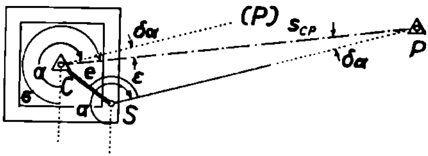
2. NEPŘÍMÉ MĚŘENÍ VODOROVNÝCH ÚHLŮ

Při přímém měření úhlů se staví stroj přesně nad bodem a zaměřuje se na dostředně postavené signály. Je-li stroj postaven mimo bod nebo výtyčka není správně postavena v bodě, měří se nepřímo úhly, které je nutno převést na správný střed. Příčiny mimostředného měření úhlů mohou být různé. Ku př. trigonometrický bod, daný makovicí věže nebo hromosvodem na továrním komínu, je pro měření úhlové nepřístupný. Podobně je tomu, když signál nebo pyramida je postavena stranou od vlastního bodu. Pro převedení nepřímo čili mimostředně měřených úhlů na střed čili centr je nutno změřiti vzdálenost mezi vlastním bodem a stanoviskem stroje čili excentricitu (výstřednost) e a centrační úhel ε.



Obr. 20. Excentrické stanovisko.

Převod jižníků nebo směrníků při mimostředném stanovisku (obr. 20). Trigonometrický bod, daný makovicí věže, je nepřístupný a úhly byly měřeny na mimostředném stanovisku S na ochozu věže. — Vedeme-li v obrazci bodem C rovnoběžku ke spojnici SP vidíme, že pro převod úhlu na mimostředném stanovisku S na střed C platí

$$\sigma = \alpha + \vartheta\alpha .$$

Úhel $\vartheta\alpha$ se vypočte z $\triangle\, CPS$, v němž se ve vrcholu P objevuje úhel stejné velikosti

$$\sin \vartheta\alpha = \frac{e}{s_{CP}} \,.\, \sin \varepsilon .$$

Ve velkém počtu případů je úhel $\vartheta\varkappa$ velmi malý a dá se proto vypočísti z jednoduchého vzorce

$$\vartheta\varkappa'' = \varrho'' \frac{e}{s} \sin \varepsilon.$$

Dostřeďovací prvky se stanoví následovně:

Při měření trigonometrické sítě jsou dány vzdálenosti s trigonometrických bodů z přibližných souřadnic s dostatečnou přesností a mnohé se vypočtou ze souřadnic daných bodů. Délka se do vzorce dosazuje zaokrouhlená na decimetry a v případech, kdy je e velmi malé, lze s zaokrouhlit na celé metry. Úhel ε, měřený od směru SC, může být znám při malém e jen přibližně, kdežto při velkém e musí být dán přesně.

S mimostředného stanoviska S na ochozu věže není vidět na bod C (makovici věže) a tím je nutno úhel ε stanovit nepřímo a výstřednost $e = SC$ se musí určit jako nepřístupná vzdálenost. Výstřednost e se měří nebo se počítá na milimetry.

Je-li s bodu S vidět na bod C, jako tomu bývá na rovné střeše, kde trigonometrickým bodem je hromosvod, pak se úhel ε i délka e přímo měří. Kdyby e se nedalo přímo měřit, stanoví se nepřímo z pomocné základny.

Podle katastrálních předpisů se měří výstřednost e dvakrát na milimetry, je-li menší než 20 m a třikrát, je-li větší než 20 m. Úhel ε se vyšetřuje ze dvou nebo několika měření

a) na celé stupně, je-li e menší než 1 cm,
b) na celé 10minuty, je-li e menší než 10 cm,
c) na celé minuty, je-li e menší než 1 m,
d) na celé 10vteřiny, je-li e menší než 10 m a
e) na celé vteřiny, je-li e menší než 100 m.

Výstřednost e menší než 4 mm lze zanedbat.

