



Kvázigeoid pre Jadranský výškový systém na Slovensku

Miroslava JANČOVIČOVÁ, Ján BUBLAVÝ, Branislav DROŠČÁK

miroslava.majkrakova@skgeodesy.sk, jan.bublavy@skgeodesy.sk,

branislav.droscak@skgeodesy.sk

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

Tatry 2022 – Globálna geodézia a geoinformatika

24.-25.11.2022, Štrbské Pleso



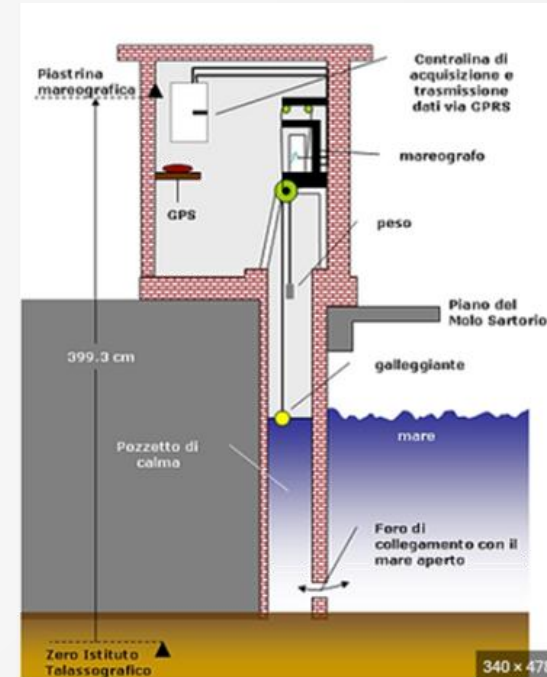
Úvod

■ Jadranský výškový systém na území Slovenska

- Označenie Adria – AN, Jadran – J
- Budovaný od polovice 19. storočia
- Referenčný mareograf Molo sartorio Terst, normálne ortometrické výšky
- 2 referenčné body na území Československa

■ Rôzne varianty jadranského výškového systému

- Jadranský výškový systém – Strečno (na území Slovenska)
 - 1. čs. nivelácia 1920 – 1938
 - Neboli vykonané kontrolné merania Lišov-Strečno
- Jadranský výškový systém – ČSJNS/J
 - ČSJNS 1945 – 1957
 - ZNB Lišov
 - využívaný na všetky druhy mapovania, pri výstavbe technických diel, železničné a vodohospodárske stavby



Úvod

- Bpv – platný od 1957 v ŠNS
 - Normálne výšky podľa Molodenského, referenčný mareograf Kronšadt
- Transformácia medzi J a Bpv
 - Oficiálne neexistuje, individuálne riešenie požiadaviek na transformáciu
 - Myšlienka vytvorenia kvázigeoidu, dostupného všetkým používateľom
 - 2020 – 2021 digitalizácia archívnych dokumentov s výškami v J
- **Cieľ:** Vytvorenie modelu kvázigeoidu na transformáciu
 $J \leftrightarrow \text{Bpv, EVRS (EVRF2007), ETRS89}$

Vstupné údaje

■ Dostupné údaje

- 1762 bodov s výškou v J, Bpv aj ETRS89
 - Možnosť vytvoriť model kvázigeoidu iba pomocou nich
 - Nevýhoda: nedostatok kvalitných GNSS meraní na nivelačných bodoch, statické (presnosť ~2 cm) aj RTN merania (presnosť 4-5 cm)
- 13509 bodov s výškami v J aj Bpv
 - Vysoká presnosť nivelačných meraní
 - Výhoda: pri prechode na Bpv ostala konfigurácia siete a merané prevýšenia rovnaké



Metodika výpočtu kvázigeoidu DMQSK2022-A

(Digital Model of Quasigeoid for Slovakia 2022 – Adria)

- Výpočet kvázigeoidu DMQSK2022-A v dvoch krokoch:
 1. Výpočet plochy tzv. **reziduálnej zložky DMRZ/Bpv-J** (z rozdielov výšok ČSJNS/Bpv mínus ČSJNS/J)
 2. Výpočet finálneho **kvázigeoidu DMQSK2022-A** nad elipsoidom GRS80 (súčtom DVRM05 a DMRZ/Bpv-J)

- Testovanie **DMRZ/Bpv-J**
 - Nezávislá množina nivelačných bodov

- Testovanie **DMQSK2022-A**
 - Nezávislá množina GNSS/nivelačných bodov

Výpočet DMRZ/Bpv-J

- Množina 190 bodov ČSJNS s výškou v Bpv a J – kritéria výberu:
 - Prevažne uzlové body I. a II. rádu
 - Rovnomerné rozmiestnenie bodov
 - Pôvod výšok 1950 – 1953
 - Pri nedostupnosti – použité novšie dáta

