|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  FAKULTA STAVEBNÍ, OBOR GEODÉZIE A KARTOGRAFIE  KATEDRA GEOMATIKY | | | | | |
| název předmětu  **PROJEKT - TEORETICKÁ GEODÉZIE** | | | | | |
| číslo úlohy  **1.** | název úlohy  Obnova a zaměření nivelačního pořadu velmi přesnou nivelací | | | | |
| školní rok  2018/2019 | semestr  zimní | skupina  2 | zpracoval  Tomáš Reindl  Petra Mariana Millarová  Michael Kala  Petr Kůdela | datum  9.12.2018 | klasifikace |

**Technická zpráva**

**Zadání**

V rámci úlohy bude provedena obnova části nivelačního pořadu II. řádu Z7ab Žleb-Kunčice v úseku Nová Seninka – Kladské sedlo. V rámci obnovy budou:

* v případě nutnosti zřízeny nové nivelační body
* nově určena převýšení jednotlivých oddílů metodou VPN pomocí digitálního nivelačního přístroje  
   Leica a latí s čárovým kódem
* měřená převýšení budou převedena do systému Bpv
* nově vytvořeny nivelační údaje ke všem bodům měřeného úseku

**Informace o měření**

* Skupina č. 3
* Pomůcky
  + Leica NA3003
  + stativ s pevnými nohami
  + nivelační latě + držadla
  + nivelační hřeby, kladivo, pásmo, křída, vozík
  + gravimetr Worden, gravimetr GAK
* Měřené body gravimetrem: 3408.01, 44, 43, 40.1, 39.2, 37, 36, 35.1, 34
* Měřený úsek u VPN: 33 – 33.1, 33.1 – 34, 34 – 35.1

**Měření a výpočty**

**Gravimetrie**

Na výše zmíněných měřených bodech gravimetrem bylo měřeno tíhové zrychlení relativní metodou dvěma přístroji (Worden a GAK). Na bodech 44 a 43 bylo měřeno pouze gravimetrem značky Worden. S přístrojem GAK na těchto bodech nebylo možné měřit z důvodu nesprávné počáteční kalibrace (stupnice mimo rozsah). Měření začalo na připojovacím bodě 3408,01. Dále bylo měřeno na bodech 44, 43, 40.1, 39.2 pak opět na připojovacím bodě, dále na bodech 37, 36, 35.1, 34 a nakonec opět na připojovacím tíhovém bodě. Toto bylo provedeno z důvodu opravy měření z chodu přístroje a také pro připojení do absolutních hodnot tíhového zrychlení.

**Nivelace**

Na měřeném úseku měla být určena převýšení metodou velmi přesné nivelace. Nejdříve byly úseky rozměřeny pásmem a přestavové body stabilizovány nivelačními hřeby, současně se signalizací středů pro postavení stroje. Byly dodržovány sudé počty přestav. Při měření se postupovalo dle zásad pro VPN, tedy byly dodržovány mezní hodnoty záměr nad terénem, stejné délky záměr tam a zpět a také mezní rozdíl mezi dvojím převýšením (toto nastaveno v přístroji, v případě nesplnění byla přestava přeměřena). Celý úsek byl vždy proměřen jedním i druhým směrem (tam a zpět), přičemž při druhém průchodu bylo zaměněno pořadí latí. Výsledná převýšení tam a zpět byly ihned v terénu testovány na mezní rozdíl.



**Zpracování**

**Gravimetrie**

Pro určení normálních výšek bylo nutno zpracovat gravimetrická měření a určit dané opravy. Měřené hodnoty byly vypočteny v přiloženém zápisníku (viz. přílohy), čímž byly dosaženy výsledné měřené hodnoty tíhového zrychlení pro jednotlivé body v systému GRS95.

