

„Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu“

reg. číslo: CZ.1.07/2.3.00/09.0209

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

KINEMATICKÁ ANALÝZA POHYBU VÝVOJ, INTERAKCE, VARIABILITA

Mgr. Zdeněk SVOBODA, Ph.D.
Prof. RNDr. Miroslav JANURA, Dr.

Katedra biomechaniky a technické kybernetiky
Fakulta tělesné kultury
Univerzita Palackého v Olomouci

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Historie

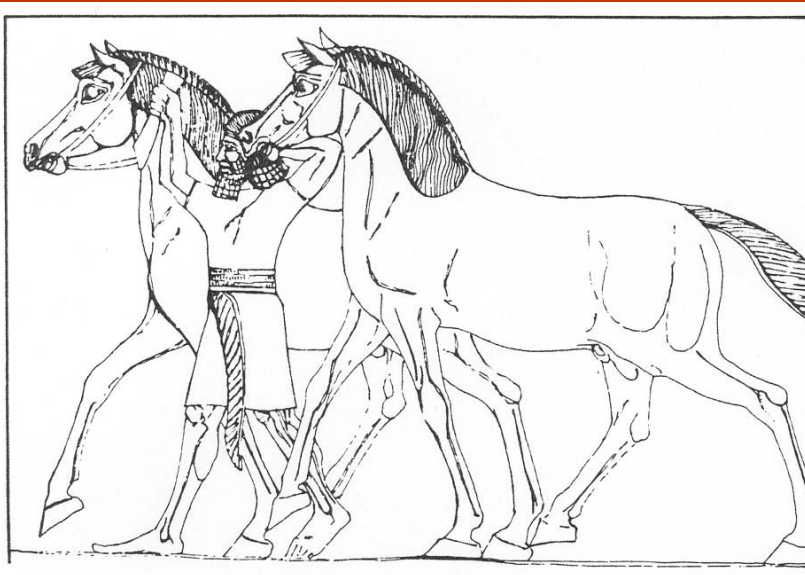


Figure 1 – Assyrian horses being led by a warrior. From a VII century B.C. bas-relief in the Louvre Museum, Paris. (From Dagg, 1977).

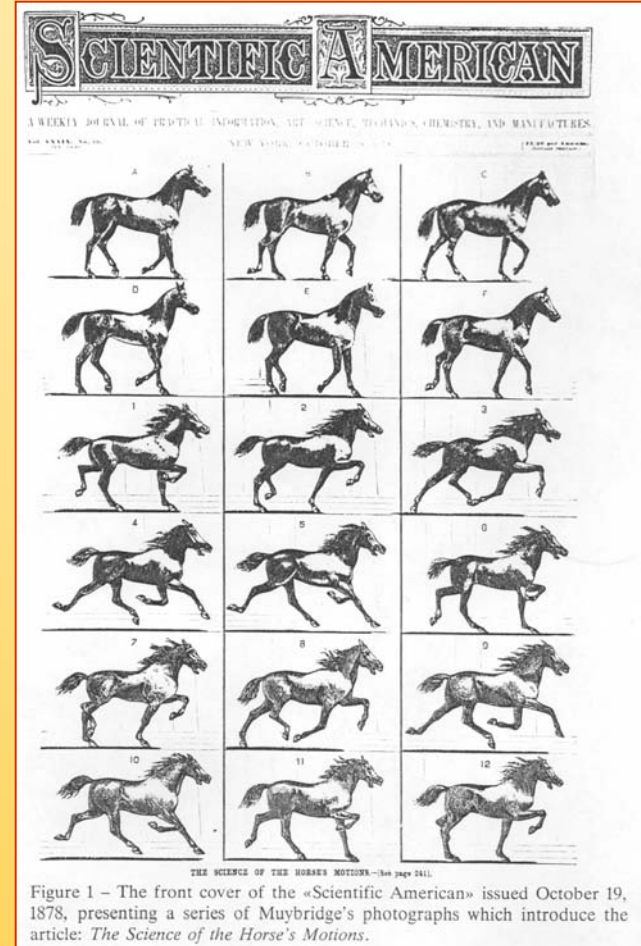


Figure 1 – The front cover of the «Scientific American» issued October 19, 1878, presenting a series of Muybridge's photographs which introduce the article: *The Science of the Horse's Motions*.

