

Time - frequency analysis of Schumann resonance signals

Róbert Kysel⁽¹⁾, Pavel Kostecký⁽¹⁾,
Sebastián Ševčík⁽¹⁾, Adriena Ondrášková⁽¹⁾

(1) Katedra astronómie, fyziky Zeme a meteorológie,
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v
Bratislave

úvod (čo sú SchR, CWT)

zložky schumannovského signálu

výber tranzientov do databázy

časovo-frekvenčné vzory tranzientov

zhrnutie

Schumannove rezonancie ako geofyzikálny jav (podstata)

- *SchR* – vlastné rezonančné elektromagnetické kmity sférického dutinového rezonátora Zem – spodná ionosféra (rezonátor s nízkym činiteľom kvality)

- *budiaci mechanizmus:*

globálna búrková činnosť

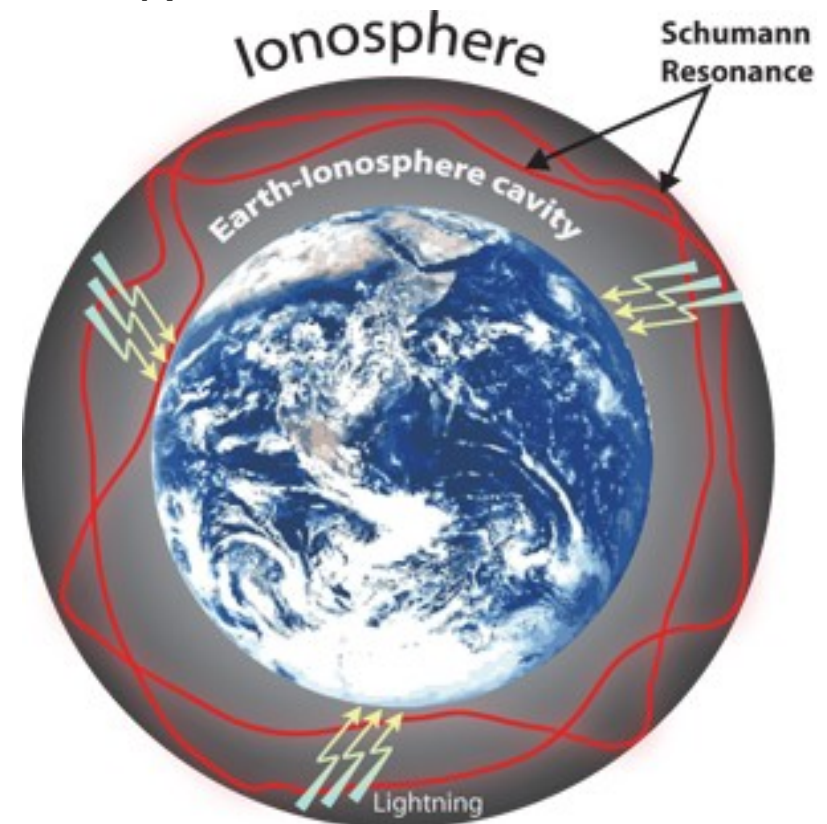
- rezonátor je 3-D štruktúra

(tranzverzálne, longitudinálne, azimutálne)

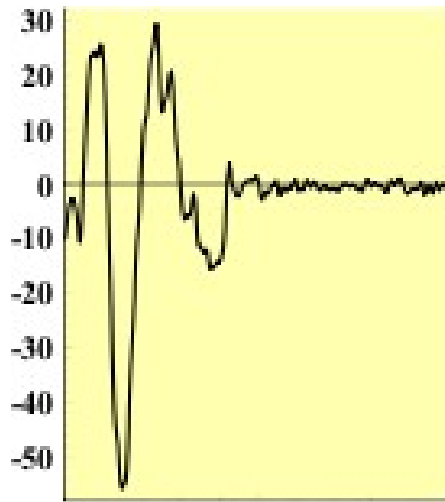
$$f_n = \frac{c}{2\pi a} \sqrt{n^2 + n}$$

(10,6 – 18,3 – 25,9 – 33,5 - ... Hz)

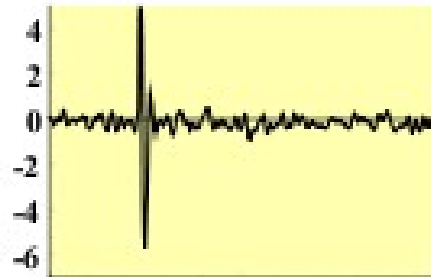
(pre reálny rezonátor: **7,8 – 14,7 – 21,6 – 28,5 - ... Hz**)



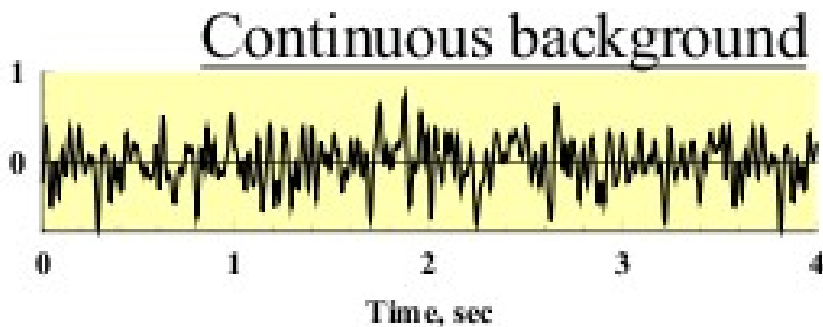
Schumannove rezonancie ako geofyzikálny jav (meranie)



Flash



Burst



Časovo – frekvenčná analýza (metóda spojitej wavelet transformácie - CWT)

- patrí do skupiny atomických dekompozícií

(signál je projektovaný do triedy TF atómov – waveletov)

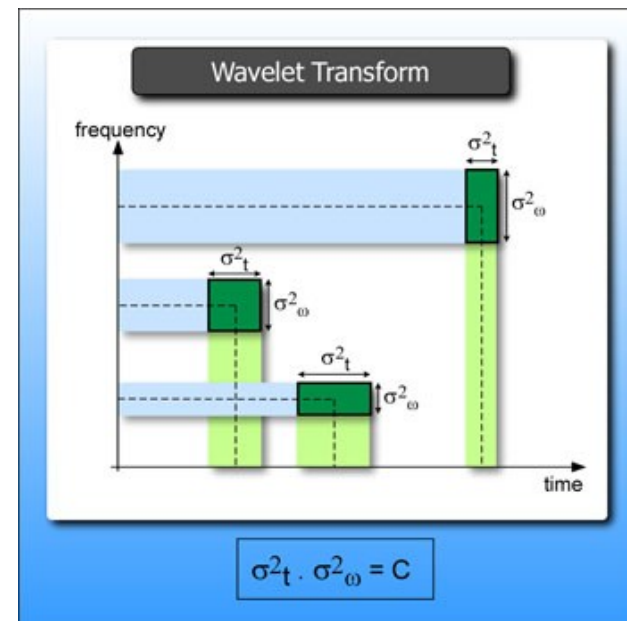
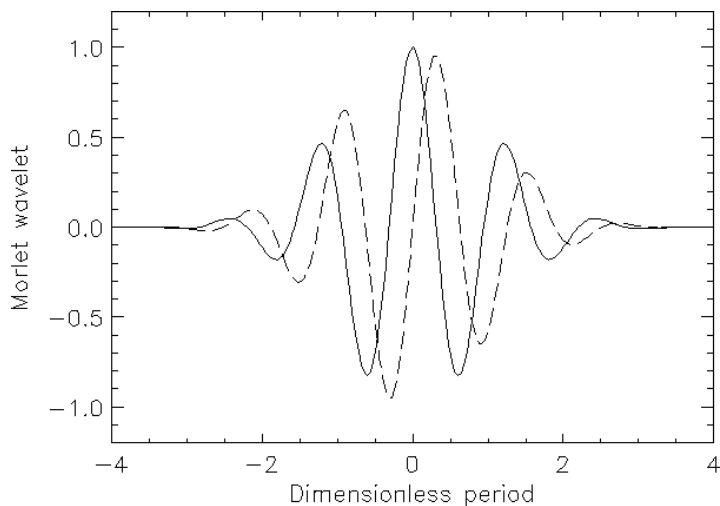
- *funkcie okna* – dobre lokalizované v časovej i frekvenčnej oblasti (*tvar vlniek* – „wavelets“)

