

EXPERIMENTÁLNÍ METODY

Ing. Jiří Litoš, Ph.D.

Experimentální zkoušení

KDE?

- V laboratoři
- In-situ (na stavbách)

CO?

- Modely konstrukčních částí
- Menší konstrukční části
- Modely celých konstrukcí
- Celé konstrukce

Důvody experimentálního ověřování

- Ověření spolehlivosti nově postavených konstrukcí (ČSN 732030)
- Posouzení spolehlivosti konstrukce (nejsou podklady)
- Exp. vyšetřování poškozených konstrukcí
- Zjištění vstupních parametrů pro výpočet
- Ověření platnosti výpočtu
- Ověření výpočtového modelu při pochybnostech jeho výstižnosti

Důvody experimentálního ověřování

- Posouzení úrovně dynamického kmitání z hlediska stavby
- Posouzení úrovně dynamického kmitání z hlediska strojů či lidského organismu
- Porovnání teorie a experimentu
- Experimentální zjištění parametrů kce
- Zjištění odezvy kce před a po stavební úpravě

Důvody experimentálního ověřování

- Zkoumání fyzikálních modelů stavebních konstrukcí
- Identifikace modelu stavební konstrukce
- Diagnostika stavební konstrukce
- Monitorování stavební konstrukce

Druhy zkoušek a experimentů

- **Průkazní (prototypové)**
- **Kontrolní výrobní zkoušky**
- **Ostatní druhy zkoušek**

Druhy zatěžování konstrukce

- **Zatěžovací zkoušky prováděné do dosažení únosnosti konstrukce**
- **Zatěžovací zkoušky prováděné bez dosažení únosnosti konstrukce**

Druhy způsobu zatěžování

- **Statické zatěžovací zkoušky**
- **Dynamické zatěžovací zkoušky**

Rozdělení dynamických zkoušek

- Zkoušky informativní
- Zkoušky zatěžovací
- Zkoušky zatěžovací a dlouhodobé
- Zkoušky zatěžovací na únavu

Příprava zatěžovací zkoušky

- Popsání důvodu zkoušky
- Určení rozsahu zkoušky
- Údaje o zkoušené konstrukci
- Určení požadavků na konstrukci
- Určení druhu a intenzity zatěžování
- Určení měřených veličin a způsobu snímání

Příprava zatěžovací zkoušky

- Stanovení způsobu hodnocení výsledků
- Stanovení způsobu výběru zkoušených konstrukcí
- Specifikace konstrukcí
- Harmonogram zkoušky
- Lhůta předání předběžného a definitivního protokolu

Zkušební protokol

- Identifikace laboratoře
- Identifikace objednatele
- Účel zkoušky
- Popis zkoušky
- Časové údaje o provádění zkoušky
- Technický popis zkoušených konstrukcí
- Údaje o zatížení

Zkušební protokol

- Popis použitých přístrojů a zařízení
- Údaje o teplotě během zkoušky
- Hodnoty sledovaných veličin
- Přesnost výsledků
- Popis poruch sledované konstrukce
- Způsob porušení
- Foto či videodokumentace
- Vyhodnocení a komentář ke zkoušce

Délková měření



Délková měření

- Nejrozšířenější měření
- Určení vzdálenosti dvou bodů
 - Dotykový způsob
 - Bezdotykový způsob

Délková měření

- Faktory ovlivňující měření
 - Vlivy okolního prostředí
 - Osobní chyby
 - Chyby přístrojů
 - Chyby metody

- Korigování naměřených hodnot

Délková měření

mechanická

■ Princip porovnání s normálem délky

- Koncové měrky
- Mikrometry
- Úchylkoměry
- Posuvná měřítka
- Mechanická pravítka a pásma

