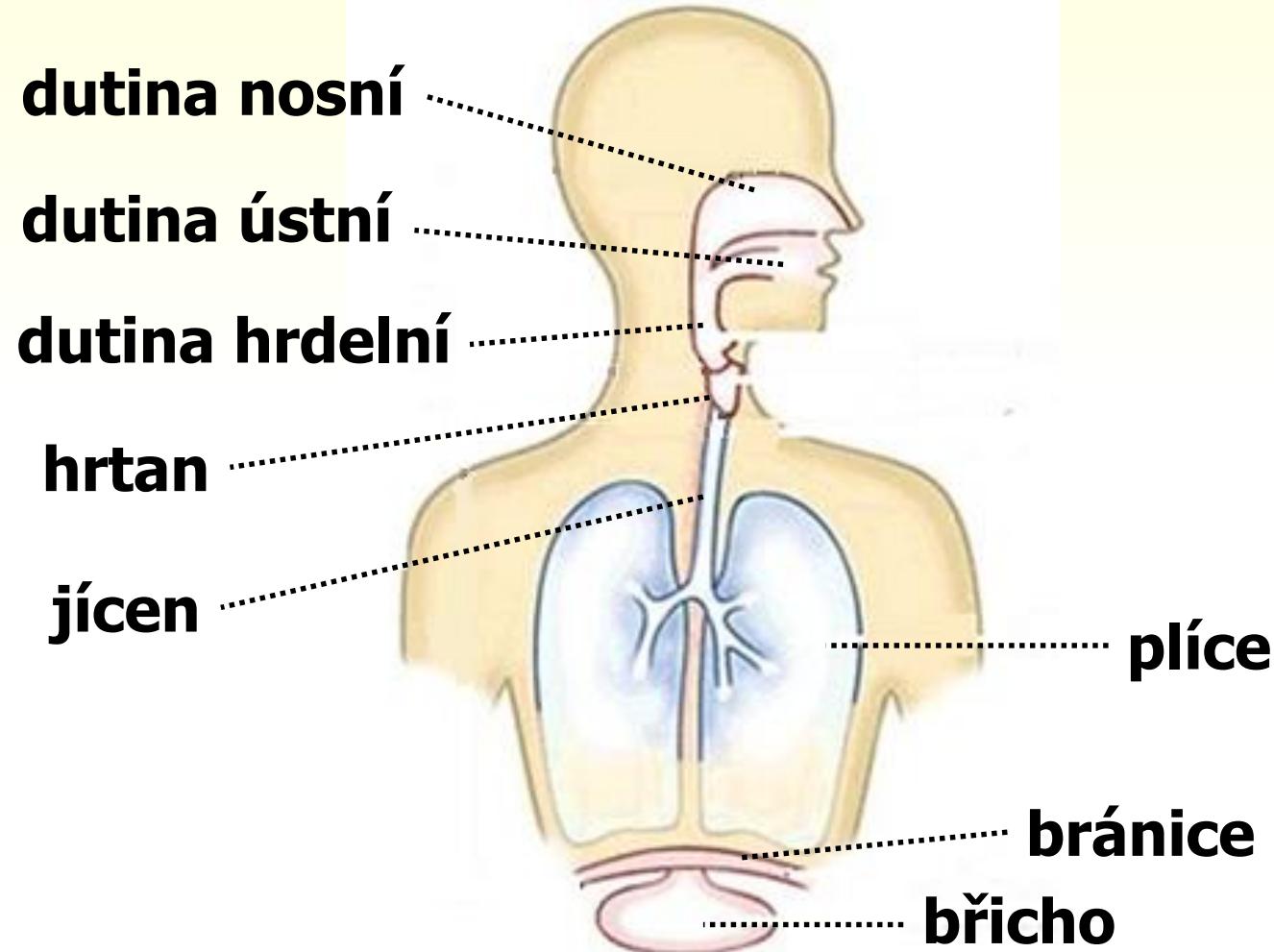


9. týden – HLASA A ŘEČ 1

- **Hlas a řeč**
 - fonace, prosodie, artikulace
 - hlasivkový tón, formanty
- **Poruchy hlasu**
 - subjektivní hodnocení
 - metody objektivního hodnocení hlasu
- **Poruchy řeči**
 - subjektivní hodnocení
 - metody objektivního hodnocení řeči
- **Analýza a modelování hlasu a řeči**
 - analýza v prostředí PRAAT
 - Fantův model
 - kaskádní model samohlásek
 - AR modelování

