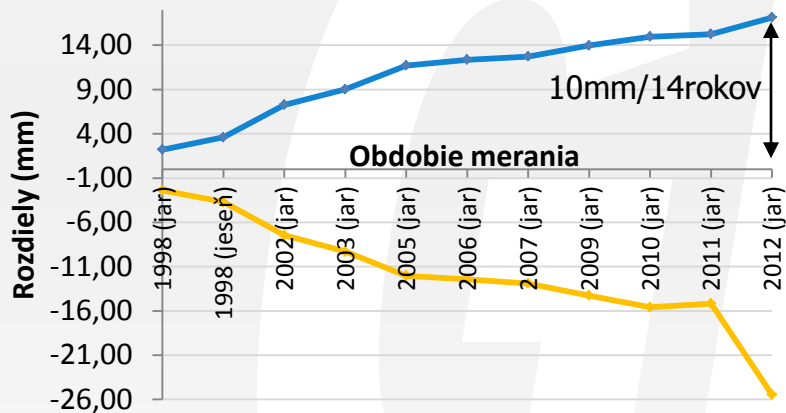
Rozbor vertikálneho pohybu na bode 511



Analýza meraných prevýšení

Vertikálny pohyb na bode 511

- Pohyb bodu 511 potvrdzujú aj merania skupín
- M21205
- M21206





Interpretácia výsledkov

- Analýzou bolo zistené:
 - Niektoré body nivelačného okruhu vykazujú systematický vertikálny pohyb
 - významný (mm/rok) – napr. bod 511
 - nevýznamný (0.1 mm/rok)
 - Viaceré merania sú odľahlé nie v dôsledku vertikálnych pohybov, ale v dôsledku chýb merania, a preto je potrebné nájsť spôsob ako ich identifikovať a z analýz vylúčiť, aby neovplyvňovali výsledky
 - Je potrebné nájsť inú formu porovnávania prevýšení ako iba voči roku 1997
- Celkovo možno považovať, že body nivelačného okruhu sú stabilné a nevykazujú (až na výnimky) vertikálne posuny



Záver

- Prezentovaný príspevok slúžil ako prvý „nástrel“ analýzy opakovaných nivelačných meraní, s cieľom nájsť vhodnú metodiku ich porovnávania a detekovania vertikálnych pohybov
- Skúsenosti ukázali, že opakované presné meranie poskytuje jedinečnú príležitosť skúmania vertikálnych pohybov, preto plánujeme v meraniach na okruhu v Modre Piesku pokračovať a podrobovať ich podrobnej analýze aj naďalej



Plány do budúcnosti

- Zaujímavé by bolo rozšírenie opakovaných nivelačných meraní aj o gravimetrické merania na všetkých bodoch nivelačného okruhu
- Plánujeme porovnať aj vyrovnané výšky vypočítané odlišným ako klasickým spôsobom (geopotenciálne kóty)
- Plánujeme aj určovanie vertikálnych rýchlostí všetkých bodov



Ďakujeme za pozornosť!

miroslava.majkrakova@skgeodesy.sk

branislav.droscak@skgeodesy.sk