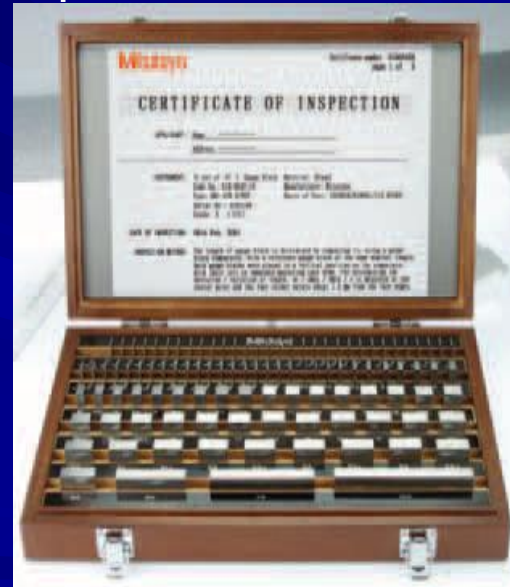
Délková měření - mechanická

■ Koncové měrky

- Vysoce legovaná ocel bez vnitřního pnutí
- Keramika (zirkon)

- Několik tříd přesnosti (00 – 2)
 - 00 – etalon pro laboratoře
 - 2 – pracovní měrky

- Měrky lze skládat



Délková měření - mechanická



Délková měření - mechanická

■ Chyby při měření měrkami

- Vlastní úchylka měrky (δ_m) – dáno výrobcem
- Styčná chyba (δ_s) – $\delta_s = 0,1 - 0,2 \mu\text{m}$
- Teplotní chyba (δ_t) – rozdíl teploty měrky a měřeného předmětu (měří se při 20°C)
- Chyba styku měrky s měřicí plochou (δ_p)

Délková měření - mechanická

■ Celkový rozměr

$$L_c = L + \delta L_c$$

$$\delta L_c = \delta m + \delta s + \delta t + \delta p$$

$$\delta L_c = \sum \delta m + \sum \delta s + \sum \delta p + \alpha(t_p - t_m)L$$

Délková měření - mechanická

Mikrometry

– Měření vnitřních a vnějších rozměrů

- Princip – pohyb šroubu (vyšroubování + úhel)
- Přesnost: 0,01 – 0,001 mm
- Malý rozsah měření

Délková měření - mechanická



Délková měření - mechanická

Úchylkoměry

- Měření většího počtu vzorků
- Skokové či kontinuální měření
 - Princip – mechanický převod ozubenými koly
 - Přesnost: 0,01 – 0,0001 mm

Délková měření - mechanická



Délková měření - mechanická

Posuvná měřítka

- Měření vnitřních a vnějších délek
- Měření hloubky
- Princip – po pevné části se pohybuje posuvná část
- Přesnost: 0,1 – 0,01 mm
- Rozsah měření dle délky měřítka (150, 200, 300 mm)

Délková měření - mechanická



Délková měření - mechanická

Měřicí pásma

- Měření větších vzdáleností
- Menší přesnost

- Princip – ocelový (nylonový) pás s mm stupnicí
- Přesnost: 1 mm
- Rozsah měření dle délky měřítka (od 1 m)