- Výpočet rozdielov

$$\Delta H^{Bpv-J} = H^{Bpv} - H^J$$

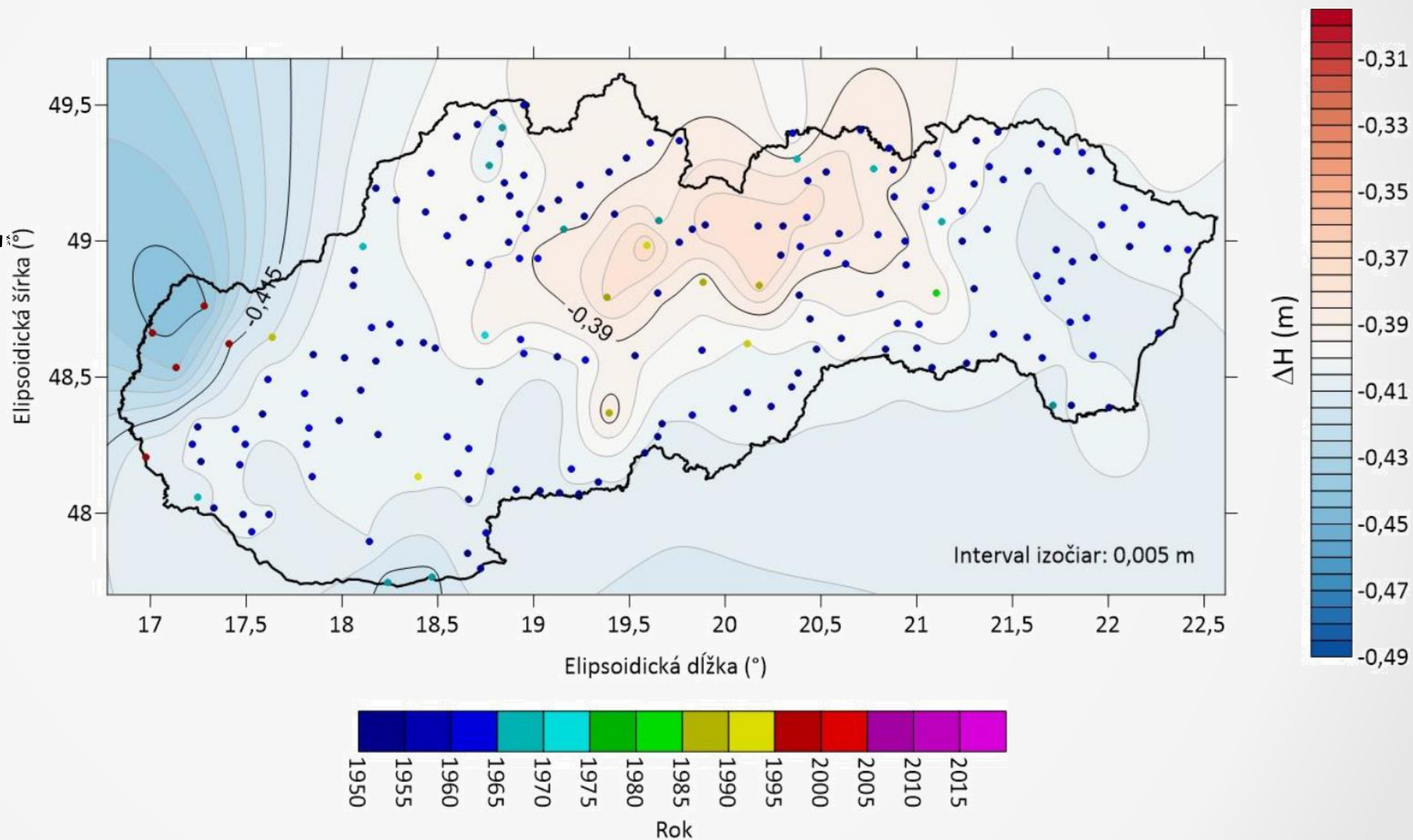
H^{Bpv} - normálna výška bodu ČSJNS/Bpv

H^J - normálna ortometrická výška bodu ČSJNS/J – ZNB Lišov

Výpočet DMRZ/Bpv-J

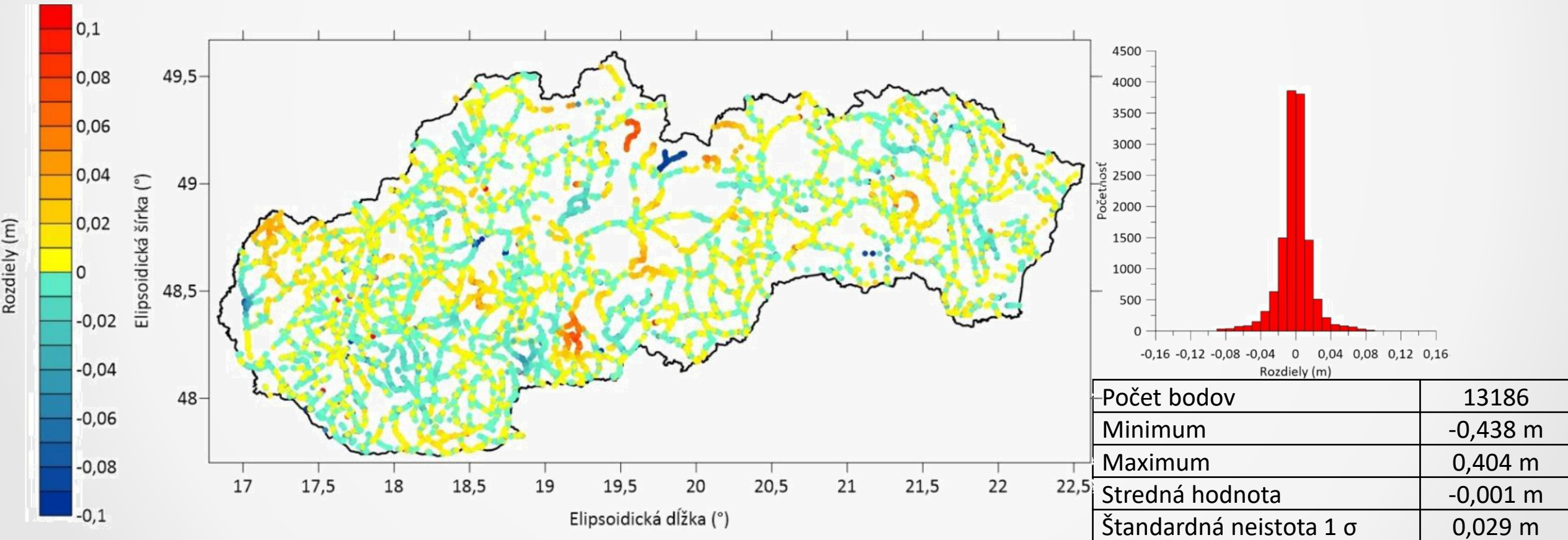
■ DMRZ/Bpv-J

- krigging
- krok 20" x 30"
- (rovnako ako DVRM05)