Hlas a řeč



Hlas a řeč

změny v hlasitosti, základní periodě
a časování při tvorbě řeči

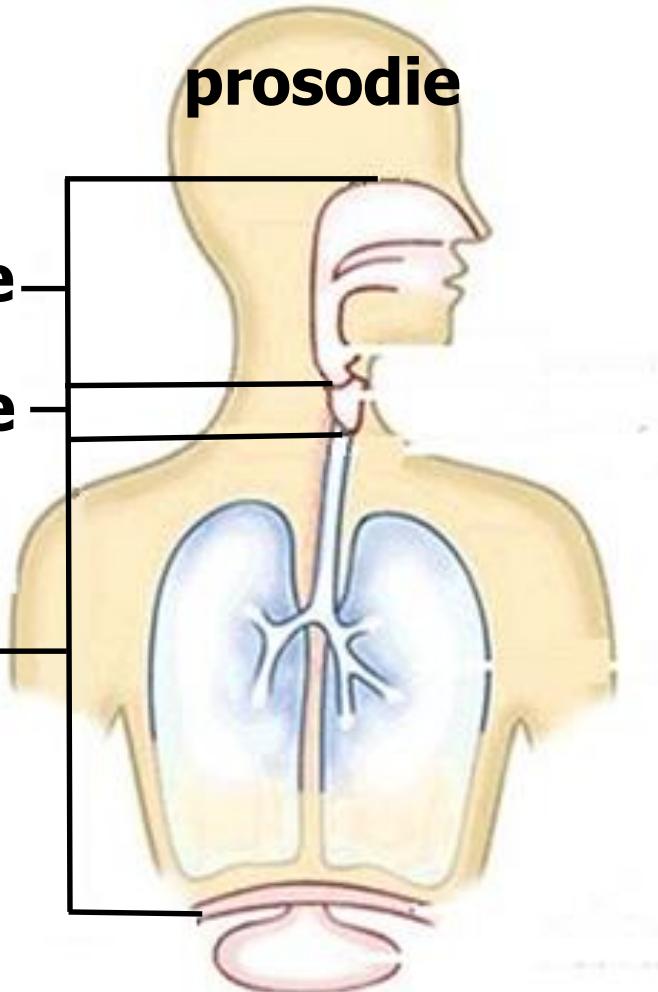
modifikace pozice
a tvaru řečových
orgánů

artikulace

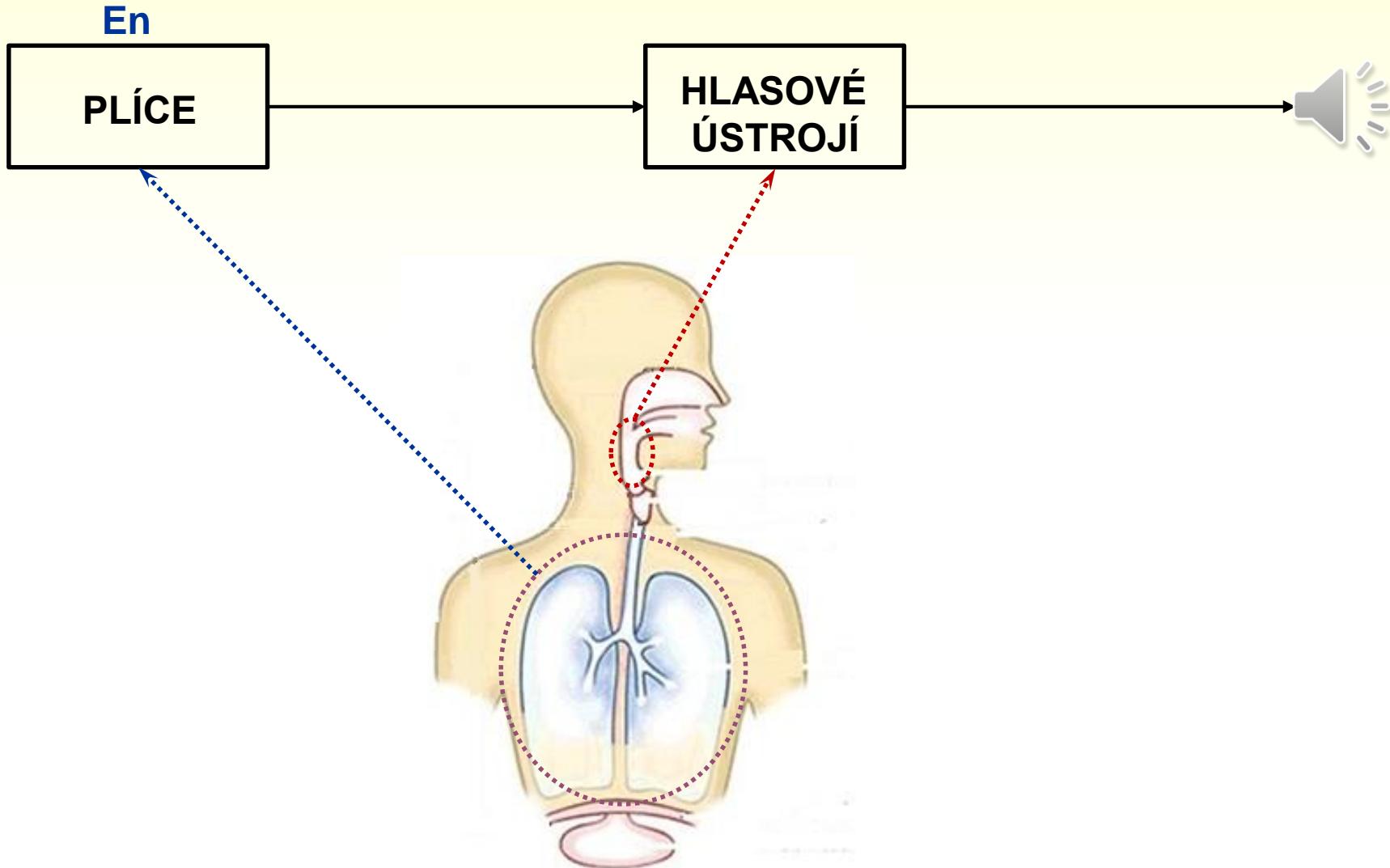
vibrace
hlasivek a hrtanu
vytvářejících zvuk

