

Analýza určenia fyzikálnych (nadmorských) výšok v lokálnej geodetickej sieti

Juraj Papčo, Miroslava Majkráková, Matúš Bakoň¹
Pavol Zahorec²

¹Katedra geodetických základov, SvF STU Bratislava

²Geofyzikálny ústav SAV, Banská Bystrica

SGK

**IX. SLOVENSKÁ GEOFYZIKÁLNA
KONFERENCIA
22. - 23. júna 2011**

OBSAH

1. Teória výšok
2. Určovanie fyzikálnych výšok
3. Praktický experiment
4. Záver

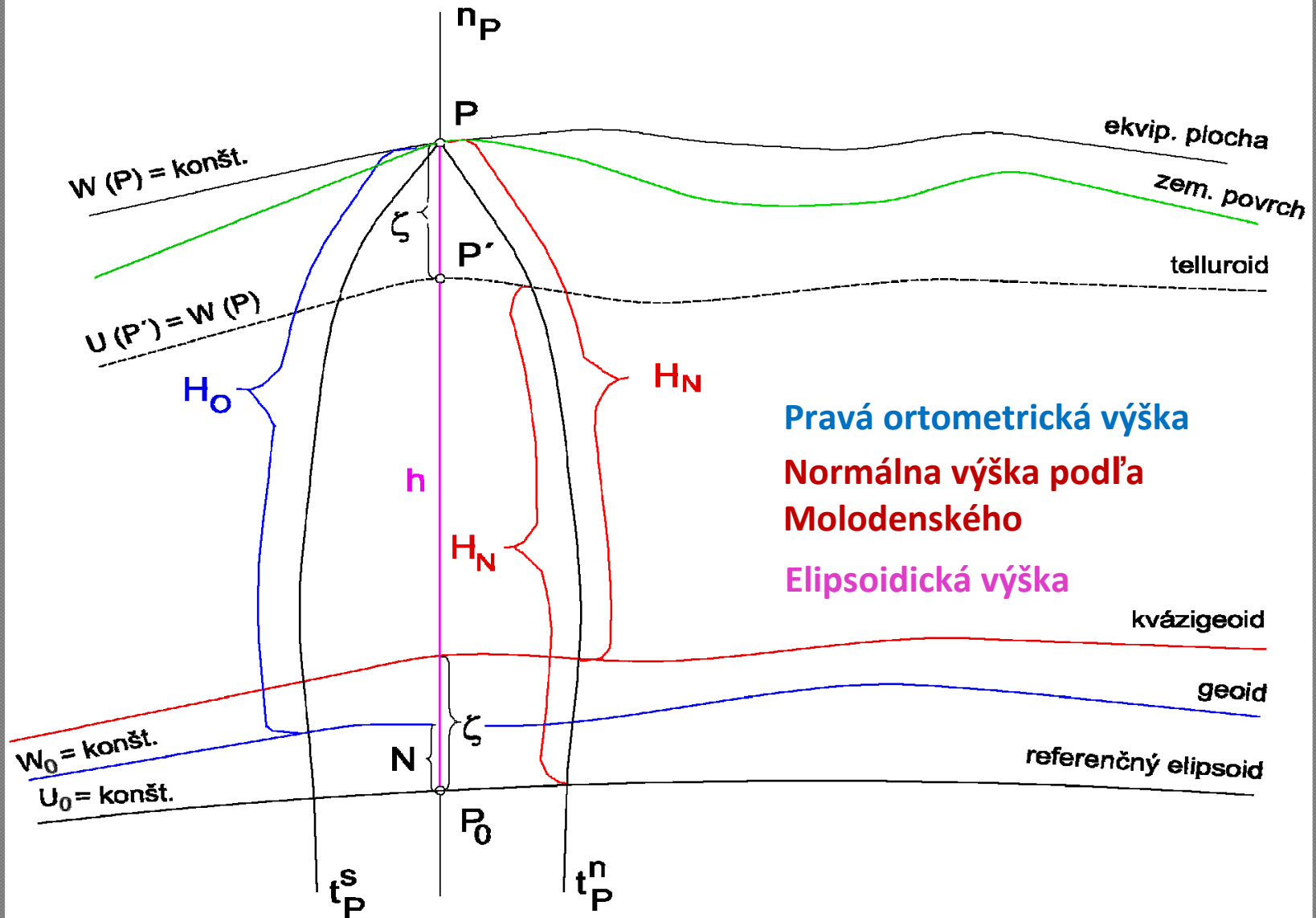
Úvod do teórie výšok

VÝŠKA – vertikálna odľahlosť bodu od zvolenej vzťažnej plochy meraná po priamke (**GEOMETRICKÁ VÝŠKA**) alebo priestorovej krivke (**FYZIKÁLNA VÝŠKA**)

FYZIKÁLNE VÝŠKY

- zavádzame z dôvodu nejednoznačnosti nivelovaných výšok
- nezávisia od trasy pripojenia
- zohľadňujú zbiehavosť ekvipotenciálnych plôch smerom k pólom a lokálne zvlnenie ekvipotenciálnych plôch vplyvom nehomogenity podložia

