



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



Ing. Petr Volf, Ph.D.

## Detekce fáze krokového cyklu za využití gyro-akcelerometrických senzorů

### Úkoly měření:

- Naměřte kinematická data klasické chůze za využití gyro-akcelerometrického systému
- Proveďte předzpracování dat za využití filtrace moving average filtrem
- V případě potřeby aplikujte metodu výpočtu výsledného vektoru pro lineární zrychlení a úhlové rychlosti
- Vyhodnoťte nejvhodnější umístění s ohledem na detekci fází krokového cyklu

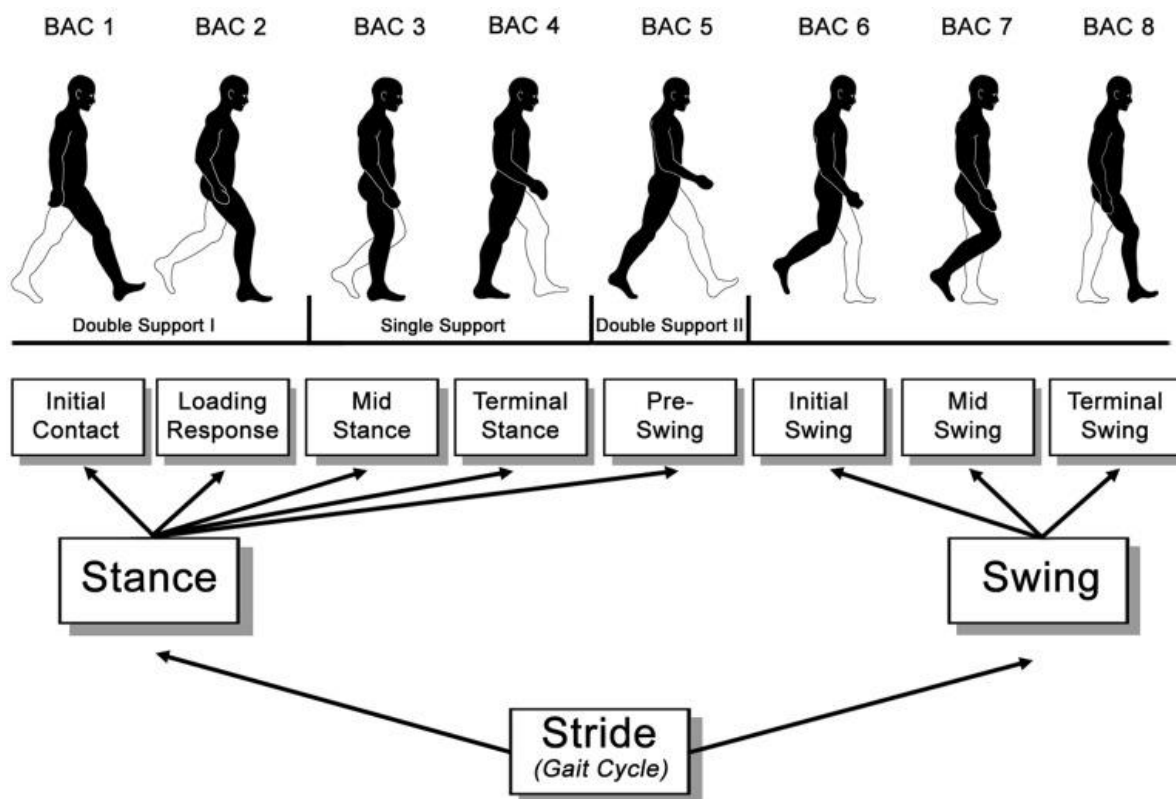
### Pomůcky:

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

### Teoretický základ pro řešení úloh:

Analýza chůze člověka je využívána pro potřeby detekce a rehabilitace onemocnění, které ovlivňují funkci lokomotorického systému. Lokomotorický systém v průběhu chůze využívá integraci informací ze zrakového, propioceptivního a vestibulárního systému. Chůzi dělíme na dvě fáze: 1. fázi s jednoduchou oporou (jedno chodidlo je v kontaktu s podložkou, zatímco druhé vykonává pohyb), 2. fáze s dvojitou oporou (obě chodidla jsou v daný moment v kontaktu s podložkou). Cílem této úlohy je rozlišení fází chůze, resp. krokového cyklu na: 1. kontakt paty s podložkou, 2. kontakt plosky chodidla s podložkou, 3. odraz druhého chodidla od podložky, 4. mid-stance fázi, 5. push-off fázi.

