

ISS projekt

Machala Roman (xmacha86)

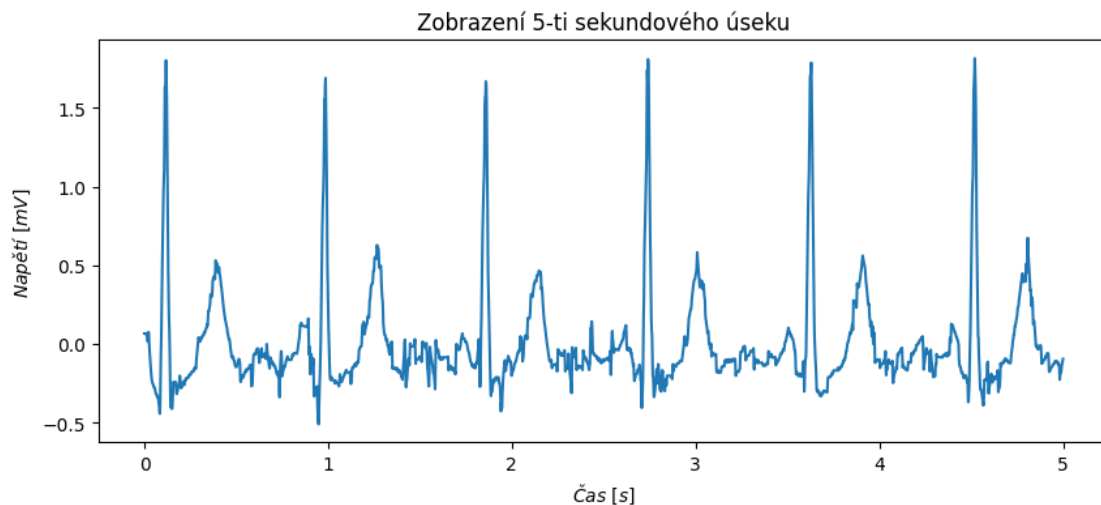
December 17, 2023

1 ISS Projekt 2023/24

1.1 4. Úkoly

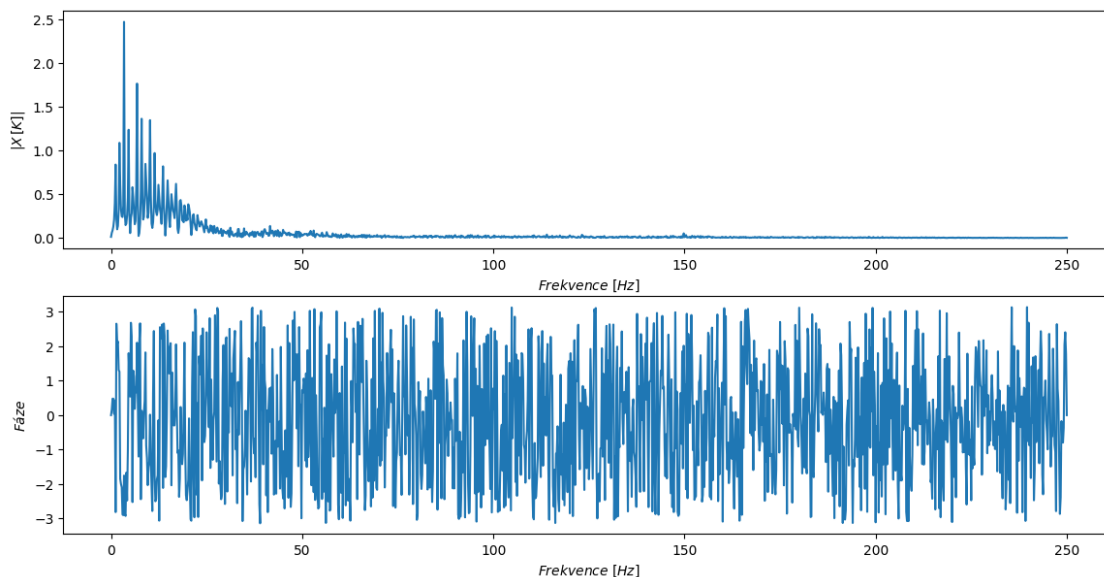
1.1.1 4.1. [2.5b] Nahrání a zobrazení EKG signálu

- a) [1b] Nahrajte EKG signál login.wav, vyberte 5-sekundový úsek a zobrazte ho v časové doméně.
Pro nahrání signálu použijte knihovny numpy a soundfile.