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Historie

E. J. Muybridge (1830 – 1904)

- využití fotografie při analýze pohybu

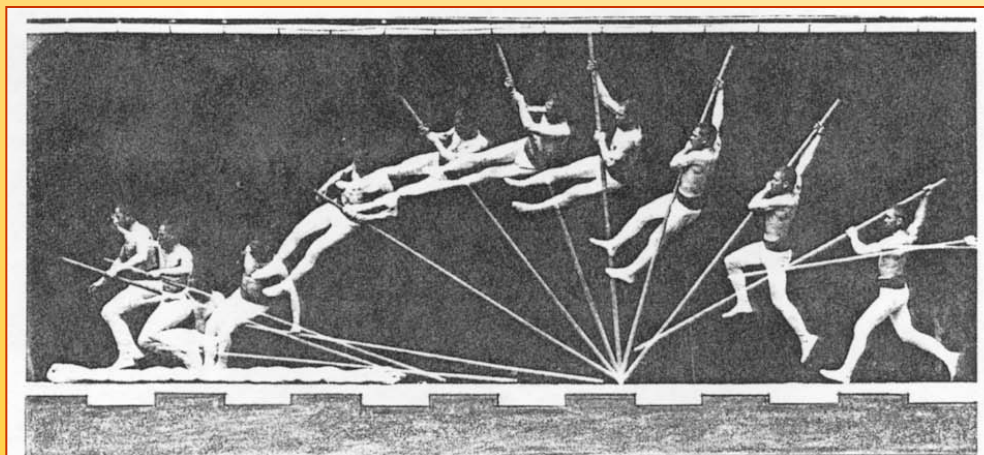


Figure 7 – Chronophotography of pole vaulter.
The length references are the equidistant black and white marks on the side of the track. Exposures were made every 1/100 seconds.
(From Archives, Collège de France).

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



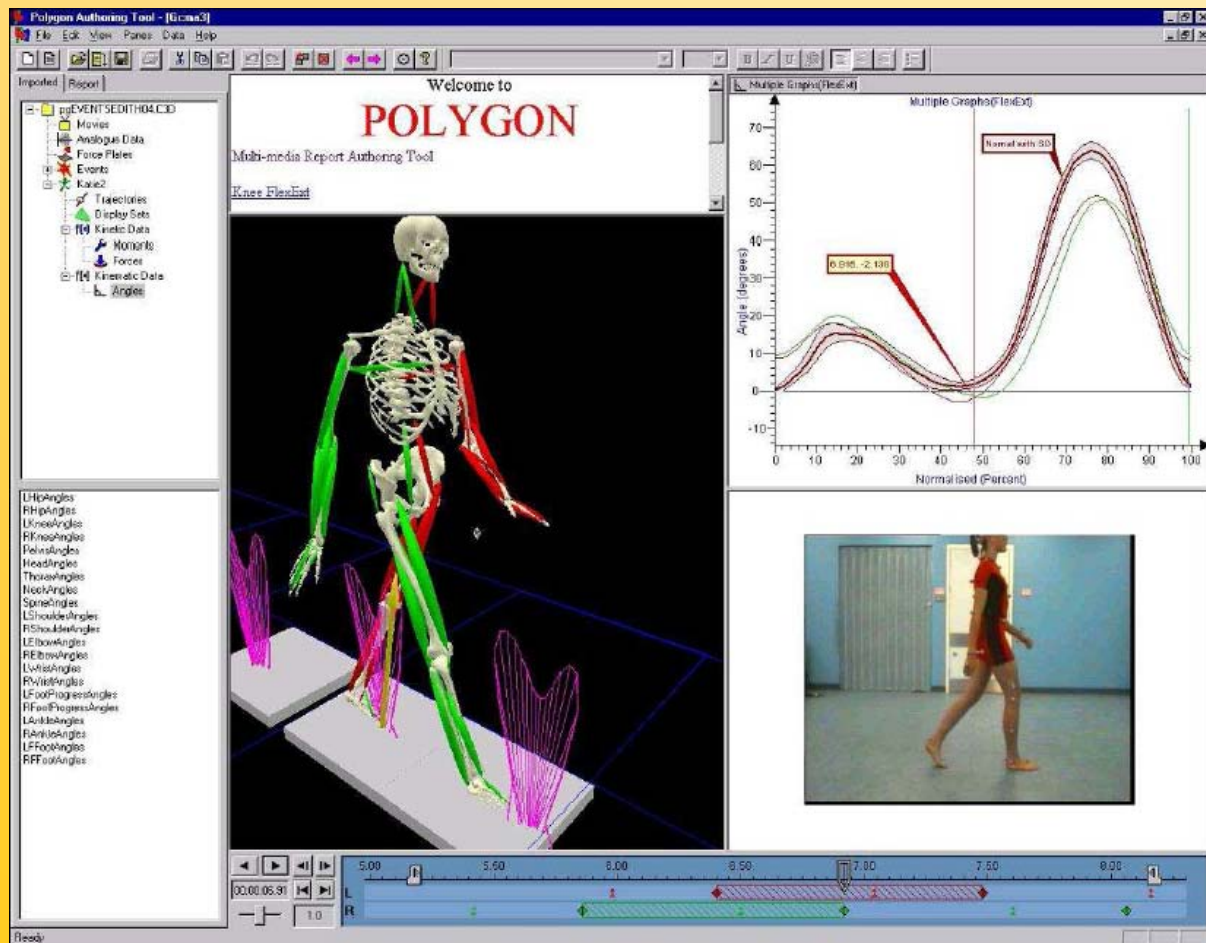
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Současnost