## A-114 Laboratoř mechaniky svalově-kosterního systému



Obr. 1: Ukázka dělení fází krokového cyklu [STÖCKEL, Tino, et al. The mental representation of the human gait in young and older adults. *Frontiers in psychology*, 2015, 6: 943.]

**Úkol 1 - Naměřte kinematická data klasické chůze za využití gyro-akcelerometrického systému.**

**Postup:**

1. Připojte na pětici měřících jednotek BMEMS-6-V1 upevňovací pásky dle Obr. 2.



Obr. 2: Body Microelectromechanical System – 6 s upevňovací páskou



## A-114 Laboratoř mechaniky svalově-kosterního systému

2. Připevněte pětici měřících jednotek BMEMS-6-V1 na anatomické pozice těla dle Obr. 3.



Obr. 3: Umístění měřících jednotek BMEMS-6-V1

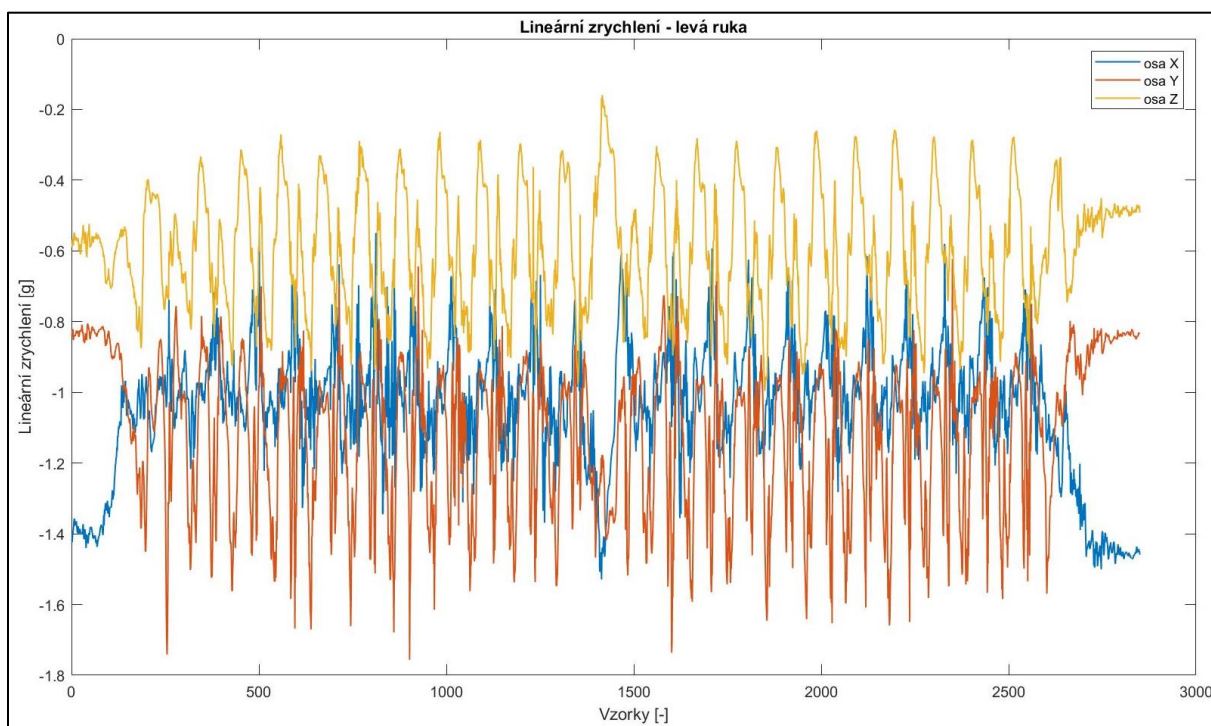
3. Zapněte jednotku BMEMS-6-V1.
4. Zapněte záznam jednotky BMEMS-6-V1 a proveďte klasickou chůzi (alespoň 15 kroků), kdy první kontaktní plocha s podložkou je pata chodidla.
5. Připojte Záznamovou jednotku BMEMS-6-V1 a přeneste soubor *ZAZNAM0.txt* do PC.