- analýza signálov SchR – vhodný **Morletov wavelet**

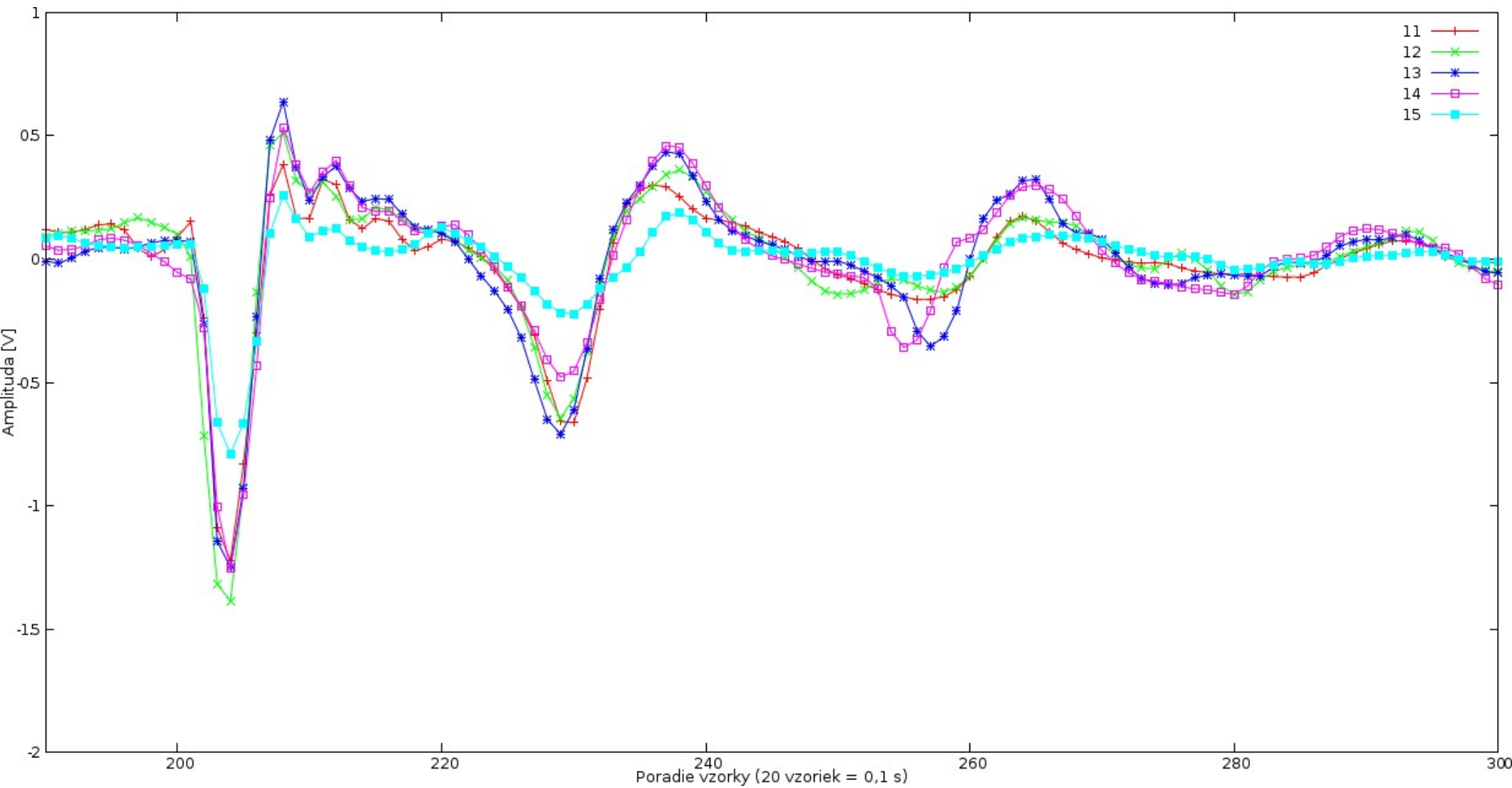
- možnosť *modifikácie* TFR

$$\psi_M = \pi^{-1/4} e^{i\omega_0 t} e^{-\frac{t^2}{2}}$$

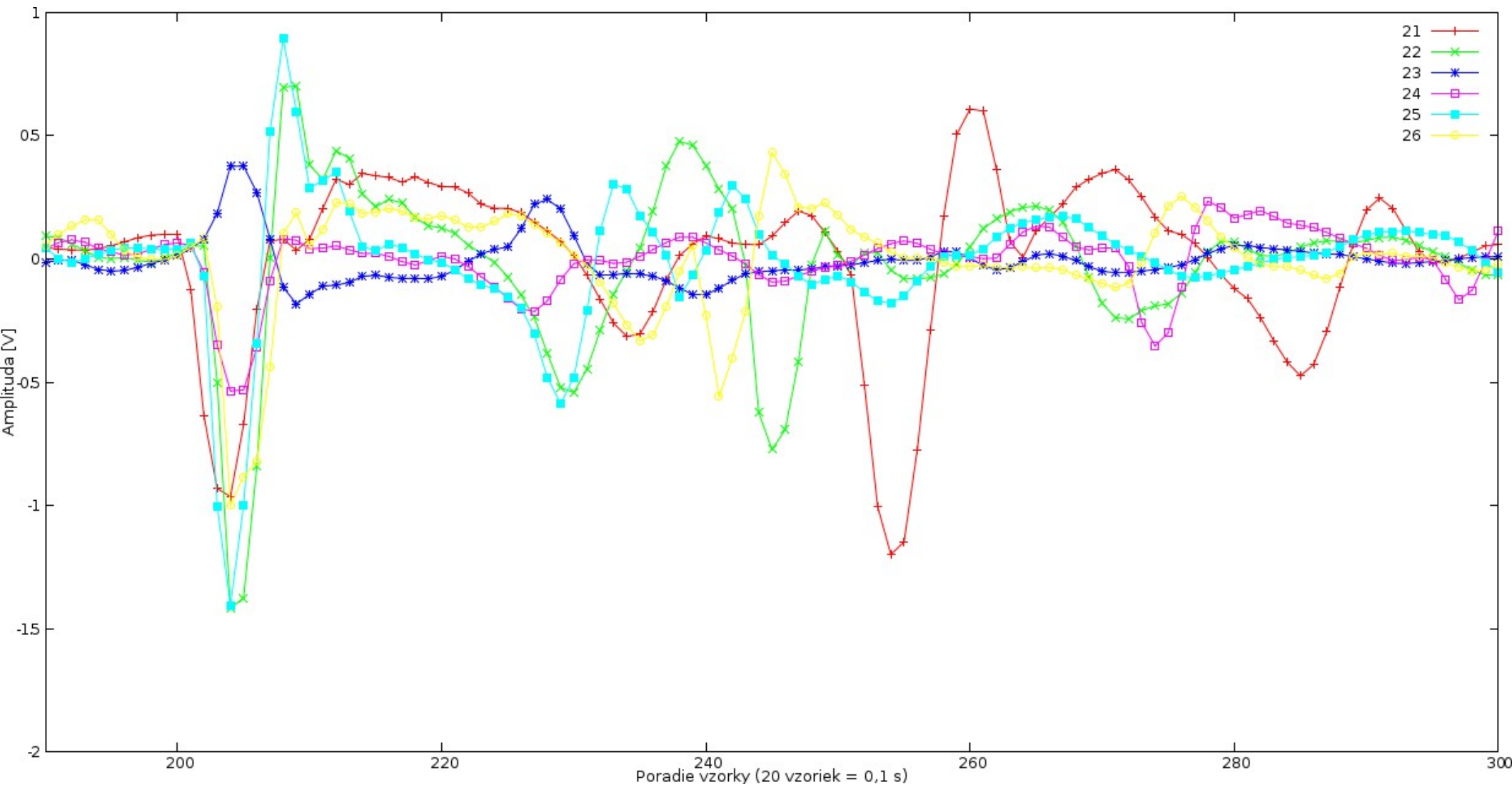
