

Klasická měření v geodetických  
sítích

---

---

---

---

---

---

---

---

*Poznámka*

- *Detailněji budou popsány metody, které se používaly v minulosti pro budování polohových, výškových a tíhových základů.*
- *Pokud se některé z nich používají i dnes, bude odkázáno na jiné předměty, kde byly/jsou metody detailně probírány.*

---

---

---

---

---

---

---

---

Klasická měření  
v polohových sítích

---

---

---

---

---

---

---

---

## Měření úhlů v sítích vyšších řádů

- Horizontální úhly – měření teodolity, zpravidla Wild T3
  - systematické chyby:
    - Chyba z excentrické alhidády
    - Kolimační chyba
    - Chyba ze sklonu točné osy dalekohledu
    - Chyba z dělení kruhu a vteřinového bubínku
    - Chyba ze stáčení piliře
    - Chyba z nesvislé polohy vertikální osy teodolitu
    - Chyba způsobená postrkem limbu a strháváním teodolitu

---

---

---

---

---

---

---

---

## Měření úhlů v sítích vyšších řádů

- Horizontální úhly
  - nahodilé chyby
    - Chyba v zacílení na bod
    - Nepřesná centrace cíle a přístroje
    - Příčná refrakce – má ale i systematickou složku, je ale hlavním faktorem, ovlivňujícím přesnost měření

---

---

---

---

---

---

---

---

## Měření úhlů v sítích vyšších řádů

- Pro eliminaci chyb byla zavedena „Laboratorní jednotka“ J. Křovákem v r. 1936
  - jde o uspořádané měření úhlu mezi dvěma body tak, aby se eliminovala chyba soustavy teodolit + piliř
  - název laboratorní má vyjádřit, že jde o krátké měření laboratorní povahy

---

---

---

---

---

---

---

---

### Laboratorní jednotka

- Původní (J. Křovák) 12 řad
- v r. 1943 navrhl *K. Kučera* zmenšení na 2 skupiny (4 řady s dvojitou pointací)
- *J. Bohm* upozornil, že dvě skupiny jedné laboratorní jednotky nejsou nezávislé a navrhl lab. jednotku o 4 skupinách a 8mi řadách
- V praxi se však ujal návrh *K. Kučery*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Laboratorní jednotka

skupina	řada	směr najíždění na cíl	Poloha dalekohledu	Směr otáčení alhidádou	Počáteční čtení
I	1	L P	I	ve směru hodin	J
	2	P L			
II	1	P L	II	proti směru hodin	J +90° 00' 30"
	2	L P			

Mimo to čtení alhidádové libely

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Měření úhlů v sítích vyšších řádů

- Měření ve všech kombinacích (metoda Schreiberova)
- Metoda sektorová (švýcarská)
- Metoda směrníková (francouzská)
- Metoda vrcholová (česká)

---

---

---

---

---

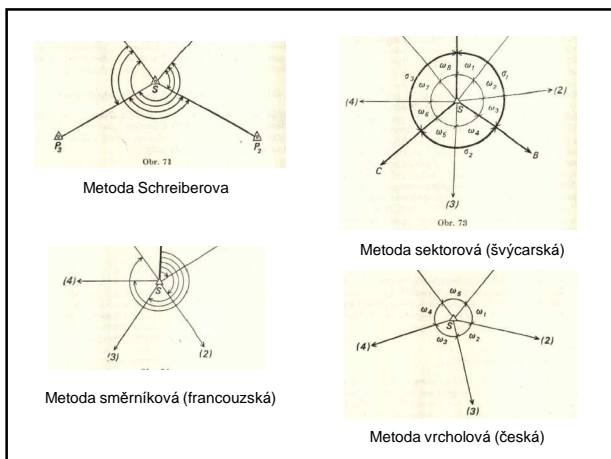
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

**Korekce měřených úhlů na výpočetní plochu elipsoidu (1)**

- předpoklad: měříme z bodu 1 na bod 2
- korekce z netotožnosti tížnice a normály k elipsoidu

$$\delta_1 = -(\xi \sin \alpha - \eta \cos \alpha) \cot z$$

kde  $\xi$  a  $\eta$  jsou tížnicové odchylky,  $\alpha$  je azimut směru z bodu 1 na bod 2 a  $z$  je zenitová vzdálenost záměry na bodu 1

---

---

---

---

---

---

---

---

**Korekce měřených úhlů na výpočetní plochu elipsoidu (2)**

- korekce z výšky cíle nad elipsoidem (korekce z nadmořské výšky)

$$\delta_2 = \rho'' \frac{H_2}{N_1} \eta_1^2 \sin \alpha \cos \alpha$$

kde  $H_2$  je výška bodu 2,  $N_1$  je poloměr normálového řezu bodu 1,  $\eta$  je příčná tížnicová odchylka na bodě 1,  $\alpha$  je azimut směru z bodu 1 na bod 2