Při zpracování byly měřené hodnoty zprůměrovány (všechny čtení) a vynásobeny konstantou přístroje (tedy převedení z dílků přístroje na jednotky mGal). Byla provedena oprava z teploty (u přístroje GAK teplota mimo měřitelný rozsah, tudíž neuvažováno). Dále byl určen chod gravimetru z měření na připojovacím bodě před a po měření daných bodů, tedy byla data proložena přímkou a dopočteny opravy dle časových údajů měření. Po zavedení všech těchto oprav byla výsledná určená relativní tíhová zrychlení přičtena k absolutní hodnotě na připojovacím bodě a tím určena tíhová zrychlení absolutní pro dané nivelační body.

**Nivelace**

Pro každý úsek mezi body bylo spočteno nivelační převýšení z měření tam a zpět.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **oddíl** | **délka pořadu [m]** | **měření tam [m]** | **měření zpět [m]** | **rozdíl [mm]** | **mezní rozdíl [mm]** | **vyhovuje** | **průměr [m]** |
| **33 – 33.1** | 190 | 3,41851 | -3,4187 | -0,15 | 0,98 | Ano | **3,4186** |
| **33.1 – 34** | 615 | 17,49586 | -17,4957 | 0,17 | 1,76 | Ano | **17,4958** |
| **34 – 35.1** | 691 | 21,61396 | -21,6138 | 0,13 | 1,87 | Ano | **21,6139** |

**Výpočet normálních výšek**

Z měřených tíhových zrychlení, přibližných výšek (Bpv) určených z měřených převýšení a prvního bodu celého pořadu (výchozí bod č. 33) a poloh zájmových bodů (zeměpisná šířka) byly dle následujících vzorců a postupu určeny normální výšky.

* Normální tíhové zrychlení na povrchu elipsoidu



*B* -zeměpisná šířka bodu

* Fayova redukce



*H* - přibližná výška bodu (Bpv) [m]

* Fayova anomálie



*g* - měřené tíhové zrychlení [mGal]

* Normální ortometrická korekce



*Hs* - přibližná výška mezi body (průměr výšek) [m]

*ΔB"* - rozdíl zeměpisných šířek ["]

* Korekce z tíhových anomálií



*ΔgFs* - průměr fayových anomálií z obou bodů úseku [mGal]

*ΔHnivAB -* měřené převýšení mezi body A a B [m]

* Normální (Moloděnského výšky)



* Bougerova anomálie - nivelační údaje



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bod** | **H[m]** | **g[mGal]** | **γ[mGal]** | **δF[mGal]** | **ΔgF[mGal]** | **Cγ[mm]** | **C(g- γ)[mm]** | **ΔHNAB[m]** | **HN[m]** |
| **33** | 613,175 | 980938,8 | 981084,0 | 189,2 | 44,1 | - | - | - | **613,175** |
| **33.1** | 616,5936 | 980938,8 | 981084,1 | 190,3 | 45,0 | -0,096924 | 0,155067 | 3,4186 | **616,5936** |
| **34** | 634,0894 | 980935,5 | 981084,5 | 195,7 | 46,7 | -0,225317 | 0,817333 | 17,4964 | **634,0900** |
| **35.1** | 655,7033 | 980932,1 | 981084,9 | 202,4 | 49,5 | -0,291503 | 1,059930 | 21,6147 | **655,7047** |

**Závěr**

Nebyly překročeny mezní hodnoty pro žádný z úseků nivelačních pořadů.

**Přílohy**

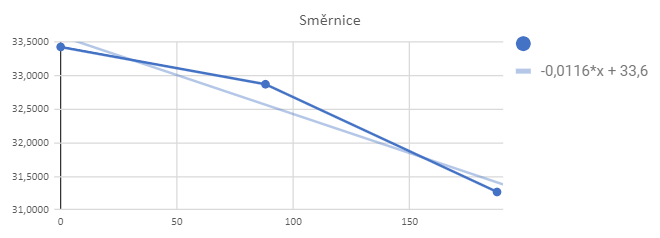
1. zápisníky z gravimetrického měření
2. nivelační údaje
3. výpis dat z nivelačního přístroje