- b) [1b] Spočítejte spektrum z 5 sekundového úseku nahraného signálu a zobrazte jej.

Spektrum 5-ti sekundového signálu

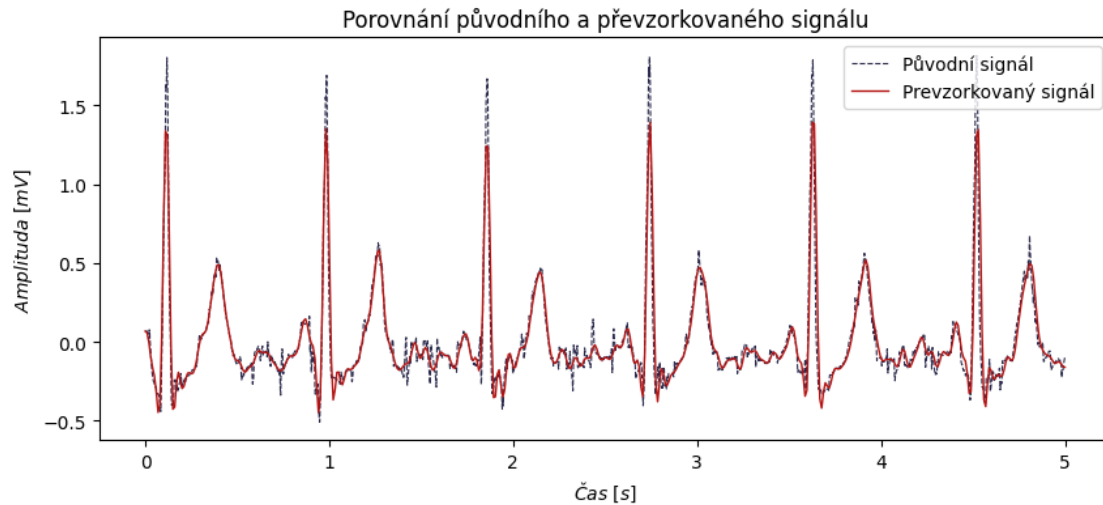


- c) [0.5b] Ve spektru vidíte rušení na 50Hz nebo 60Hz a jejich harmonických frekvencích. Vysvětlete, čím je způsobeno.

Nejčastějším důvodem bývá elektromagnetické rušení. Může být například z důvodu blízkého umístění k jiným elektronickým zařízením nebo například nedostatečná izolace, která vede k vyšší citlivosti vůči vnějším elektromagnetickým rušením. Výjimečně se stává, že elektrody jsou špatně uchyceny na pacientovi, nebo pohyb pacienta vede k rušení signálu.

1.1.2 4.2. [3b] Převzorkujte nahraný signál

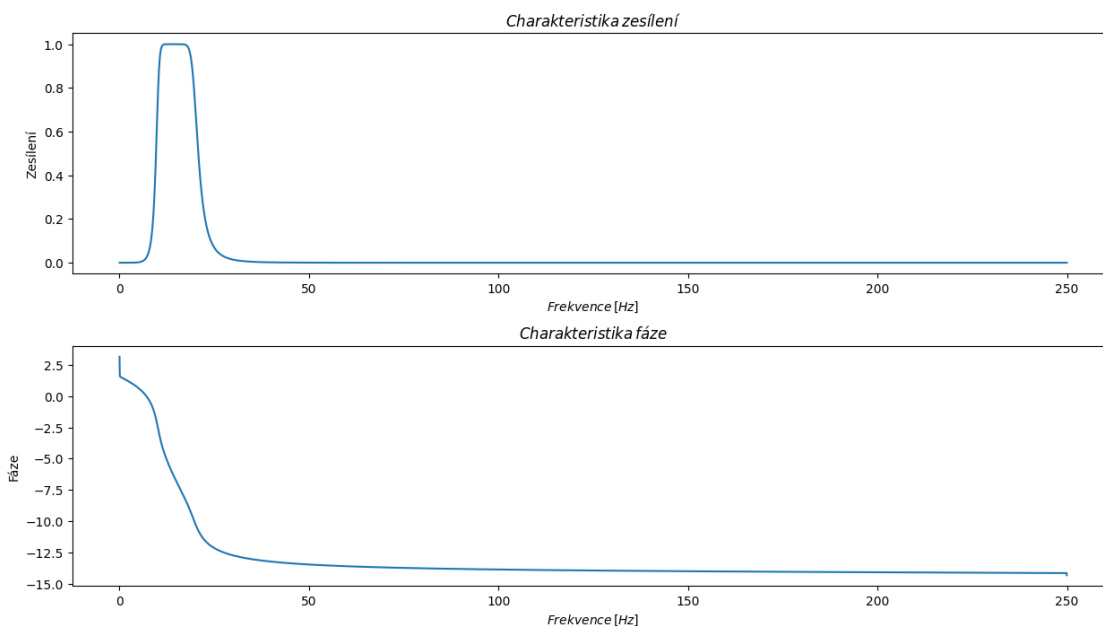
- a) [2b] Převzorkujte signál na vzorkovací frekvenci 100 Hz, nezapomeňte na filtr pro antialiasing. Můžete například odstranit část spektra od $\frac{F_s}{2}$ nebo použít filtr dolní propusti.
- b) [1b] Zobraďte 5 sekundový úsek původního a převzorkovaného signálu v časové doméně a zobraďte i jejich spektra.