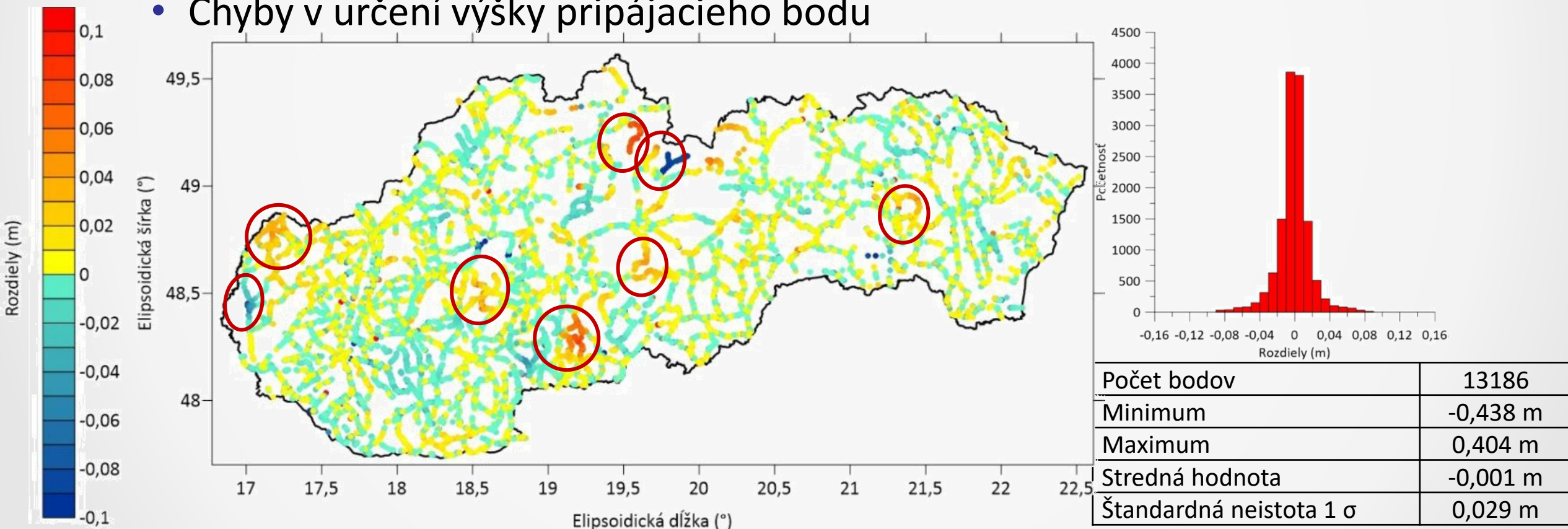
Testovanie DMRZ/Bpv-J

- 13186 bodov s výškou v Bpv a J
 - Porovnanie interpolovaných hodnôt DMRZ/Bpv-J so skutočnými $H^{Bpv} - H^J$



Testovanie DMRZ/Bpv-J

- Viditeľné lokality s extrémnymi rozdielmi Bpv vs. J, možné príčiny:
 - Vertikálne pohyby
 - Chyby v určení výšky pripájacieho bodu



