

Redukce délek - USP

Obousměrně měřené šikmé délky se průměrují a redukují do zobrazovací roviny Křovákova zobrazení - dva nezávislé výpočty, jeden pomocí měřených zenitových úhlů, druhý pomocí nadmořských výšek určených z měření GNSS, výsledná rovinná délka je průměr.

1) Redukce pomocí zenitových úhlů

Vodorovná délka (rovina prochází bodem 1, je kolmá k ose středového úhlu, které spolu svírají svislice na bodech 1 a 2)

$$d_h = d_s \frac{\sin(z_{12} - \varphi)}{\cos(\varphi / 2)} \approx d_s \sin(z_{12} - \varphi),$$

po úpravě, která zahrnuje zavedení opraveného zenitového úhlu (zenitové úhly byly měřeny na obou koncích spojnice, viz pozn.) je

$$d_h = d_{12} = d_s \cos \frac{z_{12}^m - z_{21}^m - \varphi}{2},$$

analogicky

$$d_{21} = d_s \cos \frac{z_{21}^m - z_{12}^m - \varphi}{2}, \text{ (délky se nerovnaj)}\text{í}$$

d_s je měřená šikmá délka, z_{12} a z_{21} jsou měřené zenitové úhly, středový úhel tížnic v gonech je $\varphi = 0,00998 \cdot d_s [\text{km}] \cdot \sin z$.

POZNÁMKA. Pro součet zenitových úhlů měřených na obou koncích spojnice (součet úhlů v trojúhelníku) platí

$$200 \text{ gon} - z_{12} + 200 \text{ gon} - z_{21} + \varphi = 200 \text{ gon}$$

$$(200 + \varphi) - (z_{12} + z_{21}) = 0.$$

Do rovnice se dosadí měřené zenitové úhly a obecně dostaneme číslo různé od nuly (uzávěr u).

Zenitové úhly se opraví o hodnotu $v_{12} = v_{21} = u / 2 = 100 \text{ gon} - \frac{z_{12}^m + z_{21}^m - \varphi}{2}$ (opravy jsou rovny

refrakčnímu úhlu ρ - viz USV), výsledný $z_{12} = z_{12}^m + v_{12} = 100 \text{ gon} + \frac{z_{12}^m - z_{21}^m + \varphi}{2}$, analogicky z_{21} .

Redukce na nulovou hladinu

$$d_0 = d_h \frac{R}{R + H_1},$$

$R = 6\,381$ km je poloměr referenční koule, H_1 je nadmořská výška přístroje.

2) Redukce pomocí nadmořských výšek

Jsou-li dány nadmořské výšky obou koncových bodů měřené délky, lze šikmou délku převést přímo do nulové hladiny

$$d'_0 = \frac{d_s^2 - (H_1 - H_2)^2}{\sqrt{\left(1 + \frac{H_1}{R}\right) \left(1 + \frac{H_2}{R}\right)}}$$

H_1 (H_2) je nadmořská výška přístroje (odrazných hranolů), vypočte se jako součet nadmořské výšky bodu a výšky přístroje (odrazných hranolů). Dále se uvažuje průměr.

PŘÍKLAD. Šikmá délka spojnice bodů 1-2 je $d_s = 1068,412$ m, zenitové úhly $z_{12}^m = 97,3000$ gon, $z_{21}^m = 102,7090$ gon. Vypočtený úhel středový $\varphi = 0,0107$ gon, vodorovná délka $d_{12} = 1067,4442$ m, nadmořská výška přístroje $H_1 = 829,767$ m, délka v nulové hladině $d_0 = 1067,3054$ m. Je-li nadmořská výška odrazného hranolu (bod 2) $H_2 = 875,148$ m, pak $d'_0 = 1067,3052$ m.

POZNÁMKA. Úkolem je určit směrodatné odchylky (střední chyby) nadmořských výšek hořejší rovnice tak, aby směrodatná odchylka redukované délky nepřesáhla zadanou hodnotu – necht' v této úloze je směrodatná odchylka $\sigma_{d_0} = 1$ mm. Zjednodušený vzorec je ($\sigma_{H_1} = \sigma_{H_2}$)

$$\sigma_{H_1} = \frac{d_0}{\sqrt{2} |\Delta H|} \sigma_{d_0}.$$

PŘÍKLAD. Pro délku $d_0 = 1067,305$ m a výškový rozdíl $\Delta H = 45,381$ m jsou obě $\sigma_H = 17$ mm.

Potřebná přesnost měřených nadmořských výšek se vypočte pro všechny body zadané sítě - na některých spojnicích jsou směrodatné odchylky měřených nadmořských výšek poměrně přísné, z toho mohou částečně plynout malé rozdíly mezi oběma způsoby redukce měřených šikmých délek.

Redukce délky do zobrazovací roviny je $s = m d_0$. Měřítko zobrazení (Křovákovo) m se počítá jako průměr z obou koncových bodů délky.