Dostředné vrcholové úhly lze určiti z převedených jižníků nebo směrníků nebo tím, že podle obr. 21 se užije vzorce

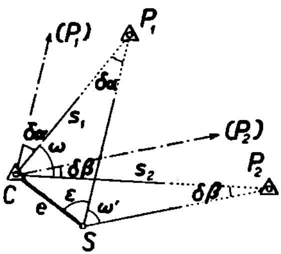
$$\omega + \vartheta\varkappa = \omega' + \vartheta\beta \quad \text{čili} \quad \omega = \omega' + \vartheta\beta - \vartheta\varkappa,$$

kde

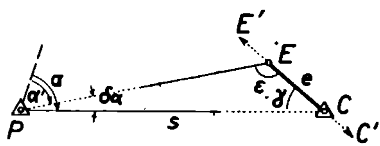
$$\sin \vartheta\alpha = \frac{e}{s_1} \,.\, \sin \varepsilon \quad \text{nebo} \quad \vartheta\alpha'' = \varrho'' \frac{e}{s_1} \,.\, \sin \varepsilon,$$

$$\sin \vartheta\beta = \frac{e}{s_2} \,.\, \sin (\varepsilon + \omega') \quad \text{nebo} \quad \vartheta\beta'' = \varrho'' \frac{e}{s_2} \,.\, \sin (\varepsilon + \omega').$$

Úhly $\vartheta\alpha$ a $\vartheta\beta$ jsou kladné nebo záporné podle toho, na které straně záměry leží. Jejich znamení závisí na goniometrické funkci úhlu ε, který se počítá ve směru chodu ručiček hodinových od směru SC.



Obr. 21. Převod excentricky měřených úhlů na střed.



Obr. 22. Excentrický signál.

Převod úhlů při mimostředném signálu (obr. 22). Úhloměrný stroj byl v bodě P postaven dostředně a nebylo z něho vidět signál v bodě C. Bylo proto zaměřeno na jiný signál, postavený v bodě E. — Místo správného úhlu α byl změřen nesprávný úhel α', který se musí opravit o malý úhel $\vartheta\alpha$, abychom obdrželi správnou úhlovou hodnotu, takže

$$\alpha = \alpha' + \vartheta\alpha.$$

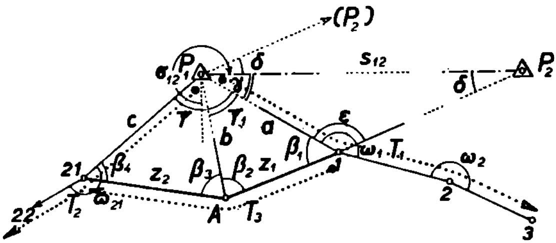
Z $\triangle\, PCE$ se vypočte

$$\sin \vartheta\alpha = \frac{e}{s} \sin \varepsilon \tag{1}$$

nebo

$$\vartheta''\alpha = \varrho'' \frac{e}{s} \sin \varepsilon. \tag{2}$$

Vzorce (2) se užije, když $\vartheta\alpha \leqq 1°\,24'$ nebo když $\frac{e}{s} \leqq \frac{1}{41}$ pro ε rovné nebo se blížící 90°. Dostřeďovací prvky musí být určeny s toutéž přesností jako prvky u mimostředného stanoviska. Úhel ε se měří v bodě E stejně jako na mimostředném stanovisku.



Obr. 23. Připojení polygonového pořadu na nepřístupný trigonometrický bod.

Jsou-li v bodech postaveny signály, pyramidy nebo věže, jichž záměrné tyče jsou oproti kamenu mimostředné, změří se na stanovisku C směrníková osnova a v bodě E centrační úhel ε. V těchto případech bývá e malé a podle předpisů lze úhel ε měřit úhloměrem. Měření úhloměrem je velmi často velmi nepohodlné, zvláště v zarostlém okolí a tu lze pro malé e postupovat takto:

Směr CE se prodlouží podle napjatého motouzu dostatečně daleko od stroje do bodu E', aby se naň dalo dalekohledem zaměřit. Bod E se zařadí do osnovy směrníkové na stanovisku C jako poslední směr a po zaměření všech směrů v některé řadě (zpravidla v první řadě poslední skupiny) se zaměří na bod E'. Na bod lze zaměřiti též v obou polohách dalekohledu čili v obou řadách příslušné skupiny. Na bod se zaměřuje naposled proto, že je blízko stroje a tím je nutno značně povytáhnout okulárovou trubici. Tak se změří úhel γ. Poněvadž úhel $\vartheta\alpha$ je malý a pro $e = 10$ cm a $s = 1$ km činí asi 20″, lze úhel ε vypočísti ze vzorce $\varepsilon = 180° - \gamma$ s větší přesností než by byl určen úhloměrem. Tam, kde je e velké, změří se úhel ε úhloměrným strojem, při čemž se směr EC prodlouží kvůli měření do bodu C' ve vzdálenosti od stroje, na niž se dá dalekohled již zaostřiti.

Připojení polygonového pořadu na nepřístupný trigonometrický bod (obr. 23). Polygonový pořad $123\ldots$ je připojen na trigonometrický bod P_1, který jako střed makovice věže je nepřístupný. Kromě úhlů ω_1 až ω_n byl změřen též úhel ε v bodě *1* mezi směry na body $\triangle P_1$ a $\triangle P_2$. Připojovací délka a se vypočte z měřených základen z_1 a z_2 a úhlů β_1 až β_4. Při volbě polygonových bodů se zvolí bod *1* nebo *A* tak, aby s jednoho z nich bylo vidět ještě na bod $\triangle P_2$.

Polygonový pořad se musí počítat od bodu daného souřadnicemi a potřebné prvky se musí vypočísti. V našem případě se musí vyjíti od bodu $\triangle P_1$. Postup výpočtu je:

1. Z měřených základen se vypočtou strany a a b

$$a = z_1 \frac{\sin \beta_2}{\sin (\beta_1 + \beta_2)} = b \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1},$$

kde

$$b = z_1 \frac{\sin \beta_1}{\sin (\beta_1 + \beta_2)} = z_2 \frac{\sin \beta_4}{\sin (\beta_3 + \beta_4)}.$$

2. Ze souřadnic bodů $\triangle P_1$ a $\triangle P_2$ se vypočte jižník a délka strany

$$\operatorname{tg} \sigma_{12} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, \qquad \sigma_{12} = \dots$$

$$s_{12} = \frac{y_2 - y_1}{\sin \sigma_{12}} = \frac{x_2 - x_1}{\cos \sigma_{12}}$$

se zkouškou 45stupňovou.

3. Úhel ϑ se vypočte vzhledem k délce a ze vzorce

$$\sin \vartheta = \frac{a}{s_{12}} \sin \varepsilon.$$

4. Připojovací úhel γ se rovná

$$\gamma = 180^\circ - (\varepsilon + \vartheta).$$

5. Jižníky polygonových stran se vypočtou podle zásad dříve uvedených

$$\alpha_{P_1 1} = \sigma_{12} + \gamma,$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{P_1 1} + \omega_1 - 180^\circ = \sigma_{12} + \gamma + \omega_1 - 180^\circ,$$

atd.

Výpočet souřadnicových rozdílů a souřadnic se provede obvyklým způsobem.

Podobně se počítá polygonový pořad P_1 *21 22* ..., kde úhel ψ se rovná

$$\psi = 360^\circ - (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4)$$

a

$$\alpha_{P_1 21} = \sigma_{12} + \gamma + \psi$$

atd.

Souřadnice bodu A lze vypočísti jako souřadnice koncového bodu rayonu, který je dán délkou b a jižníkem $\alpha_{P_1 A} = \sigma_{12} + \gamma + \psi_1$ nebo z polygonového pořadu T_3 : *1 A 21*, který je délkově i úhlově připojen k pořadům T_1 a T_2. Výpočet z polygonového pořadu je správnější.

Je nesprávné počítati souřadnice bodu *1* nebo bodu A ze souřadnic bodu P_1, z délky a jižníku za tím účelem, aby polygonový pořad T_1 nebo T_2 se vyrovnal mezi souřadnice bodu *1* (nebo A) a koncovým bodem pořadu. V tomto případě by bod *1* nebo A zastupoval trigonometrický bod, ač jeho souřadnice by nebyly vyrovnané.