Výpočet opraveného DMRZ/Bpv-J

- Zohľadnenie problematických lokalít a úprava DMRZ/Bpv-J
 - Zahustenie množiny bodov o body v týchto lokalitách
 - Spoľahlivejšia transformácia Bpv-J v súlade s realitou; výškami, ktoré boli v minulosti platné aj napriek chybám
- Množina 213 bodov ČSJNS s výškou v Bpv a J
- Výpočet rozdielov

$$\Delta H^{Bpv-J} = H^{Bpv} - H^J$$

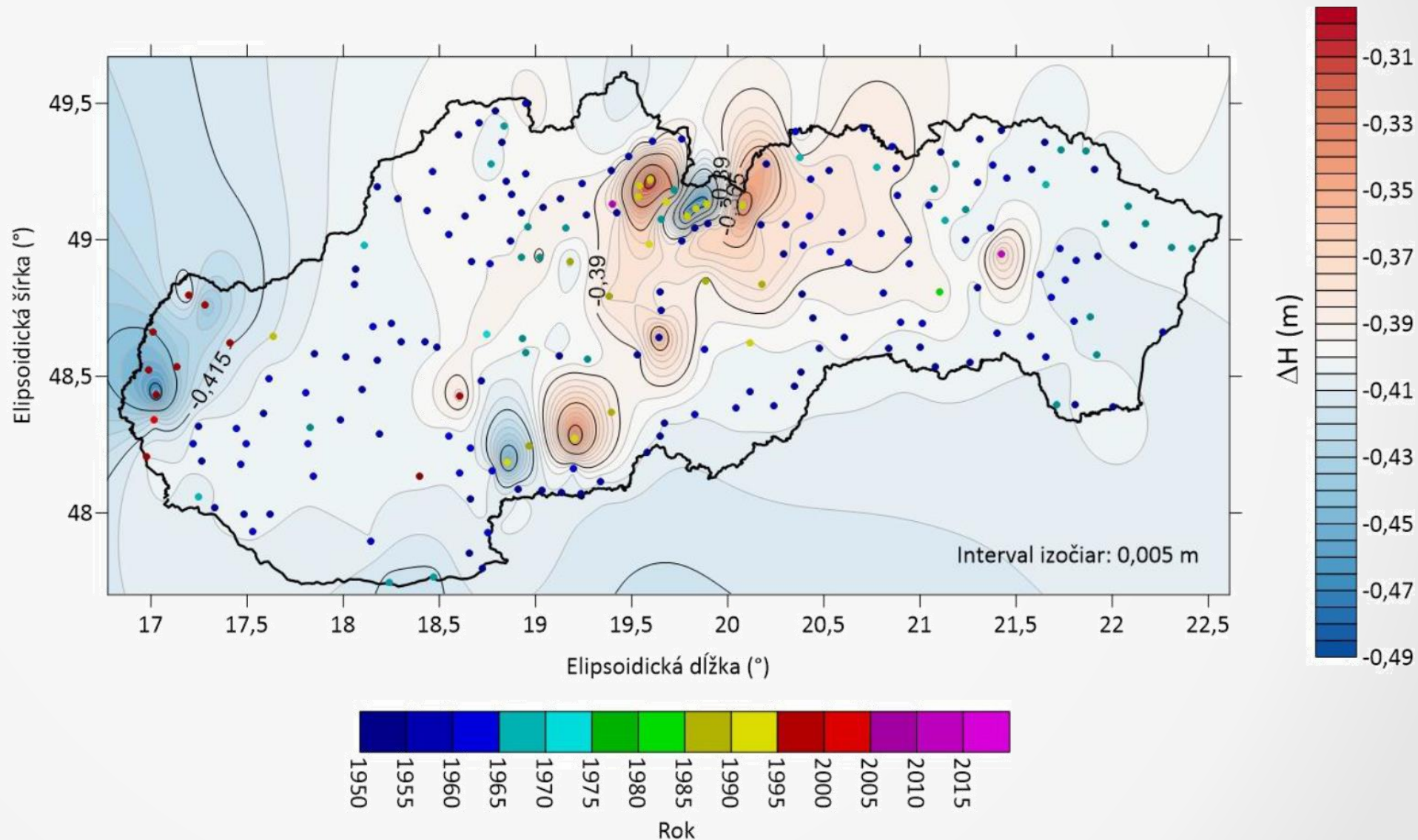
H^{Bpv} - normálna výška bodu ČSJNS/Bpv

