



K presnosti merania trigonometrických prevýšení totálnymi stanicami

Jozef Kaifer¹

On accuracy of trigonometrical heights measured by geodetic total stations

The accuracy of indirect measured (computed) trigonometrical heights by geodetic total stations are investigated in this study. It is pointed at the significant influence of D on values of the height standard deviations and on the equality of leveling and trigonometric height measurement in range up to 0,4 km.

Key words: indirect measured heights, total stations, standard deviations of heights.

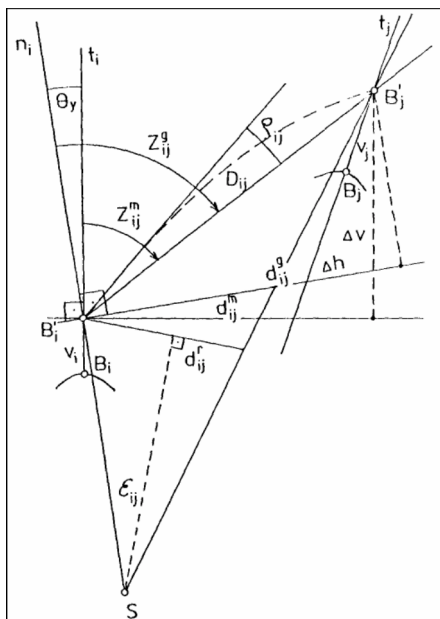
Úvod

V súčasnej geodetickej praxi najvýkonnejšími a najefektívnejšími prístrojmi pre terestrické merania z ponuky existujúcich meracích prístrojov sú geodetické totálne stanice (GTS). Tieto prístroje, vďaka svojim univerzálnym schopnostiam a špeciálnym funkciám, umožňujú merať široké spektrum veličín a na základe nich vo svojich zabudovaných počítačoch prostredníctvom vhodného programového vybavenia vypočítať ďalšie veličiny. GTS sú vhodné nielen na rôzne druhy jedno až trojrozmerných podrobných meraní, ale sú vhodné aj pre meranie lokálnych polohových alebo priestorových sietí na veľmi dobrej presnostnej úrovni. Umožňujú priamo merať: šikmé dĺžky D , zenitové uhly Z , vodorovné uhly ω a nepriamo merať (počítať): vodorovné dĺžky d , trigonometrické prevýšenia Δh , dĺžkové a výškové prvky pre chýbajúce strany (missing line) a súradnicové rozdiely resp. súradnice určovaných bodov.

Z tohoto hľadiska použitia GTS je však užitočné preskúmať presnosť nimi nepriamo meraných veličín. Presnosť priamo meraných veličín (D , Z , ω) je pre tieto prístroje vždy známa (udaná výrobcom v podobe základných štandardných odchýlok alebo empirických štandardných odchýlok zistených používateľom), resp. dobre reálne odhadnuteľná aj v rôznych podmienkach. Nepriamo merané veličiny sú však z matematického hľadiska funkciami priamo meraných veličín, a teda aj ich presnosť, ktorá nás zaujíma, sa tvorí na základe pôsobenia pravidiel o vplyve (prenášaní) ich variancií (Böhm, Radouch a Hanfacher, 1990; Ventcel'ová, 1973).

Predložené pojednanie k otázkam presnosti merania GTS sa orientuje práve na preskúmanie presností nepriamo meraných (počítaných) veličín.

Presnosť trigonometrických prevýšení



Pri „meraní“ trigonometrických prevýšení GTS, ako vyplýva z obr.1, tieto sa počítajú v prístroji podľa vzťahu

$$\Delta V_{ij} = D_{ij} \cdot \cos Z_{ij}^m \quad (1)$$

Presnosť takto určených prevýšení, vyjadrená rozptylom (disperziou, varianciou) $\sigma_{\Delta V}^2$, na základe použitia zákona o pôsobení variancií bude

$$\sigma_{\Delta V}^2 = F_{\Delta V} \Sigma F_{\Delta V}^T, \quad (2)$$

kde Σ je kovariančná matica priamo meraných veličín

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_D^2 & 0 \\ 0 & \sigma_Z^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

←

Obr.1. Geometria výškových pomerov.

¹ Ing. Jozef Kaifer, CSc., Katedra geodézie a geofyziky Fakulty BERG TU v Košiciach, Park Komenského 19, 043 84 Košice (Recenzovali: Prof. Ing. Juraj Sütti, Dr.Sc. a Doc. Ing. Michal Badida, CSc.)