metódou relokalizácie



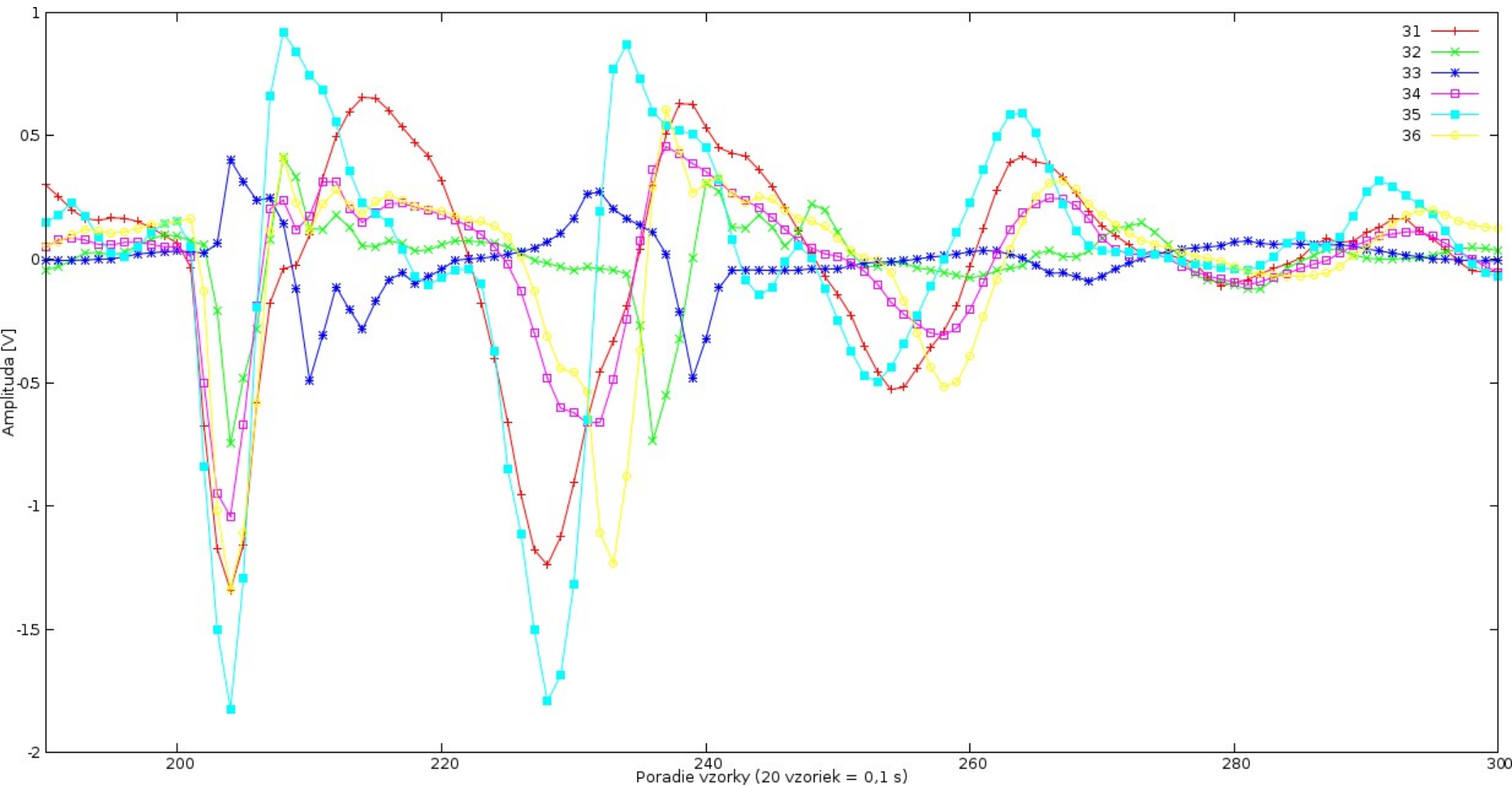
“obyčajné tranzienty”



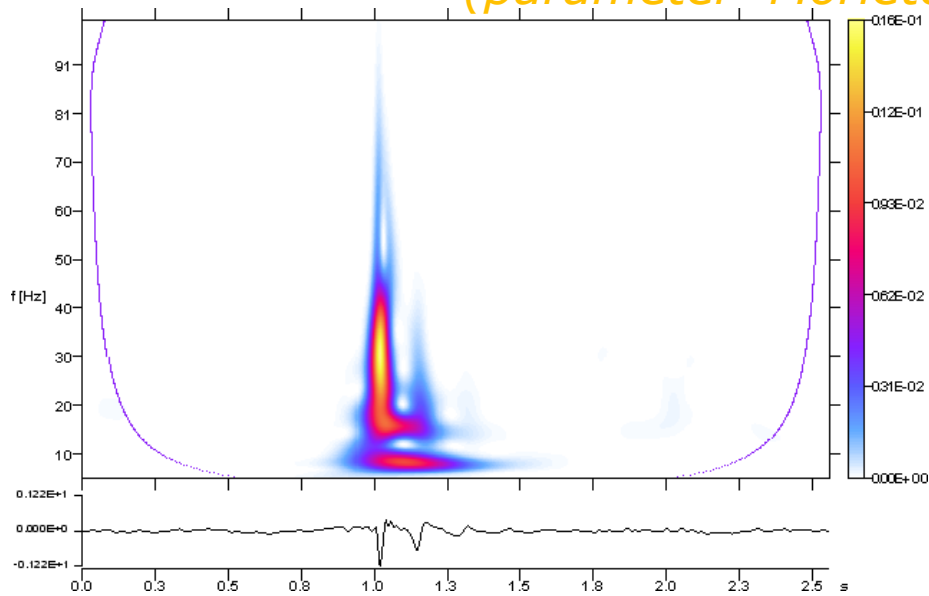
“dvojbursty”



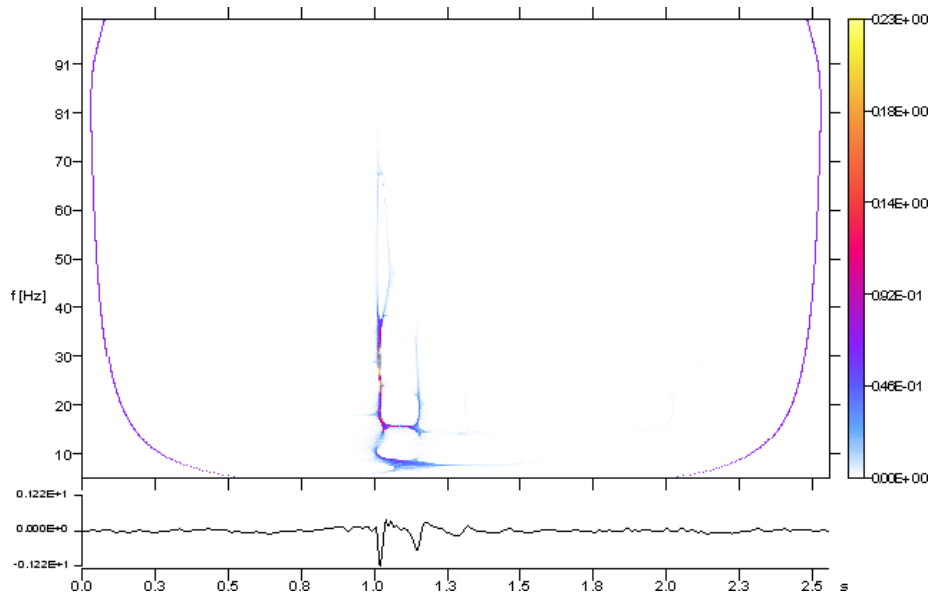
“pekuliárne tranzienty”



