Lesnická a dřevařská fakulta

Geodézie

Přednáška

Souřadnicové výpočty

Mendelova univerzita v Brně

Souřadnicové výpočty (souřadnicová geometrie) vychází z analytické geometrie – zkoumá geometrické tvary pomocí algebraických a analytických metod.

Výpočet směrníku a délky strany

- v základním i podrobném bodovém poli se poloha každého bodu vyjadřuje pravoúhlými souřadnicemi v souřadnicovém systému S-JTSK (kartézská soustava souřadnic)

Měřická strana

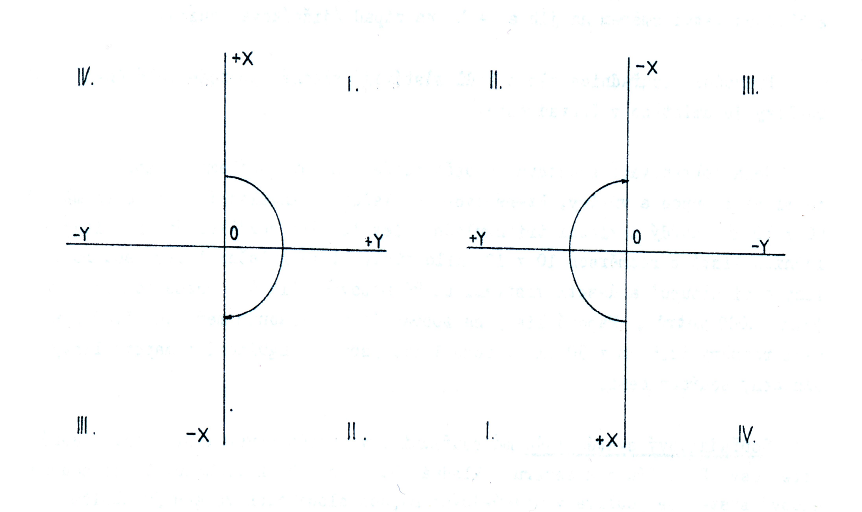
- strana mezi dvěma měřickými (trigonometrickými) polygonovými body

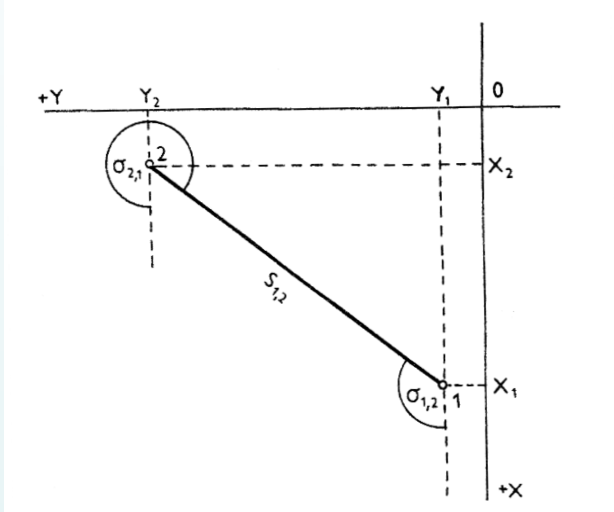
Směrník

- úhel sevřený měřickou stranou a rovnoběžkou s kladnou osou X
- udává směrovou orientaci měřických stran

- podle směru kladné větve osy X rozlišujeme dva druhy souřadnicových soustav:
  1. jižníková soustava – kladná osa X směřuje k jihu, kladná osa Y na západ a směrník se nazývá jižník
  2. severníková soustava – kladná osa X směřuje k severu, kladná osa Y na východ a směrník se nazývá severník

Souřadnicové výpočty





- ❑ při každé měřické straně rozlišujeme dva směrníky:
  - ➢ $\sigma_{1,2}$ … směrník na bodě 1 (z bodu 1 do bodu 2)
  - ➢ $\sigma_{2,1}$ … směrník na bodě 2 (z bodu 2 do bodu 1)
- ❑ vztah mezi oběma směrníky téže strany: $\sigma_{2,1} = \sigma_{1,2} + 180^{\circ}$ (200^{g})
- ❑ hodnoty směrníků nabývají velikosti 0° - 360° (400^{g})
- ❑ pro výpočet směrníku a délky strany musíme znát pravoúhlé souřadnice koncových bodů této strany

Souřadnicové výpočty

- směrník $\sigma_{1,2}$ strany $s_{1,2}$ vypočteme ze základního vztahu pravoúhlého trojúhelníka:

$$tg\varphi = \frac{|\Delta y_{1,2}|}{|\Delta x_{1,2}|}$$

- Δx a Δy jsou rozdíly pravoúhlých souřadnic koncových bodů strany:

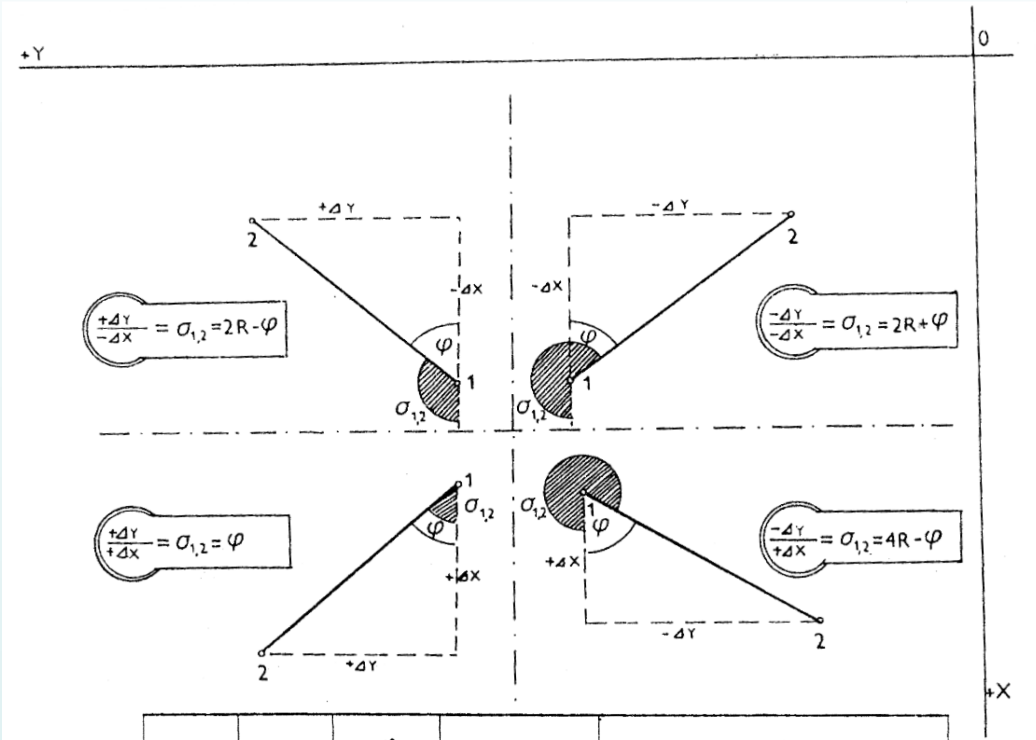
$$\Delta y_{1,2} = y_2 - y_1$$

$$\Delta x_{1,2} = x_2 - x_1$$

- úhel φ nabývá hodnot od 0° do 90°
- tento úhel musíme převést do příslušného kvadrantu
- kvadrant určíme podle znamének souřadnicových rozdílů Δy a Δx
- délku strany $s_{1,2}$ určíme pomocí Pythagorovy věty:

$$s_{1,2} = \sqrt{\Delta y_{1,2}^2 + \Delta x_{1,2}^2}$$ nebo ze vztahu $$s_{1,2} = \frac{|\Delta y_{1,2}|}{\sin\varphi} = \frac{|\Delta x_{1,2}|}{\cos\varphi}$$