fonace

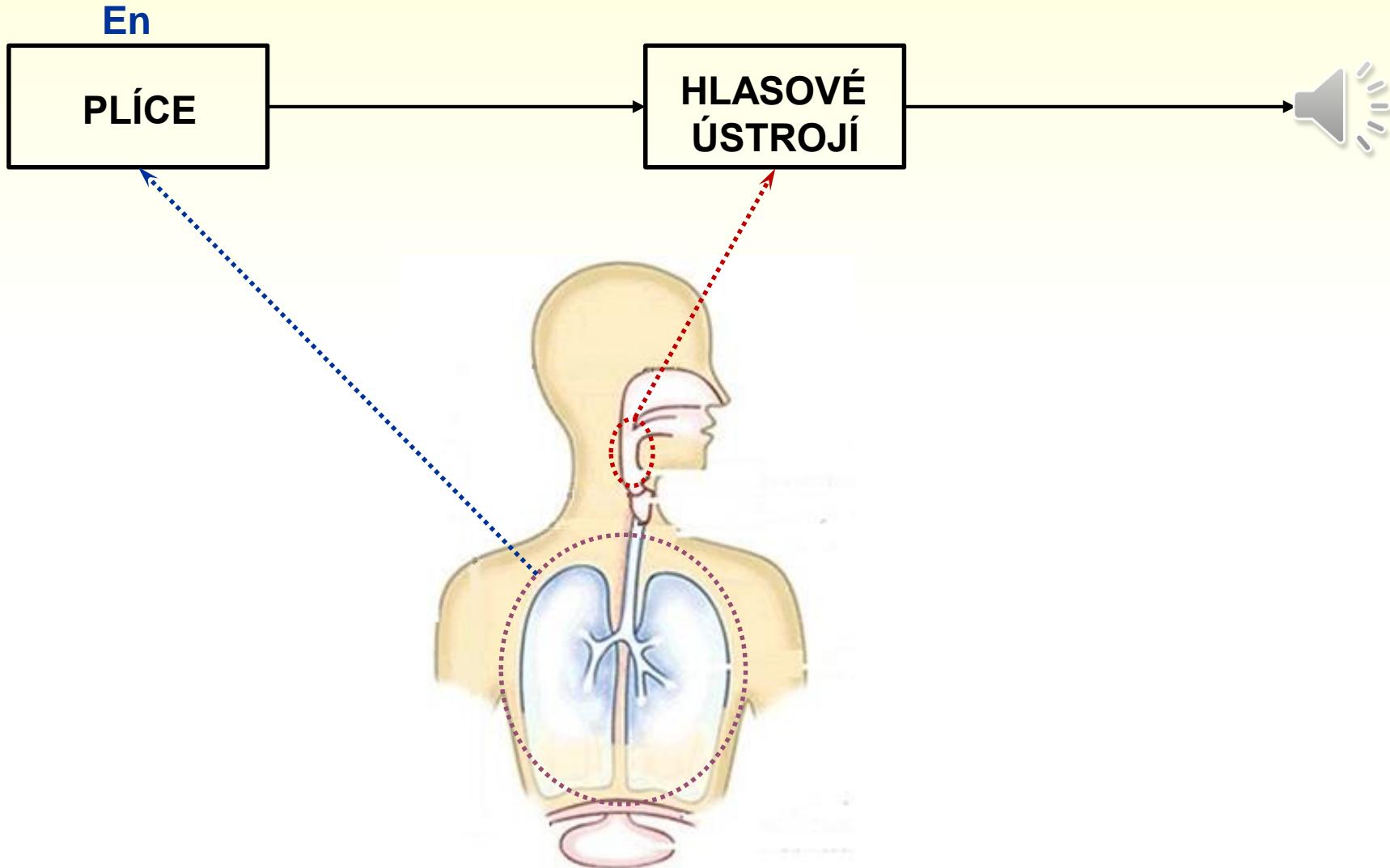
respirace



