

GEODÉZIE A PREZENTACE K PŘEDNÁŠKÁM 5. DÍL

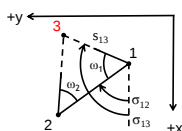
Ing. Pavel Hánek, Ph.D.
hanek00@zf.jcu.cz

DALŠÍ METODY PRO BUDOVÁNÍ A ZHUŠTĚNÍ PBP

- ⊗ Protinání vpřed - úhlů, směrů, délek
- ⊗ GNSS metody- statická, rychlá statická, RTK
- ⊗ Fotogrammetrické metody - analytická aerotriangulace

2

PROTÍNÁNÍ VPŘED Z ÚHLŮ / SMĚRŮ



Používá se pro zhuštění PBP, ojediněle pro zaměření podrobných bodů.

Dáno:

$$1 = [y_1; x_1]$$
$$2 = [y_2; x_2]$$

Měřeno:
Vodorovné úhly ω_1 ; ω_2 ; v případě protínání z vodorovných směrů, je třeba dopočítat z měřených vod. směrů

Určit:
 $y_3 = ? \text{ m}$
 $x_3 = ? \text{ m}$

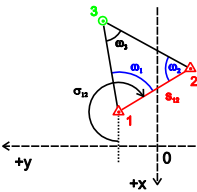
Řešení: (Převedení na rajón)

$$S_{13} = S_{12} \frac{\sin \omega_2}{\sin(\omega_1 + \omega_2)}; \quad \sigma_{13} = \sigma_{12} + \omega_1$$

a dále určení souřadnic bodu
3 výpočtem rajonu z bodu 1

Kontrola výpočtem z bodu 2

PROTÍNÁNÍ VPŘED - PŘÍKLAD



Dáno:

bod	y	x
1	+100,00	-100,00
2	-700,00	-700,00

Měřeno:

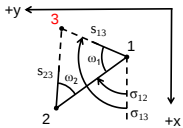
úhel	[gon]
omega_1	60,0000
omega_2	40,0000

Určit:
Souřadnice bodu 3 (y; x)

$\sigma_{13} = \sigma_{12} - \omega_1 = 259,03345 - 60 = 199,003345 \text{ gon}$
 $\sigma_{23} = \sigma_{21} + \omega_2 = 59,03345 + 40 = 99,003345 \text{ gon}$
 $s_{13} = s_{12} \frac{\sin \omega_2}{\sin (\omega_1 + \omega_2)} = 587,785 \text{ m}$
 $s_{23} = s_{12} \frac{\sin \omega_1}{\sin (\omega_1 + \omega_2)} = 809,017 \text{ m}$
 $\Delta y_{13} = s_{13} \sin \sigma_{13} = +8,924 \text{ m}$
 $\Delta x_{13} = s_{13} \cos \sigma_{13} = -587,718 \text{ m}$
 $\Delta y_{23} = s_{23} \sin \sigma_{23} = +808,924 \text{ m}$
 $\Delta x_{23} = s_{23} \cos \sigma_{23} = +12,282 \text{ m}$
 $y_3 = y_1 + \Delta y_{13} = y_2 + \Delta y_{23} = +108,92 \text{ m}$
 $x_3 = x_1 + \Delta x_{13} = x_2 + \Delta x_{23} = -687,72 \text{ m}$

Vypočet:
 $\Delta y_{12} = y_2 - y_1 = -700,00 - 100,00 = -800,00 \text{ m}$
 $\Delta x_{12} = x_2 - x_1 = -700,00 + 100,00 = -600,00 \text{ m}$
 $\alpha_{12} = \sigma'_{12} = \arctg \frac{\Delta y_{12}}{\Delta x_{12}} = 59,03345 \text{ gon}$
III. kvadrant $\Rightarrow \sigma_{12} = 259,03345 \text{ gon}$

PROTÍNÁNÍ VPŘED Z DÉLEK



Používá se pro zhuštění PBP, ojediněle pro zaměření podrobných bodů.

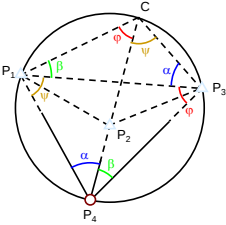
Dáno:
 $1 = [y_1; x_1]$
 $2 = [y_2; x_2]$

Měřeno:
Vodorovné délky $s_{13}; s_{23}$

Určit:
 $y_3 = ? \text{ m}$
 $x_3 = ? \text{ m}$

Řešení: (Převedení na rajón)
 $\omega_1 = \arccos \left(\frac{s_{23}^2 - (s_{13}^2 + s_{12}^2)}{2s_{12}s_{13}} \right);$
 $\sigma_{13} = \sigma_{12} + \omega_1$
a dále určení souřadnic bodu 3 výpočtem rajonu z bodu 1
Kontrola výpočtem z bodu 2