Určení směrníků podle kvadrantů



Δy	Δx	$tg\,\varphi$	kvadrant	směrník
+	+	+	I.	$\sigma = \varphi$
+	-	+	II.	$\sigma = 180° - \varphi$ $/200^g - \varphi/$
-	-	+	III.	$\sigma = 180° + \varphi$ $/200^g + \varphi/$
-	+	+	IV.	$\sigma = 360° - \varphi$ $/400^g - \varphi/$

Výpočet souřadnic bodu z délky strany a směrníku

- jedná se o výpočet souřadnic bodu určeného polární metodou, úloha se též nazývá výpočet rajónu
- převádíme polární souřadnice na pravoúhlé souřadnice (ortogonální)
- jsou dány souřadnice bodu A (y_A, x_A), délka strany $s_{A,B}$ a její směrník $\sigma_{A,B}$
- souřadnice bodu B (y_B, x_B) vypočteme:

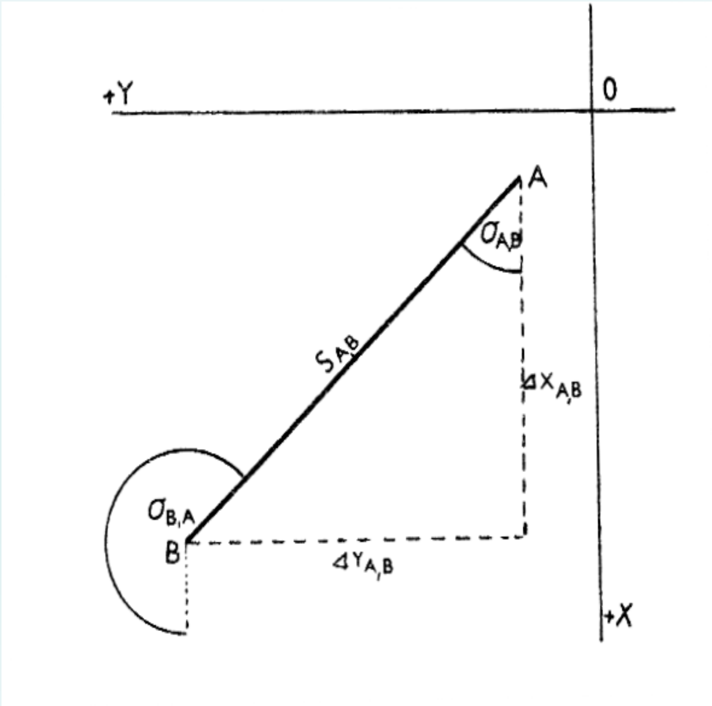
$$y_B = y_A + \Delta y_{A,B}$$

$$x_B = x_A + \Delta x_{A,B}$$

- souřadnicové rozdíly $\Delta y_{A,B}$, $\Delta x_{A,B}$ určíme podle jednoduchých vztahů v pravoúhlém trojúhelníku:

$$\Delta y_{A,B} = s_{A,B} \cdot \sin \sigma_{A,B}$$

$$\Delta x_{A,B} = s_{A,B} \cdot \cos \sigma_{A,B}$$



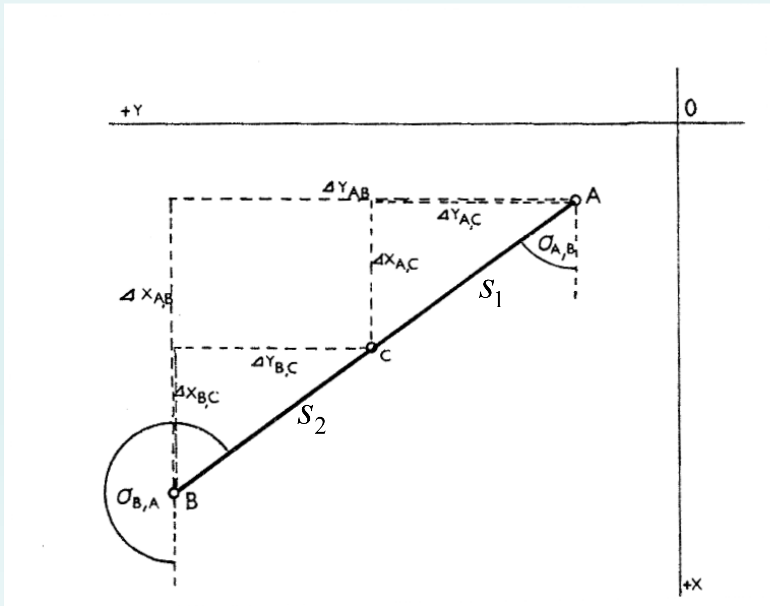
Výpočet souřadnic bodu na měřické přímce

- jedná se o výpočet souřadnic bodu ortogonální metodou
- měřická přímka je dána pravoúhlými souřadnicemi bodů A (y_A,x_A), B (y_B,x_B)
- úkolem je určit souřadnice bodu C (y_C, x_C) na měřické přímce, který je určen délkou staničení s_1, případně s_2
- nejdříve vypočítáme souřadnicové rozdíly $\Delta y_{A,B}$ a $\Delta x_{A,B}$, a z nich směrník měřické přímky $\sigma_{A,B}$, případně $\sigma_{B,A}$
- souřadnice bodu C lze vypočítat od bodu A nebo B, případně jako jejich průměr

$$y_{C'} = y_A + \Delta y_{A,C} = y_A + s_1 \cdot \sin \sigma_{A,B}$$
$$x_{C'} = x_A + \Delta x_{A,C} = x_A + s_1 \cdot \cos \sigma_{A,B}$$

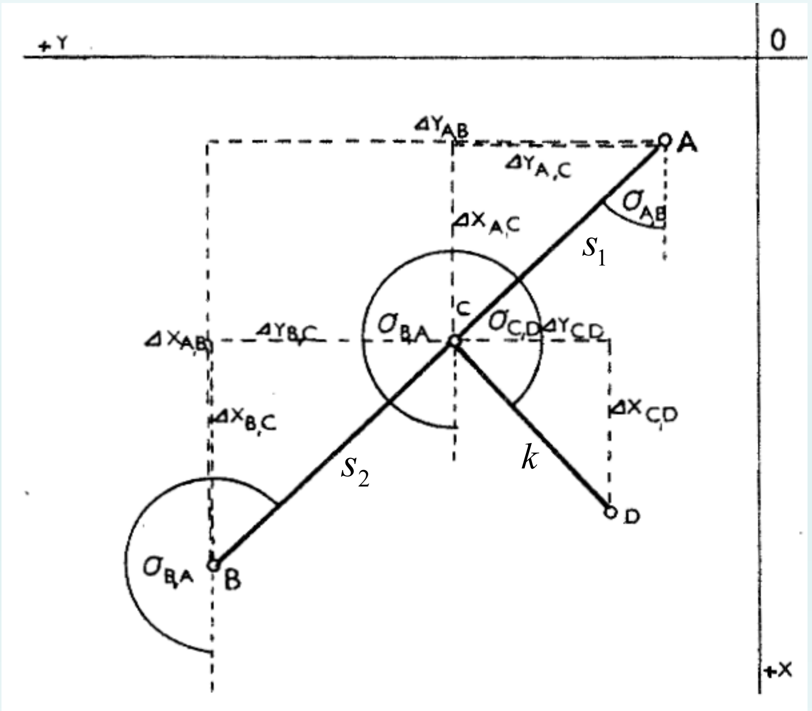
$$y_{C''} = y_B + \Delta y_{B,C} = y_B + s_2 \cdot \sin \sigma_{B,A}$$
$$x_{C''} = x_B + \Delta x_{B,C} = x_B + s_2 \cdot \cos \sigma_{B,A}$$

$$y_C = \frac{y_{C'} + y_{C''}}{2} \qquad x_C = \frac{x_{C'} + x_{C''}}{2}$$



Výpočet souřadnic bodu na kolmici

- na kolmici k měřické přímce leží bod D, který je určen délkou staničení s_1, případně s_2 a délkou kolmice k
- úkolem je určit souřadnice bodu D (y_D, x_D)
- nejdříve opět vypočítáme souřadnicové rozdíly $\Delta y_{A,B}$ a $\Delta x_{A,B}$, a z nich směrník měřické přímky $\sigma_{A,B}$, případně $\sigma_{B,A}$