### Úkol 2 - Proveďte předzpracování dat za využití filtrace moving average filtrem

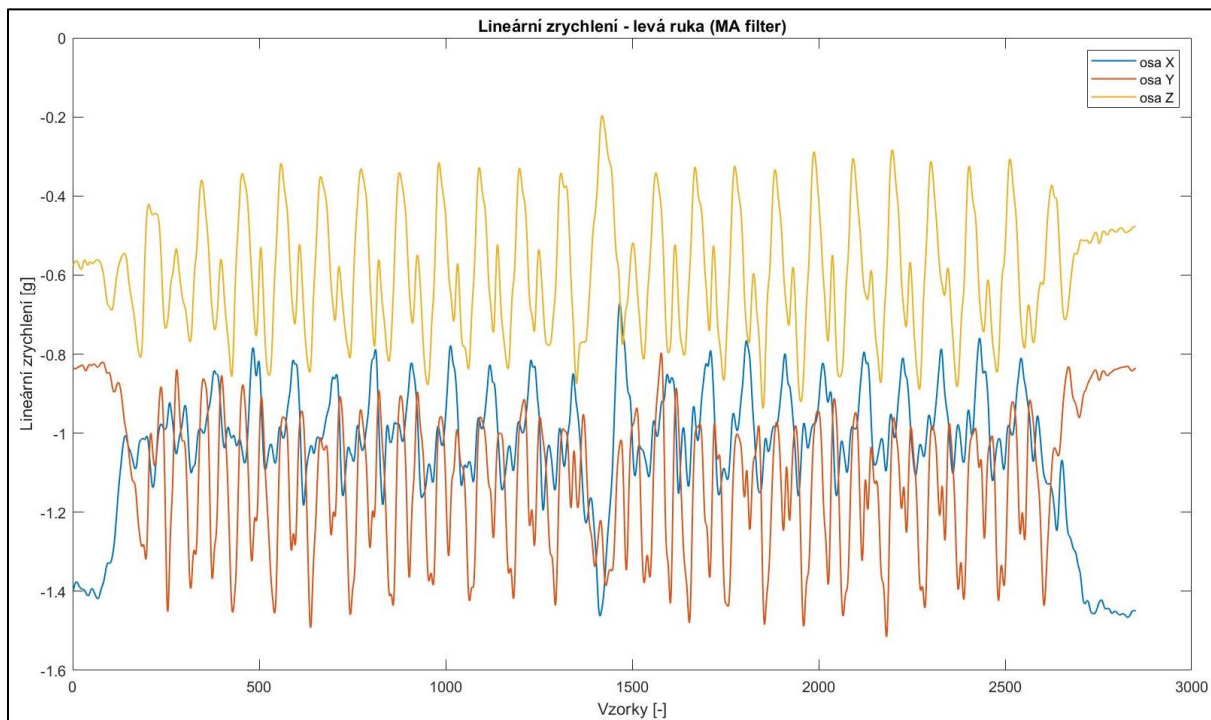
1. Aplikujte na původní vektory lineárního a úhlového zrychlení MA filtr za využití funkce *smoothdata*.
2. Ukázky využívají Gaussovského rozložení pro potřeby MA filtru s oknem 20 vzorků.