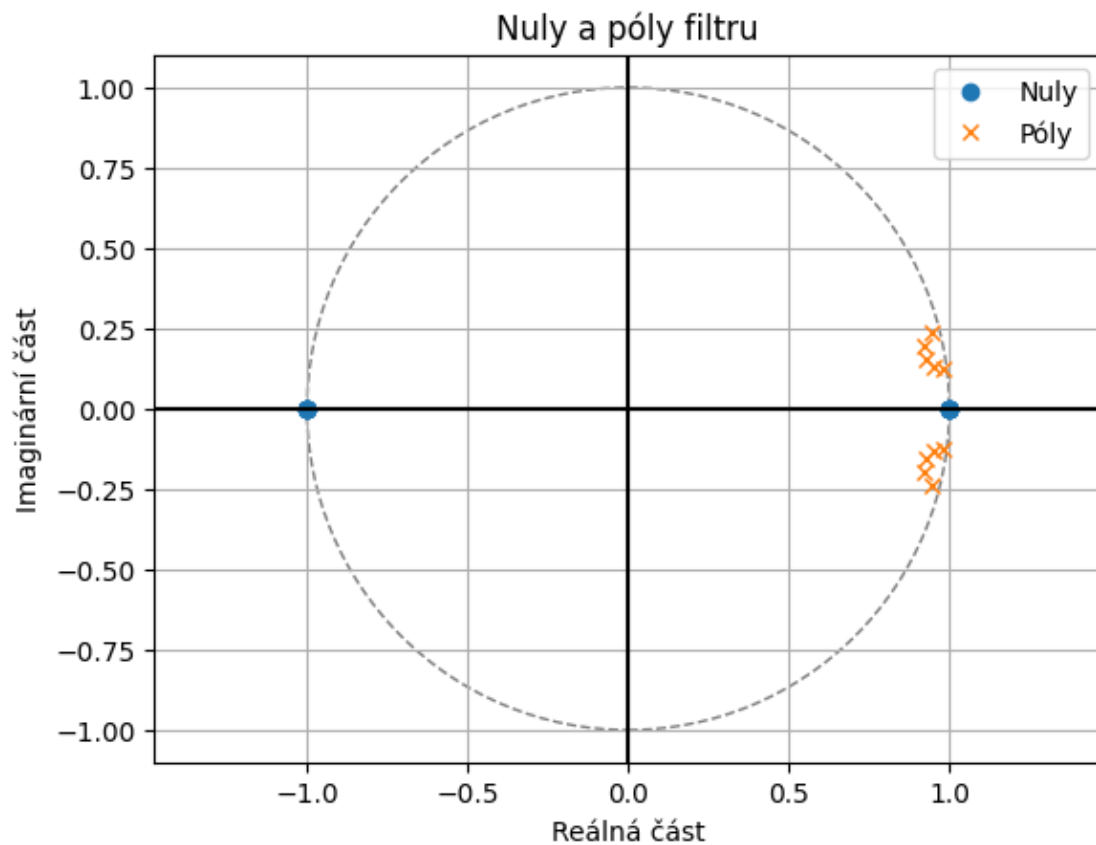


1.1.3 4.3. [4b] Vyfiltrujte nahraný signál pásmovou propustí 10Hz-20Hz

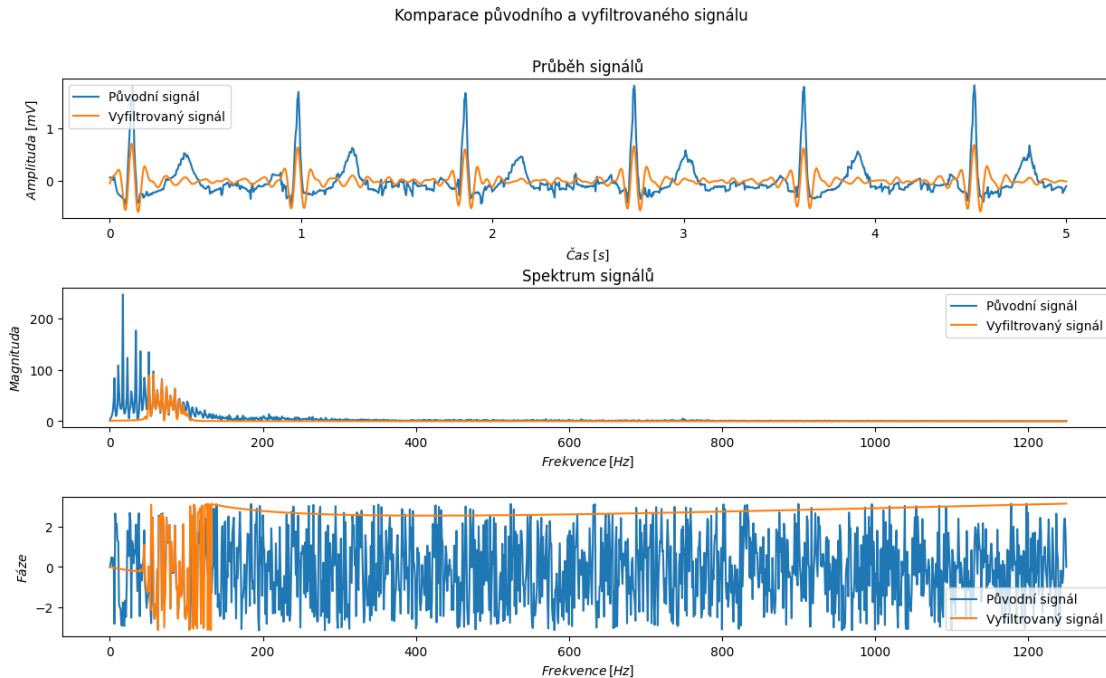
- a) [2b] Vytvořte filtr pásmové propusti, možnosti jsou dvě: buďto filtrovat pomocí klasického návrhu filtrů, kde získáte koeficienty **a** a **b** (pomocí např. `scipy.butter`) a zobrazíte charakteristiku filtru + nuly a póly. Nebo se můžete vydat cestou filtrování ve frekvenční doméně, frekvenční charakteristiku vykreslete pomocí spektrální masky.