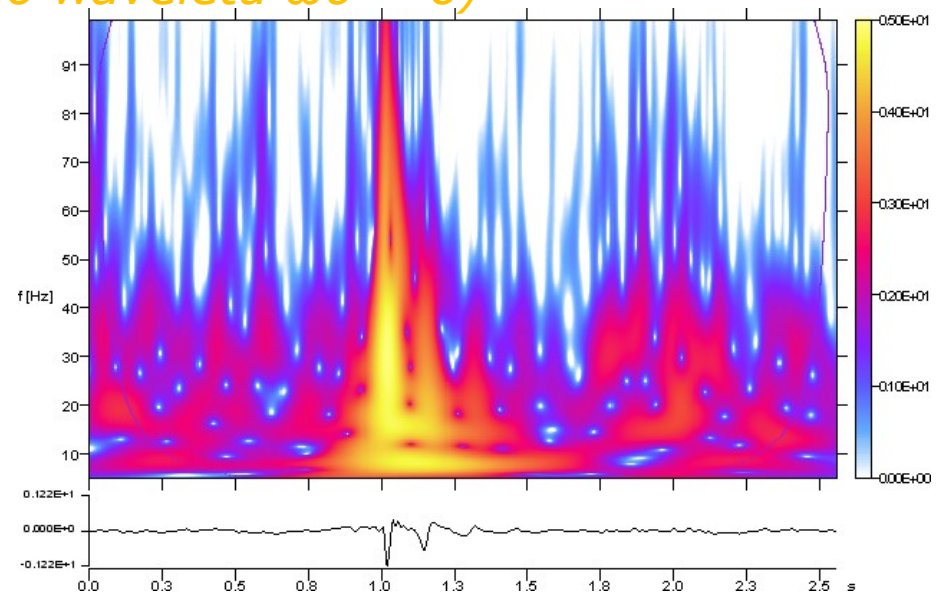
TF vzor obyčajných tranzientov (parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 6$)



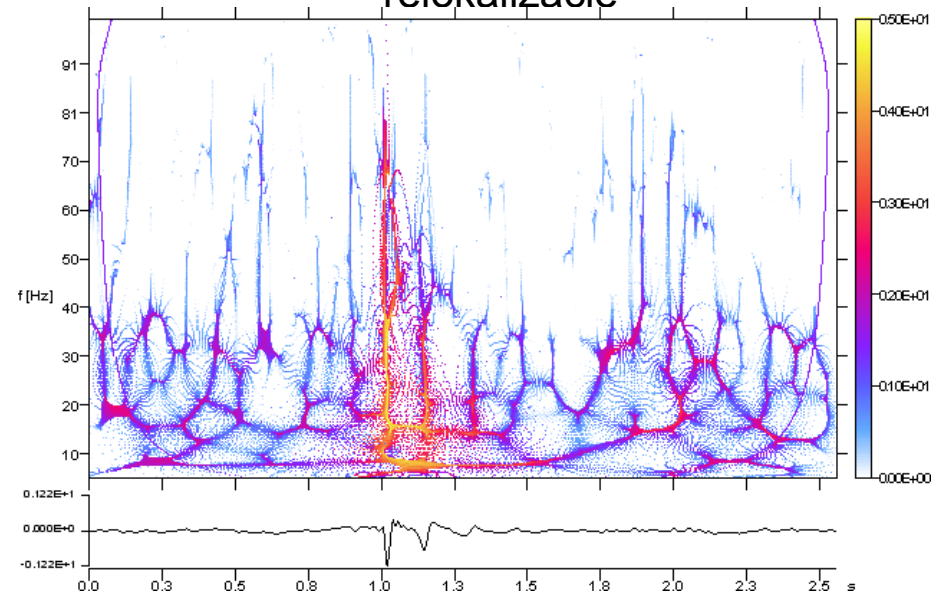
lineárna amplitúdová škála, bez metódy relokalizácie



lineárna amplitúdová škála, s metódou relokalizácie



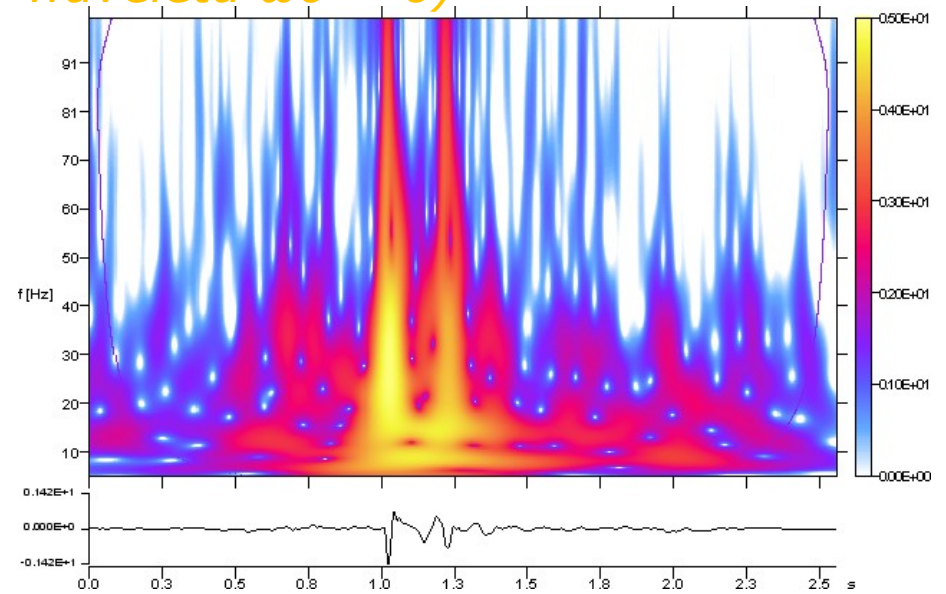
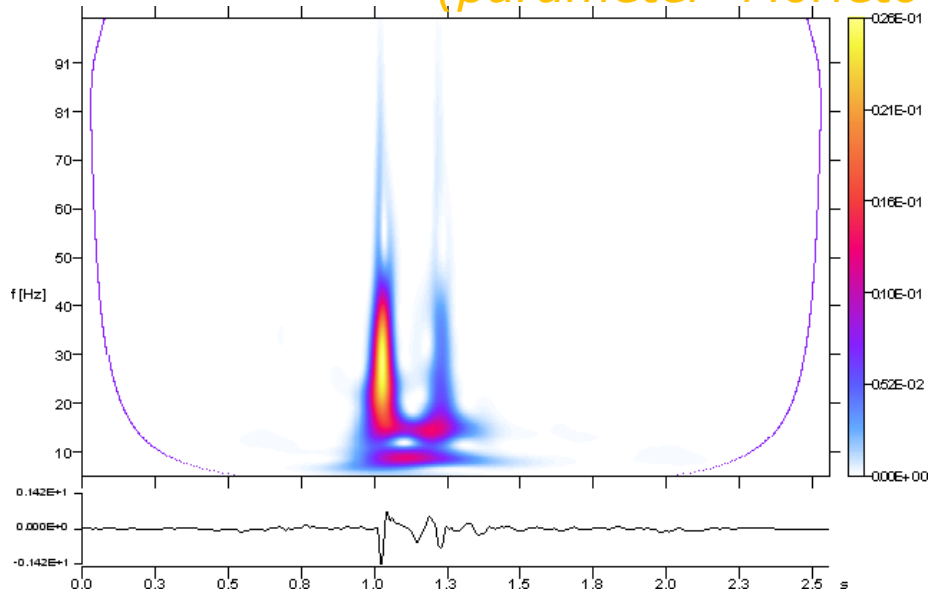
logaritmická amplitúdová škála, bez metódy relokalizácie