H^J - normálna ortometrická výška bodu ČSJNS/J – ZNB Lišov

Výpočet opraveného DMRZ/Bpv-J

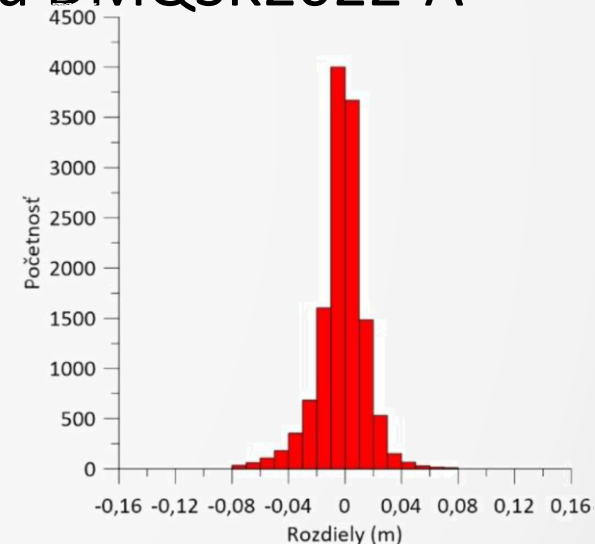
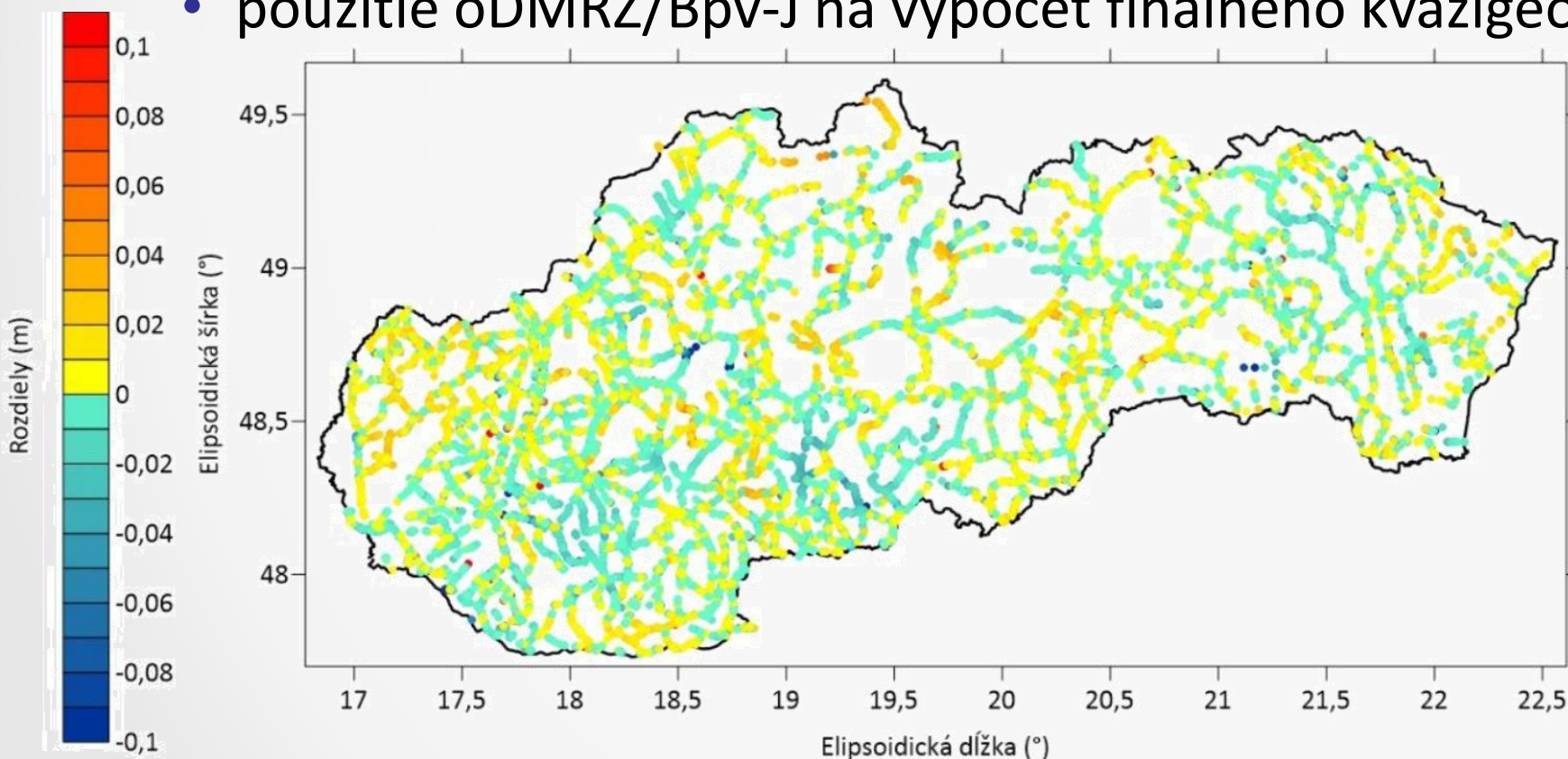
oDMRZ/Bpv-J

- krigging
- krok 20" x 30"
- (rovnako ako DVRM05)



Testovanie opraveného DMRZ/Bpv-J

- 13186 bodov s výškou v Bpv a J
 - vyhladenie lokalít s extrémnymi rozdielmi
 - použitie oDMRZ/Bpv-J na výpočet finálneho kvázigeoidu DMQSK2022-A