## A-114 Laboratoř mechaniky svalově-kosterního systému

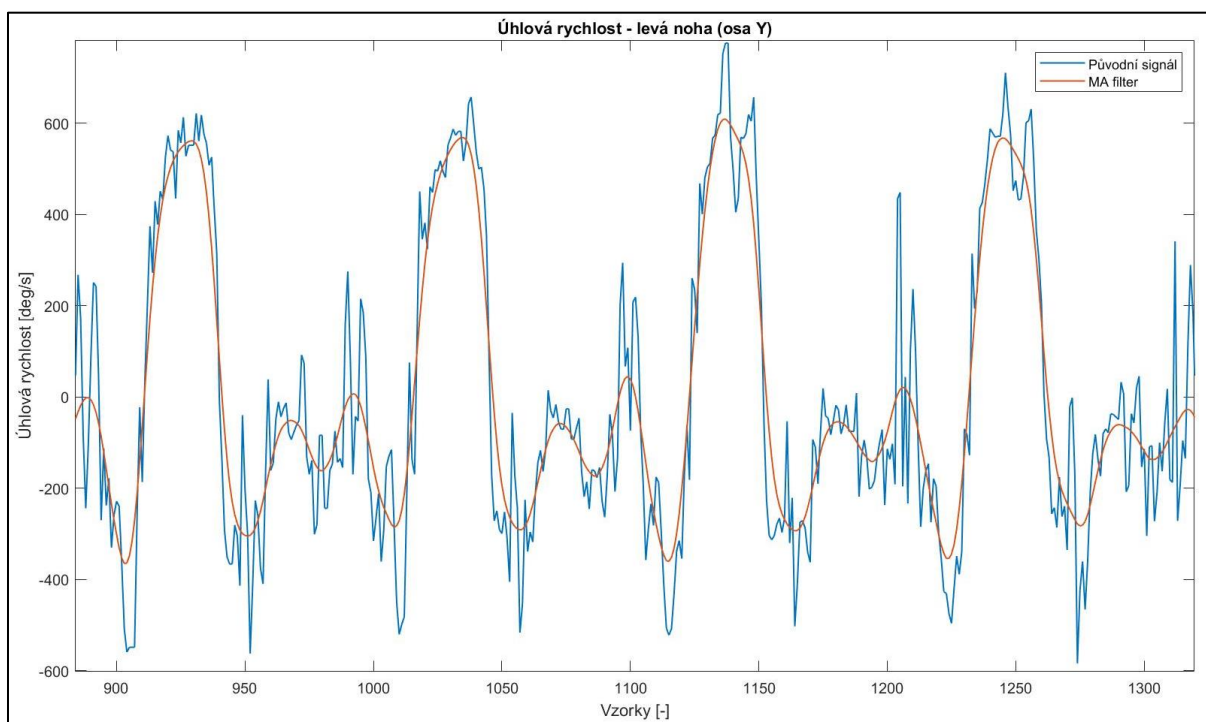


Obr. 4: Původní signál lineárního zrychlení z jednotky umístěné na levé ruce



Obr. 5: Signál lineárního zrychlení z jednotky umístěné na levé ruce po aplikaci MA filtr

## A-114 Laboratoř mechaniky svalově-kosterního systému



Obr. 6: Signál úhlového zrychlení z jednotky umístěné na levé noze (osa Y) před a po aplikaci MA filtru