- souřadnice bodu D lze rovněž vypočítat od bodu A nebo B, případně jako jejich průměr

$$y_{D'} = y_A + \Delta y_{A,C} + \Delta y_{C,D} = y_A + s_1 \cdot \sin \sigma_{A,B} + k \cdot \sin \sigma_{C,D}$$

$$x_{D'} = x_A + \Delta x_{A,C} + \Delta x_{C,D} = x_A + s_1 \cdot \cos \sigma_{A,B} + k \cdot \cos \sigma_{C,D}$$

$$y_{D''} = y_B + \Delta y_{B,C} + \Delta y_{C,D} = y_B + s_2 \cdot \sin \sigma_{B,A} + k \cdot \sin \sigma_{C,D}$$

$$x_{D''} = x_B + \Delta x_{B,C} + \Delta x_{C,D} = x_B + s_2 \cdot \cos \sigma_{B,A} + k \cdot \cos \sigma_{C,D}$$

$$y_D = \frac{y_{D'} + y_{D''}}{2} \qquad x_D = \frac{x_{D'} + x_{D''}}{2}$$

Další řešení:

- výpočet délky s_{BD} pomocí Pythagorovy věty: $s_{B,D} = \sqrt{BC^2 + CD^2}$
- výpočet úhlu β (při vrcholu B) v trojúhelníku BCD
- výpočet směrníku: $\sigma_{B,D} = \sigma_{B,A} + \beta$
- další postup shodný jako při výpočtu rajonu
  - výpočet souřadnicových rozdílů

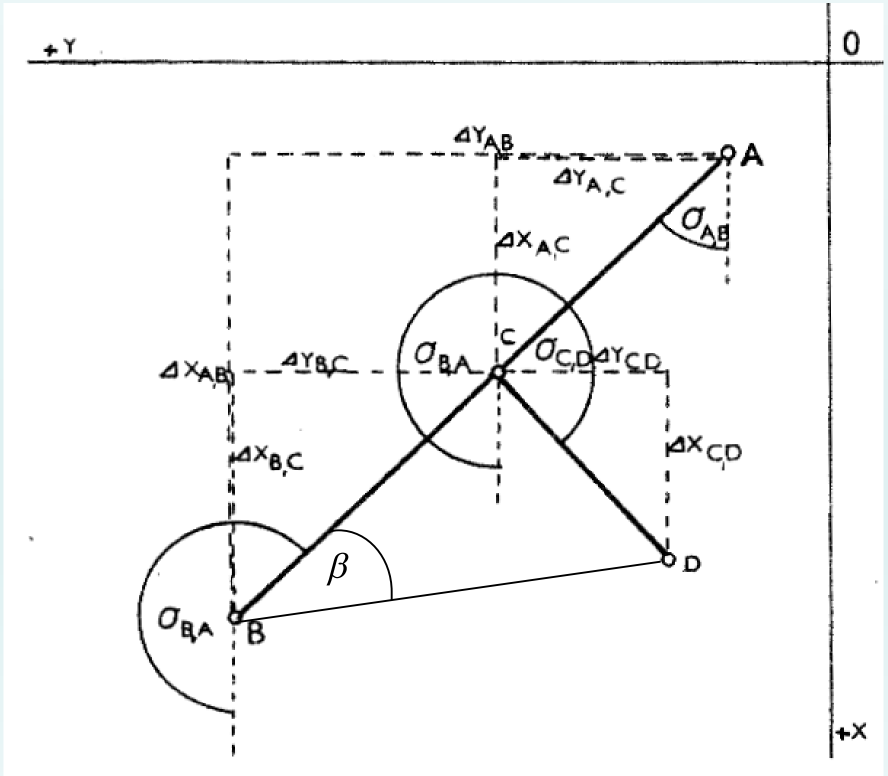
$$\Delta y_{B,D} = s_{B,D} \cdot \sin \sigma_{B,D}$$

$$\Delta x_{B,D} = s_{B,D} \cdot \cos \sigma_{B,D}$$

  - výpočet souřadnic bodu D

$$y_D = y_B + \Delta y_{B,D}$$

$$x_D = x_B + \Delta x_{B,D}$$



Výpočet souřadnic bodu určeného protínáním vpřed z úhlů

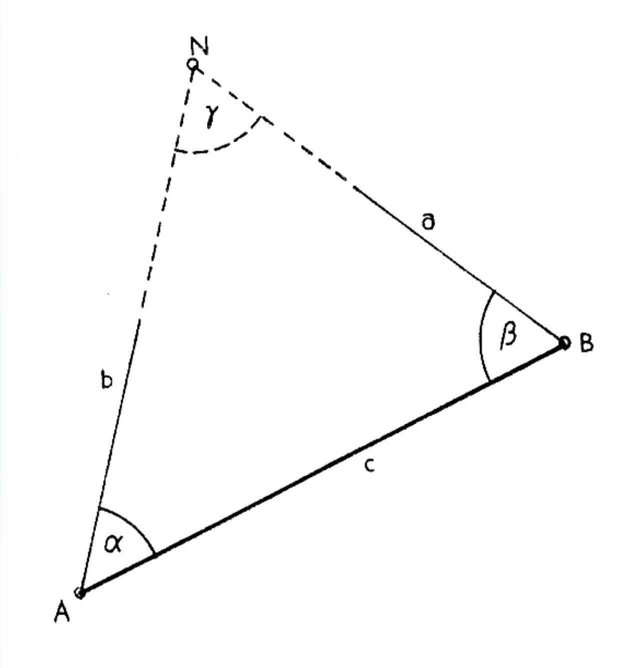
- souřadnice bodu N určujeme protnutím dvou směrů vedených z koncových bodů měřické základny AB do tohoto určovaného bodu
- body A a B jsou dány svými souřadnicemi y_A, x_A, a y_B, x_B
- směry S_{AN} a S_{BN} odpovídají měřeným vodorovným úhlům α a β
- úhel γ určíme jako doplněk do 180˚ (200^g)
- jsou-li měřeny všechny tři úhly, provedeme vyrovnání tak, aby jejich součet byl 180˚ (200^g)
- ze souřadnic bodů A a B určíme směrník $\sigma_{A,B}$, případně $\sigma_{B,A}$ (viz. výpočet směrníku) a délku $c = s_{AB}$ Pythagorovou větou

$$s_{A,B} = \sqrt{\Delta y_{A,B}^{\ 2} + \Delta x_{A,B}^{\ 2}}$$

- následuje výpočet směrníků stran na určovaný bod N

$$\sigma_{A,N} = \sigma_{A,B} - \alpha$$

$$\sigma_{B,N} = \sigma_{B,A} + \beta$$



- potom vypočítáme délky zbývajících stran sinovou větou:

$$a = \frac{c \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma} \qquad b = \frac{c \cdot \sin \beta}{\sin \gamma}$$

- vypočítáme souřadnicové rozdíly Δy a Δx mezi body základny (A, B) a určovaným bodem N

$$\Delta y_{A,N} = b \cdot \sin \sigma_{A,N} \qquad \Delta y_{B,N} = a \cdot \sin \sigma_{B,N}$$
$$\Delta x_{A,N} = b \cdot \cos \sigma_{A,N} \qquad \Delta x_{B,N} = a \cdot \cos \sigma_{B,N}$$

- z daných souřadnic bodů A a B a souřadnicových rozdílů Δy a Δx vypočítáme dvakrát souřadnice bodu N

$$y_{N'} = y_A + \Delta y_{A,N} \qquad y_{N''} = y_B + \Delta y_{B,N}$$
$$x_{N'} = x_A + \Delta x_{A,N} \qquad x_{N''} = x_B + \Delta x_{B,N}$$