Frekvenční charakteristika filtru





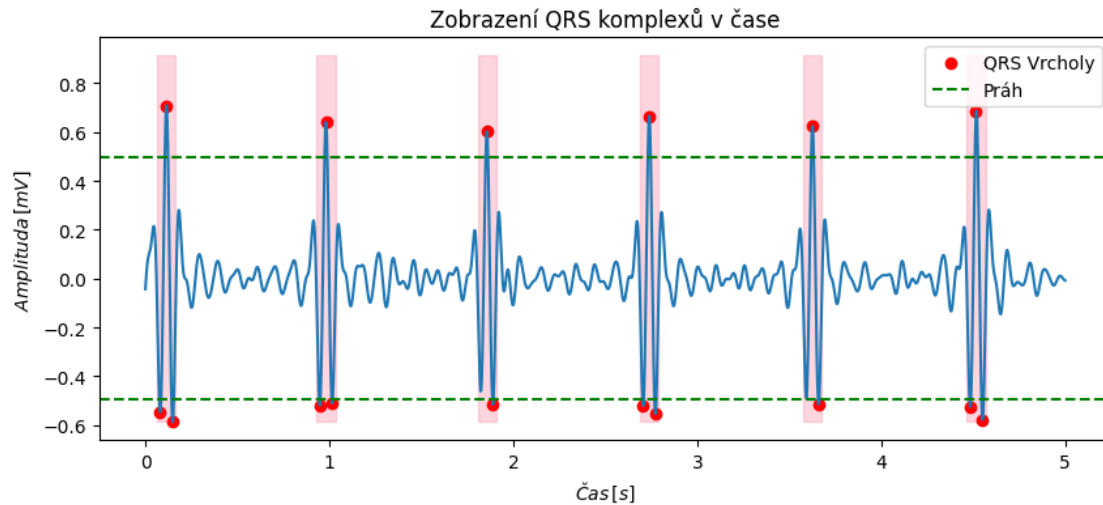
- b) [1b] Použijte navržený filtr na nahraný signál. Pokud máte navržený klasický filtr, proveďte filtrování z obou stran, abyste se vyhnuli fázovému posunu, to za vás zajistí například funkce `scipy.signal.filtfilt`. Vykreslete původní a vyfiltrovaný signál v časové doméně a spočítejte a zobrazte jejich spektra.



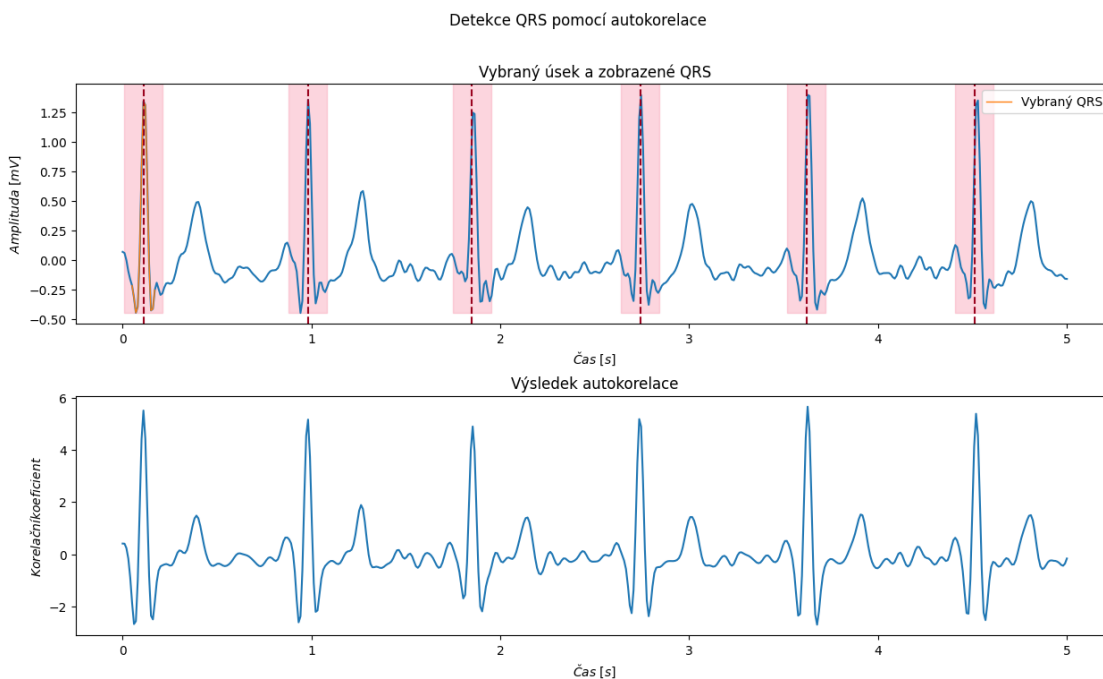
- c) [1b] Okomentujte rozdíl mezi filtrovaným a nefiltrovaným signálem a jejich spektry. Pokud bychom použili filtrování pouze z jedné strany (obyčejnou konvoluci), jaké je teoreticky největší posunutí ve vzorcích, které se může objevit a proč?

