

Projekt č.1

Signály a systémy

Marcel Feiler

xfeile00

4.12.2021

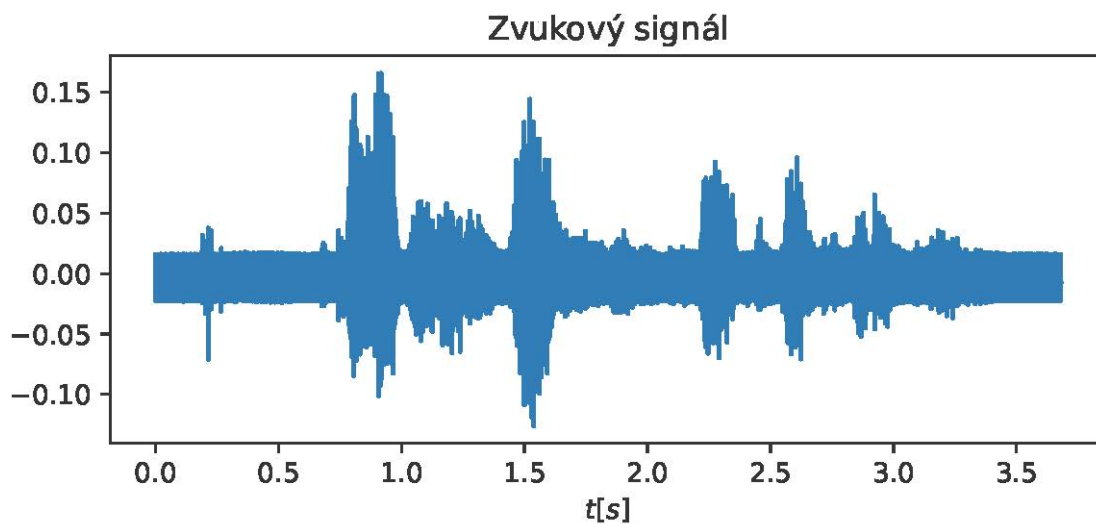
---

## Riešenie

Moje riešenie bolo implementované pomocou jazyka Python (prostredia PyCharm).

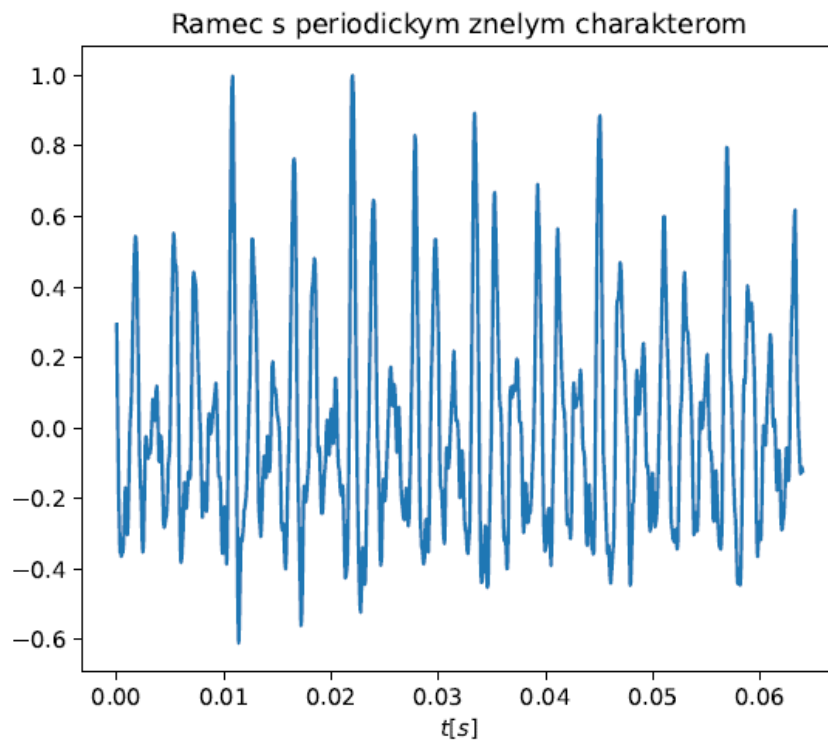
### 1. Úloha - Základy:

Zvukovú stopu som spracoval prostredníctvom `sf.read`, ktorá mi signál automaticky normalizovala. Dĺžka signálu vo vzorkách je 58880 a dĺžka signálu v sekundách je 3.68 s. Minimálna hodnota je -0.126007080078125, jeho maximálna hodnota je 0.16571044921875.