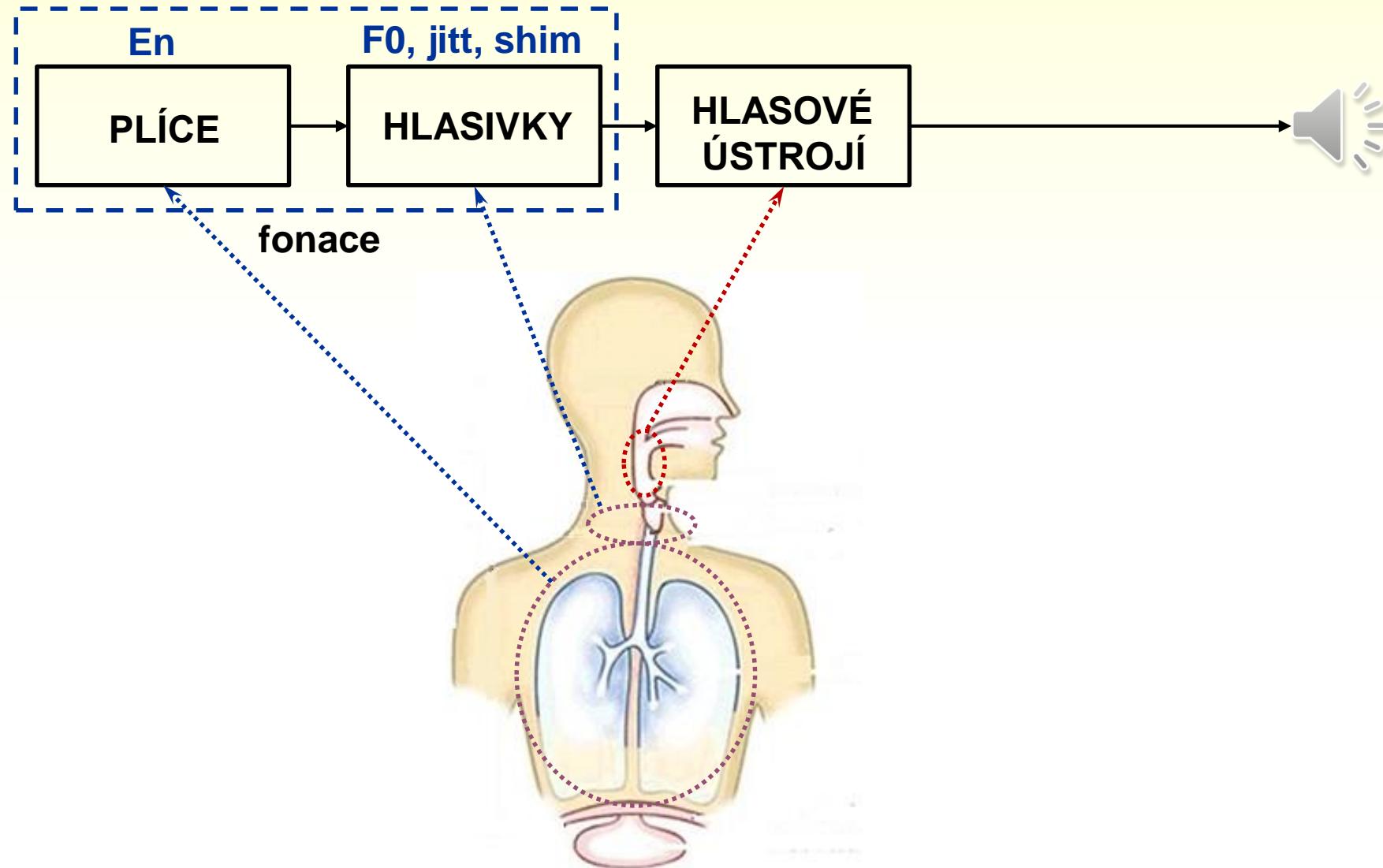
Akustický model – hlas