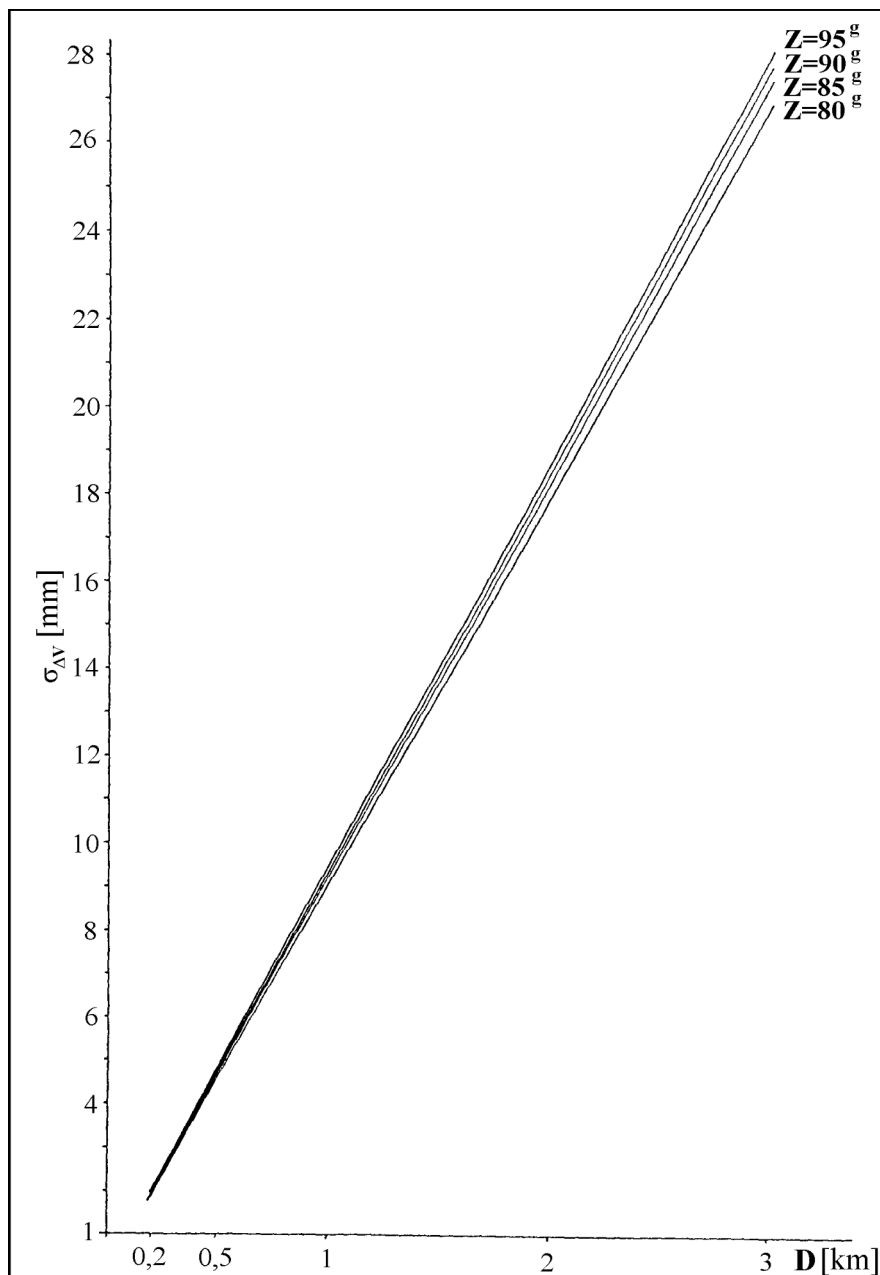
a matica koeficientov $F_{\Delta V}$ bude

$$F_{\Delta V} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \Delta V}{\partial D} & \frac{\partial \Delta V}{\partial \omega} \end{bmatrix} = [\cos Z^m - D \sin Z^m] \quad (4)$$

Pre rôzne hodnoty D , Z^m a σ_D , σ_Z boli v matici (3) vypočítané podľa vzťahov (4), (2) príslušné hodnoty $\sigma_{\Delta V}$ [mm] (tab.1). Vzájomná závislosť D , Z^m a $\sigma_{\Delta V}$ je zobrazená graficky na obr.2.

Z týchto výsledkov vyplývajú pre veľkosť $\sigma_{\Delta V}$ v závislosti na D a Z^m nasledujúce poznatky:

- na raste hodnôt $\sigma_{\Delta V}$ majú najväčší podiel dĺžky D ,
- zenitové uhly Z^m majú na zvýšenie hodnôt $\sigma_{\Delta V}$ nepatrný, zanedbateľný vplyv až po určitú hodnotu D_0 (cca $D_0 = 2\text{km}$) a aj pre $D > D_0$ je tento vplyv vcelku malý (okolo 1 mm).



Obr.2. Vzájomná závislosť D , Z a $\sigma_{\Delta V}$.

Tab.1. Výpočet príslušných hodnôt $\sigma_{\Delta V}$ [mm].

Z^s	D [m]			
	200	500	1000	3000
95	1,898	4,708	9,404	28,196
90	1,936	4,696	9,342	27,962
85	1,997	4,676	9,238	27,573
80	2,078	4,649	9,096	27,034

Záver

Z priebehu $\sigma_{\Delta V}$ v závislosti na D a Z^m vyplýva, že pre kratšie vzdialenosti do 0,3 - 0,4 km) je trigonometrický spôsob určenia prevýšení v podstate rovnocenný s nivelačným určením prevýšenia na úrovni technickej nivelácie.

Literatúra

- Böhm, J., Radouch, V. a Hanfacher, M.: Teorie chyb a vyrovnávací počet. *Geod. Kart. podnik Praha, 1990.*
 Technické materiály a informácie o GTS: *Leica, Zeiss, Topcon, Sokkia.*
 Ventceřová, J.S.: Teória pravdepodobnosti. *Alfa - SNTL, Bratislava - Praha 1973.*