Investice do rozvoje vzdělávání

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Kinematická analýza pohybu v biomechanice

*Pohyb posuzován bez ohledu na příčiny
(síly), které jej způsobují*

$$s(t) \rightarrow v(t) \rightarrow a(t)$$

$$\alpha(t) \rightarrow \omega(t) \rightarrow \varepsilon(t)$$

**Z matematického hlediska se jedná o
využití opakovaného derivování.**

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



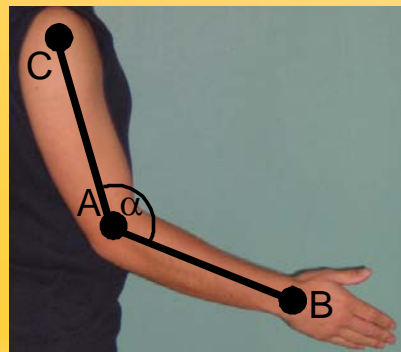
Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Základní vztahy (analytická geometrie)

- Necht' jsou dány body A, B, C o souřadnicích $A = [x_A; y_A; z_A]$, $B = [x_B; y_B; z_B]$, $C = [x_C; y_C; z_C]$.
- Pro velikost úsečky AB (vzdálenost bodů A, B; délku segmentu, ohraničeného body A, B) platí:

$$v(A, B) = |AB| = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2}.$$



Videografická vyšetřovací metoda

- Velikost úhlu α mezi segmenty určíme ze vztahu:

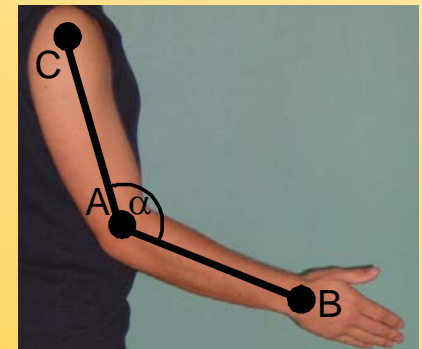
$$\cos \alpha = \frac{|u_1 \cdot v_1 + u_2 \cdot v_2 + u_3 \cdot v_3|}{|\mathbf{u}| \cdot |\mathbf{v}|},$$

$$\text{kde } \mathbf{u} = \mathbf{B} - \mathbf{A} = (u_1; u_2; u_3) = (x_B - x_A; y_B - y_A; z_B - z_A)$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{C} - \mathbf{A} = (v_1; v_2; v_3) = (x_C - x_A; y_C - y_A; z_C - z_A)$$

$$|\mathbf{u}| = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2}$$

$$|\mathbf{v}| = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2 + (z_C - z_A)^2}$$



Člověk a formy „jeho vnějších interakcí“

Idealizovaná mechanická forma pohybu \Rightarrow klasická (newtonovská) mechanika. Pohyb je chápán jako stav těles, tj. jako něco, co je tělesům vlastní právě tak jako klid.