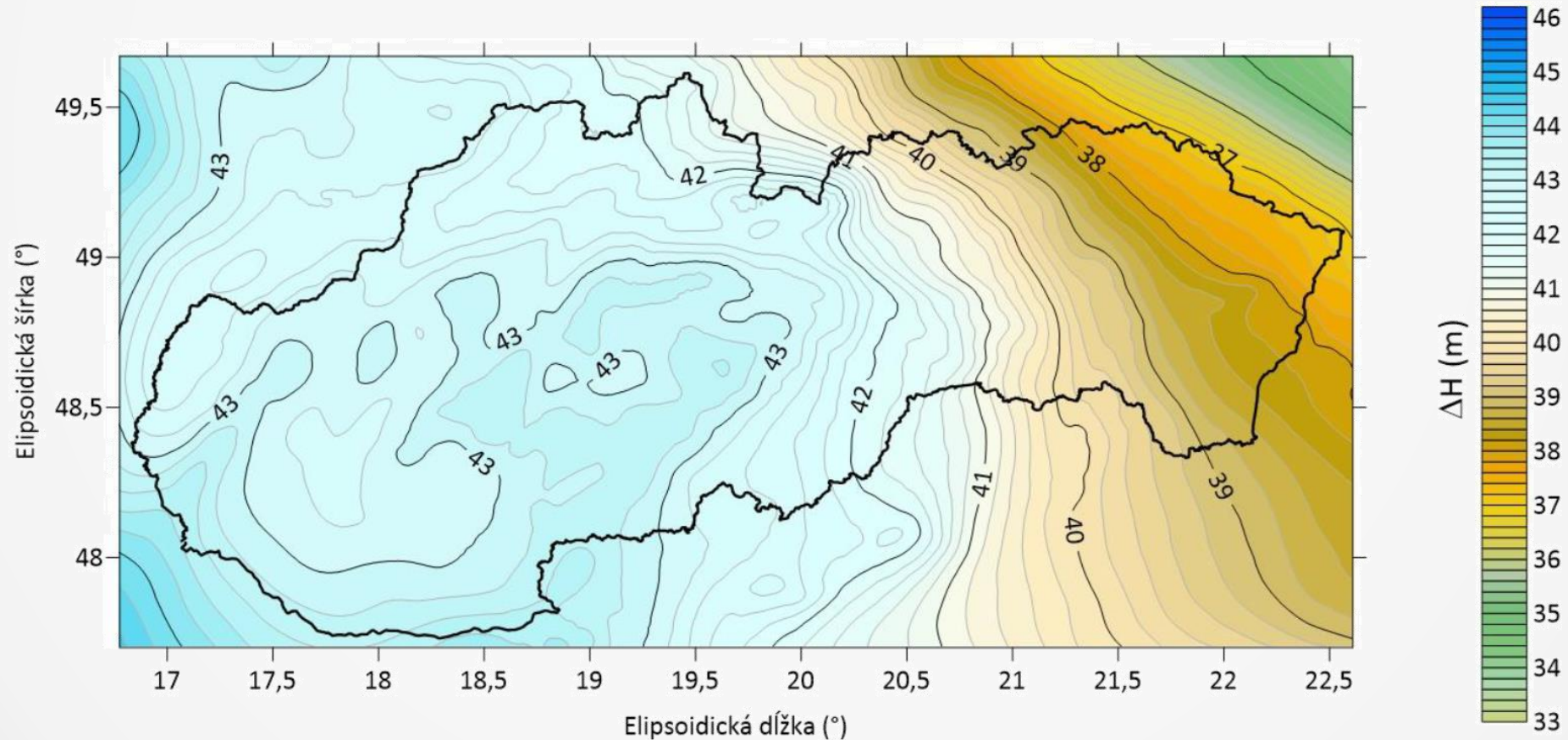


Počet bodov	13186
Minimum	-0,437 m
Maximum	0,413 m
Stredná hodnota	-0,002 m
Štandardná neistota 1 σ	0,027 m

Výpočet kvázigeoidu DMQSK2022-A

- Výpočet kvázigeoidu nad referenčním elipsoidom GRS80

$$\zeta_{DMQSK2022-A} = \zeta_{DVRM05} + \Delta\zeta_{oDMRZ/Bpv-J}$$



Testovanie kvázigeoidu DMQSK2022-A

- 1752 nezávislých bodov
 - Elipsoidická výška v ETRS89 (ETRF2000) a výška v J (ČSJNS, ZNB Lišov)
 - Poloha bodu – jednoznačná identifikácia
- Rozdelenie do skupín podľa kvality elipsoidickej výšky
 - S0 a S1 – min.6 hodinové observácie (116 bodov)
 - D0 a D1 – RTN a statické merania, kde $\Delta h \leq 0,055$ m (1178 bodov)
 - D2 – RTN a statické merania, kde $\Delta h \leq 0,110$ m (149 bodov)
 - D3 – RTN a statické merania, kde $\Delta h > 0,110$ m (309 bodov)