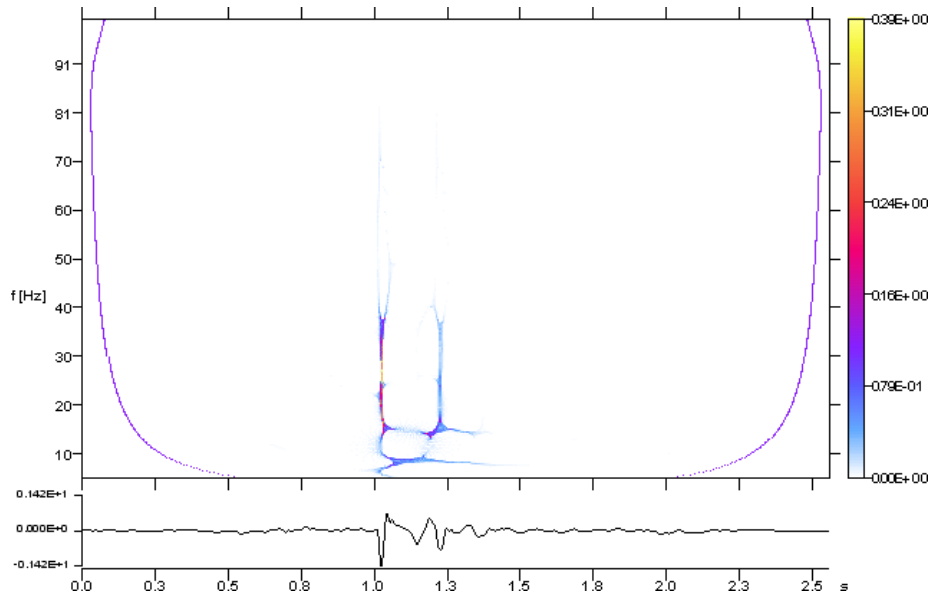
logaritmická amplitúdová škála, s metódou relokalizácie

TF vzor dvojburstov

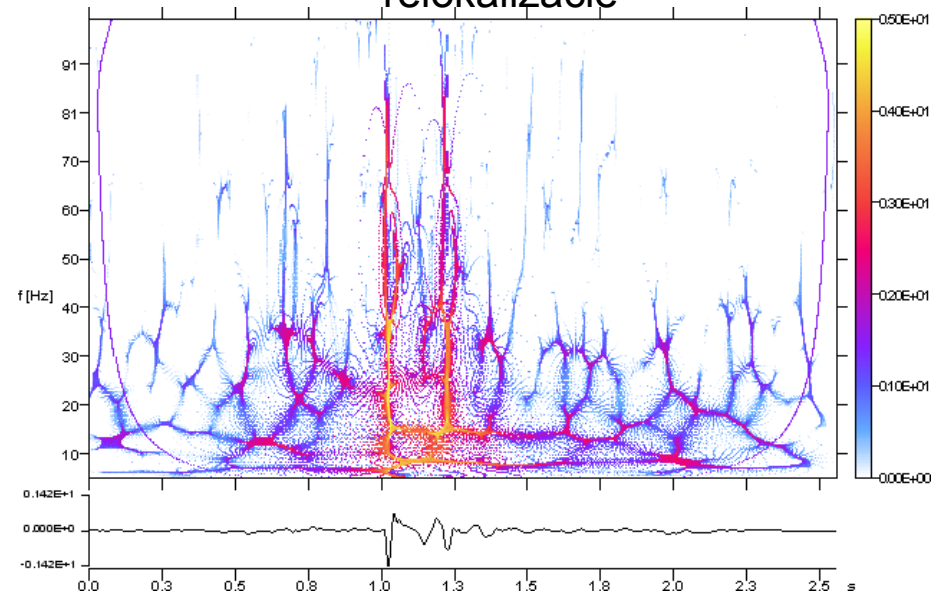
(parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 6$)



lineárna amplitúdová škála, bez metódy relokalizácie



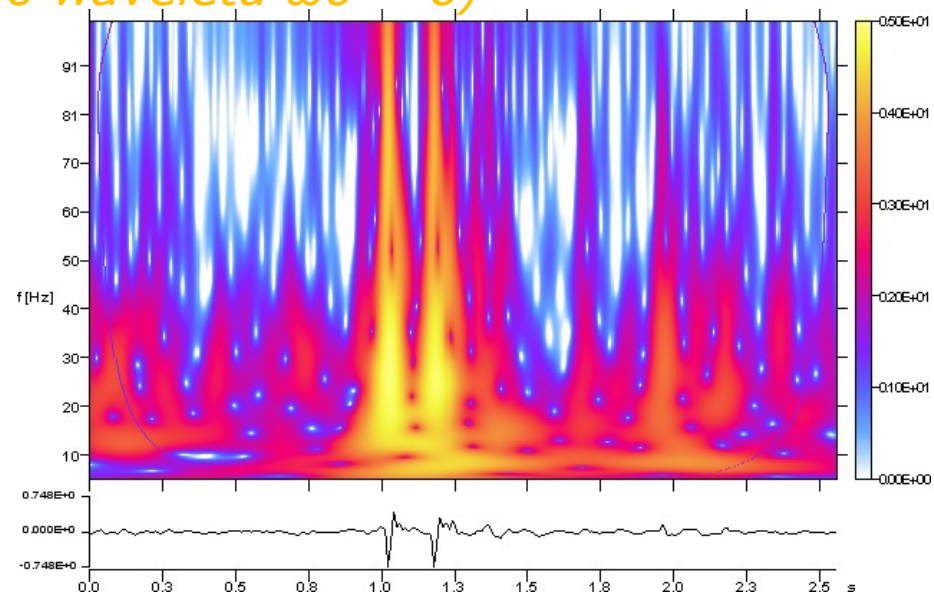
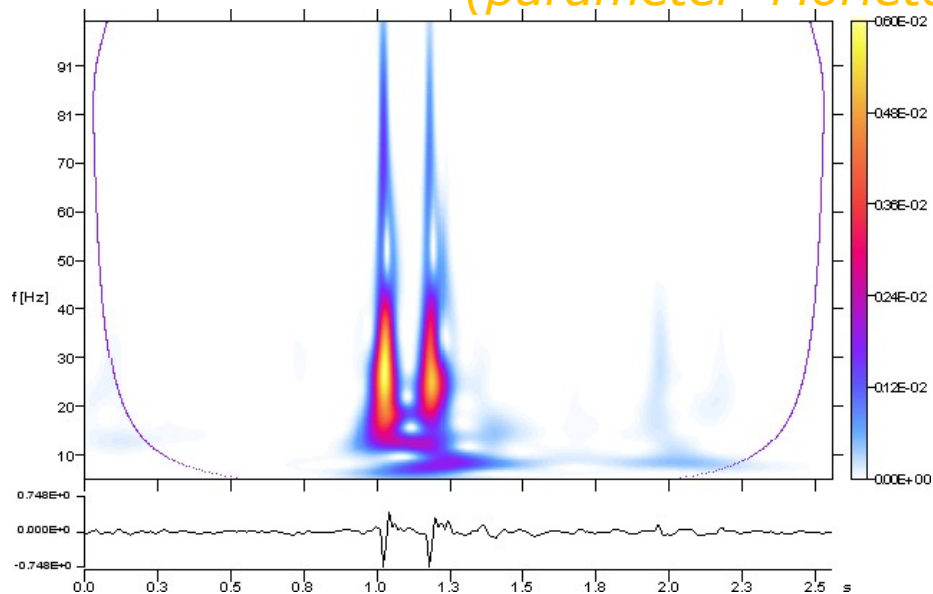
logaritmická amplitúdová škála, bez metódy relokalizácie