Investice do rozvoje vzdělávání

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



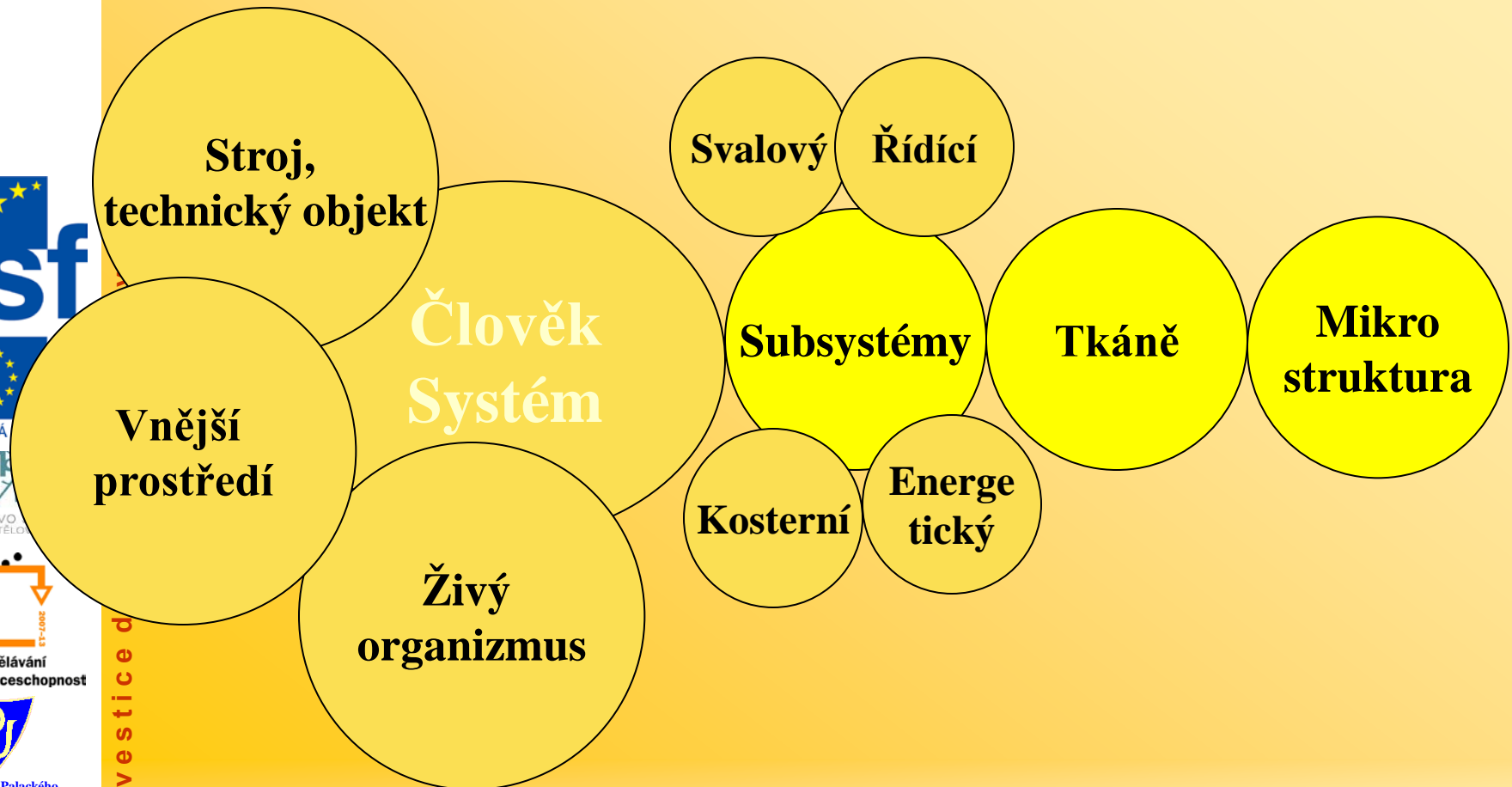
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Člověk a formy „jeho vnitřních interakcí“

Živý organismus \Rightarrow mikrokosmos \Rightarrow extrémně velká složitost, obtížné modelování.



