



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



**Ing. Petr Volf, Ph.D.**

## **Měření pohybu dominantní a nedominantní končetiny při statickém stoji**

### **Úkoly měření:**

- Prostudujte publikaci Volf, P., Kutilek, P., Hejda, J., Cerny, R., Milerska, I., & Hana, K. (2019). Methods evaluating upper arm and forearm movement during a quiet stance. *Lékař a technika-Clinician and Technology*, 49(2), 58-65.
- Vytvořte na základě publikace protokol měření a naměřte experimentální data.
- Naměřená experimentální data vyhodnoťte za využití metod uvedených v publikaci.
- Aplikujte další Vámi zvolenou metodu kvantifikace experimentálně naměřených dat.
- Statisticky vyhodnoťte a porovnejte výsledky s publikací.

### **Pomůcky:**

- Bezdrátový akcelerometrický systém (BMEMS-6-V1)
- Počítačová souprava pro zpracování měřených dat a řízení laboratorních měřicích systémů (PC)
- Upevňovací pásy

### **Teoretický základ pro řešení úloh:**

Teoretický základ je součástí publikace. Pro potřeby určení dominantnosti končetiny můžete využít Edinburgh Handedness Inventory dostupný online např. na <https://zhanglab.wdfiles.com/local--files/survey/handedness.html>.

### **Úkol 1 - Prostudujte publikaci**

1. Prostudujte publikaci <https://ojs.cvut.cz/ojs/index.php/CTJ/article/view/04>

### **Úkol 2 – Vytvořte na základě publikace protokol měření a naměřte experimentální data.**

1. Vytvořte protokol měření dle publikace.
2. Aplikujte Bezdrátový akcelerometrický systém (BMEMS-6-V1) s upevňovací páskou viz Obr. 1 na zvolenou anatomickou pozici viz Obr. 2.



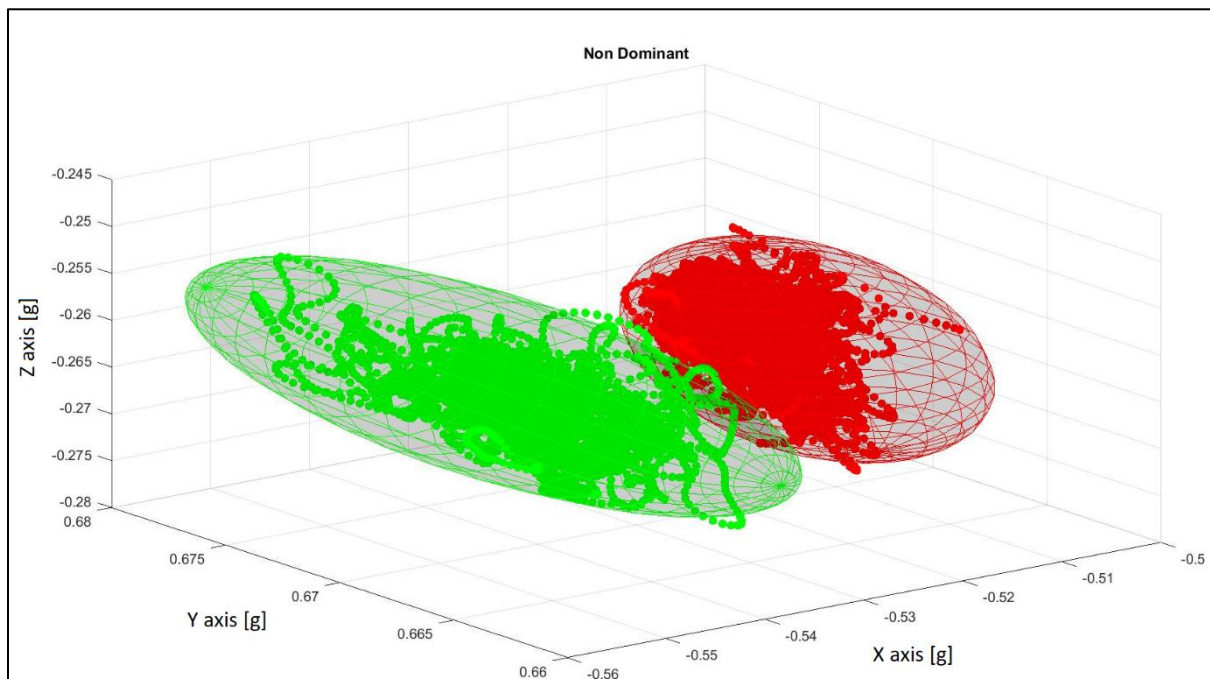
Obr. 1: Body Microelectromechanical System – 6 s upevňovací páskou



Obr. 2: Pozice senzorů akcelerometrického systému

3. Zapněte záznam jednotky BMEMS-6-V1.
4. Pro potřebu označení začátku a konce měření můžete použít poklepání na jednotky.
5. Po ukončení měření připojte Záznamovou jednotku BMEMS-6-V1 a přeneste soubor ZAZNAM0.txt do PC.