lineárna amplitúdová škála, s metódou relokalizácie

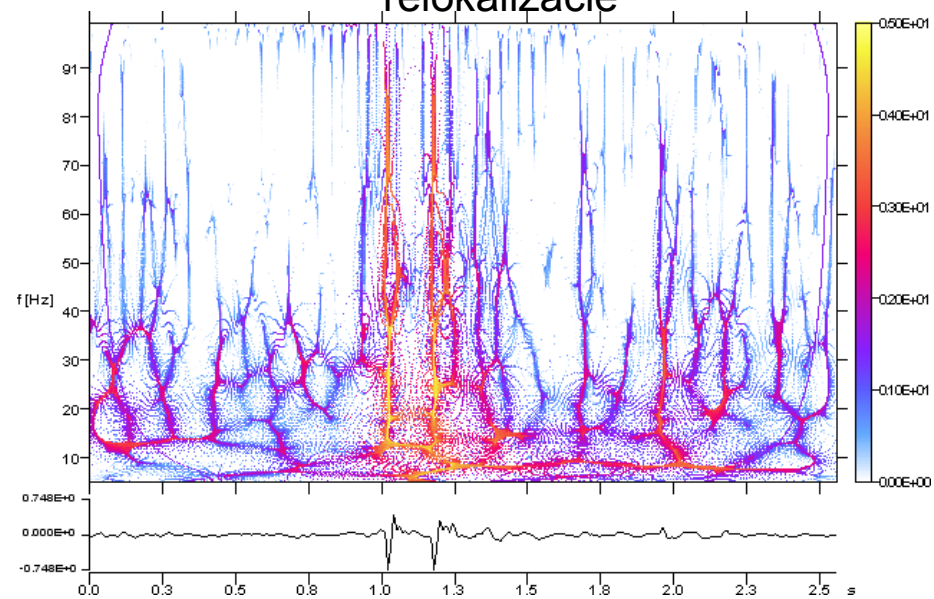
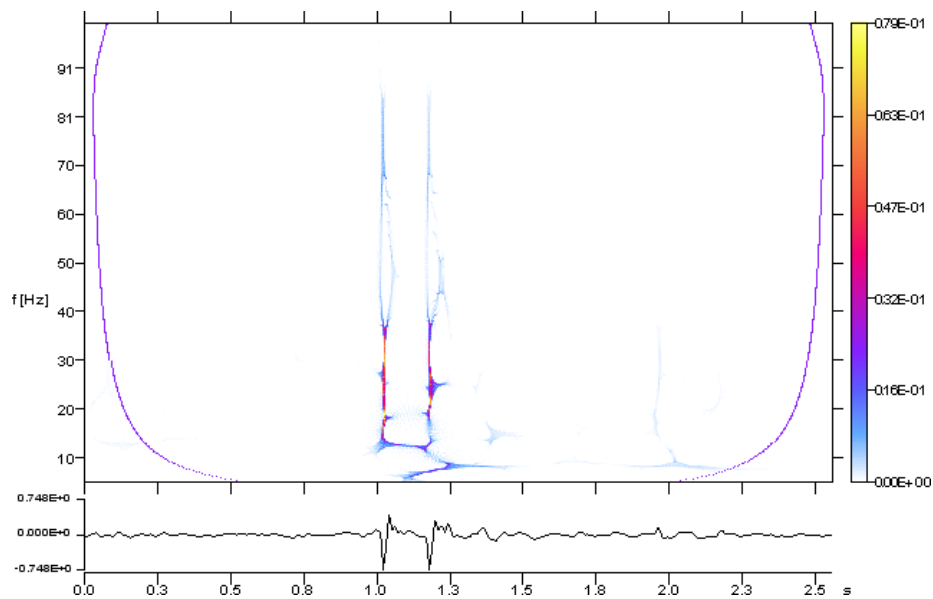
logaritmická amplitúdová škála, s metódou relokalizácie

TF vzor pekuliárných tranzientov (parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 6$)



lineárna amplitúdová škála, bez metódy relokalizácie

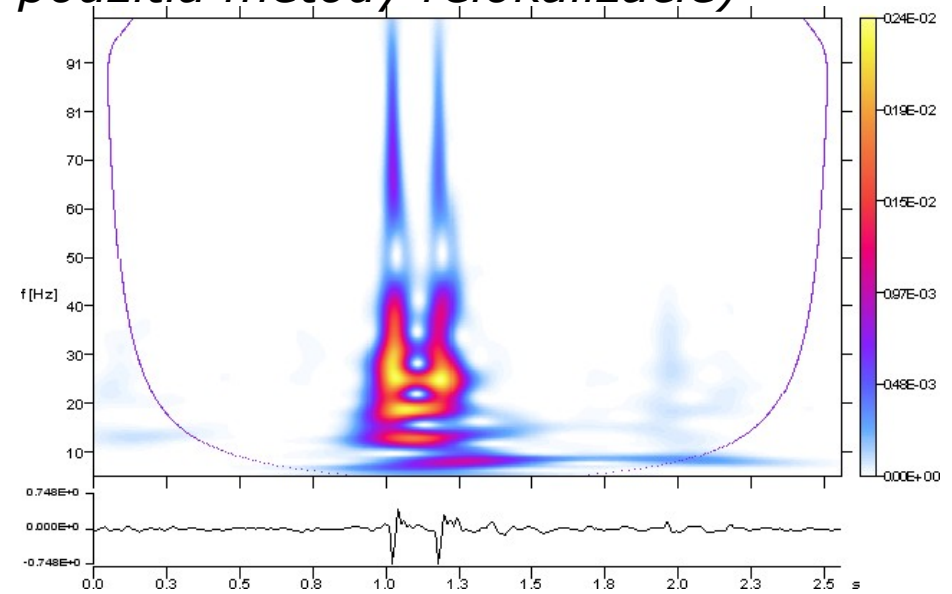
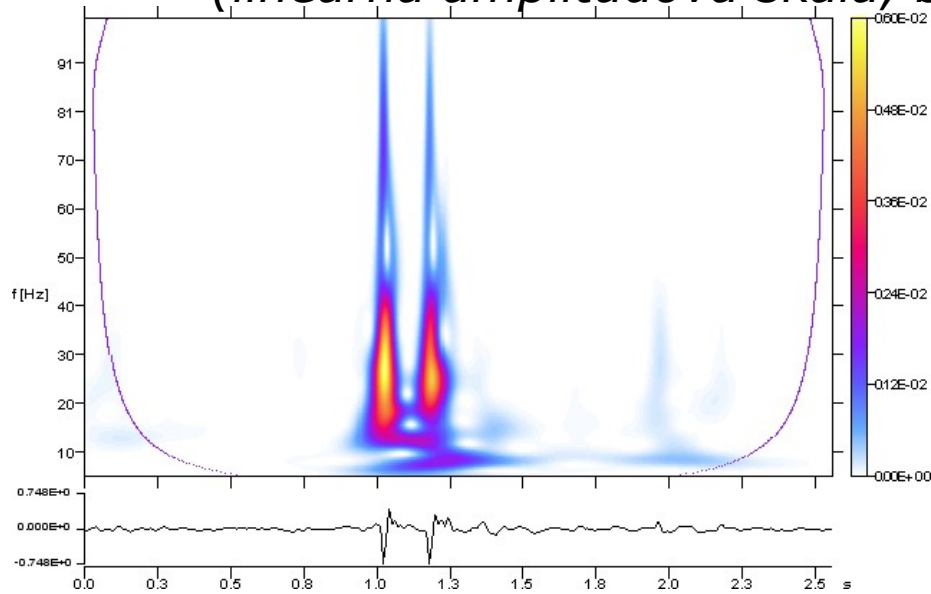
logaritmická amplitúdová škála, bez metódy relokalizácie