Délková měření - mechanická



Délková měření - mechanická

■ Ostatní délková měřidla – Hloubkoměry



© Josef Fryš 2005

Délková měření - mechanická

- Ostatní délková měřidla
 - Kolečkové dálkoměry



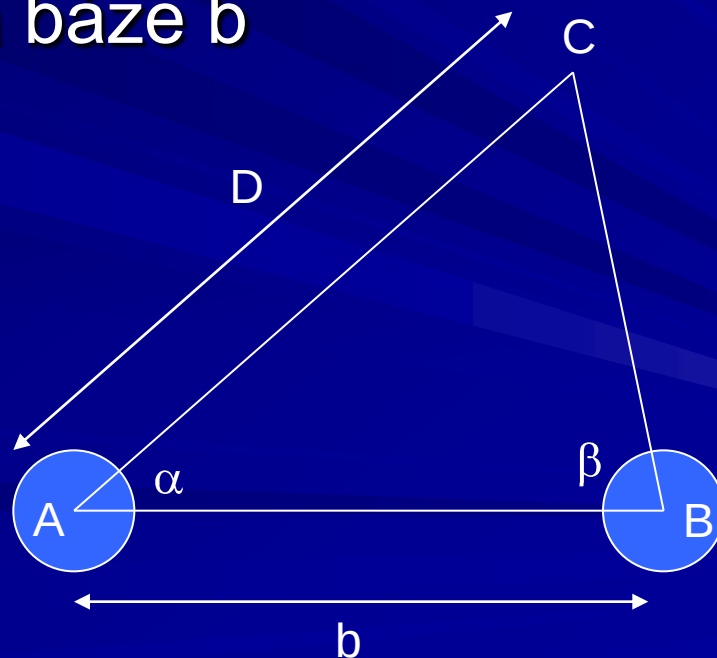
Délková měření optická

- Princip založen na vlastnostech světla
- Využití dálkoměrného trojúhelníku
 - Dálkoměry bistatické
 - Dálkoměry stadimetrické
 - Dálkoměry monostatické

Délková měření - optická

■ Dálkoměry bistatické

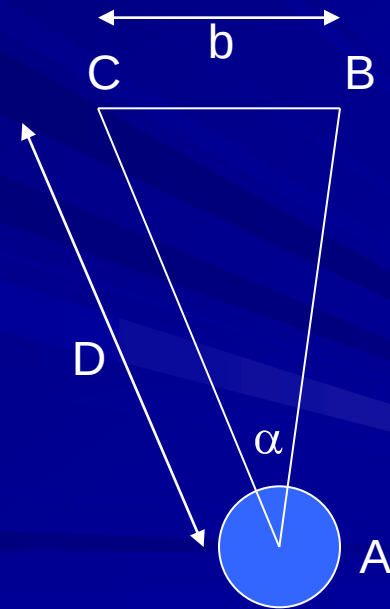
- Dva úhloměrné přístroje v bodech A a B
- Měří se úhly α a β a báze b
- Zjišťuje se délka D



Délková měření - optická

■ Dálkoměry stadimetrické

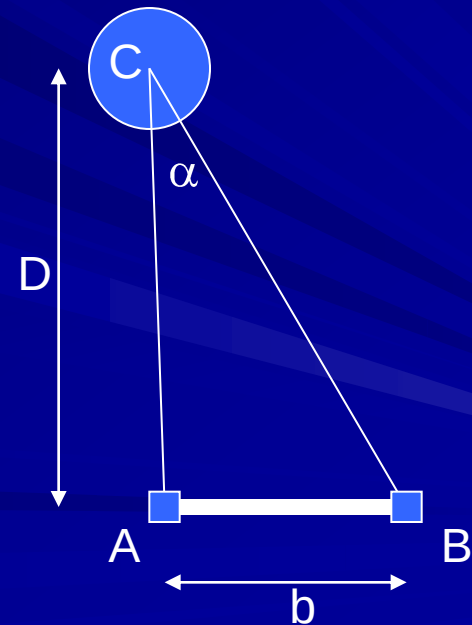
- Dálkoměrný trojúhelník je možné považovat za pravoúhlý ($b/D \approx 0,02$)
- Měříme úhel α a bázi b



Délková měření - optická

■ Dálkoměry monostatické

- Obdobný princip jako u stadimetrického dálkoměru, ale opačně orientovaný
- Měříme pouze úhel α
- Baze b je konstantní



Délková měření elektrooptické metody

- Impulzní dálkoměry
- Fázové dálkoměry
- Princip optické triangulace

Délková měření elektrooptické metody

■ Impulzní dálkoměry

- určení času t , který potřebuje světlo či zvuk pro dráhu rovnou dvojnásobku měřené vzdálenosti
- $D = 0,5 \cdot v \cdot T$
- Přesnost 1 mm

Délková měření elektrooptické metody

■ Fázové dálkoměry

- Princip fázového rozdílu mezi vyslaným a přijatým světelným signálem
- Využití světelného signálu jehož intenzita je sinusově modulována
- Vzdálenost je dána vztahem
- Přesnost 1 mm

$$D = \frac{v}{2f_m} \left(N + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \right)$$

Délková měření elektrooptické metody



Délková měření elektrooptické metody

■ Optická triangulace

- Viditelný modulovaný bod je promítán na cílovou plochu
- Rozptylová frakce světelného bodu je zaostřována na prvek snímání polohy (CCD pole) přijímacím objektivem
- Přesnost $0,5 \mu\text{m}$

Délková měření elektrooptické metody