Úvod do teórie výšok



Metódy určovania nadmorských výšok

a) Klasický spôsob

nivelované prevýšenie +
redukcia z tiažového zrýchlenia

ortometrická korekcia

$$O_{\gamma} = -0.0000254 H_S \Delta\varphi''$$

prevodový člen

$$\Delta H = \Delta H_{niv} + O_{\gamma} + P$$

$$P = 0.0010193 (\Delta g_{JB_S} + 0.1119 H_S) \Delta H_{niv}$$

b) Využitie geopotenciálnych kót

kombinácia nivelácie a
gravimetrie

$$H_N^A = \frac{1}{\gamma_m^A} \int_0^A g dH = \frac{W_0 - W_A}{\gamma_m^A} = \frac{C_A}{\gamma_m^A}$$

c) GNSS nivelácia

kombinácia elipsoidickej výšky (GNSS) a znalosti priebehu
kvázigeoidu

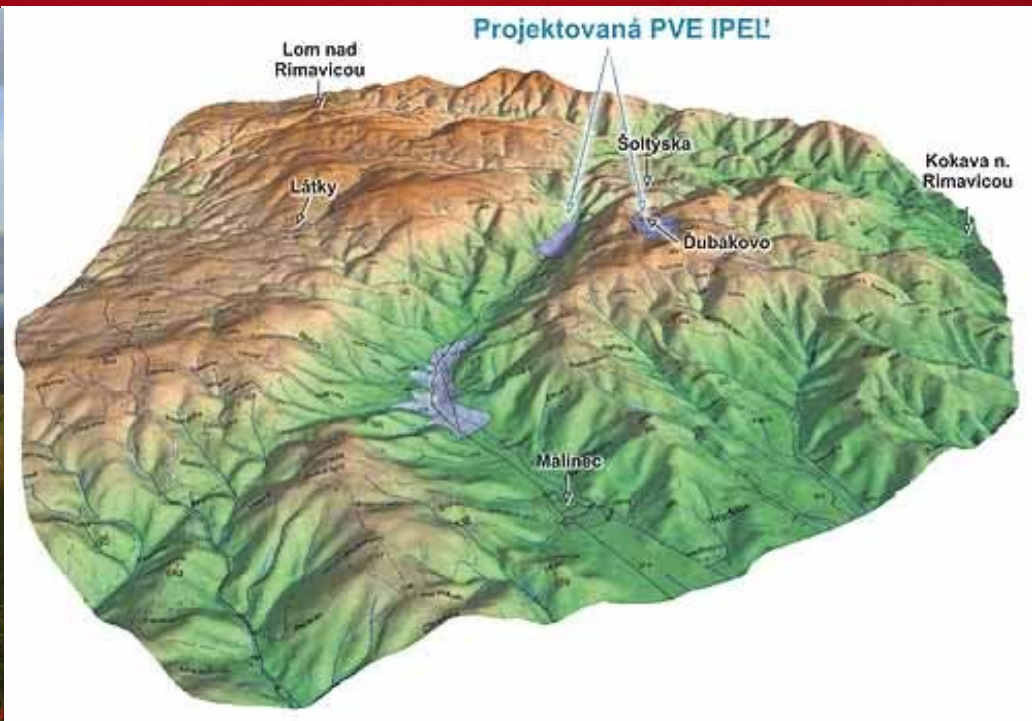
$$H_N = h - \zeta$$

Praktický experiment

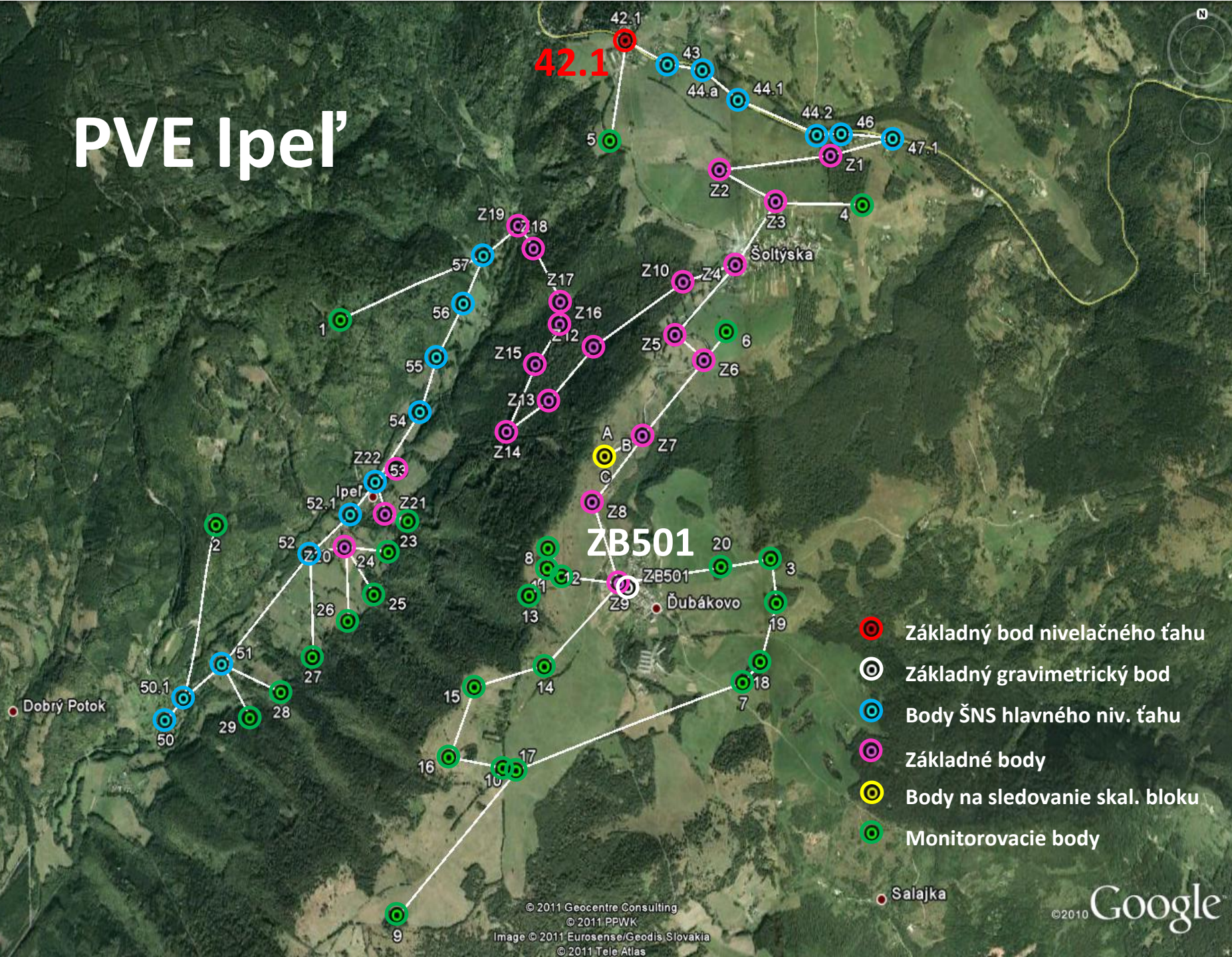
Cieľ – určiť nadmorské výšky vybraných bodov lokálnej geodetickej siete **PVE – Ipeľ** tromi spôsobmi