Investice d

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



EVROPSKÁ



MINISTERSTVO
MLÁDEŽE A TĚLO



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Variabilita

Vnitřní zdroje variability

- stav CNS,
- úroveň svalově kosterního systému,
- kvalita propriocepce,
- úroveň metabolických procesů

Vnější zdroje variability

- intenzita světla
- typ povrchu
- používané opěrné pomůcky

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání

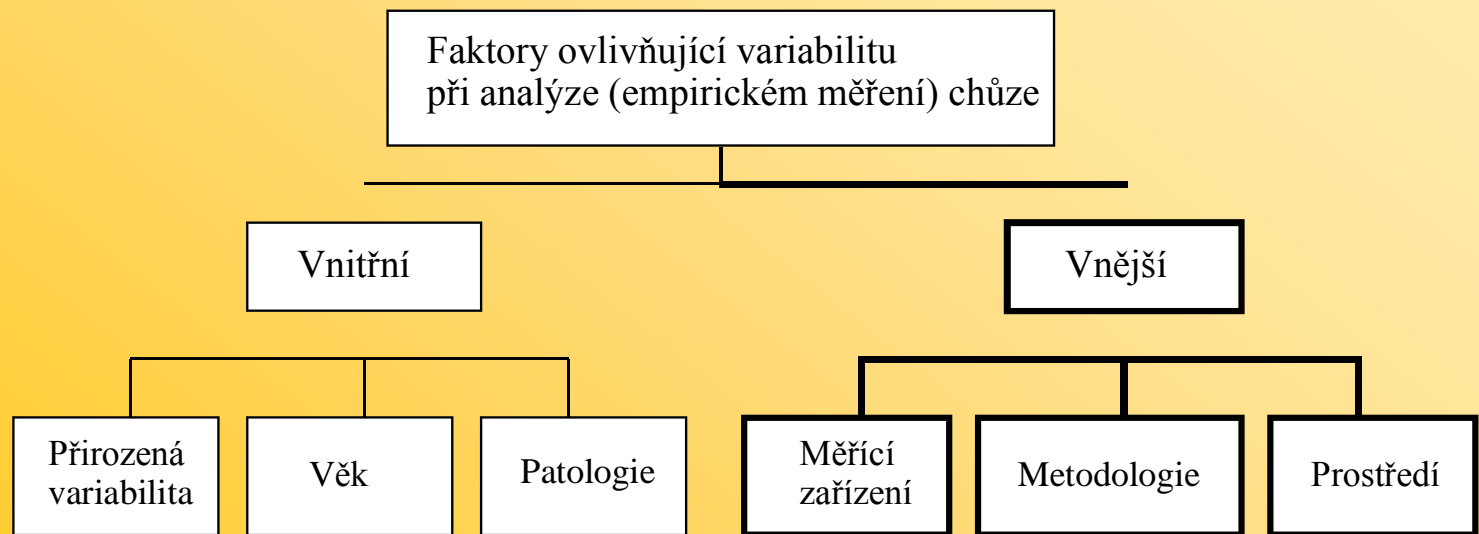
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Variabilita



Investice do rozvoje vzdělávání



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Variabilita

- Faktor věku významně ovlivňuje variabilitu kinematických parametrů při chůzi
 - Kyvelidou et al. (2008) našli pro chůzi významný rozdíl ve velikosti koeficientu variace v rozsahu pohybu v kyčelním a v kolenním kloubu, pro rozsah pohybu v hlezenním kloubu vliv věku na variabilitu nenalezli
- Variabilitu chůze ovlivňují kardiovaskulární změny a psychika (Herman et al., 2005; Hausdorff et al., 2004).
- Variabilita některých kinematických parametrů chůze zvyšuje při pohybu v terénu (Marigold & Patla, 2008)

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Variabilita

Velikost variability můžeme zjišťovat v opakovaných měřeních:

- v odlišném čase v rámci
 - jednoho měření,
 - jednoho dne
 - jednoho měsíce
- mezi různými osobami
- mezi různými posuzovateli
- v různých podmínkách