Původní signál obsahuje všechny frekvenční složky, které se v nahrávce nacházejí. Vyfiltrovaný signál obsahuje pouze ty frekvenční složky, které jsou v rozmezí intervalu dolní hranice a horní hranice filtru pásmové propusti. V tomto případě tedy v rozmezí 10 až 20 Hz. Teoreticky největší možné posunutí je rovna délce filtru minus 1. Je to z důvodu, že výstupní signál je zpožděn o hodnotu odpovídající délce filtru - 1.

- a) [1b] Detekujte QRS v převzorkovaném vyfiltrovaném signálu pomocí thresholdu (prahu). Pro tuto detekci musíte nejdříve získat vzorek jednoho QRS ze signálu, spočítat si maximální amplitudu a jako threshold vzít vámi určené procento této hodnoty. **Dávejte pozor na možnost otočeného QRS v signálu.** Do vykresleného signálu s detekcemi vykreslete i čáru udávající použitý threshold.

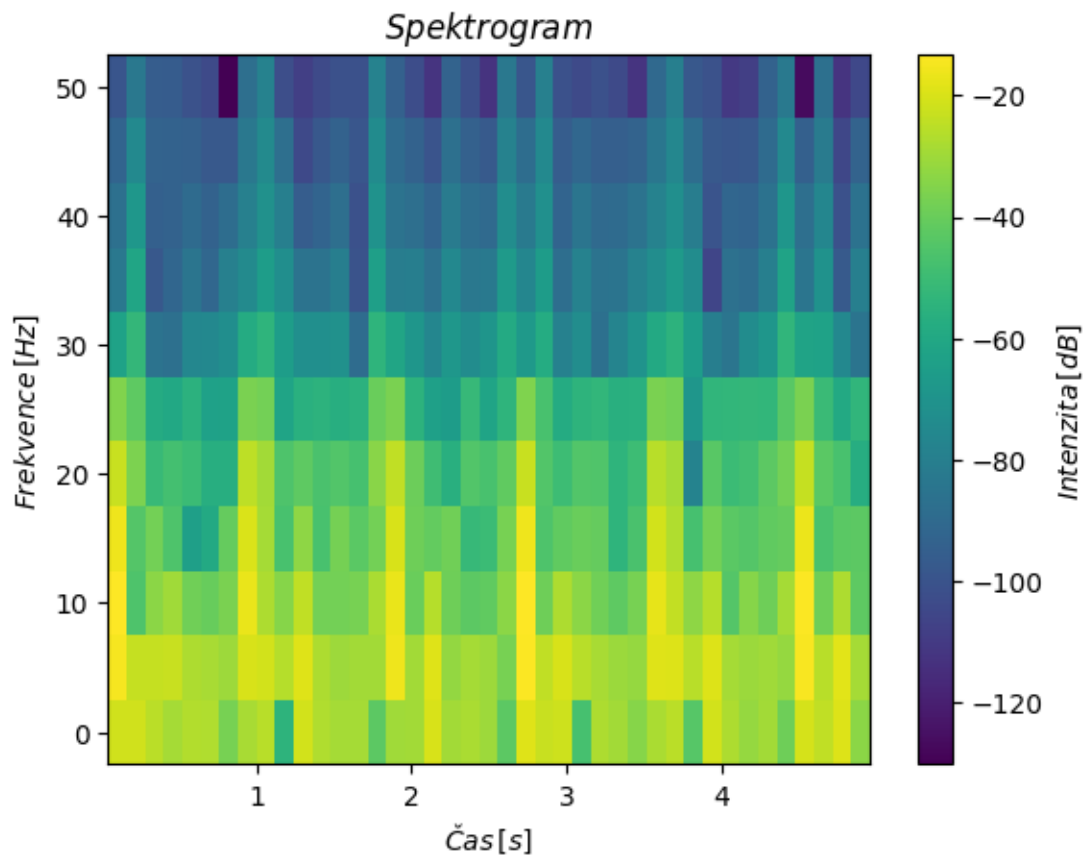


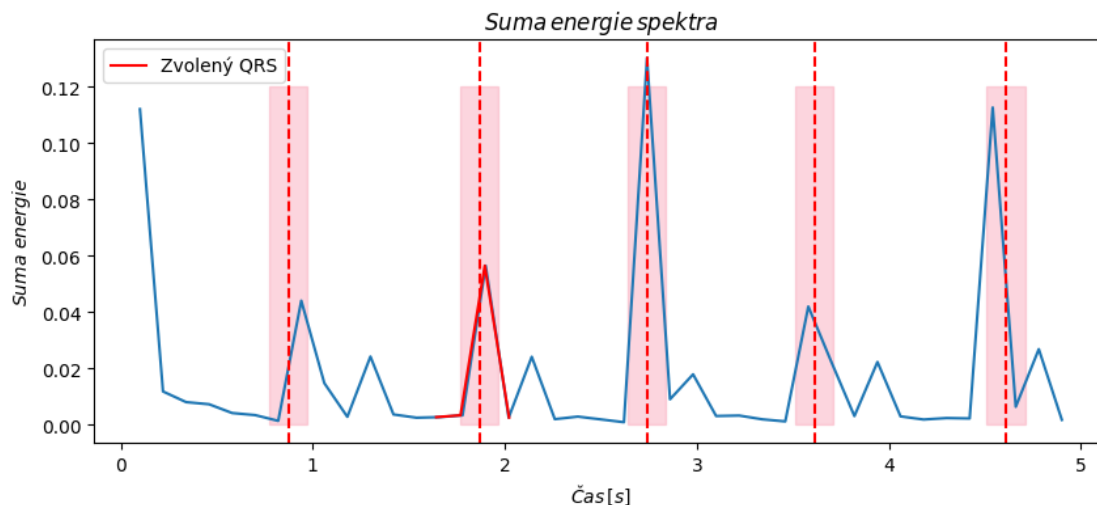