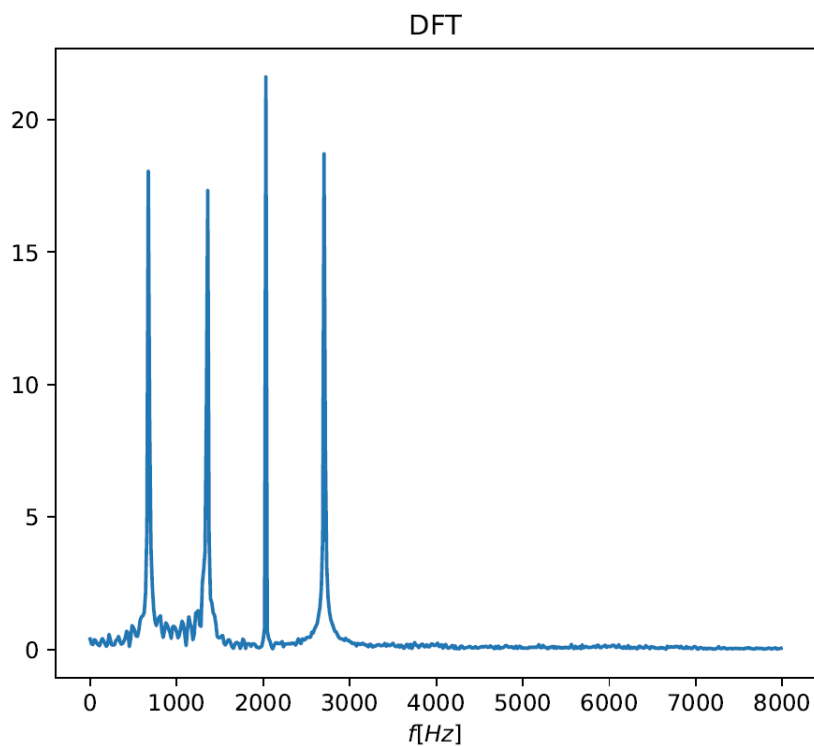
2. Úloha - Předzpracování a rámce:

Ako najvhodnejší rámec pre naše účely som vybral rámec č. 28, keďže je viditeľný znelý charakter rámca.



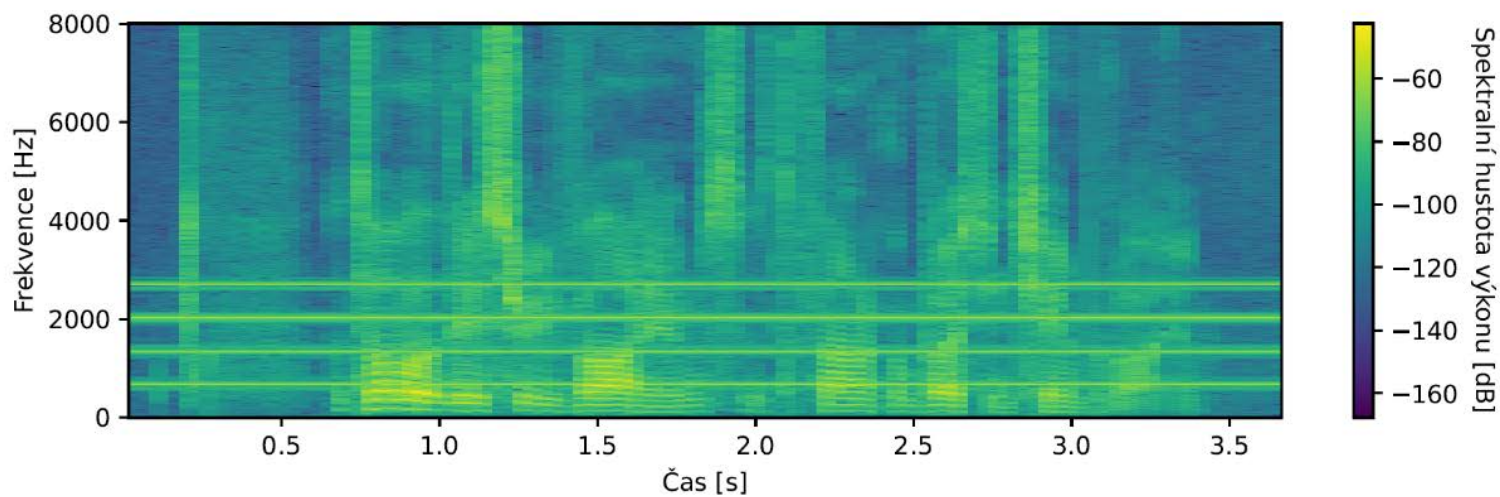
3. Úloha - DFT:

Po implementácii DFT pre 1024 vzorkov som následne spustil a zobrazil modul DFT pre frekvencie od 0 do  $F_s/2$ . Ako najvhodnejší pre zobrazenie DFT som vybral rámec č. 8. Pri porovnaní s funkciou FFT z knižnice som nepostrehol väčšie výchyľky.