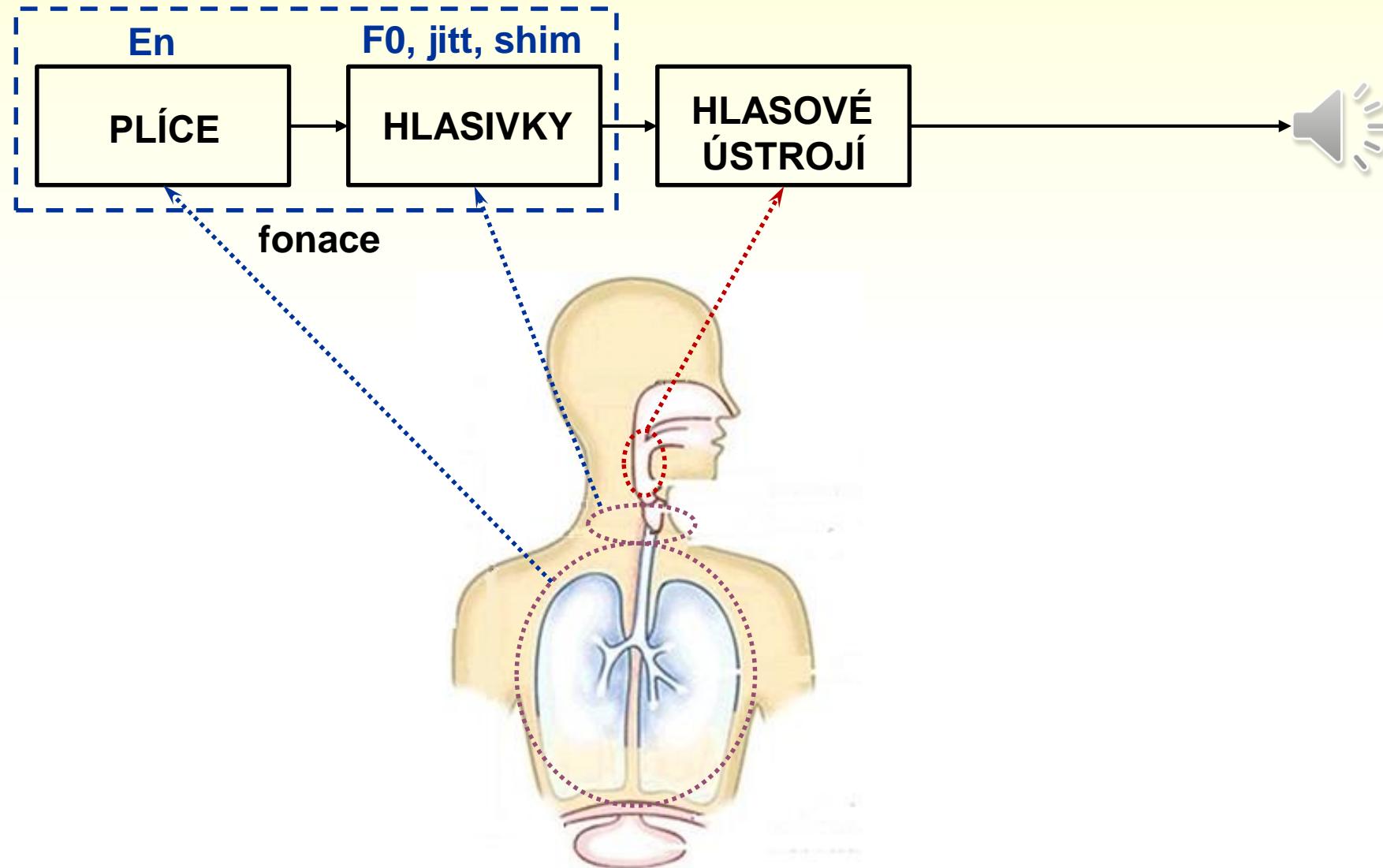
Akustický model – hlas