---

---

---

---

---

---

---

---

### Korekce měřených úhlů na výpočetní plochu elipsoidu (3)

- korekce azimutu normálového řezu na azimut geodetické čáry

$$\delta_3 = -0.028'' \cos^2 \varphi \sin 2\alpha \left( \frac{S_{km}}{100} \right)^2$$

kde  $\varphi$  je zeměpisná šířka bodu 1 a  $s$  je vzdálenost mezi body 1 a 2

---

---

---

---

---

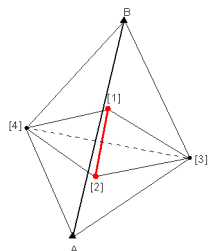
---

---

---

### Měření délek geodetických základů

- Geodetická základna (v současnosti jde o historii, ale dopad dosud trvá!)



Přímé měření mezi body [1] a [2].

Měřením všech úhlů v obrazci je možno aplikací sinových vět vypočítat délku strany A B

Při určení strany AB z [1][2] jde o proces „z malého do velkého“, proto je vyžadována přesnost měření 1mm/km

---

---

---

---

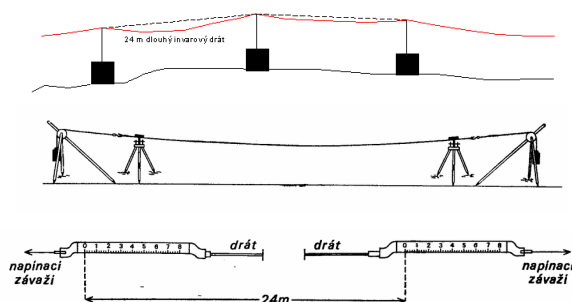
---

---

---

---

### Měření délek geodetických základů




---

---

---

---

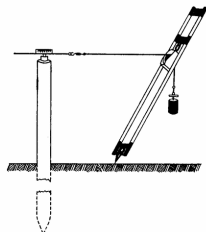
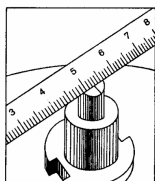
---

---

---

---

### Měření délek geodetických základen




---

---

---

---

---

---

---

---

### Měření délek geodetických základen

- Postup měření základny
  - komparace měřidel na komparátoru čs. metrologického ústavu
  - komparace drátů na srovnávací základně (v oboře Hvězda v Praze) s celou soupravou a osobami
  - měření základny v terénu
  - druhá komparace na srovnávací základně
  - komparace měřidel na komparátoru čs. metrologického ústavu

---

---

---

---

---

---

---

---

### Měření délek geodetických základen

- Nejdůležitější chyby v měření invarovými dráty
  - změny v délkách drátů
  - chyba z provázení koncových bodů základny a úseků
  - chyba v určení teploty drátů (*í když má invar malou roztažnost, není nulová*)
  - vliv působení větru na řetězovku
  - změna hmotnosti drátu
  - chyby dělení stupnic a čtení stupnic
  - chyby z vybočení ze směru a špatně určeného převýšení

**ze všech vlivů bylo nutno zavádět opravy**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Základna "Josefov"




---



---



---



---



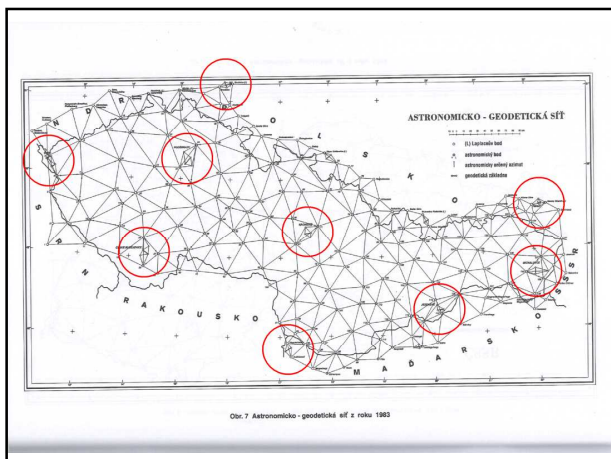
---



---



---




---



---



---



---



---



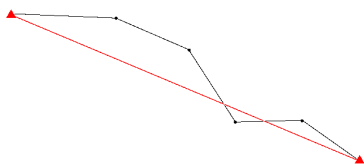
---



---

## Měření délek trigonometrických stran

- Provádí se v řadě elektrooptických dálkoměrů
  - přímé měření, pokud to dovoluje dosah dálkoměru,
  - určení délky polygonem