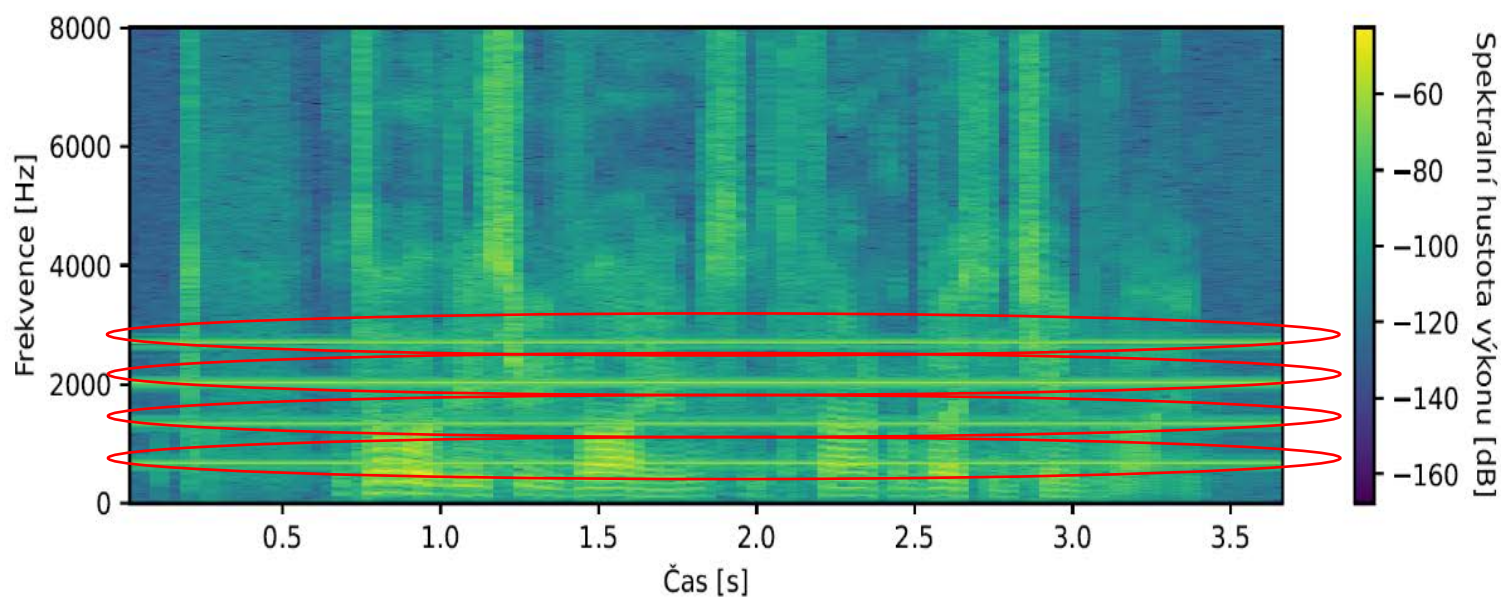
#### 4. Úloha – Spektrogram:

Výsledný logaritmický výkonový spektrogram je nižšie zobrazený.



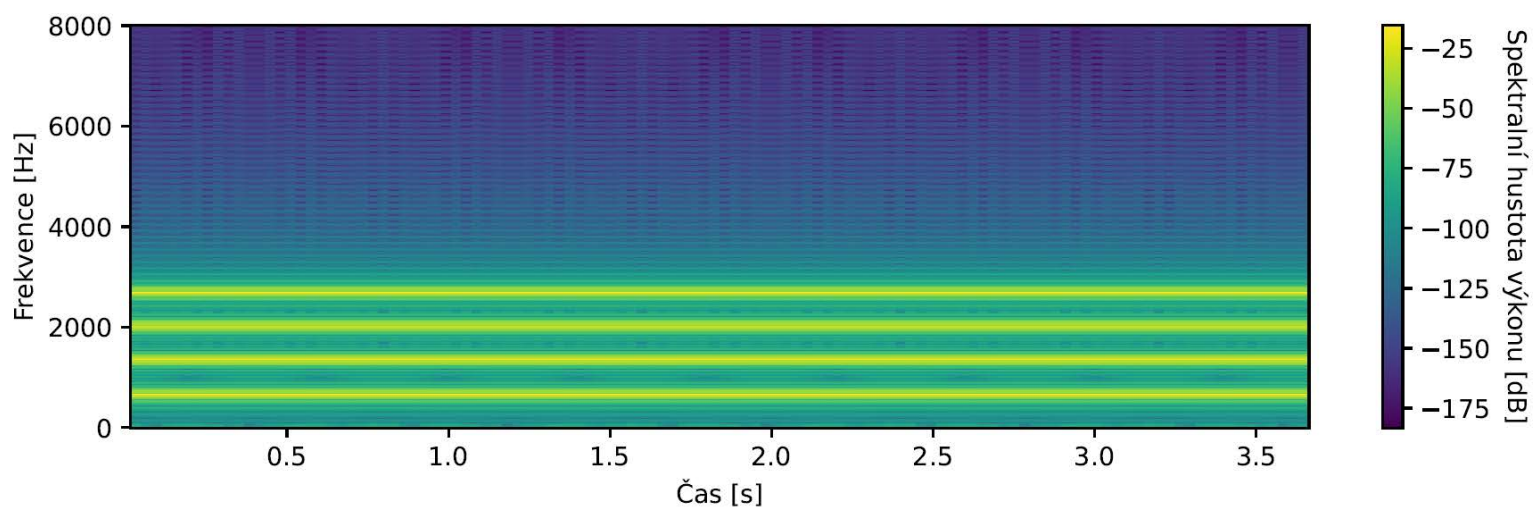
#### 5. Úloha – Určení rušivých frekvencí:

Frekvencie rušivých komponentov sú vzostupne:  $f_1 = 660$  Hz,  $f_2 = 1340$  Hz,  $f_3 = 2030$  Hz,  $f_4 = 2690$  Hz. Po overení som zistil, že 4 rušivé kosínusovky sú harmonicky vzťahné.



#### 6. Úloha – Generování signálu:

Po vygenerování signálu so zmesou 4 kosínusoviek mi vznikol jeho nasledujúci spektrogram. Po overení posluchom a porovnaní so spektrogramom z predchádzajúcej úlohy som zistil, že som určil správne frekvencie a daný signál vygeneroval správne.



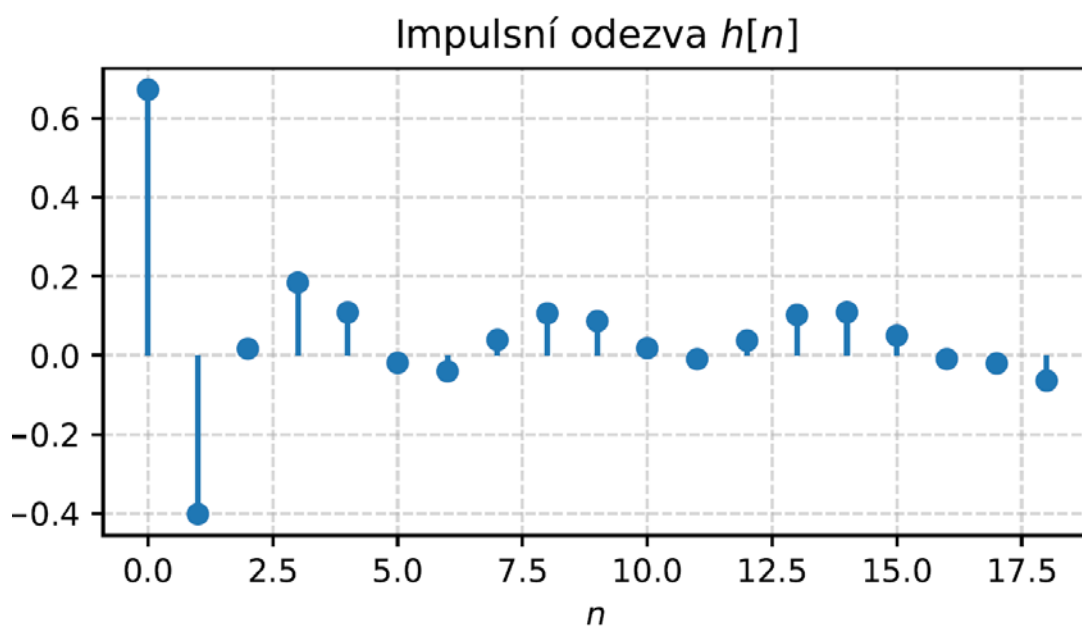
#### 7. Úloha – Čistící filtr

Pri návrhu filtra, ktorý má potlačovať rušivé frekvencie  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  a  $f_4$  som si zvolil alternatívu označenú v zadaní ako číslo 3 – návrh 4 pásmových zádrží. Pri

implementácií som použil kombináciu `scipy.signal.buttord` a `scipy.signal.butter`. Šírku záverného pásma som si zvolil 30 Hz, šírku prechodu do priepustného pásma som si zvolil 50 Hz, zvlnenie (ripple) v priepustnom pásme som zvolil na 3 dB a potlačenie v závernom pásme (stop-band attenuation) som zvolil na -40dB. Koeficienty filtrov sú uvedené tu:

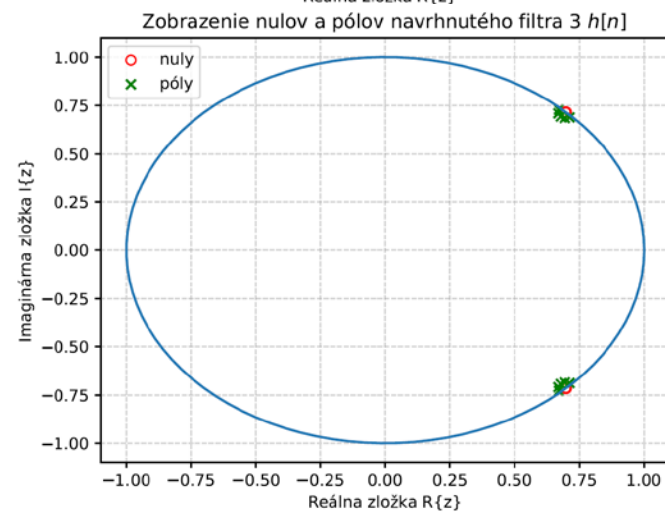
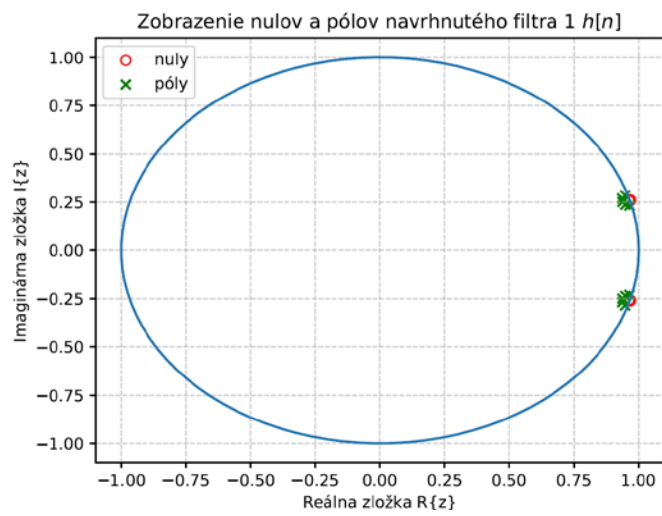
```
A koeficient filtru: [ 1.00000000e+00 -2.95417212e+01  4.32504377e+02 -4.17980126e+03
 2.99667734e+04 -1.69835369e+05  7.91773182e+05 -3.11987447e+06
 1.05956215e+07 -3.14723574e+07  8.26885406e+07 -1.93876140e+08
 4.08537878e+08 -7.78091387e+08  1.34555216e+09 -2.12046876e+09
 3.05412343e+09 -4.02944383e+09  4.87797735e+09 -5.42473279e+09
 5.54574118e+09 -5.21293426e+09  4.50451349e+09 -3.57567529e+09
 2.60438611e+09 -1.73763191e+09  1.05958356e+09 -5.88811190e+08
 2.97091987e+08 -1.35487405e+08  5.55314551e+07 -2.03116798e+07
 6.57158319e+06 -1.85956945e+06  4.53537358e+05 -9.34939142e+04
 1.58542151e+04 -2.12528602e+03  2.11357449e+02 -1.38751428e+01
 4.51426175e-01]
B koeficient filtru: [ 6.71882560e-01 -2.02498551e+01  3.02463732e+02 -2.98220795e+03
 2.18134119e+04 -1.26128733e+05  5.99914158e+05 -2.41172234e+06
 8.35636215e+06 -2.53232177e+07  6.78783612e+07 -1.62369293e+08
 3.49061560e+08 -6.78245130e+08  1.19657199e+09 -1.92374665e+09
 2.82667229e+09 -3.80453647e+09  4.69849564e+09 -5.33033144e+09
 5.55886965e+09 -5.33033144e+09  4.69849564e+09 -3.80453647e+09
 2.82667229e+09 -1.92374665e+09  1.19657199e+09 -6.78245130e+08
 3.49061560e+08 -1.62369293e+08  6.78783612e+07 -2.53232177e+07
 8.35636215e+06 -2.41172234e+06  5.99914158e+05 -1.26128733e+05
 2.18134119e+04 -2.98220795e+03  3.02463732e+02 -2.02498551e+01
 6.71882560e-01]
```

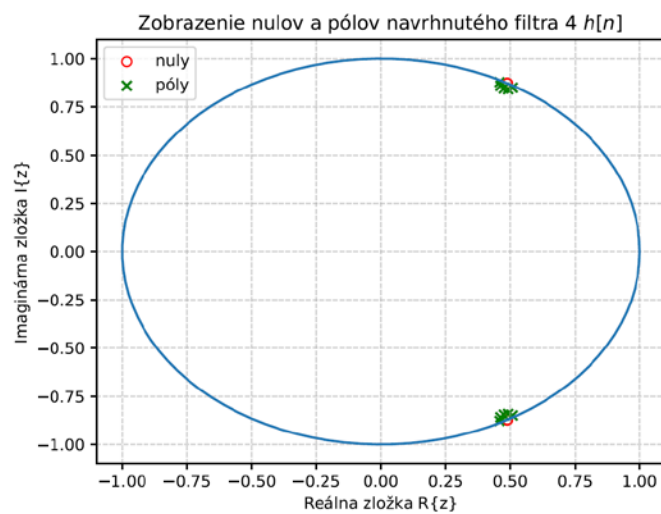
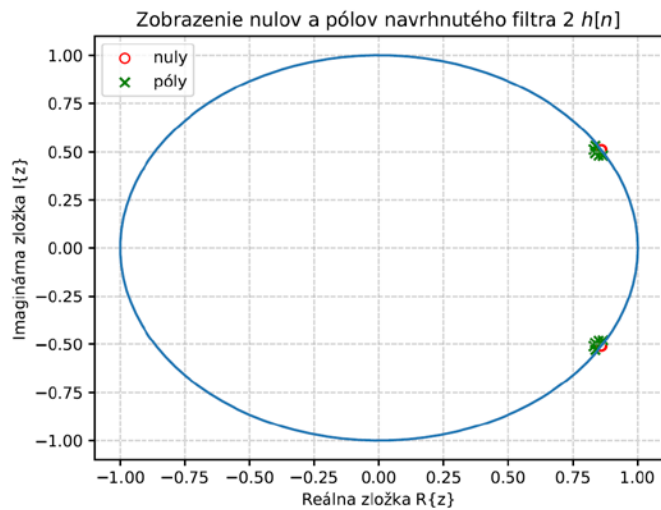
Impulzné odozvy sú zobrazené v grafe, pre správne zobrazenie som určil počet impulzov rovný 19 (v grafe na osi x hodnota n):