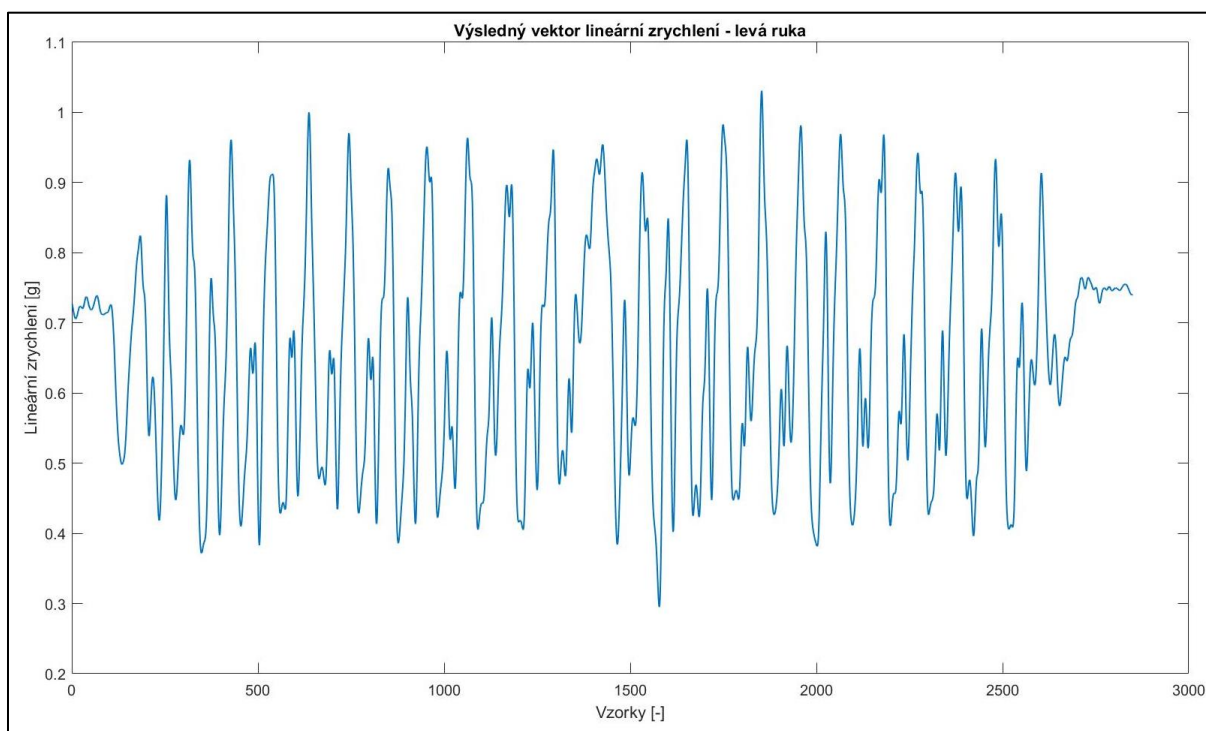
### Úkol 3 - V případě potřeby aplikujte metodu výpočtu výsledného vektoru pro lineární zrychlení a úhlové rychlosti

1. Vypočítejte výsledný vektor lineárního zrychlení dle rovnice (1):

$$a_R = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}, \quad (1)$$

kde  $a_R$  je výsledný vektor lineárního zrychlení,  $a_x$  je lineární zrychlení v ose „X“,  $a_y$  je lineární zrychlení v ose „Y“  $a_z$  je lineární zrychlení v ose „Z“.

## A-114 Laboratoř mechaniky svalově-kosterního systému



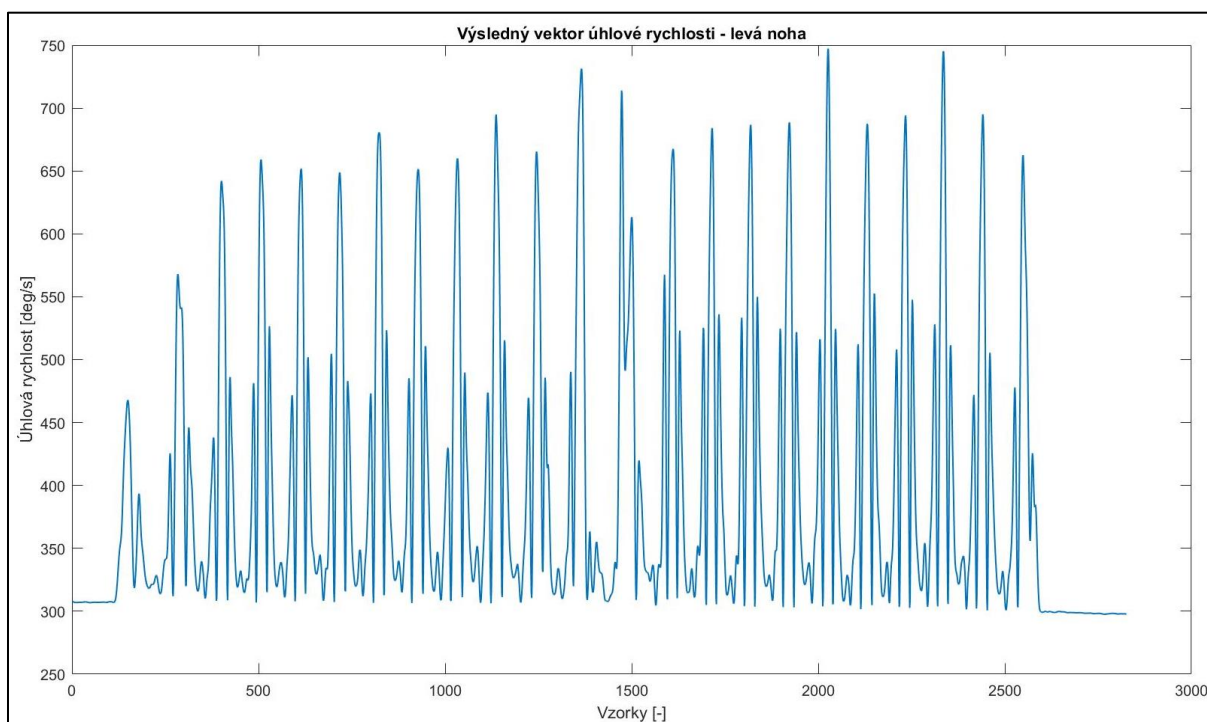
Obr. 7: Výsledný vektor lineárního zrychlení z jednotky umístěné na levé ruce