- b) [2b] Detekujte QRS v signálu pomocí autokorelace v převzorkovaném nefiltrovaném signálu. Pro tuto detekci musíte nejdříve získat vzorek jednoho QRS ze signálu. Dále budete autokorelovat signál právě s tímto výstřížkem. QRS se budou nacházet na místech, kde vám budou vycházet vysoké hodnoty korelace. Do vykresleného signálu s detekcemi zaznačte i vámi zvolený výstřížek.



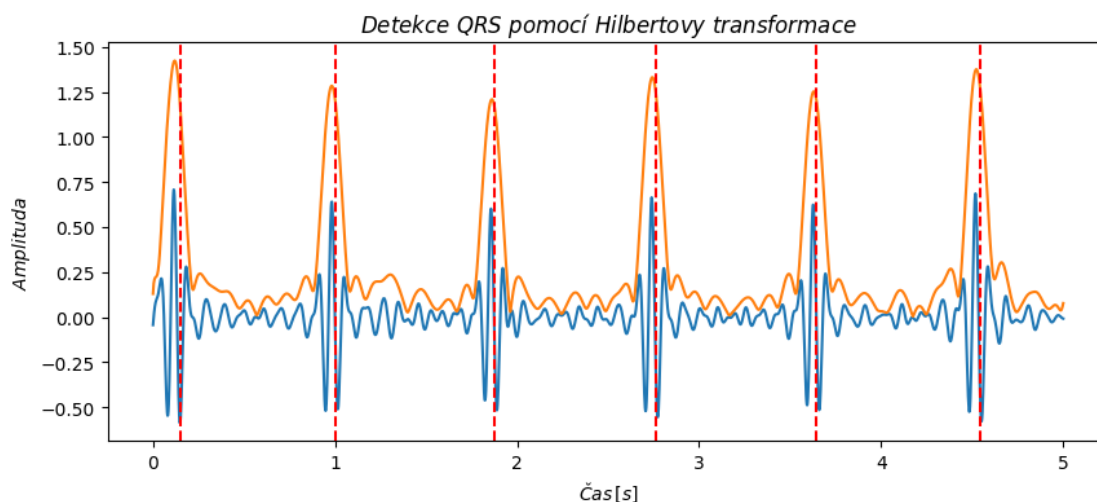
1.1.4 4.5. [3.5b] Vytvořte detektor QRS v frekvenční doméně a detekované QRS zakreslete jako v předchozí úloze 4.4

- a) [2b] Detekujte QRS pomocí použití spektrogramu. Spočítejte a zobrazte spektrogram nahraného převzorkovaného filtrovaného signálu. Použijte parametry, `hop_size=120ms` a `window_len=200ms`, popřípadě si zkuste s těmito parametry pohrát. Spektrogram dále normalizujte v čase. Spočítejte sumy energie spektra pro jednotlivé časové biny. Dále vytvořte práh podle hodnoty energie spektra u prvního vámi zvoleného QRS komplexu. Tento práh použijte pro detekci zbylých QRS komplexů v signálu.





b) [1b] Detekujte QRS pomocí použití obálek a Hilbertovy transformace.