---



---



---



---



---



---



---

## Měření délek trigonometrických stran

- fyzikální redukce
- matematické redukce
  - převod šikmé délky na délku geodetické čáry na referenčním elipsoidu (*pokud budeme provádět zpracování na referenčním elipsoidu*)
  - + převod do roviny použitého zobrazení (*pokud budeme provádět zpracování v rovině kartografického zobrazení (Křovákovo, Gaussovo)*)

---

---

---

---

---

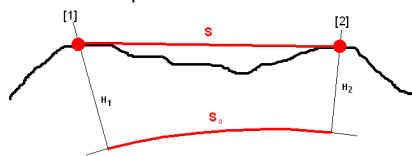
---

---

---

## Měření délek trigonometrických stran

- převod šikmé délky na délku geodetické čáry na referenčním elipsoidu



$$S_0 = S \left( 1 - \frac{H_1 + H_2}{2R} + \text{korekce na geod. čáru} \right)$$

---

---

---

---

---

---

---

---

## Měření ve výškových sítích

---

---

---

---

---

---

---

---



## Velmi přesná nivelace

- Geometrická nivelace ze středu
  - nivelační přístroj + souprava komparovaných nivelačních latí (v současné době digitální přístroje i latě)
- Chyby měření
  - Nahodilé
    - chyby cílení
    - chyba v urovnání kompenzátoru
    - vliv nestejně dlouhých záměr vzad a vpřed

---

---

---

---

---

---

---

---

## Velmi přesná nivelace

- Chyby měření
- Systematické a vnější
    - nesvislost nivelační latě
    - nepřesná délka laťového metru
    - změna výšky přístroje a latě během měření
    - vliv vertikální refrakce
    - vliv slapových variací
    - změna výšek nivelačních značek (krátkodobá i dlouhodobá) – vertikální pohyby zemské kůry

---

---

---

---

---

---

---

---

## Měření v tíhových sítích

(gravimetrie)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Měření v tíhových sítích

- určení absolutní hodnoty tíže
  - tzv. „absolutní gravimetry“
    - určení hodnoty tíhového zrychlení aplikací metody „volného pádu“ (v ČR jeden gravimetr FG5-No 215)
- určení relativní hodnoty tíže
  - „relativní gravimetry“
    - určení „tíhového rozdílu mezi dvěma body“
      - vyžaduje speciální technologii měření kvůli eliminaci hlavní systematické chyby tzv. chodu gravimetru

---

---

---

---

---

---

---

---

## Měření v tíhových sítích

- Určení absolutní hodnoty tíže (volným pádem)



$$\frac{ds}{dt} = v \rightarrow \frac{dv}{dt} = g \rightarrow \frac{d^2s}{dt^2} = g$$

$$s_i = s_0 + v_0 t_i + \frac{W_{\text{zpr}}}{6} t_i^3 + \frac{1}{2} g_0 t_i^2 + \frac{W_{\text{zpr}}}{12} t_i^4$$

měří se  $s$ ,  $a$   $t_i$ , určuje se  $v_0$  a  $g_0$

absolutní gravimetr

---

---

---

---

---

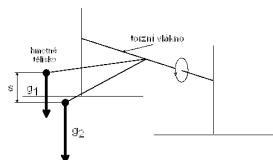
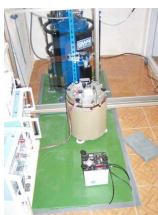
---

---

---

## Měření v tíhových sítích

- relativní tíhová měření



$$\Delta g = g_2 - g_1 = K \cdot s$$

---

---

---

---

---

---

---

---

## Měření v tíhových sítích

- relativní tíhová měření
  - chyby:
    - ze změny teploty
    - z nepřesné kalibrace odečítacího šroubu
    - z chodu gravimetru
    - ....

---

---

---

---

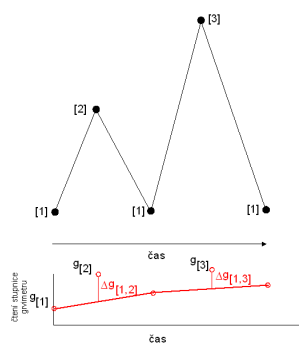
---

---

---

---

## Měření v tíhových sítích




---

---

---

---

---

---

---

---

## Astronomicko-geodetická měření

- Měření astronomické zeměpisné šířky
- Měření astronomické zeměpisné délky
- Měření astronomického azimutu

- Laplaceovy body

---

---

---

---

---

---

---

---

## Astronomicko-geodetická měření

- Měření astronomické zeměpisné šířky
  - Horebowova – Talcottova metoda
  - Pěvcovova metoda
- Měření astronomické zeměpisné délky
  - Měření času průchodu hvězdy místním poledníkem
  - Cingerova metoda
- Měření astronomického azimutu
  - Měření na Slunce
  - Měření na Polárku

---

---

---

---

---

---

---

---