Lokálna geodetická sieť PVE Ipeľ

Rozloha siete – cca 40 km², nadmorské výšky - 470 až 1 100 m. n. m.



PVE Ipeľ



Klasický spôsob

KLAS_1
interpolácia Δg_{JB}

KLAS_2, KLAS_3
interpolácia Δg_{UB}

Databanka:

$$\Delta g_{JB} = g_{mer} - \gamma_0 + \delta g_{VV} - \delta g_{BD} + \delta g_{atm}$$

Interpolácia Δg_{JB} na bodoch
siete PVE Ipeľ'

Sieť PVE Ipeľ':

$$\Delta g_{VV_s} = \Delta g_{JB_s} + 0.1119 H_{s_niv}$$

$$P = 0.0010193 \Delta g_{VV_s} \Delta H_{niv}$$

$$\Delta H = \Delta H_{niv} + O_\gamma + P$$

$$H_i^N = H_{i-1}^N + \Delta H_{i-1,i}$$

Klasický spôsob

2.
interpolácia Δg_{UB}

KLAS_2:

- topokorekcie z DMR ATLAS $\rightarrow \Delta g_{UB}$

KLAS_3:

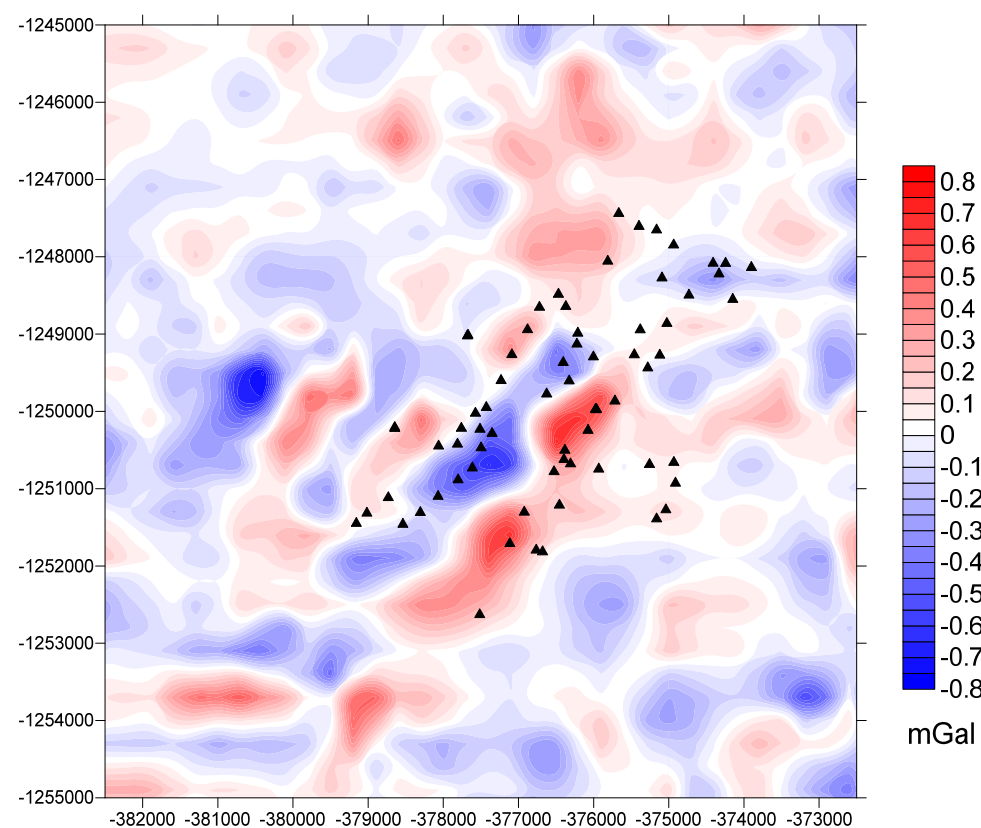
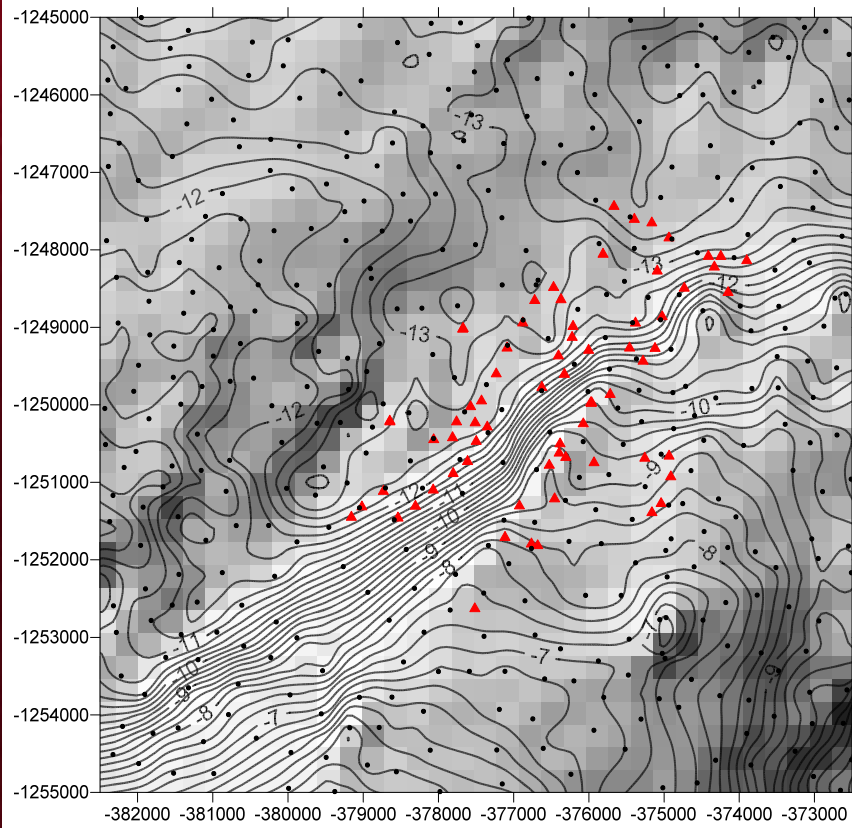
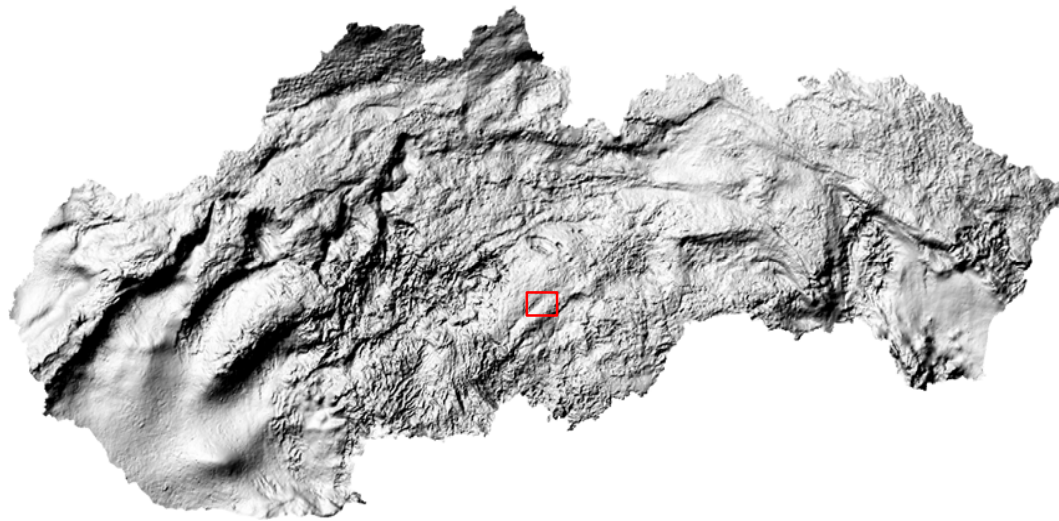
- topokorekcie z DMR-3 $\rightarrow \Delta g_{UB}$

Interpolácia Δg_{UB} na bodoch
siete PVE Ipeľ'

Sieť PVE Ipeľ':