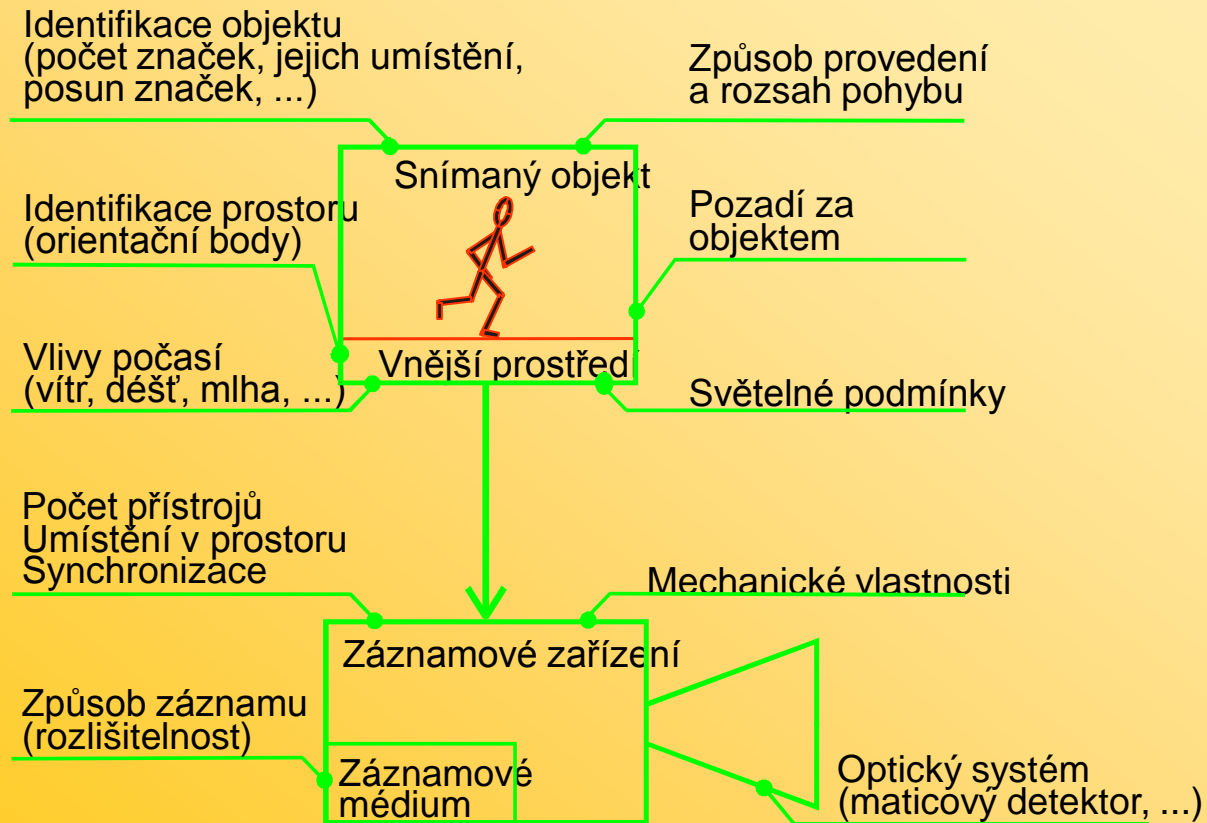
Variabilita

Velikost variability můžeme zjišťovat v opakovaných měřeních:

- v odlišném čase v rámci
 - jednoho měření,
 - jednoho dne
 - jednoho měsíce
- mezi různými osobami
- mezi různými posuzovateli
- v různých podmínkách



Zdroje chyb



Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Zdroje chyb

- Z hodnocení kinematických parametrů při analýze pohybu jednoho subjektu ve 12 různých laboratořích vyplývá, že predominantním zdrojem variability jsou rozdíly v umístění značek na těle probanda (Gorton, Hebert, & Goode, 2001)
- Pro kinematickou analýzu je při použití značek chyba způsobená vlivem měkkých tkání a posunem značek větší než chyby přístrojů (Leardini et al., 2005)
- Nemožnost označení bodů - záznam pohybu ve sportu, analýza záznamu z průmyslových kamer apod. („odhad“ bodů, který zvyšuje riziko vzniku chyby)
- Velikost chyby výrazně narůstá při odvození dalších veličin pomocí derivování (rychlost, zrychlení).



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Náměty do diskuse

Přirozená rychlost x Pohyb danou rychlostí

Gorton, Hebert a Gannotti (2008) analýza chůze u jedné osoby na dvanácti různých místech

- Různá rychlost chůze
- Použití metronomu
- Použití fotobuněk

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Náměty do diskuse

Počet pokusů

Větší množství dat

x

Únava probanda

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Děkuji Vám za pozornost

Investice do rozvoje vzdělávání



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



Univerzita Palackého
v Olomouci

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.