

Výuka v terénu GD 3,4

Účelová síť - určení výšek – Výpočet zenitových úhlů

Výškové rozdíly mezi sousedními body sítě se určí z oboustranně zaměřených zenitových úhlů a šikmé délky podle vzorce ($d_{12} < 2$ km)

$$h_{12} = d_{12} \sin \frac{z_{21} - z_{12}}{2}$$

kde

d_{12} je šikmá délka (délka záměry)

z_{12} je zenitový úhel měřený z bodu P_1 na bod P_2 , analogicky z_{21} (oboustranně měřené zenitové úhly, při záměně bodů má výškový rozdíl opačné znaménko).

Čtverec střední chyby (směrodatné odchylky) hořejšího výškového rozdílu po úpravě je

$$\sigma_h^2 = \sigma_d^2 \cos^2 z_{12} + \frac{d_{12}^2 \sin^2 z_{12}}{2} \sigma_v^2.$$

Pro záměru $d_{12} = 1$ km, $z_{12} = 94$ gon (sklon záměry 10% = 93,6550 gon, obecně $s\% = 100 \cotg z$), střední chybu měřené délky $\sigma_d = 1,5$ mm + 2 ppm = 3,5 mm a střední chybu měřeného zenitového úhlu $\sigma_v = 0,6$ mgon je $\sigma_{h12} = 6,6$ mm. První člen $\sigma_d \cos z_{12} = 0,35$ mm, který vyjadřuje vliv délkového měření je zanedbatelný, význam má vliv zenitového úhlu, tj. druhý člen $\frac{1}{\sqrt{2}} \sigma_v d_{12} \sin z_{12} = 6,6$ mm $\approx \sigma_h$. Pro hodnotu $\sigma_v = 0,4$ mgon je $\sigma_h \approx 4,4$ mm (= σ_0 střední kilometrová chyba, zadaný základní parametr přesnosti TUVR) a pro hodnotu $\sigma_v = 0,2$ mgon je $\sigma_h \approx 2,2$ mm.

V hořejším vzorci se předpokládá platnost hypotézy o stejné refrakci na obou koncích záměry, pak se její vliv automaticky vyloučí. Zenitové úhly se měří na obou koncích současně nebo téměř současně za stejných meteorologických podmínek. Refrakční úhel a refrakční koeficient záměry je

$$\rho_{12} = \frac{200 \text{ gon} + \varphi_{12} - (z_{12} + z_{21})}{2}, \quad k_{12} = \frac{2\rho_{12}}{\varphi_{12}}.$$

Středový úhel tížnic v gonech je $\varphi = 0,00998 \cdot d_s [\text{km}] \cdot \sin z$.

S ohledem na možnou změnu vlivu refrakce s časem je nutné zaměřit zenitový úhel v krátkém časovém intervalu. K měření zenitových úhlů se použije pro dosažení vysoké přesnosti měření schéma, které je navrženo na základě empirických zkušeností (12 uspořádaných měření v čase tvoří jednu laboratorní jednotku L)

$$o_1 \ o_1; \ o_2 \ o_2 / \ o_2 \ o_2; \ o_1 \ o_1 / \ o_1 \ o_1; \ o_2 \ o_2$$

o_1 (o_2) je měření v první (druhé) poloze dalekohledu. Měřená data se postupně ukládají do paměti přístroje. Délka se měří 2krát a to s prvním a posledním měřením v laboratorní jednotce [VŠE] v ostatních případech se registruje pouze zenitový úhel [REG].

Výsledný zenitový úhel a indexová chyba přístroje se počítají průměrem

$$z = 200 + \frac{\sum o_1 - \sum o_2}{12}, \quad i = 200 - \frac{\sum o_1 + \sum o_2}{12}.$$

Uvedené zaměření zenitového úhlu respektuje svým uspořádáním možnou časovou změnu meteorologických podmínek a z toho vyplývajících krátkodobých změn vlivu refrakce na měřený zenitový úhel. Měřená data se zpracují ručně v *Zápisníku měřených výškových úhlů* nebo jiným vhodným způsobem - uvedeno dále. Výsledný zenitový úhel je také průměrem ze tří čtveřic měření (viz hořejší schéma měření)

$$z_i = 200 + \frac{(\sum o_1 - \sum o_2)_i}{4}, \quad i = 1, 2, 3.$$

Čtverec empirické střední chyby průměru (výsledného zenitového úhlu) je $\sigma_z^2 = \frac{1}{6} \sum (z - z_i)^2$.

Ukázka zpracování měření zenitových úhlů: 104E-106E

| L1 | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 102,054 5 | 102,055 7 | 297,945 2 | 297,945 2 | 297,944 9 | 297,945 3 | 102,054 2 | 102,056 0 | 102,054 8 | 102,054 8 | 297,945 3 | 297, 945 6 |
| 102,0551 | | 297,9452 | | 297,9451 | | 102,0551 | | 102,0548 | | 297,9454 | |
| 102,0550 | | | | 102,0550 | | | | 102,0547 | | | |
| 102,0549 gon | | | | | | | | | | | |

Podle hořejších vzorců: $\sum o_1 = 612,3300$, $\sum o_1 = 1787,6715$, pak $z = 102,0549$ gon, $i = -0,0001$ gon.

| Spojnice | Zenitový úhel | | | Šikmá délka | | Výškový rozdíl |
|-----------|---------------|------------|----------|-------------|---------|-----------------|
| | 1. skupina | 2. skupina | Průměr | Měřená | Průměr | |
| | (gon) | (gon) | (gon) | (m) | (m) | |
| 106E-104E | 97,9509 | 97,9520 | 97,9514 | 754,605 | 754,606 | +24,3152 |
| 104E-106E | 102,0549 | 102,0548 | 102,0548 | 754,607 | | |

| Spojnice | Refrakční úhly a koeficienty | | |
|----------|------------------------------|--------|------|
| | φ | ρ | k |
| | (mgon) | (mgon) | |
| 106-104 | 7,5 | 0,65 | 0,17 |

POZNÁMKA. Velké refrakční chyby se vyskytují u záměr probíhajících nízko nad terénem.

Výsledný výškový rozdíl spojnice (*kámen - kámen*): vezme se vypočtený výškový rozdíl z tabulky (určit kladné výškové rozdíly) a přičte se výškový rozdíl počátečního bodu spojnice vzhledem k horizontu totální stanice na excentrickém stanovisku, na konci téže spojnice se podobný výškový rozdíl odečte.