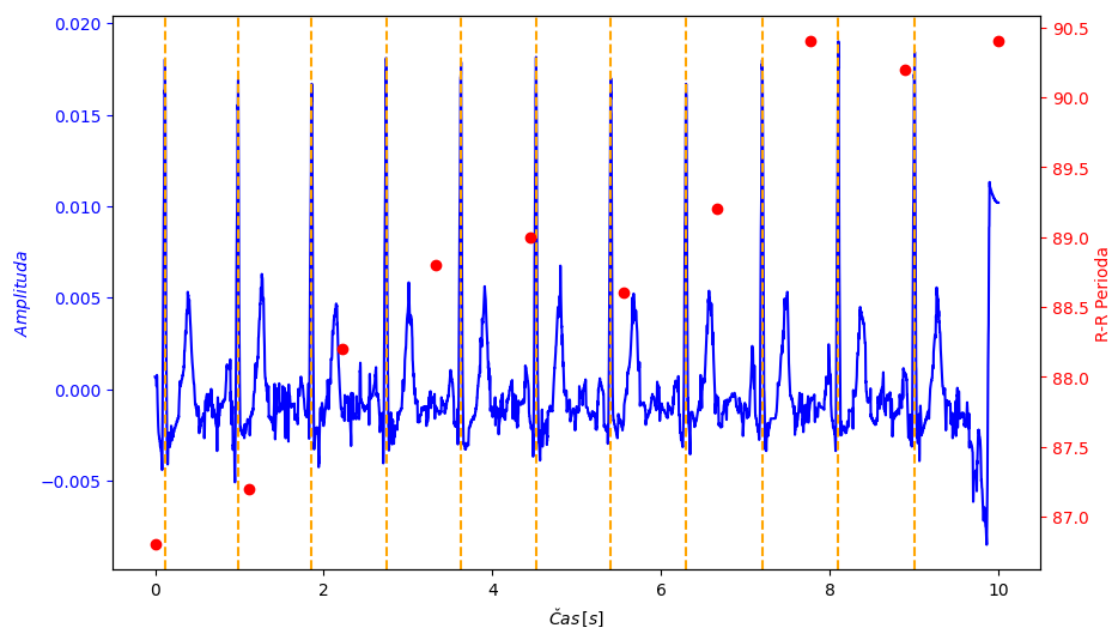
c) [0.5b] Při kterých metodách detekcí QRS nám vadí otočený (flipnutý) signál, při kterých ne a proč?

Při používání prahové metody může dojít k nenalezení QRS komplexu z důvodu, že se nachází pod prahem se záporným znaménkem. Metoda založená na výpočtu energie není ovlivněna natočením signálu, protože energie nezávisí na polaritě signálu. Hilbertova metoda takz enni ovlivněna. Sice je ovlivněna fázе, ale pro obálku se používá absolutní hodnota.

1.1.5 4.6 [2b] Detekce R-R intervalu

a) Detekujte R-R intervaly pomocí detekovaných QRS z jednotlivých metod, které jste použili dříve. Vykreslete hodnoty R-R intervalu do stejného grafu jako EKG signál a detekované QRS.

Vykreslení proved'te nad EKG signál, kde osa x bude i nadále časová a každý R-R interval bude zakreslen na x pozici detekovaného QRS. Osa y pro R-R interval bude určovat hodnotu samotného R-R intervalu.



1.1.6 4.7 Bonus

- a) Načtěte si signál obsahující fibrilaci FIS.wav. Proved'te na něm filtraci a převzorkování. Poté zkuste použít nějaký QRS detektor. Z detekovaných QRS detekujte R-R intervaly. Porovnejte R-R intervaly pro fibrilaci a klasický signál bez patologie (sinusový rytmus). Měli byste vidět prudké změny v R-R intervalech a jejich nepravidelnost. Zároveň se vám může stát, že vám některé metody detekce QRS nepodají tak kvalitní výkon jako při sinusovém rytmu.