lineárna amplitúdová škála, s metódou relokalizácie

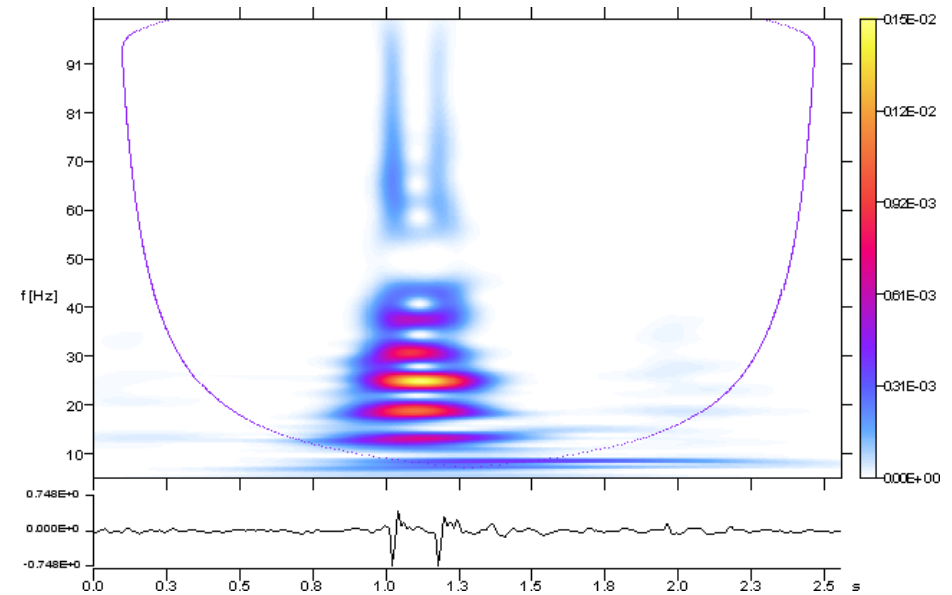
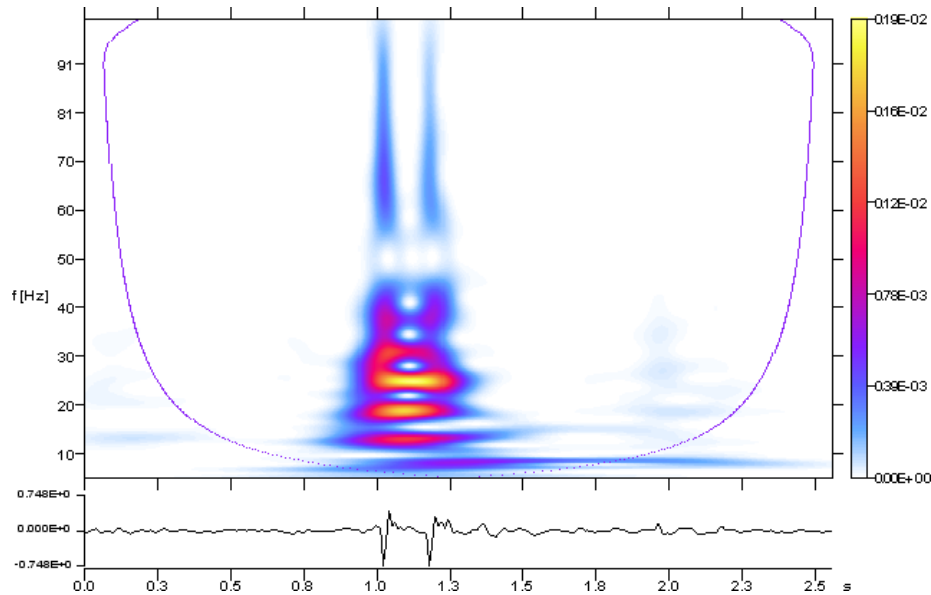
logaritmická amplitúdová škála, s metódou relokalizácie

Vizualizácia vyšších schumannovských módov (lineárna amplitúdová škála, bez použitia metódy relokalizácie)



pre parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 6$

pre parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 10$

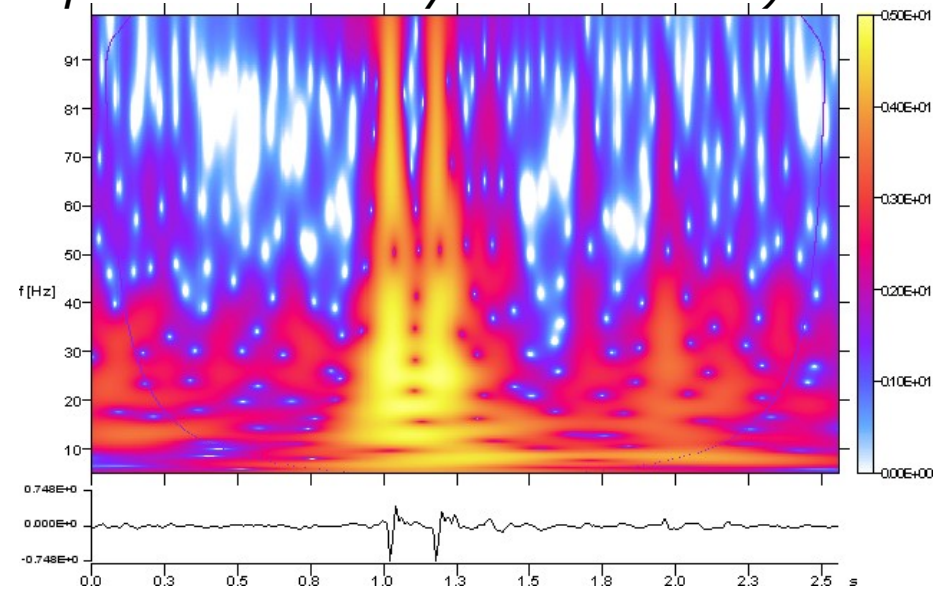
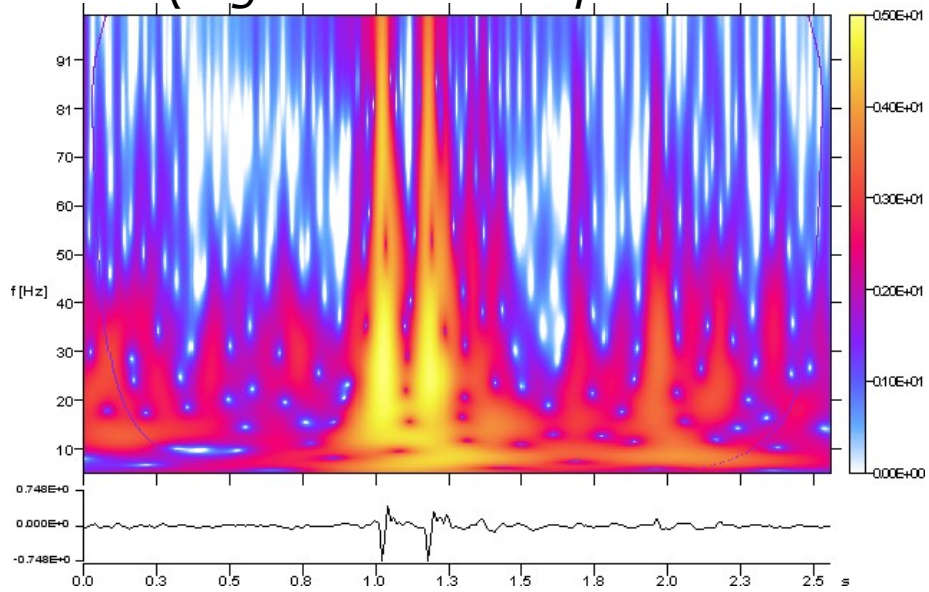