- výsledné souřadnice bodu N stanovíme průměrem

$$y_N = \frac{y_{N'} + y_{N''}}{2} \qquad x_N = \frac{x_{N'} + x_{N''}}{2}$$

Souřadnicové výpočty v polygonové síti

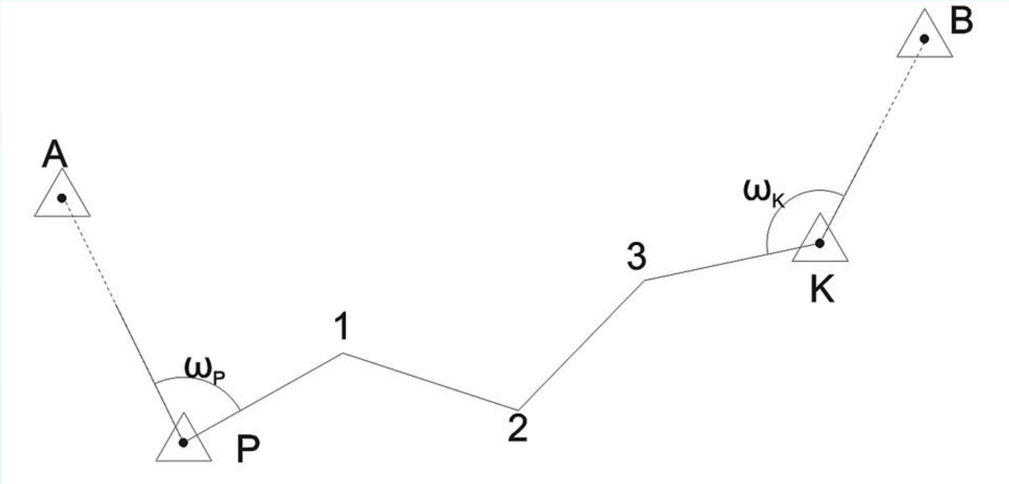
- v základním polohovém bodovém poli jsou body od sebe vzdáleny 1 - 2 km
- nelze je vždy přímo použít k zaměřování polohopisu – proto je třeba zhustit základní síť těchto bodů
- hustota bodů podrobného bodového pole se řídí praktickou potřebou
- tyto zahušťovací (polygonové) body se určují polygonovými pořady
- polygonovým pořadem nazýváme souvislou řadu bodů spojených délkově a úhlově tak, že tvoří prostorovou lomenou čáru, případně mnohoúhelník
- tvar polygonu se přizpůsobuje potřebám detailního měření (reliéf, terén, tvar a rozloha území)
- polygony při detailních měřeních jsou vždy připojeny na trigonometrické body (státní trigonometrická síť)
- polygonový pořad je určen měřením všech délek polygonových stran a všech vrcholových úhlů
- polygonový pořad by měl být pokud možno přímý a délky za sebou následujících stran by neměly být příliš rozdílné (max. 1 : 3)

Dělení polygonových pořadů

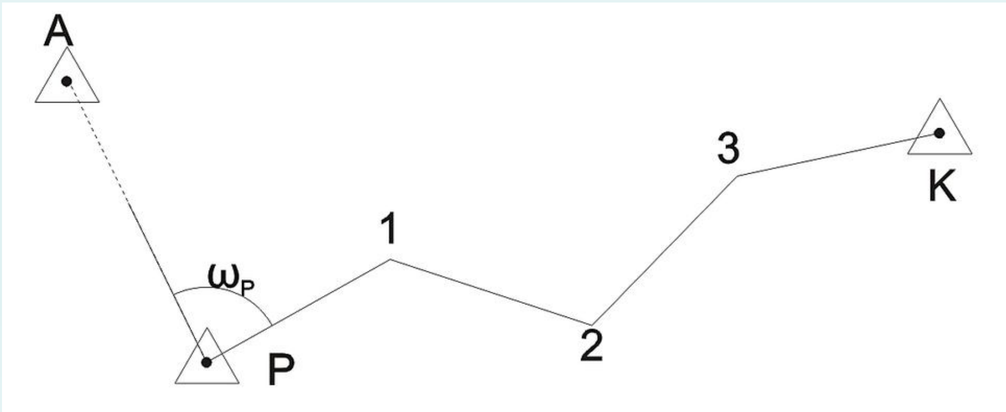
- pořady můžeme rozdělit do tří skupin:
  - hlavní polygonové pořady
  - vedlejší polygonové pořady
  - zauzlené polygonové pořady (dnes se již nepoužívají)
- podle použitého přístroje polygonové pořady dělíme na teodolitové (měří se vrcholové úhly) a buzolní (měří se magnetické azimuty)
- podle tvaru:
  - otevřené polygonové pořady – napřímené a zalomené
  - uzavřené polygonové pořady – orientované (připojené na bodové pole) a neorientované (místní systém)
- z hlediska délky stran:
  - pořady s dlouhými stranami (300 – 1 500 m)
  - pořady s krátkými stranami (60 – 300 m)
- z hlediska účelu, kterému slouží:
  - pořady pro určení zhušťovacího bodu (připojení na body ZPBP)
  - pořady pro určení ostatních bodů PPBP (připojení na body ZPBP, na zhušťovací body, na body PPBP)

- podle způsobu připojení:
  - oboustranně připojené a orientované pořady (vřazené)
    - na obou koncích připojené na bodové pole
    - na obou koncích orientovány na jiné polohově dané body
  - oboustranně připojené a jednostranně orientované pořady
    - na obou koncích připojeny na bodové pole
    - orientovány pouze na jedné straně
  - jednostranně připojené a jednostranně orientované pořady (volné)
    - připojené a orientované pouze na začátku
    - někdy označované jako vícenásobné rajony
    - mohou mít maximálně 3 strany (kvůli přesnosti)
  - oboustranně připojené a neorientované pořady (vetknuté)
    - oboustranně připojeny na bodové pole
    - nejsou směrově orientovány
    - mohou mít maximálně 4 strany
  - zauzlené
    - několik polygonů končících ve společném bodě
    - každý polygon v počátečním bodě směrově orientován