2. Vypočítejte výsledný vektor úhlové rychlosti dle rovnice (2):

$$\omega_R = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2}, \quad (2)$$

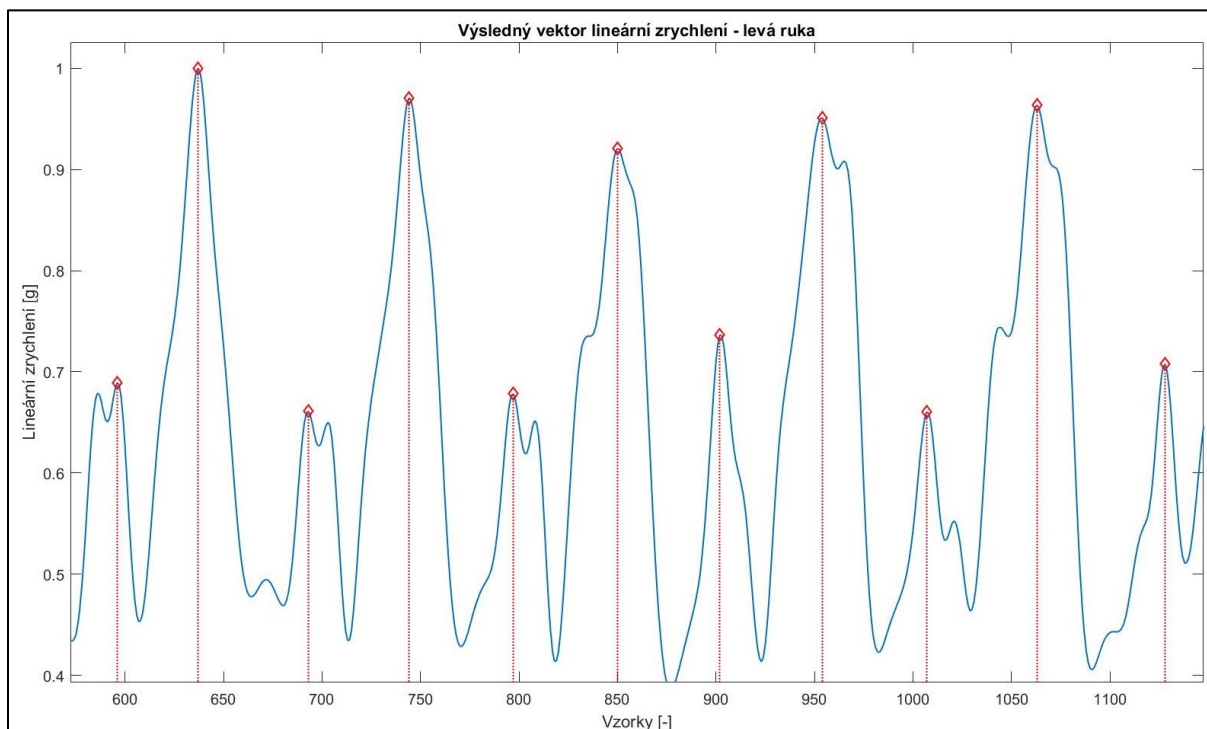
kde  $\omega_R$  je výsledný vektor úhlové rychlosti,  $\omega_x$  je úhlová rychlost kolem osy „X“,  $\omega_y$  je úhlová rychlost kolem osy „Y“  $\omega_z$  je úhlová rychlost kolem osy „Z“.