## 8. Úloha – Nulové body a póly

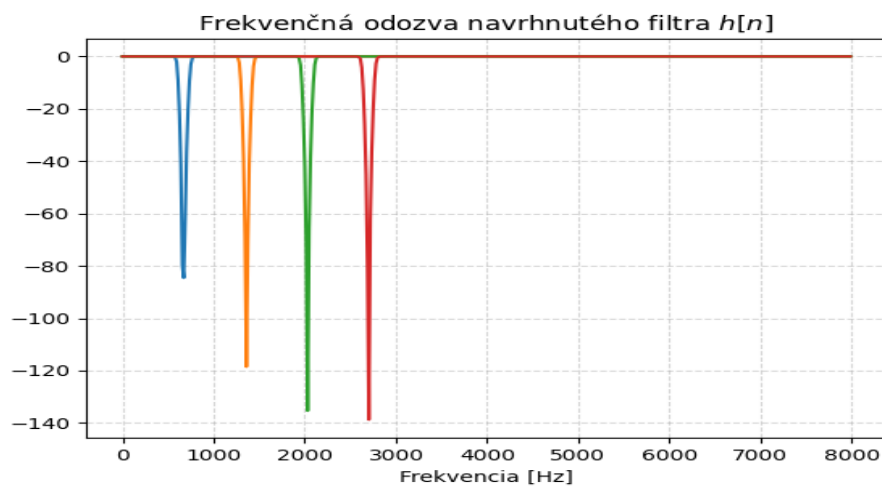
Dané nulové body a póly navrhnutých filtrov sú zobrazené v komplexnej rovine nižšie:



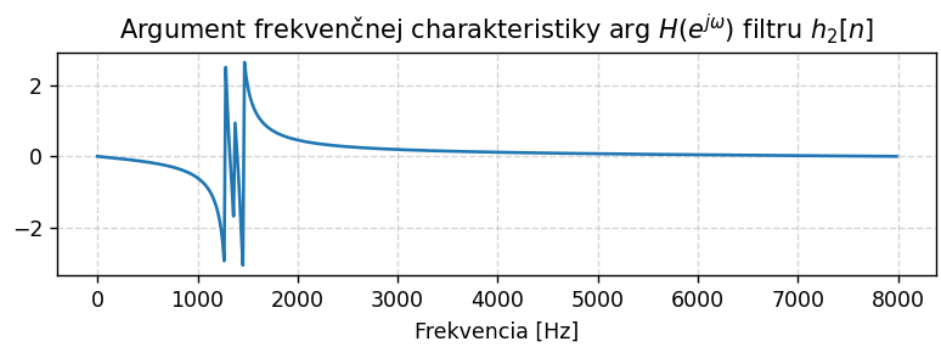
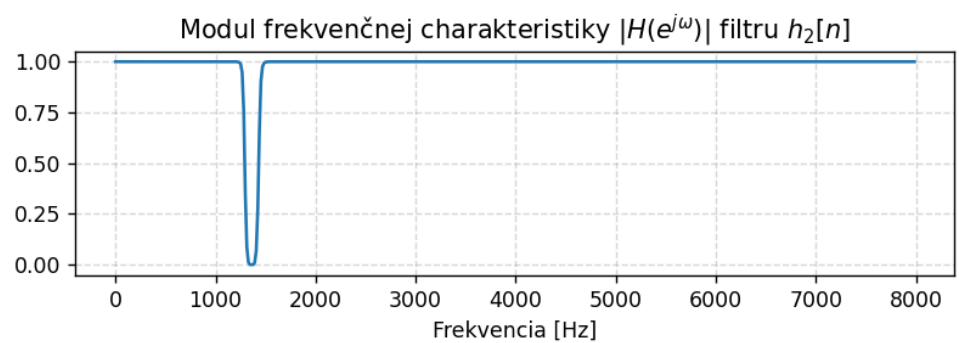
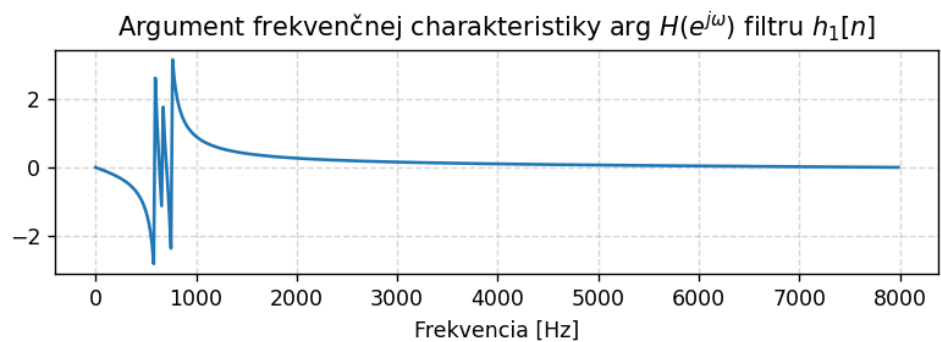
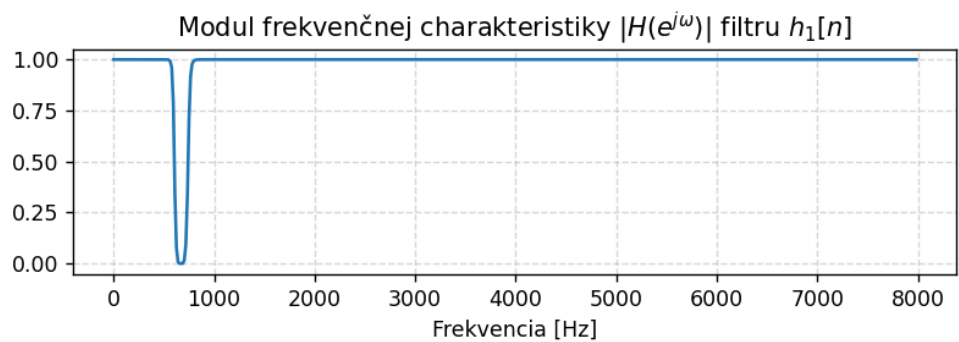


## 9. Úloha – Frekvenčná charakteristika

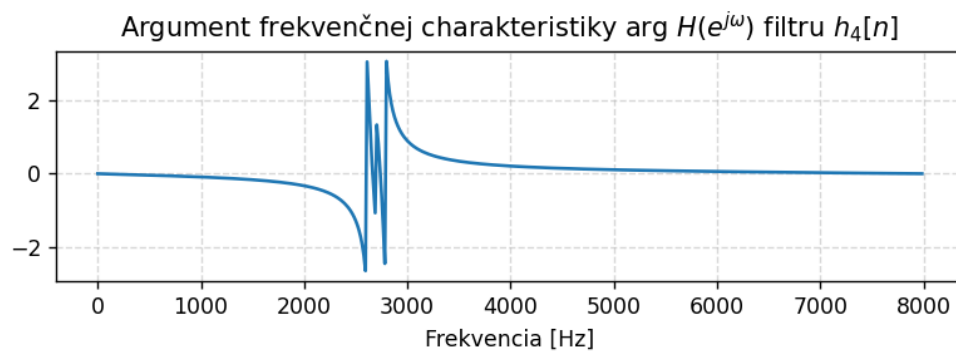
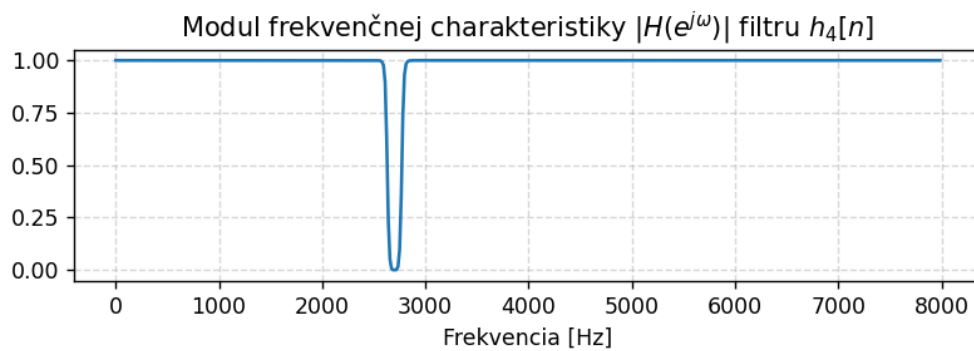
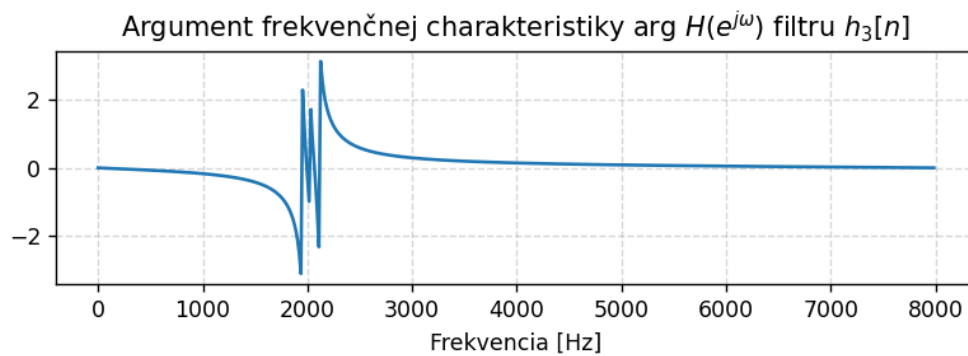
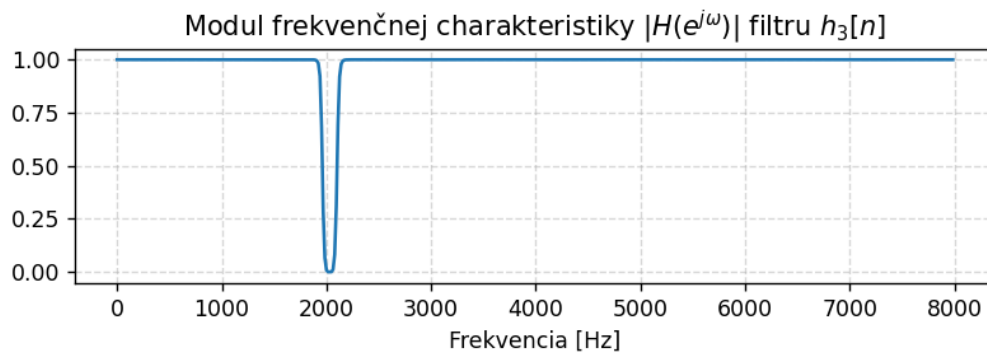
Vypočítaná frekv. charakteristika filtrov je nižšie zobrazená v grafoch. Po overení som dospel k záveru, že filter potlačuje rušivý signál na správnych frekvenciách. Doplnil som aj graf frekvenčnej odozvy navrhnutého filtra.