Polygonové pořady

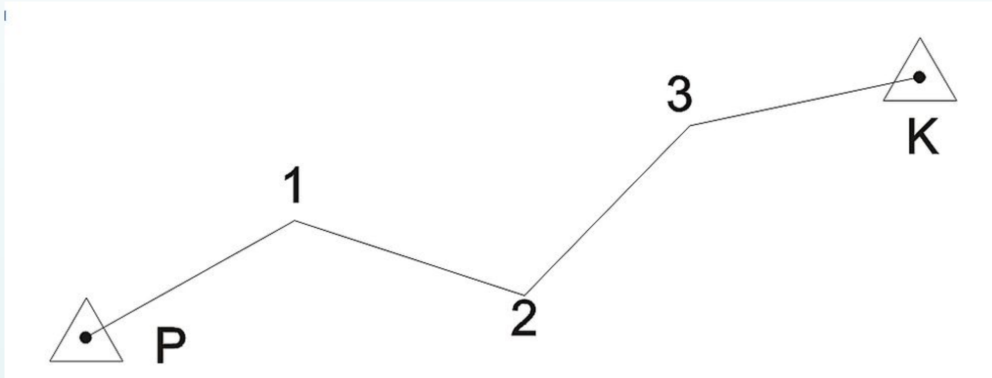


Oboustranně polohově připojený a oboustranně orientovaný

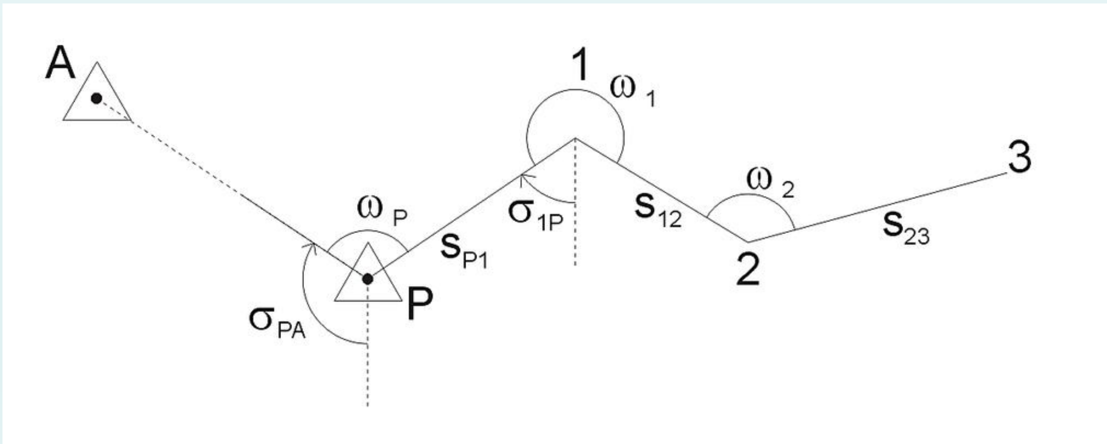


Oboustranně polohově připojený a jednostranně orientovaný

Polygonové pořady

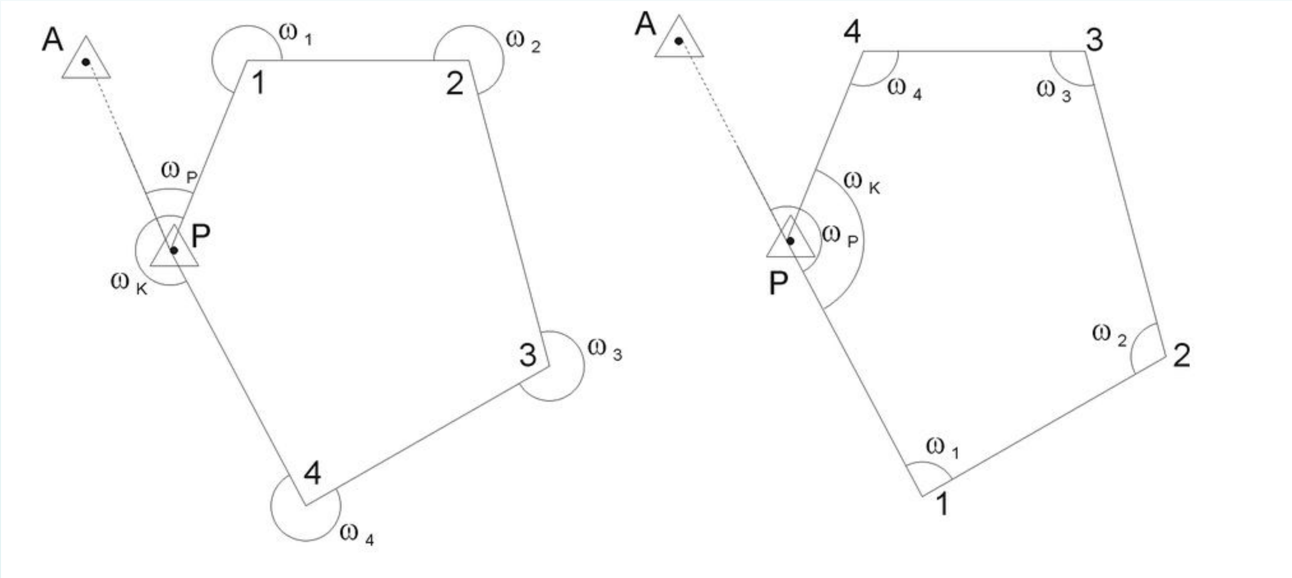


Oboustranně polohově připojený a neorientovaný (vetknutý)



Jednostranně polohově připojený a jednostranně orientovaný (volný)

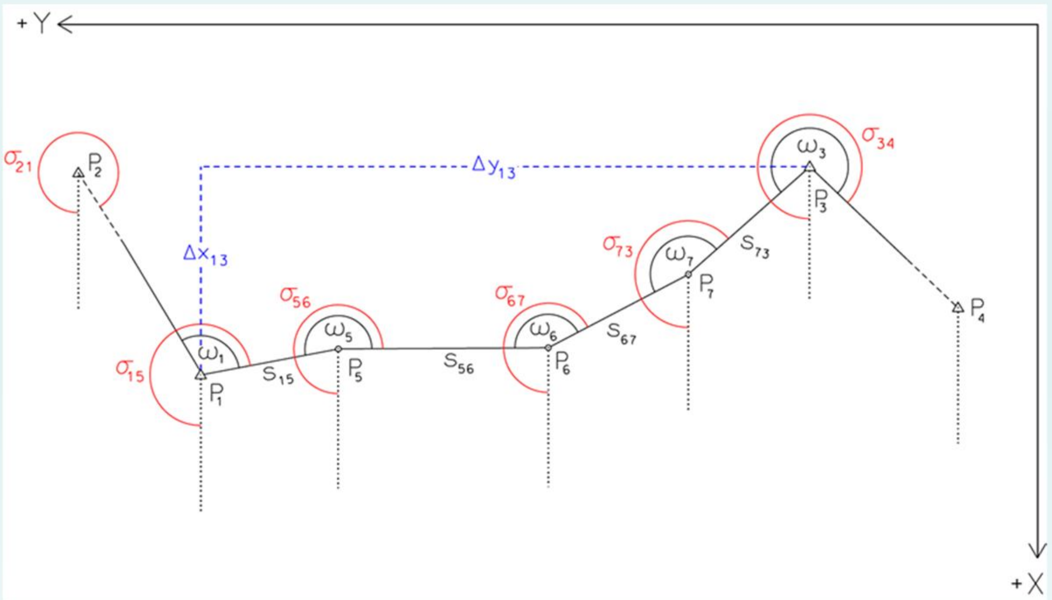
Polygonové pořady



Uzavřený polohově připojený s orientací

Oboustranně připojený a orientovaný polygonový pořad (vřazený)

- pro výpočet souřadnic jednotlivých bodů v tomto polygonovém pořadu musíme znát :
  - pravoúhlé souřadnice koncových bodů připojovacích stran
  - případně směrníky připojovacích stran
- polygon je tak určen:
  - souřadnicemi připojovacích bodů P_1 (y, x), P_2 (y, x), P_3 (y, x) a P_4 (y, x)
  - měřenými vrcholovými úhly ω'_1, ω'_5, ω'_6, ω'_7, ω'_3
  - měřenými délkami polygonových stran s_{15}, s_{56}, s_{67}, s_{73}



Postup výpočtu

1. Výpočet směrníků připojovacích stran
2. Určení úhlové odchylky a její odstranění
3. Výpočet směrníků jednotlivých polygonových stran
4. Výpočet předběžných souřadnicových rozdílů
5. Určení odchylky souřadnicových rozdílů a její odstranění
    a) Určení odchylky
    b) Posouzení přesnosti měření
    c) Rozdělení odchylky úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů
6. Výpočet správných souřadnicových rozdílů
7. Výpočet souřadnic polygonových bodů

Souřadnicové výpočty – polygony

1. Výpočet směrníků připojovacích stran σ_{21} , σ_{34}
2. Určení úhlové odchylky a její odstranění:

$$\sigma_{34}^{'} = \sigma_{21} + \sum \omega^{'} - n\,.\,200^{g}$$
$$0_{\omega} = \sigma_{34} - \sigma_{34}^{'} = \sigma_{34} - \sigma_{21} - \sum \omega^{'} + n\,.\,200^{g}$$

n … počet vrcholů na nichž je měřen vrcholový úhel

- úhlová odchylka nesmí překročit dovolenou mez (maximální přípustnou odchylku):
  - pro hlavní polygonové pořady: $0_{\omega_{max}} = 100^{cc} \cdot \sqrt{n}$
  - pro vedlejší polygonové pořady: $0_{\omega_{max}} = 200^{cc} \cdot \sqrt{n+1}$
- byla-li dodržena požadovaná přesnost měření, rozdělí se úhlová odchylka rovnoměrně na všechny vrcholové úhly polygonového pořadu: $\delta_{\omega} = \frac{0_{\omega}}{n}$
- opravy se zaokrouhlují na celá čísla a součet všech oprav se musí rovnat úhlové odchylce: $\sum \delta_{\omega} = 0_{\omega}$