pre parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 14$

pre parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 20$

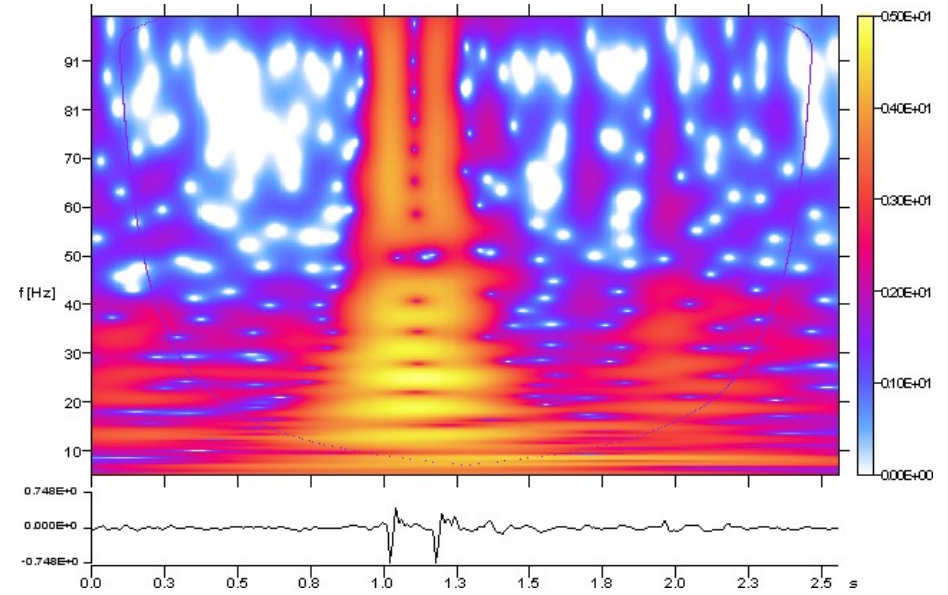
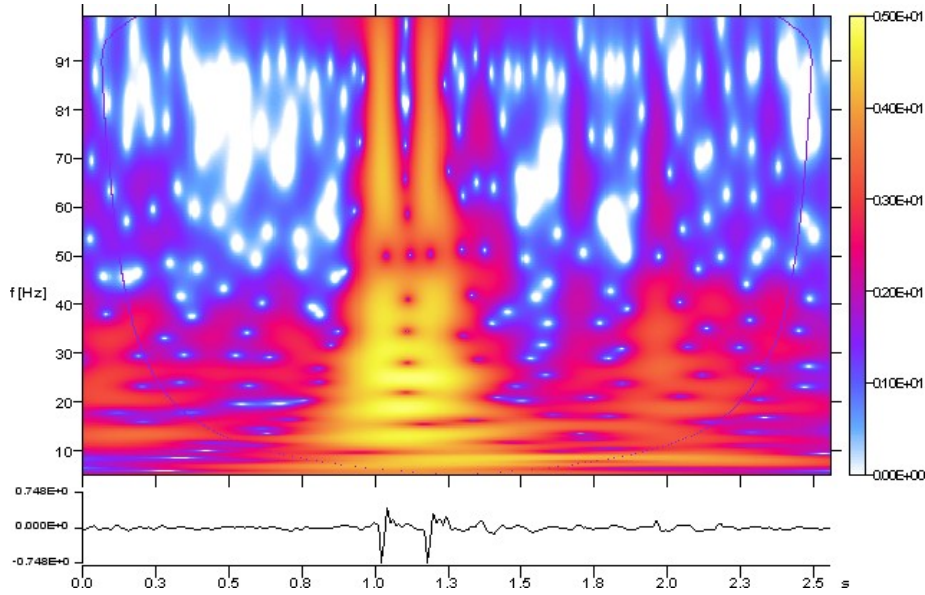
Vizualizácia vyšších schumannovských módov

(logaritmická amplitúdová škála, bez použitia metódy relokalizácie)



pre parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 6$

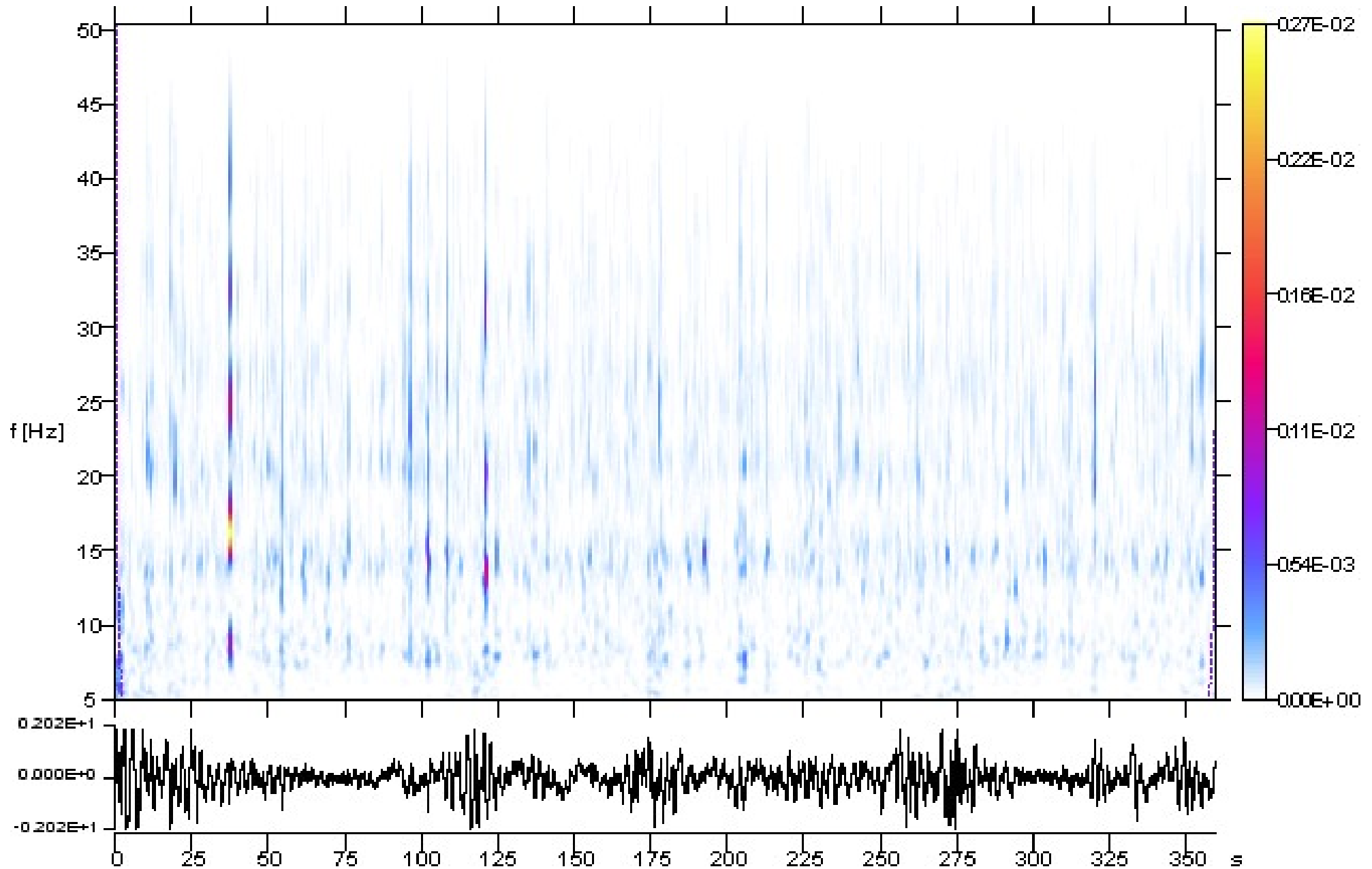
pre parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 10$



pre parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 14$

pre parameter Morletovho waveletu $\omega_0 = 20$

Vizualizácia schumannovských módov (pri $\omega_0 = 25$)
(lineárna amplitúdová škála, bez použitia metódy relokalizácie)



zhrnutie

- vytvorili sme databázu 22 tranzientov
- tranzienty sme podľa časových kritérií rozčlenili do 3 skupín: obyčajné, dvojbursty, pekuliárne
- pre každú skupinu tranzientov sme pomocou jej TF reprezentácie metódou CWT našli časovo-frekvenčný vzor
- TF analýza metódou CWT je perspektívnym nástrojom analýzy schumannovských tranzientov

**Ďakujem všetkým prítomným
za prejavenú pozornosť.**