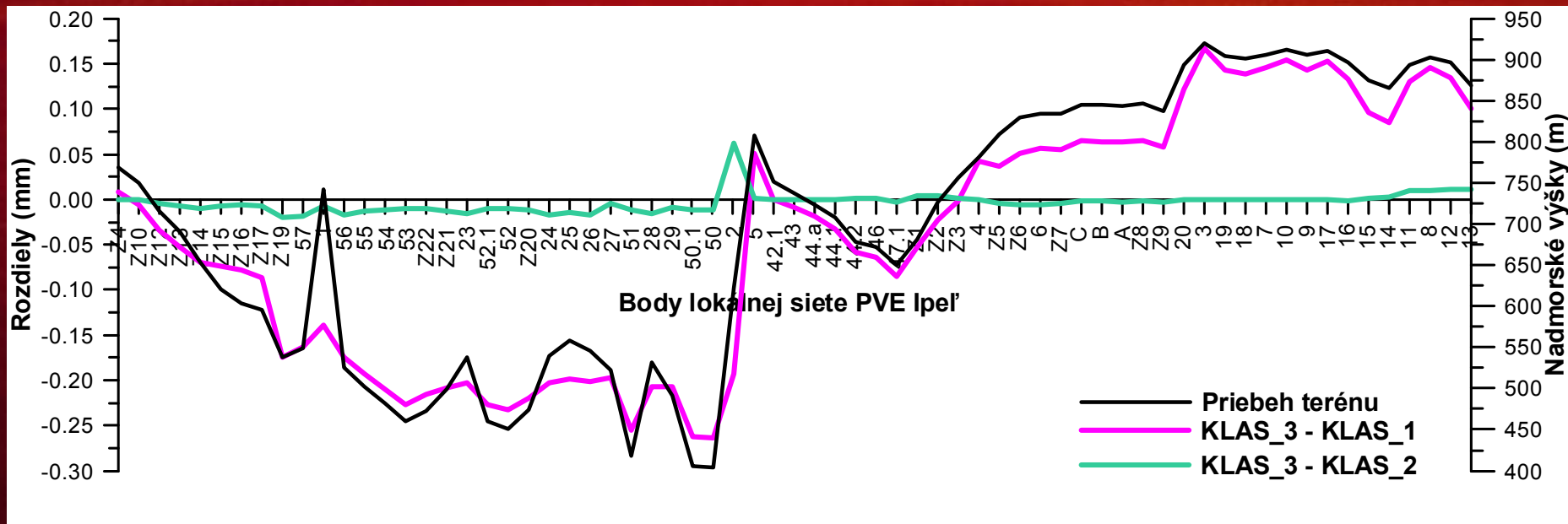
$$\Delta g_{JB} = \Delta g_{UB} - \delta g_{top} \rightarrow \Delta g_{VV_s} = \Delta g_{JB_s} + 0.1119 H_s$$

$$P = 0.0010193 \Delta g_{VV_s} \Delta H_{niv}$$



Klasický spôsob

Porovnanie klasických spôsobov KLAS_1, KLAS_2, KLAS_3



Použitie geopotenciálnych kót

g – merané,
alebo:

$$g = \Delta g_{UB} + \gamma_0 - \delta g_{VV} + \delta g_{sféra} - \delta g_{atm} - \delta g_{top}$$

GEOP_1:

- topokorekcie z DMR ATLAS $\rightarrow \Delta g_{UB} \rightarrow g$

GEOP_2:

- topokorekcie z DMR-3 $\rightarrow \Delta g_{UB} \rightarrow g$

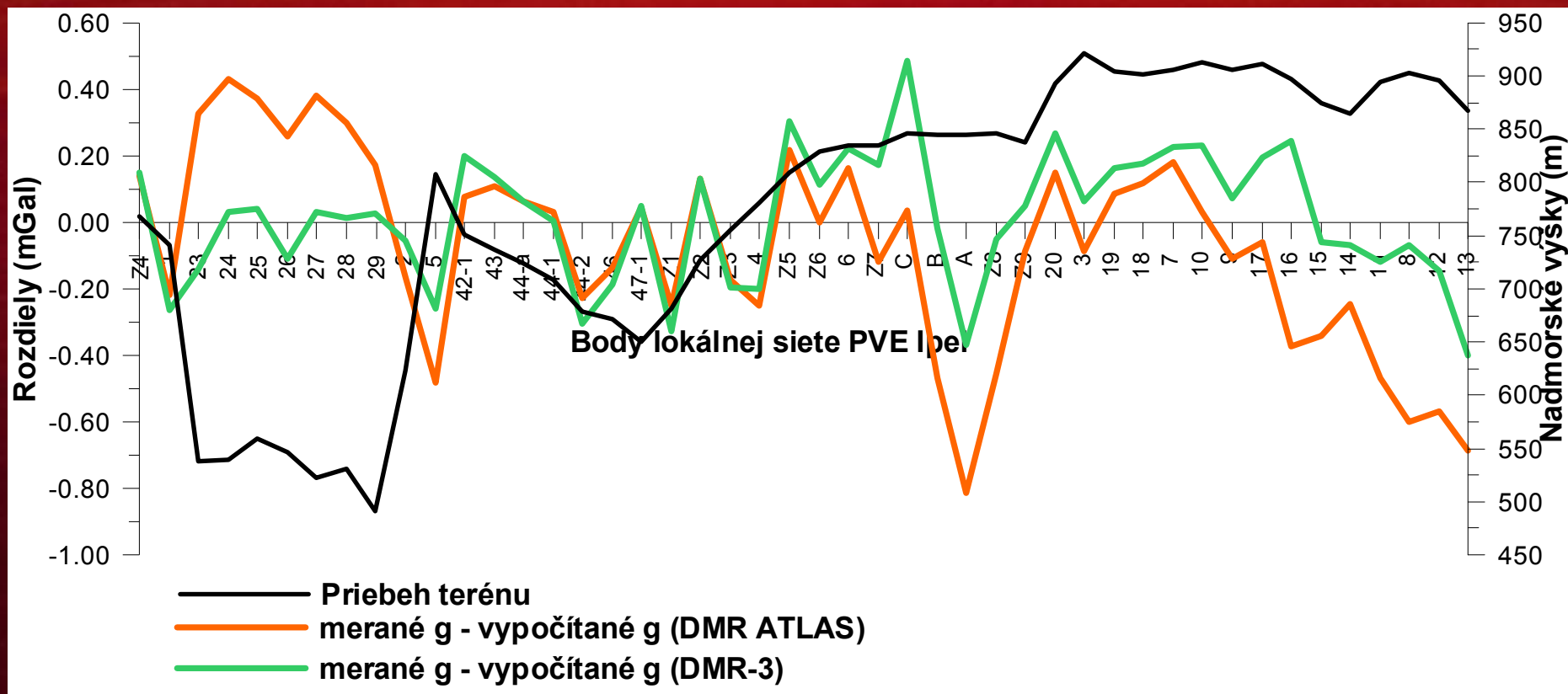
$$C_{42.1} = H_{42.1}^N \cdot (\gamma_0 - 0.1543 \cdot H_{42.1}^N) \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta C_{i,i+1} = \Delta H_{niv} \cdot g_m \cdot 10^{-5}, \quad C_i = C_{i-1} + \Delta C_{i-1,i}$$

$$H_P^N = \frac{C_{P_i}}{\gamma_m} = \frac{C_{P_i}}{\gamma_0 - 0.1543 H_{P_{i-1}}}$$