- opravené vrcholové úhly:

$$\omega_1 = \omega_1' + \delta_\omega$$
$$\omega_5 = \omega_5 + \delta_\omega$$
$$\omega_6 = \omega_6 + \delta_\omega$$
$$\omega_7 = \omega_7 + \delta_\omega$$
$$\omega_3 = \omega_3 + \delta_\omega$$

3. Výpočet směrníků jednotlivých polygonových stran
   - ze směrníku připojovací strany σ_{21} a opravených vrcholových úhlů ω_n se postupně odvodí směrníky všech polygonových stran a směrník připojovací strany σ_{34}

$$\sigma_{15} = \sigma_{21} + \omega_1 - 200^g$$
$$\sigma_{56} = \sigma_{15} + \omega_5 - 200^g$$
$$\sigma_{67} = \sigma_{56} + \omega_6 - 200^g$$
$$\sigma_{73} = \sigma_{67} + \omega_7 - 200^g$$
$$\sigma_{34} = \sigma_{73} + \omega_3 - 200^g$$

4. Výpočet předběžných souřadnicových rozdílů
   - počítáme z vyrovnaných směrníků a délek polygonových stran

$$
\begin{aligned}
\Delta y'_{15} &= s_{15} \,.\, \sin\sigma_{15} & \Delta x'_{15} &= s_{15} \,.\, \cos\sigma_{15} \\
\Delta y'_{56} &= s_{56} \,.\, \sin\sigma_{56} & \Delta x'_{56} &= s_{56} \,.\, \cos\sigma_{56} \\
\Delta y'_{67} &= s_{67} \,.\, \sin\sigma_{67} & \Delta x'_{67} &= s_{67} \,.\, \cos\sigma_{67} \\
\Delta y'_{73} &= s_{73} \,.\, \sin\sigma_{73} & \Delta x'_{73} &= s_{73} \,.\, \cos\sigma_{73}
\end{aligned}
$$

$$\sum \Delta y' = \qquad \sum \Delta x' =$$

$$\sum \left|\Delta y'\right| = \qquad \sum \left|\Delta x'\right| =$$

5. Určení odchylky souřadnicových rozdílů 0_y a 0_x
   - součet souřadnicových rozdílů se musí rovnat rozdílu souřadnic koncového a počátečního bodu polygonového pořadu

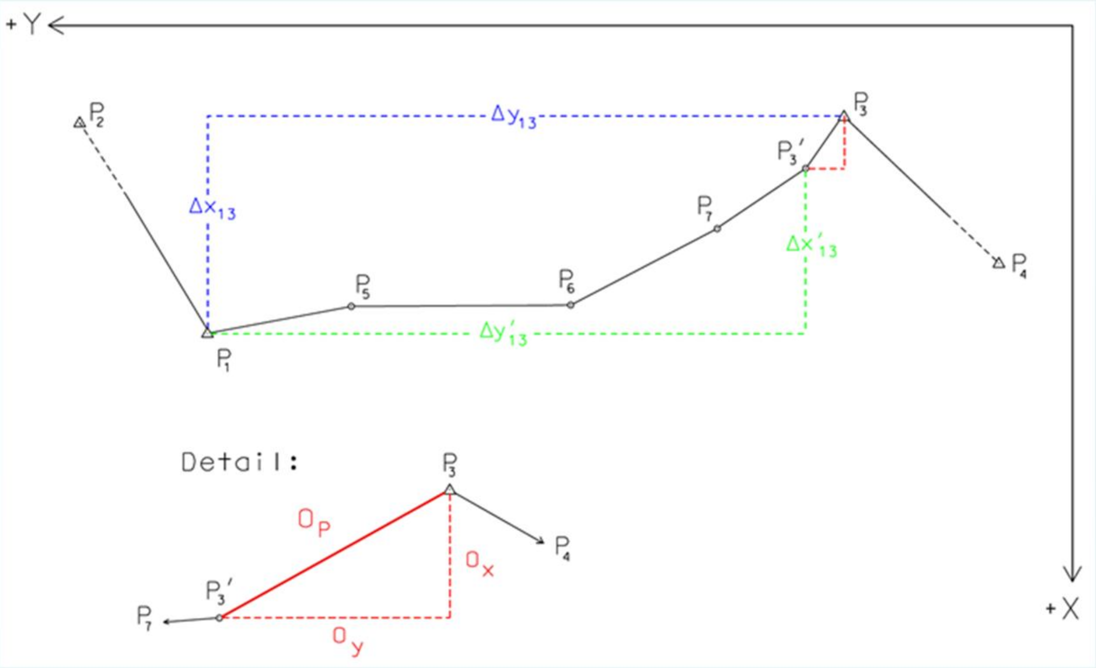
$$\sum \Delta y' = y_3 - y_1 \qquad \sum \Delta x' = x_3 - x_1$$

   - odchylky vypočteme:

$$0_y = \left(y_3 - y_1\right) - \sum \Delta y' \qquad 0_x = \left(x_3 - x_1\right) - \sum \Delta x'$$

Souřadnicové výpočty – polygony

- polohová chyba: $0_P = \sqrt{0_y^2 + 0_x^2}$
- mezní polohová chyba 0_P nesmí překročit hodnotu
  - pro hlavní pořady: $0{,}01 \cdot \sqrt{\sum s} + 0{,}04$
  - pro vedlejší pořady: $0{,}01 \cdot \sqrt{\sum s} + 0{,}15$



- souřadnicové odchylky rozdělíme úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů:

$$0_{y_{15}} = \left|\Delta y'_{15}\right| \cdot \frac{0_y}{\sum\left|\Delta y'\right|} \qquad 0_{x_{15}} = \left|\Delta x'_{15}\right| \cdot \frac{0_x}{\sum\left|\Delta x'\right|}$$

$$0_{y_{56}} = \left|\Delta y'_{56}\right| \cdot \frac{0_y}{\sum\left|\Delta y'\right|} \qquad 0_{x_{56}} = \left|\Delta x'_{56}\right| \cdot \frac{0_x}{\sum\left|\Delta x'\right|}$$

$$0_{y_{67}} = \left|\Delta y'_{67}\right| \cdot \frac{0_y}{\sum\left|\Delta y'\right|} \qquad 0_{x_{67}} = \left|\Delta x'_{67}\right| \cdot \frac{0_x}{\sum\left|\Delta x'\right|}$$

$$0_{y_{73}} = \left|\Delta y'_{73}\right| \cdot \frac{0_y}{\sum\left|\Delta y'\right|} \qquad 0_{x_{73}} = \left|\Delta x'_{73}\right| \cdot \frac{0_x}{\sum\left|\Delta x'\right|}$$

6. Výpočet správných souřadnicových rozdílů

$$\Delta y_{15} = \Delta y'_{15} + 0_{y_{15}} \qquad \Delta x_{15} = \Delta x'_{15} + 0_{x_{15}}$$

$$\Delta y_{56} = \Delta y'_{56} + 0_{y_{56}} \qquad \Delta x_{56} = \Delta x'_{56} + 0_{x_{56}}$$

$$\Delta y_{67} = \Delta y'_{67} + 0_{y_{67}} \qquad \Delta x_{67} = \Delta x'_{67} + 0_{x_{67}}$$

$$\Delta y_{73} = \Delta y'_{73} + 0_{y_{73}} \qquad \Delta x_{73} = \Delta x'_{73} + 0_{x_{73}}$$