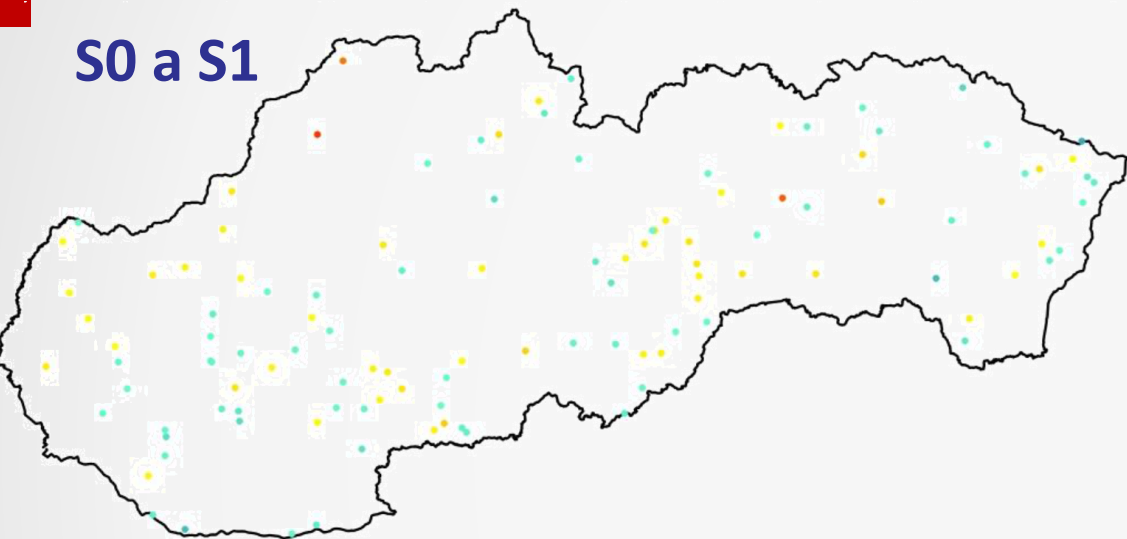
Testovanie kvázigeoidu DMQSK2022-A

- Najlepšie výsledky – body s kódom kvality S0 a S1
 - Presnosť určenia elipsoidickej výšky 2-3 cm
 - Výsledky po vylúčení odľahlých hodnôt

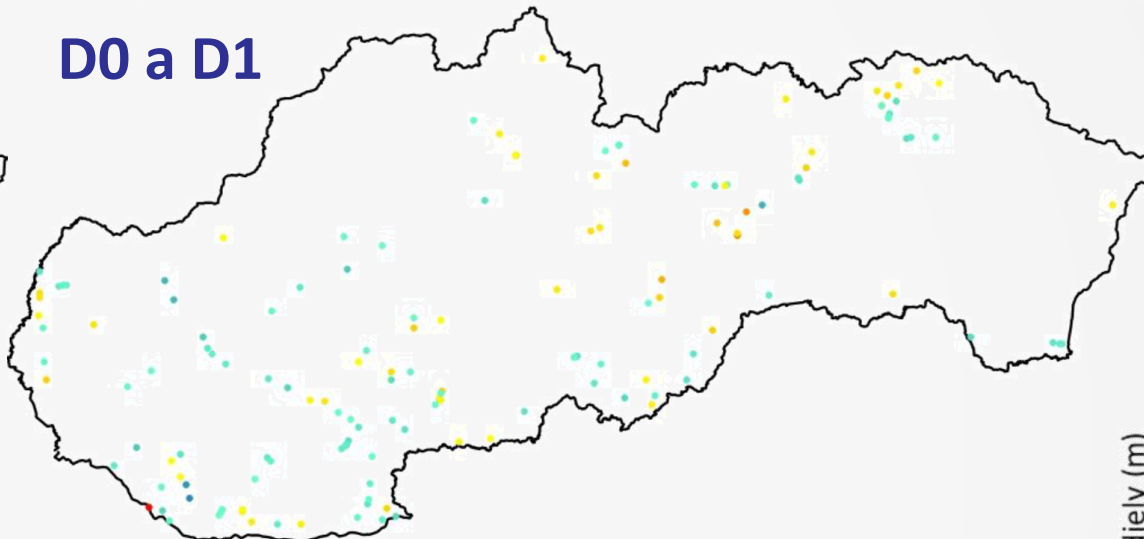
Kód kvality elipsoidickej výšky	Počet bodov	Minimum	Maximum	Stredná hodnota	Štandardná neistota 1 σ
S0 a S1	113	-0,125	0,065	0,004	0,029
D0 a D1	1158	-0,174	0,189	-0,006	0,038
D2	148	-0,172	0,146	-0,008	0,043
D3	304	-0,200	0,280	0,025	0,058