1. Popište jednotlivé metody vyhodnocení uvedené v publikaci včetně jejich výhod a nevýhod.
2. Využijte skripty *MSPlotsEllipsoid*, *Ellipse\_plot* a *MinVolEllipse* pro výpočet konfidenčních elips.
3. Využijte funkci *convhull* pro vytvoření konvexní obálky 3D prostoru.



Obr. 3: Konvexní elipsoidy s tolerancí 5% při otevřených (červeně) a zavřených (zeleně) očích

#### Úkol 4 – Aplikujte další Vámi zvolenou metodu kvantifikace experimentálně naměřených dat.

Pokuste se navrhnout vlastní metodu kvantifikace z naměřených dat viz např. délka trajektorie lineárního zrychlení. V rámci návrhu berte v potaz snadnou interpretovatelnost daného přístupu a možnost ideálně grafického i kvantifikačního výstupu.

$$TL_a = \sum_{n=2}^N \sqrt{(a_{x_n} - a_{x_{n-1}})^2 + (a_{y_n} - a_{y_{n-1}})^2 + (a_{z_n} - a_{z_{n-1}})^2}, \quad (1)$$

kde:

$TL_a$  – délka trajektorie vektoru lineárního zrychlení [ $m \cdot s^{-2}$ ]

$a_x$  – lineární zrychlení v ose X [g]

$a_y$  – lineární zrychlení v ose Y [g]



$a_z$  – lineární zrychlení v ose Z [g]

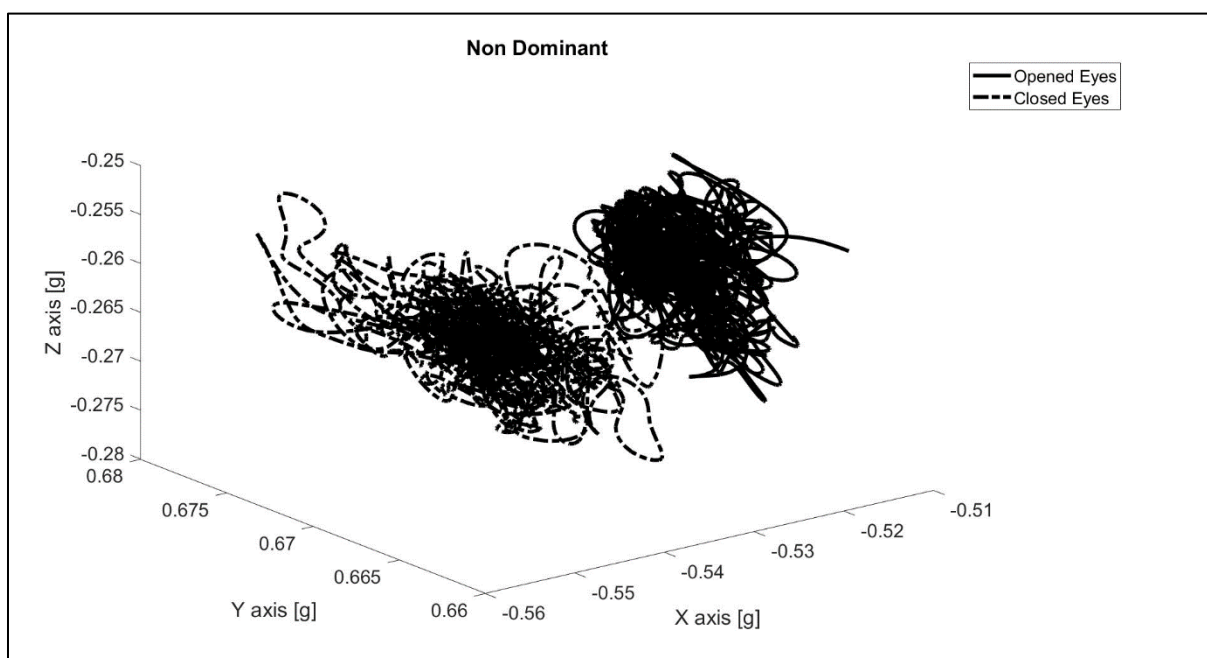
$N$  – počet naměřených vzorků

Dále je možné u TL vyhodnotit průměrné hodnoty absolutního relativního rozdílu (MARD z *angl. mean absolute relative difference*) dle rov. 2:

$$MARD_{TL_a} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{|\text{Left}_{TL_a(n)} - \text{Right}_{TL_a(n)}|}{\text{Right}_{TL_a(n)}}, \quad (2)$$

$\text{Left}_{TL_a}$  – délka trajektorie lineárního zrychlení levé končetiny

$\text{Right}_{TL_a}$  – délka trajektorie lineárního zrychlení pravé končetiny



Obr. 3: Vzájemná závislost lineárních zrychlení

#### Úkol 4 - Statisticky vyhodnoťte a porovnejte výsledky s publikací.

1. Využijte krabicových grafů (boxplot) pro potřeby vyhodnocení rozdílu pohybu dominantní a nedominantní horní končetiny a vlivu otevřených a zavřených očí.