7. Výpočet souřadnic polygonových bodů

$$y_5 = y_1 + \Delta y_{15} \qquad x_5 = x_1 + \Delta x_{15}$$

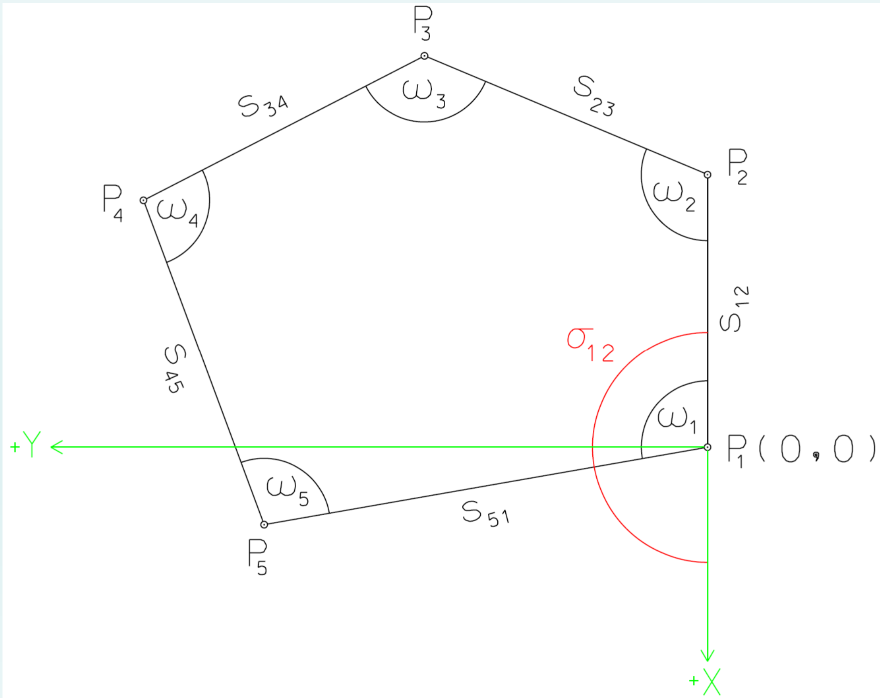
$$y_6 = y_5 + \Delta y_{56} \qquad x_6 = x_5 + \Delta x_{56}$$

$$y_7 = y_6 + \Delta y_{67} \qquad x_7 = x_6 + \Delta x_{67}$$

Kontrola: $y_3 = y_7 + \Delta y_{73}$ $\qquad x_3 = x_7 + \Delta x_{73}$

Uzavřený polygonový pořad nepřipojený

- uplatnění při zaměřování menších územních celků, není-li vyžadováno připojení na bodové pole
- veden po obvodě zaměřované oblasti
- polygon je tak určen:
  - měřenými obvodovými (vrcholovými) úhly ω'_1, ω'_2, ω'_3, ω'_4, ω'_5
  - měřenými délkami polygonových stran s_{12}, s_{23}, s_{34}, s_{45}, s_{51}



Postup výpočtu

1. Vyrovnání obvodových úhlů
   - součet vnitřních úhlů: (n - 2) . 180°, (n - 2) . 200^g
     n … počet vrcholů n-úhelníku
   - úhlová odchylka: $$0_\omega = (n-2).180^\circ - \sum \omega$$
   - přípustná hodnota: $$0_{\omega_{max}} = 65'' \cdot \sqrt{n+1}$$ $$0_{\omega_{max}} = 200^{cc} \cdot \sqrt{n+1}$$
   - odchylku rozdělíme úměrně na všechny vrcholové (vnitřní) úhly: $$\delta_\omega = \frac{0_\omega}{n}$$
   - opravy se zaokrouhlují na celá čísla a součet všech oprav se musí rovnat úhlové odchylce: $$\sum \delta_\omega = 0_\omega$$

- opravené vrcholové úhly:

$$\omega_1 = \omega_1' + \delta_\omega$$
$$\omega_2 = \omega_2' + \delta_\omega$$
$$\omega_3 = \omega_3' + \delta_\omega$$
$$\omega_4 = \omega_4' + \delta_\omega$$
$$\omega_5 = \omega_5' + \delta_\omega$$

2. Volba souřadnicové soustavy a výpočet směrníků polygonových stran:
   - osu x ztotožníme s nejdelší, případně počáteční stranou polygonu
   - souřadnice jednoho z bodů této strany si zvolíme v místním systému (0,0), případně (1000,1000) apod.
   - výpočet směrníků polygonových stran:

$$\sigma_{12} = 180^\circ \qquad \sigma_{45} = \sigma_{34} + \omega_4 - 180^\circ$$
$$\sigma_{23} = \sigma_{12} + \omega_2 - 180^\circ \qquad \sigma_{51} = \sigma_{45} + \omega_5 - 180^\circ$$
$$\sigma_{34} = \sigma_{23} + \omega_3 - 180^\circ \qquad \sigma_{12} = \sigma_{51} + \omega_1 - 180^\circ (\mathrm{K})$$

3. Výpočet předběžných souřadnicových rozdílů
   - počítáme ze směrníků a délek polygonových stran

$$\Delta y'_{12} = s_{12} \cdot \sin \sigma_{12} \qquad \Delta x'_{12} = s_{12} \cdot \cos \sigma_{12}$$
$$\Delta y'_{23} = s_{23} \cdot \sin \sigma_{23} \qquad \Delta x'_{23} = s_{23} \cdot \cos \sigma_{23}$$
$$\Delta y'_{34} = s_{34} \cdot \sin \sigma_{34} \qquad \Delta x'_{34} = s_{34} \cdot \cos \sigma_{34}$$
$$\Delta y'_{45} = s_{45} \cdot \sin \sigma_{45} \qquad \Delta x'_{45} = s_{45} \cdot \cos \sigma_{45}$$
$$\Delta y'_{51} = s_{51} \cdot \sin \sigma_{51} \qquad \Delta x'_{51} = s_{51} \cdot \cos \sigma_{51}$$

$$\sum \Delta y' = \qquad \sum \Delta x' =$$
$$\sum \left|\Delta y'\right| = \qquad \sum \left|\Delta x'\right| =$$

4. Určení odchylky souřadnicových rozdílů 0_y a 0_x
   - součet souřadnicových rozdílů se musí rovnat rozdílu souřadnic koncového a počátečního bodu polygonového pořadu:

$$0_y = 0 - \sum \Delta y' \qquad 0_x = 0 - \sum \Delta x'$$

$$0_P = \sqrt{0_y^2 + 0_x^2} \qquad 0_{P_{mez}} = 0{,}01 \cdot \sqrt{\sum s} + 0{,}15$$

- odchylky rozdělíme úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů Δy´ a Δx´:

$$0_{y_{12}} = \left|\Delta y'_{12}\right| \cdot \frac{0_y}{\sum\left|\Delta y'\right|} \qquad 0_{x_{12}} = \left|\Delta x'_{12}\right| \cdot \frac{0_x}{\sum\left|\Delta x'\right|}$$

$$0_{y_{23}} = \left|\Delta y'_{23}\right| \cdot \frac{0_y}{\sum\left|\Delta y'\right|} \qquad 0_{x_{23}} = \left|\Delta x'_{23}\right| \cdot \frac{0_x}{\sum\left|\Delta x'\right|}$$

$$0_{y_{34}} = \left|\Delta y'_{34}\right| \cdot \frac{0_y}{\sum\left|\Delta y'\right|} \qquad 0_{x_{34}} = \left|\Delta x'_{34}\right| \cdot \frac{0_x}{\sum\left|\Delta x'\right|}$$

$$0_{y_{45}} = \left|\Delta y'_{45}\right| \cdot \frac{0_y}{\sum\left|\Delta y'\right|} \qquad 0_{x_{45}} = \left|\Delta x'_{45}\right| \cdot \frac{0_x}{\sum\left|\Delta x'\right|}$$

$$0_{y_{51}} = \left|\Delta y'_{51}\right| \cdot \frac{0_y}{\sum\left|\Delta y'\right|} \qquad 0_{x_{51}} = \left|\Delta x'_{51}\right| \cdot \frac{0_x}{\sum\left|\Delta x'\right|}$$