PROTÍNÁNÍ ZPĚT - COLLINSŮV BOD



Dáno:
 $P_1, P_2, P_3 [y; x]$

Určit:
 $P_4 [y; x]$

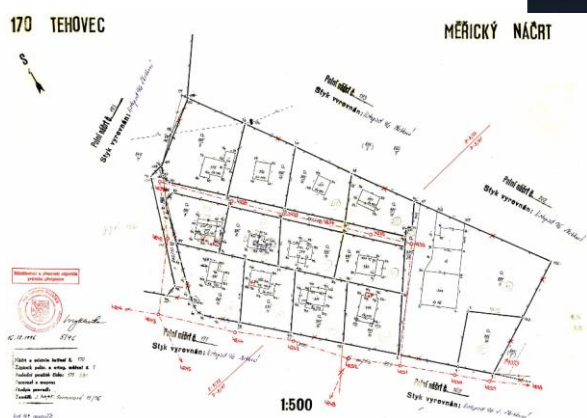
Měřeno:
 α, β na bodě P_4

1) Výpočet C protínáním vpřed z P_1 a P_3
2) Výpočet φ a ψ ze souřadnic
 $\varphi = \sigma_{C1} - \sigma_{C4}; \quad \psi = \sigma_{C4} - \sigma_{C3}$
3) Výpočet P_4 protínáním vpřed z P_1 a P_3

- Jiný postup výpočtu: Cassiniho řešení, Válkovo řešení
- Využívá se pro vyhledání bodů

POLOHOPIS

- ⑥ Polohopis znázorňuje polohu, tvar a rozměr objektu v mapě (GIS) a je vyjádřen pomocí smluvených značek
- ⑥ je základní složkou map i GIS
- ⑥ je tvořen objekty, pro které určujeme polohové souřadnice; např. se zaměřují vodní toky a plochy, liniové stavby, inženýrské sítě, městský imobiliář, aj. dle požadavku a účelu využití výsledné mapy/GIS
- ⑥ při měření se vyhotovuje náčrt (ukázka dále), který obsahuje zobrazení bodového pole (měřické sítě), situaci s vyznačením zaměřených bodů (křížkem x) a jejich číslem, orientaci k severu, u budov čísla popisná/evidenční, názvy ulic, atd.

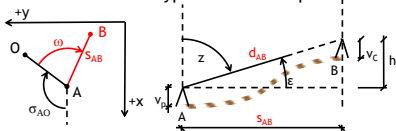


PŘESNOST A MĚŘÍTKO

Kód kvality	Přesnost bodu [m]		Měřtko
	polohová	výšková	
1	0.04	0.03	1:200 (500)
2	0.08	0.07	1:500 (1000)
3	0.14	0.12	1:1000 (500, 2000)
4	0.26	0.18	1:2000 (1000, 5000)
5	0.50	0.35	1:5000 (2000)

POLÁRNÍ METODA

- jedna z metod zaměření polohopisu
- měří se s využitím totálních stanic
- při měření ze stanoviště o známých souřadnicích musí být zaměřena minimálně 1 orientace na další bod o známých souřadnicích
- měření se vodorovné směry, zenitové úhly, šikmá délka, tj. polární souřadnice => výpočtem určíme pravouhlé souřadnice



$$Y_B = Y_A + s_{AB} \sin \sigma_{AB}; \quad X_B = X_A + s_{AB} \cos \sigma_{AB}$$

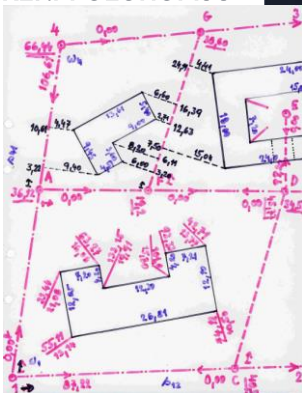
$$Y_B = Y_A + d_{AB} \sin Z \sin(\sigma_{AO} + \omega); \quad X_B = X_A + d_{AB} \sin Z \cos(\sigma_{AO} + \omega)$$

V případě měření i výškopisu se výška (H) vypočte:

$$H_B = H_A + v_p + h - v_c; \quad H_B = H_A + v_p + d_{AB} \cdot \cos Z - v_c$$

DALŠÍ METODY MĚŘENÍ POLOHOPISU

- GNSS metoda RTK
- Letecká fotogrammetrie, letecké skenování
- DPZ
- ortogonální metoda
- metoda konstrukčních oměrných
- metoda protínání ze směrů (dělek)

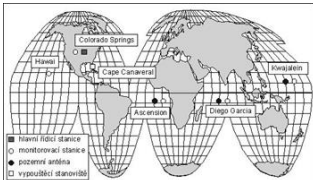


GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SATELITNÍ SYSTÉM

- Globální navigační satelitní systém = GNSS
- musí poskytovat pohybujícímu se i statickému uživateli informace o:
 - jeho prostorové (3D) poloze,
 - rychlosti a čase,
 a to na jakémkoliv místě na Zemi a v její blízkosti; současně musí být tyto informace dostupné během celého dne a za jakýchkoliv klimatických podmínek
- Známé (používané) systémy
 - NAVSTAR - GPS
 - GLONASS
 - GALILEO
 - COMPASS