V Praze dne 9. 12. 2018 Reindl, Millarová, Kala, Kůdela

**Gravimetr GAK**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Číslo bodu** | **Čtení průměr** | **Dílek -> mgal** | **Oprava z chodu [mgal]** | **gr [mgal]** | **delta g [mgal]** | **g [mGal]** | **γ [mGal]** |
| **3408,01** | 7,6326 | 33,4232 | 0,0000 | 33,4232 | - | 980938,6 | 982406,8 |
| **40.1** | 1,649 | 7,2210 | -0,6902 | 7,9111 | -25,5120 | 980913,1 | 981501,9 |
| **39.2** | 2,428 | 10,6322 | -0,8468 | 11,4790 | 3,5678 | 980916,6 | 981368,0 |
| **3408,01** | 7,506 | 32,8688 | -1,0208 | 33,8895 | 22,4106 | 980939,1 | 982406,8 |
| **39,1** | 2,8678 | 12,5581 | -1,2237 | 13,7818 | -20,1077 | 980919,0 | 981368,0 |
| **37** | 4,027 | 17,6342 | -1,4615 | 19,0958 | 5,3139 | 980924,3 | 982504,4 |
| **36** | 5,245 | 22,9679 | -1,5891 | 24,5570 | 5,4612 | 980929,7 | 978971,8 |
| **35,1** | 5,6796 | 24,8710 | -1,7399 | 26,6109 | 2,0539 | 980931,8 | 983018,1 |
| **34** | 6,582 | 28,8226 | -2,0241 | 30,8467 | 4,2358 | 980936,0 | 978409,5 |
| **3408,01** | 7,1402 | 31,2669 | -2,1749 | 33,4418 | 2,5952 | 980938,6 | 982406,8 |

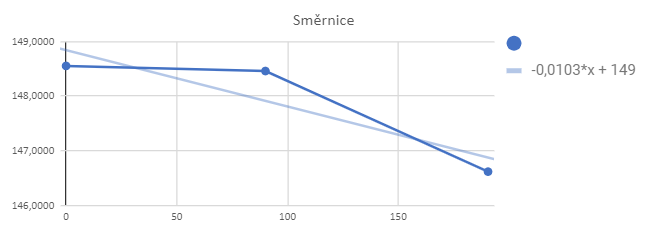
**Graf opravy z chodu gravimetru**



**Gravimetr Worden**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Číslo bodu** | **Čtení průměr** | **Dílek -> mgal** | **Oprava z chodu[mgal]** | **gr [mgal]** | **delta g [mgal]** | **g [mGal]** | **γ [mGal]** |
| **3408,01** | 1264,26 | 148,5506 | 0,0000 | 148,5506 | - | 980938,6 | 982406,8 |
| **40.1** | 935,26 | 109,8931 | -0,2839 | 110,1769 | -38,3736 | 980900,2 | 982067,4 |
| **39.2** | 963,4 | 113,1995 | -0,4697 | 113,6692 | 3,4923 | 980903,7 | 980255,4 |
| **3408,01** | 1014,3 | 119,1803 | -0,6400 | 119,8203 | 6,1511 | 980909,9 | 981501,9 |
| **39,1** | 1041,6 | 122,3880 | -0,7794 | 123,1674 | 3,3471 | 980913,2 | 981368,0 |
| **37** | 1263,46 | 148,4566 | -0,9291 | 149,3856 | 26,2182 | 980939,4 | 982406,8 |
| **36** | 1071,6 | 125,9130 | -1,1046 | 127,0176 | -22,3681 | 980917,1 | 981368,0 |
| **35,1** | 1112,18 | 130,6812 | -1,2336 | 131,9147 | 4,8972 | 980922,0 | 982504,4 |
| **34** | 1162,92 | 136,6431 | -1,4452 | 138,0883 | 6,1736 | 980928,1 | 978971,8 |
| **3408,01** | 1198,52 | 140,8261 | -1,5484 | 142,3745 | 4,2862 | 980932,4 | 983018,1 |

**Graf opravy z chodu gravimetru**

****