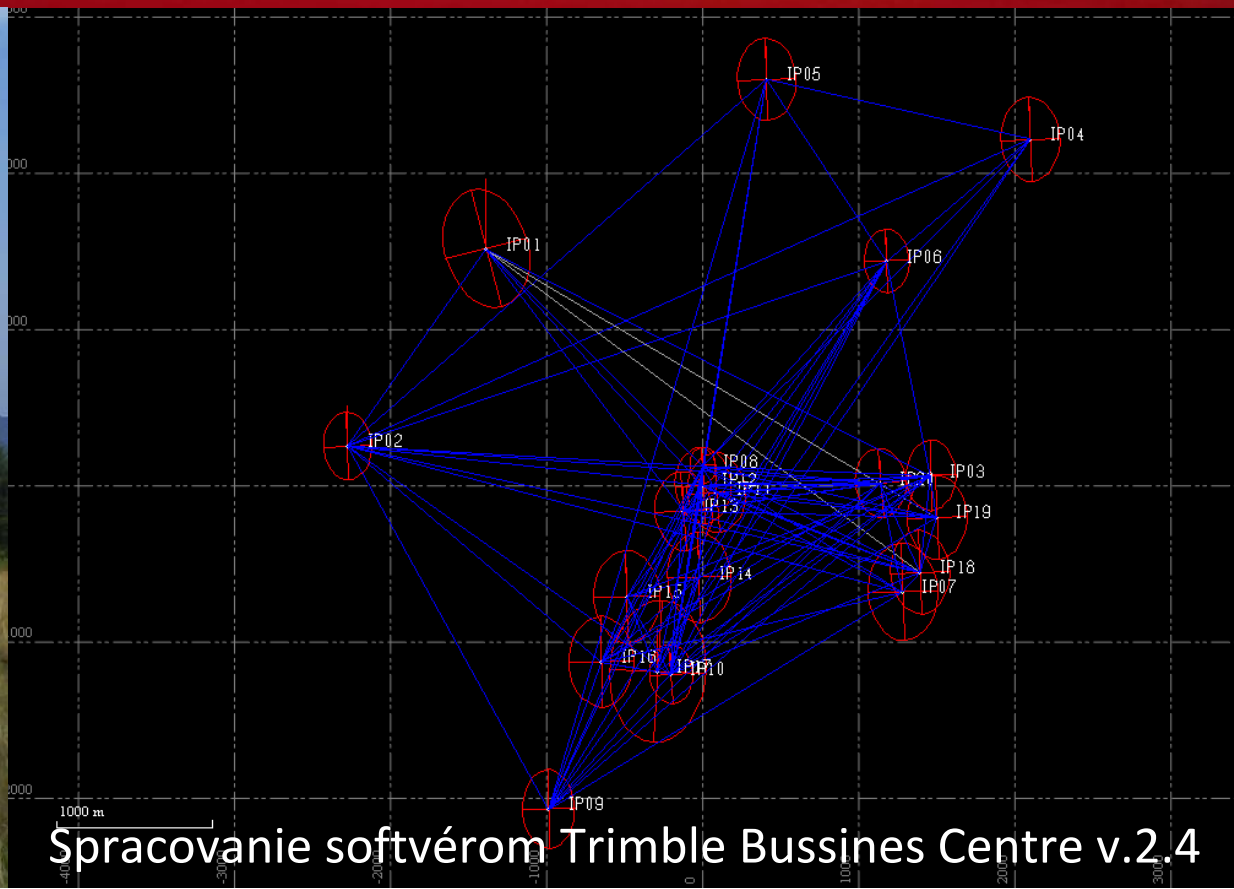
Použitie geopotenciálnych kót

Porovnanie meraných a vypočítaných tiažových zrýchlení



GNSS nivelácia

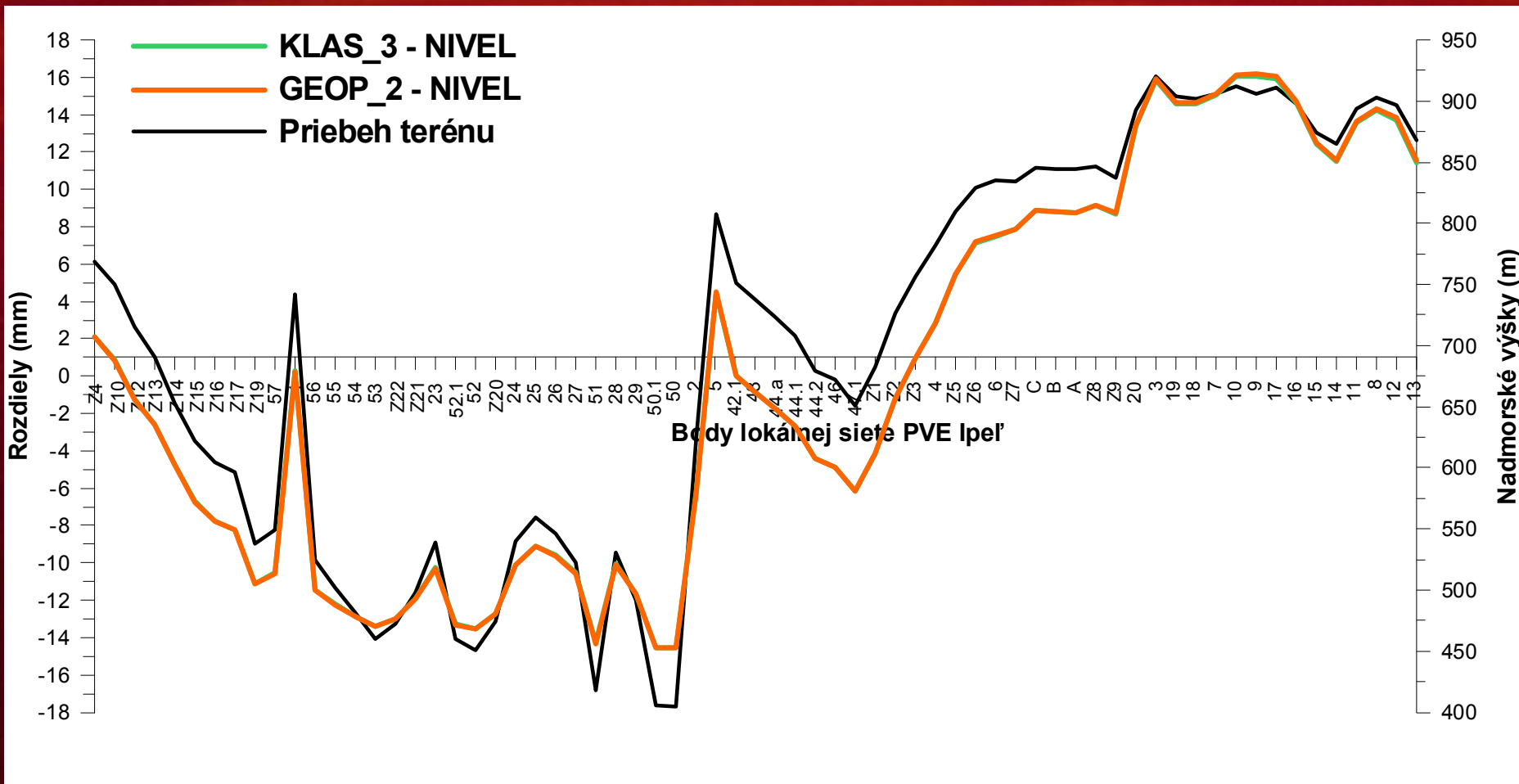
- Meranie - leto 2009, min. 24h observácia, statická metóda
- Referenčný bod siete (bod č.8) pripojený na 2 permanentné stanice Európskej permanentnej siete (EPN) – BBYS a PENC
- Model kvázigeoidu DVRM poskytovaný GKÚ (Klobušiak a kol.)