GNSS

- ◉ Je tvořen třemi segmenty:
 - kosmickým,
 - kontrolním (pozn.: řídící centrum pro systém Galileo je v Praze),
 - uživatelským



Na obrázcích kosmický segment a rozmístění kontrolního sektoru pro NAVSTAR - GPS

GNSS

Přijímat a následně vyhodnocovat je možno tyto měřické veličiny:

- ◉ C/A kód nebo P(Y) kód,
- ◉ fázi nosné vlny,
- ◉ interferometrická měření,
- ◉ Dopplerův frekvenční posun.

Dělení metod měření

- ◉ **Podle měřených veličin**
 - kódové - využívají kódová měření,
 - fázové - využívají fázová měření,
 - kombinované - využívají fázové i kódové měření.
- ◉ **Podle doby získání výsledné polohy**
 - metody v reálném čase (real-time processing) - výsledky jsou známy okamžitě v terénu,
 - metody s následným zpracováním (postprocessing) - měřená data se registrují a potom se dodatečně zpracovávají (většinou mimo terén).
- ◉ **Podle pohybu přijímače**
 - statické (static) - přijímač je v době měření v klidu,
 - kinematické (kinematic) - přijímač se během měření pohybuje.
- ◉ **Podle počtu použitých přijímačů**
 - autonomní (absolutní) metoda - využívá jeden GPS přijímač,
 - diferencní a relativní metody - využívá se minimálně dvou GPS aparatur.

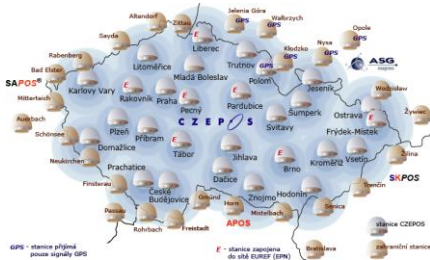


GNSS

- ◉ **Statická a rychlá statická metoda** (Static resp. Fast Static)
 - patří do relativních postprocesních metod
 - Static se jedná o dlouhodobé měření. Doba observace (seance) na jednom stanovišti je řádově v hodinách (6 a více)
 - Fast Static je časově mnohem kratší seance. Minimální doba měření na jednom bodě je při viditelnosti šesti a více družic osm minut
 - Statická a rychlá statická metoda se používá pro tvorbu, zhuštění a ověření bodových polí.
- ◉ **Kinematická metoda v reálném čase** (RTK- Real Time Kinematic)
 - k výpočtu korekce dochází v reálném čase; vypočtené korekce jsou - rovněž v reálném čase - vysílány z referenční stanice na pohyblivý přijímač pomocí radiových nebo GSM modemů
 - výhodou je získání souřadnic v reálném čase
 - doba observace v sekundách
 - používá pro podrobné měření polohopisu a výškopisu, případně i pro doplnění bodových polí
 - vlastní referenční stanici je možné nahradit sítí virtuálních stanic (CZEPOS, TRIMBLE VRSNOW, TOPNET)

GNSS - CZEPOS

- Síť permanentních stanic GNSS České Republiky
- CZEPOS poskytuje uživatelům globálních navigačních satelitních systémů (GNSS) korekční data pro přesné určení pozice na území České republiky.
- více informací na <http://czeapos.cuzk.cz/>



GNSS

Vlivy působící na přesnost měření GNSS

- i měření GNSS je ovlivňováno systematickými a náhodnými chybami
 - systematické působení - chyby vznikající při šíření signálu ionosférou a troposférou
 - náhodnou chybou je tzv. multipath = vícenásobné šíření signálu GNSS signálu, způsobené odrazem o zemský povrch, střechy budov nebo jiné předměty.

Přesnost určení polohy ovlivňuje geometrická konfigurace použitých družic během seance

- Tento vliv je popsán DOP (Dilution Of Precision) parametry
 - GDOP (Geometric DOP) charakterizuje vliv na všechny určované veličiny
 - PDOP (Position DOP) ovlivňuje prostorové určení polohy
 - HDOP (Horizontal DOP) a VDOP (Vertical DOP) působí na horizontální, respektive výškovou složku polohy
 - TDOP (Time DOP) určuje vliv na určení korekce hodin přijímače
 - čím lepší konfigurace družic tím menší číselné hodnoty DOP a větší přesnost

Přesnost určení polohy ovlivňuje i elevační úhel, pod kterým se nachází družice vůči horizontu antény. Na signál z družic s malým elevačním úhlem má chyba ze šíření signálu větší vliv než na signál družice s větším elevačním úhlem. Elevační úhel se většinou volí v rozmezí od 10° do 15° .