## A-114 Laboratoř mechaniky svalově-kosterního systému



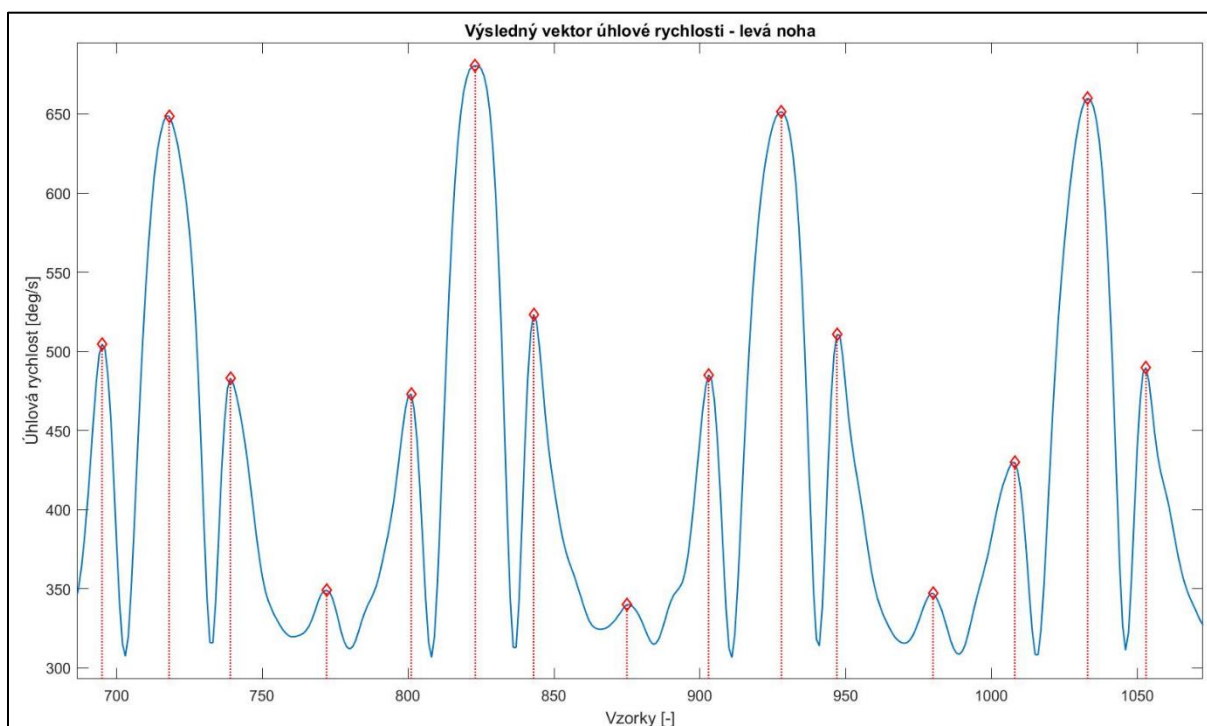
Obr. 8: Výsledný vektor úhlové rychlosti z jednotky umístěné na levé noze

### Úkol 4 - Vyhodnoťte nejvhodnější umístění s ohledem na detekci fází krokového cyklu



Obr. 9: Detekce fází kroku z výsledného vektoru lineárního zrychlení levé ruky

## A-114 Laboratoř mechaniky svalově-kosterního systému



Obr. 10: Detekce fází kroku z výsledného vektoru úhlové rychlosti levé nohy

STÖCKEL, Tino, et al. The mental representation of the human gait in young and older adults. *Frontiers in psychology*, 2015, 6: 943.