Spracovanie softvérom Trimble Bussines Centre v.2.4

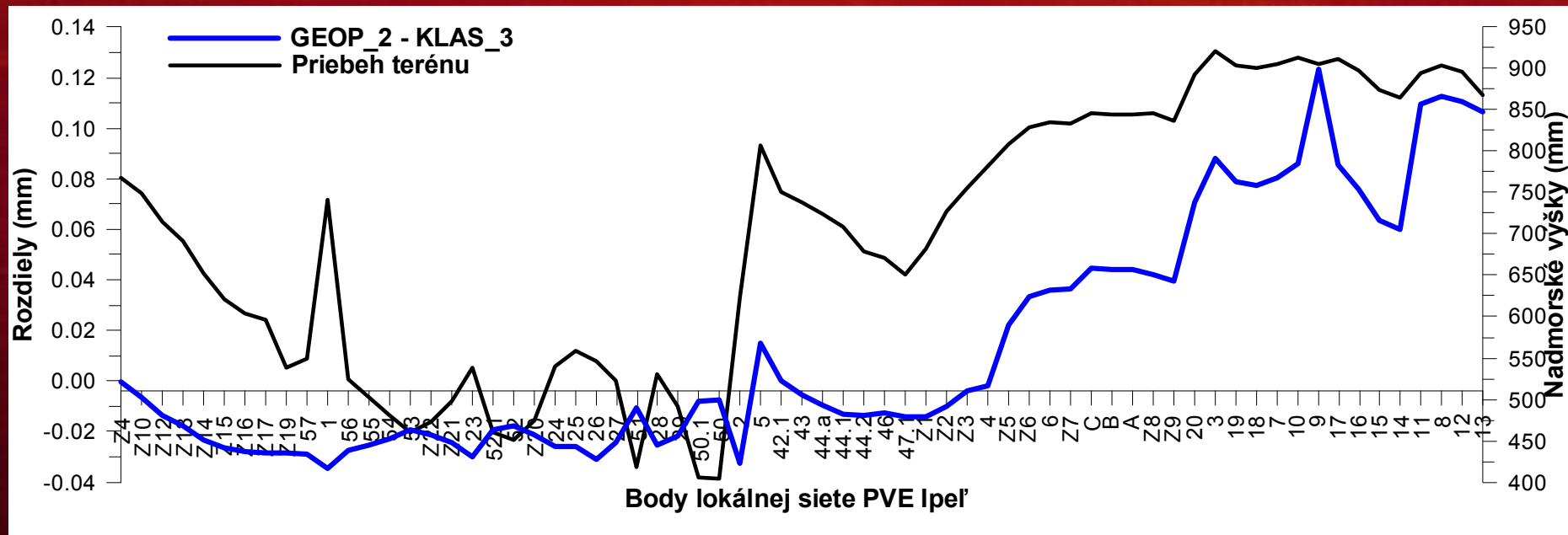
Analýza dosiahnutých výsledkov

Porovnanie normálnych výšok podľa Molodenského s „nivelovanými“



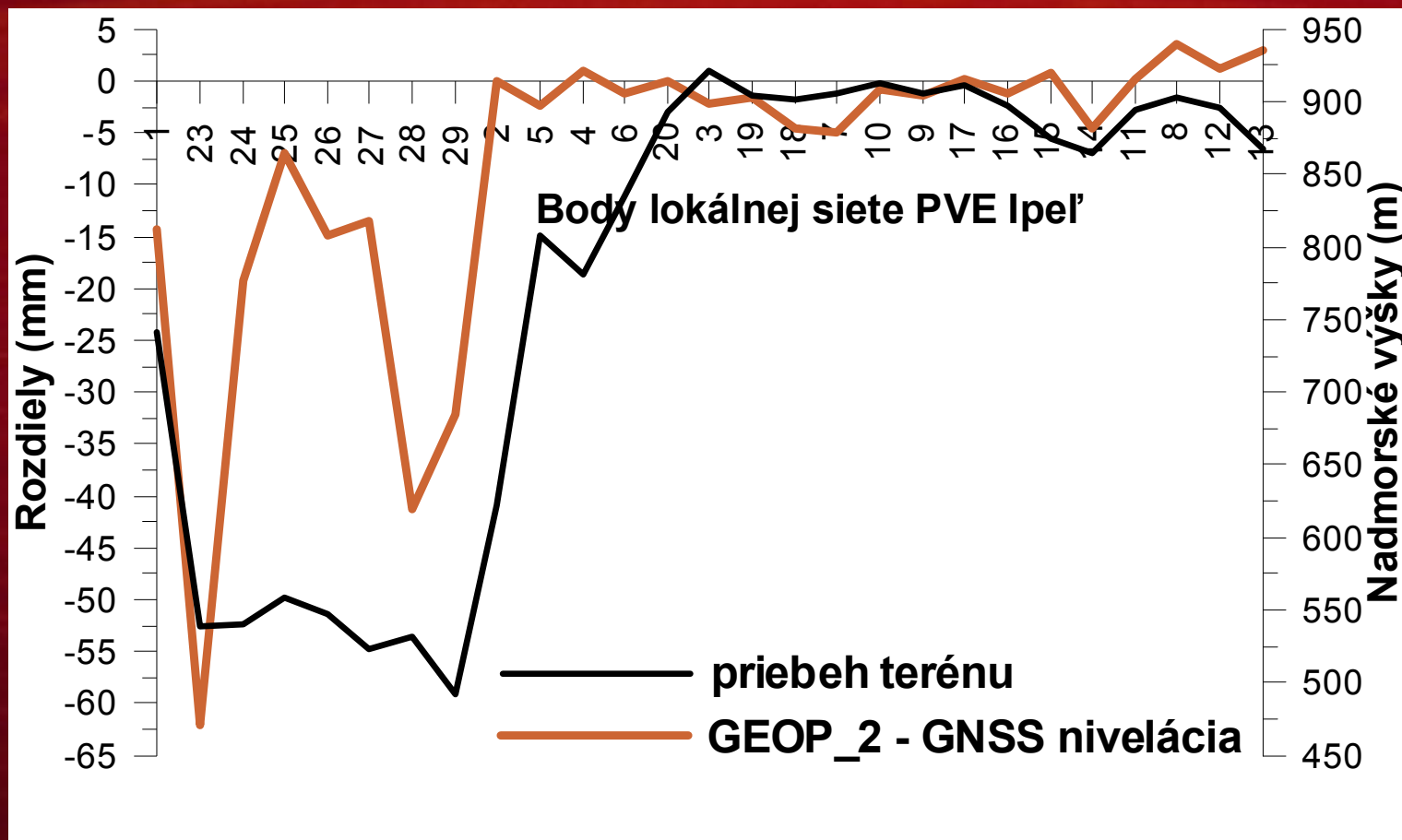
Analýza dosiahnutých výsledkov

Porovnanie klasického spôsobu s výpočtom pomocou geop. kót



Analýza dosiahnutých výsledkov

Porovnanie GNSS nivelácie s fyzikálnymi výškami



Záver

- **Nivelované výšky** – nevhodnosť použitia v prípade požiadavky na vysokú presnosť
- **Použitie geopotenciálnych kót** – najpresnejšia metóda
Využitie priamo meraného tiažového zrýchlenia a nivelovaného prevýšenia určeného pomocou VPN
- **Klasický spôsob** – porovnateľná presnosť
veľmi dobrá kvalita gravimetrického mapovania 1:25000
nevýhoda: redukcia z tiažového zrýchlenia sa počíta z interpolovaných hodnôt Bouguerových anomálií
- **GNSS nivelácia** – presnosť závisí od modelu kvázigeoidu a presnosti určenia elipsoidických výšok – dĺžka observácie

Ďakujem za pozornosť.

Osobitné poďakovanie patrí za poskytnutie údajov a spoluprácu:

- Gravimetrické laboratórium Banská Bystrica GFÚ SAV
- Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky PriF UK
- Katedra geodetických základov SvF STU
- Geodetický a kartografický ústav Bratislava
- G-trend, s.r.o. Bratislava