Testovanie kvázigeoidu DMQSK2022-A

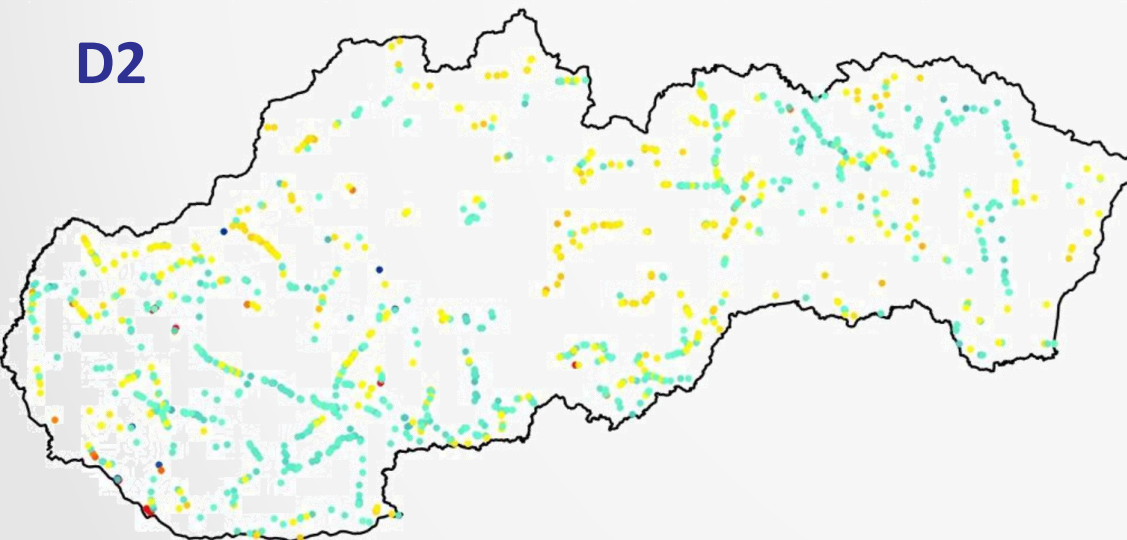
S0 a S1



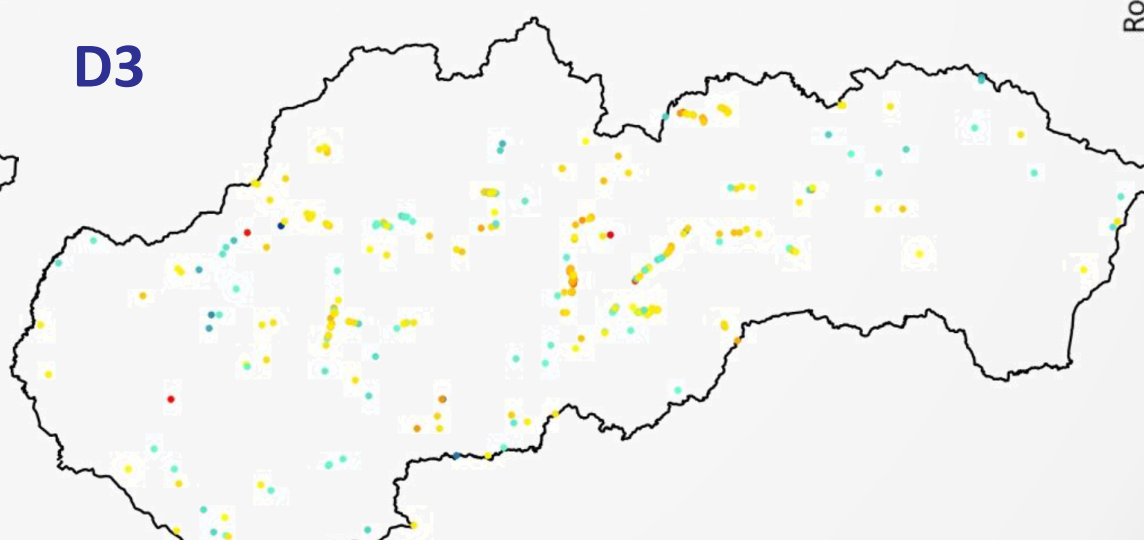
D0 a D1



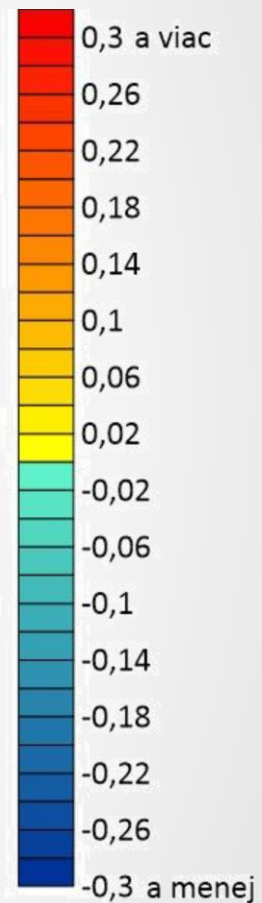
D2



D3



Rozdiely (m)



Záver

- DMQSK2022-A – digitálny model kvázigeoidu
 - Získaný nafitovaním DVRM05 na J prostredníctvom opraveného DMRZ/Bpv-J
 - Presnosť kvázigeoidu získaná nezávislým testovaním
 - **Od 0,029 m do 0,058 m** v závislosti na presnosti el. výšky
 - Dostupný prostredníctvom Rezortnej transformačnej služby
 - Umožňuje transformácie

J ↔ Bpv, EVRS (EVRF2007), ETRS89 (ETRF2000)

- Možnosť iných nezávislých testov
 - Železnice a vodohospodári majú dokumentáciu v J
 - Radi by sme otestovali model kvázigeoidu s týmito údajmi 😊

The screenshot shows the ZBGIS web application interface for coordinate transformation. The interface includes a header with the ZBGIS logo and navigation tabs: "Rezortná transformačná služba", "Konverzná služba", and "Pomoc". The main content area is titled "Vstupný formát" and shows "TXT/CSV". Below this is a "PREHLADÁVAŤ" button and an input field for "Vstupný súbor *.zip". The "Vstupný súradnicový systém" is set to "ETRS89-LatLon [EPSG:4258]". The "Vstupný výškový systém" is set to "ETRS89-h [EPSG:4937]". The "Výstupný súradnicový systém" is set to "S-JTSK (JTSK) [EPSG:5513]". The "Výstupný výškový systém" is set to "Jadran (ČSJNS/J - ZNB Lišov)", which is circled in red.



Ďakujeme za pozornosť.

Miroslava JANČOVIČOVÁ, Ján BUBLAVÝ, Branislav DROŠČÁK

miroslava.majkrakova@skgeodesy.sk, jan.bublavy@skgeodesy.sk,

branislav.droscak@skgeodesy.sk

Geodetický a kartografický ústav Bratislava

Tatry 2022 – Globálna geodézia a geoinformatika

24.-25.11.2022, Štrbské Pleso