5. Výpočet správných souřadnicových rozdílů

$$\Delta y_{12} = \Delta y'_{12} + 0_{y_{12}} \qquad \Delta x_{12} = \Delta x'_{12} + 0_{x_{12}}$$

$$\Delta y_{23} = \Delta y'_{23} + 0_{y_{23}} \qquad \Delta x_{23} = \Delta x'_{23} + 0_{x_{23}}$$

$$\Delta y_{34} = \Delta y'_{34} + 0_{y_{34}} \qquad \Delta x_{34} = \Delta x'_{34} + 0_{x_{34}}$$

$$\Delta y_{45} = \Delta y'_{45} + 0_{y_{45}} \qquad \Delta x_{45} = \Delta x'_{45} + 0_{x_{45}}$$

$$\Delta y_{51} = \Delta y'_{51} + 0_{y_{51}} \qquad \Delta x_{51} = \Delta x'_{51} + 0_{x_{51}}$$

6. Výpočet souřadnic polygonových bodů

$$y_2 = y_1 + \Delta y_{12} \qquad x_2 = x_1 + \Delta x_{12}$$

$$y_3 = y_2 + \Delta y_{23} \qquad x_3 = x_2 + \Delta x_{23}$$

$$y_4 = y_3 + \Delta y_{34} \qquad x_4 = x_3 + \Delta x_{34}$$

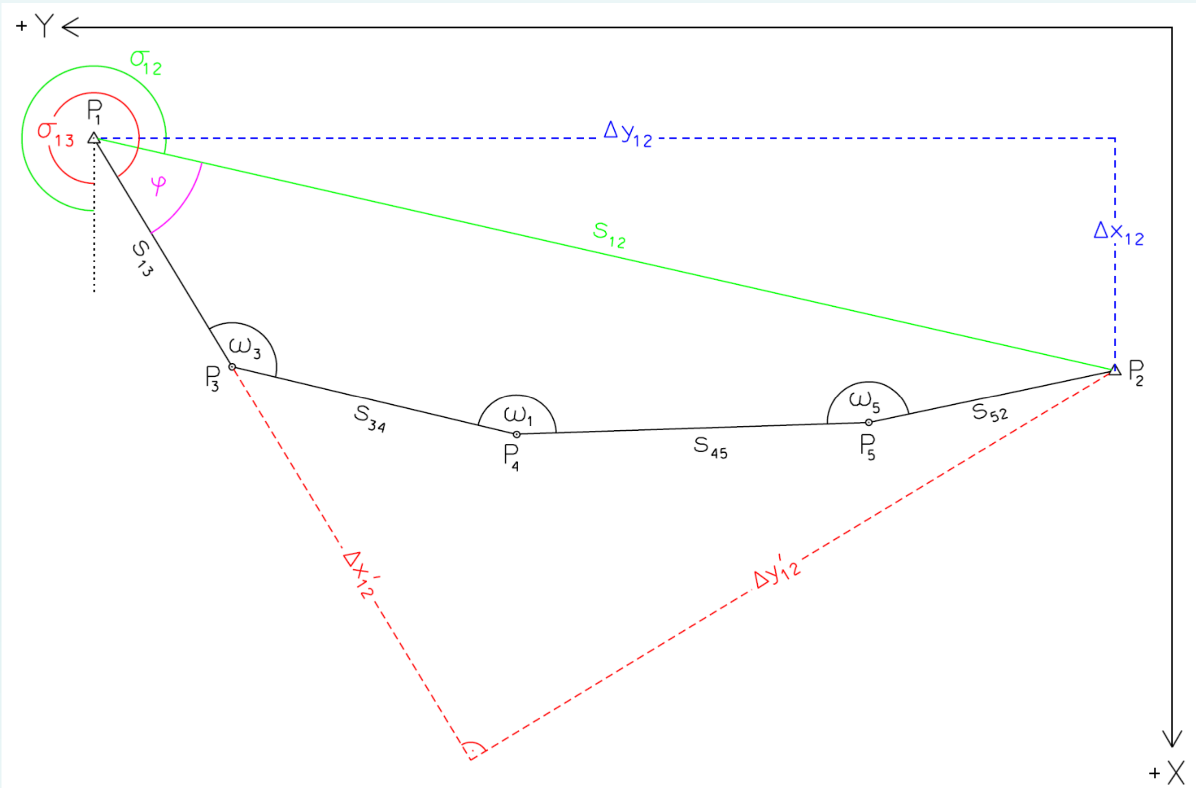
$$y_5 = y_4 + \Delta y_{45} \qquad x_5 = x_4 + \Delta x_{45}$$

Kontrola:

$$y_1 = y_5 + \Delta y_{51} \qquad x_1 = x_5 + \Delta x_{51}$$

Oboustranně připojený, neorientovaný polygonový pořad (vetknutý)

- polygon je vřazen mezi dva známé body
- polygon je tak určen:
  - souřadnicemi připojovacích bodů P_1 (y, x) a P_2 (y, x)
  - měřenými vrcholovými úhly ω_3, ω_4, ω_5
  - měřenými délkami polygonových stran s_{13}, s_{34}, s_{45}, s_{52}



Postup výpočtu

1. Výpočet směrníku σ_{12} a délky s_{12}
2. Volba pomocného souřadnicového systému (místního), počátek vložíme do bodu P_1 a kladný směr osy „x“ ztotožníme se směrem strany s_{13},

   předběžný směrník první strany tak bude: $\sigma'_{13} = 0$
3. Výpočet předběžných směrníků dalších polygonových stran

$$\sigma'_{34} = \sigma'_{13} + \omega_3 - 200^g$$
$$\sigma'_{45} = \sigma'_{34} + \omega_4 - 200^g$$
$$\sigma'_{52} = \sigma'_{45} + \omega_5 - 200^g$$

4. Výpočet souřadnicových rozdílů v místní soustavě

$$\begin{array}{ll}
\Delta y'_{13} = s_{13} \,.\, \sin\sigma_{13} & \Delta x'_{13} = s_{13} \,.\, \cos\sigma_{13} \\
\Delta y'_{34} = s_{34} \,.\, \sin\sigma_{34} & \Delta x'_{34} = s_{34} \,.\, \cos\sigma_{34} \\
\Delta y'_{45} = s_{45} \,.\, \sin\sigma_{45} & \Delta x'_{45} = s_{45} \,.\, \cos\sigma_{45} \\
\Delta y'_{52} = s_{52} \,.\, \sin\sigma_{52} & \Delta x'_{52} = s_{52} \,.\, \cos\sigma_{52} \\
\hline
\sum \Delta y' = & \sum \Delta x' =
\end{array}$$

5. Ověření správnosti výpočtu pomocí $\sum\Delta y'$ a $\sum\Delta x'$:

$$s_{12} - \sqrt{\sum \Delta y'^2 + \sum \Delta x'^2} \leq 0_{P_{mez}}$$

$$0_{P_{mez}} = 0{,}01 \cdot \sqrt{\sum s} + 0{,}15$$

6. Výpočet úhlu stočení „φ“ ze souřadnicových rozdílů $\sum\Delta y'$ a $\sum\Delta x'$:

$$\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{\sum \Delta y'}{\sum \Delta x'}$$

7. Výpočet skutečného směrníku první polygonové strany:

$$\sigma_{13} = \sigma_{12} \pm \varphi$$

8. Další postup stejný jako u polygonu vřazeného od bodu č.3 – výpočet směrníků polygonových stran

Děkuji za pozornost

Ing. Miloš Cibulka, Ph.D.

Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky

Lesnická a dřevařská fakulta

uhulag.mendelu.cz

tel.: 545 134 015