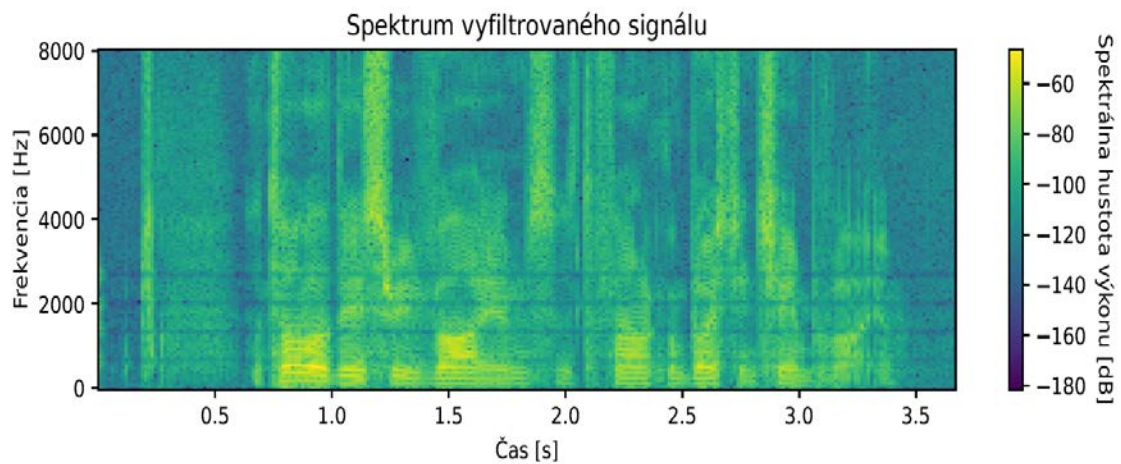








## 10. Úloha – Filtrace



Po skontrolovaní dynamického rámca som overil posluchom a následne zistil, či som vyfiltroval signál správne. Na záver môžem dodať, že signál sa naozaj vyfiltroval správnym spôsobom.

---

Zdroje:

<https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/signal.html>

[https://nbviewer.org/github/zmolikova/ISS\\_project\\_study\\_phase/blob/master/Zvuk\\_spektra\\_filtrace.ipynb](https://nbviewer.org/github/zmolikova/ISS_project_study_phase/blob/master/Zvuk_spektra_filtrace.ipynb)

<https://docs.scipy.org/doc/scipy/tutorial/fft.html#id11>

<https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/notebooks/chapter24.02-Discrete-Fourier-Transform.html>