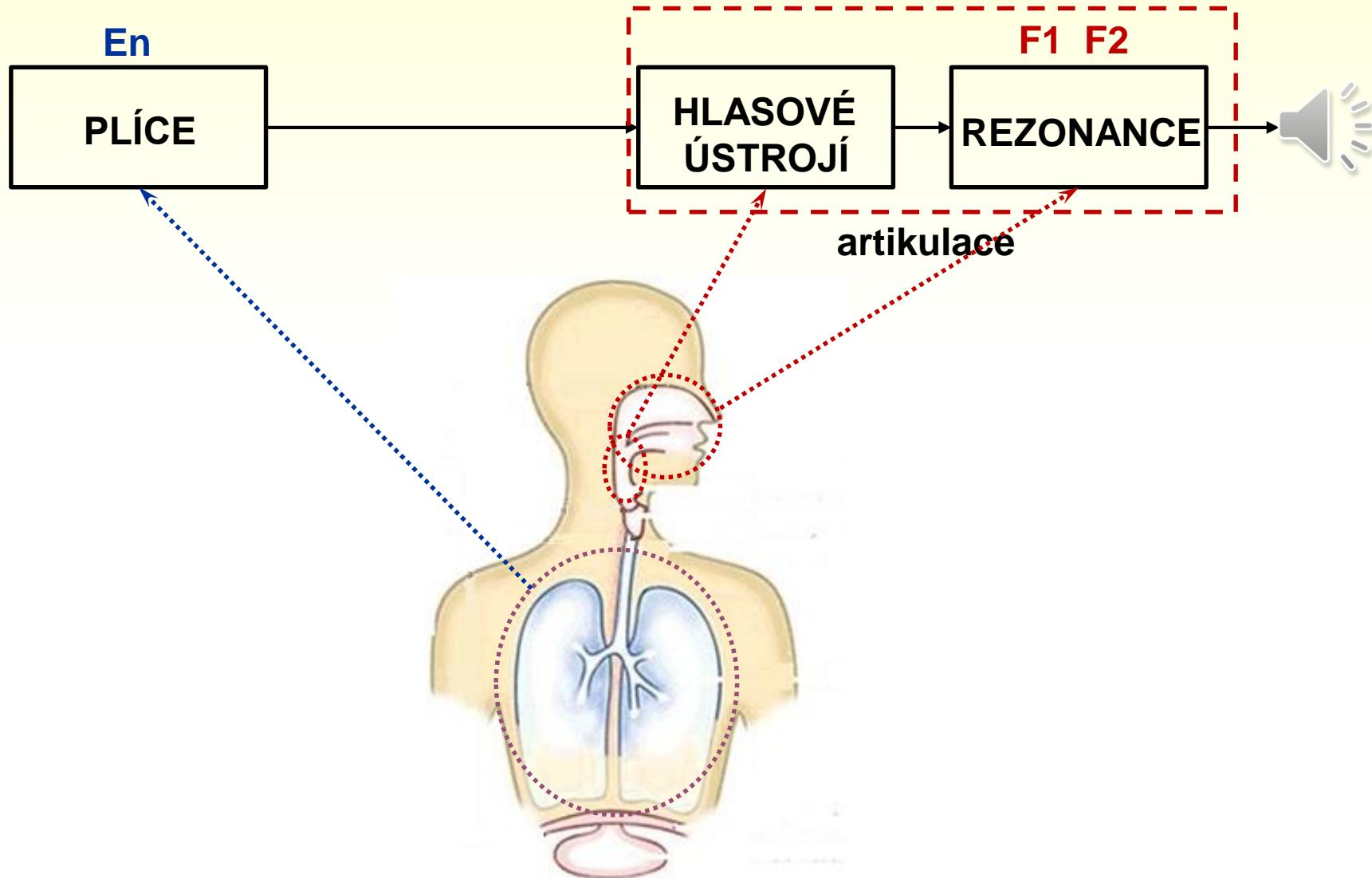
Akustický model - fonace



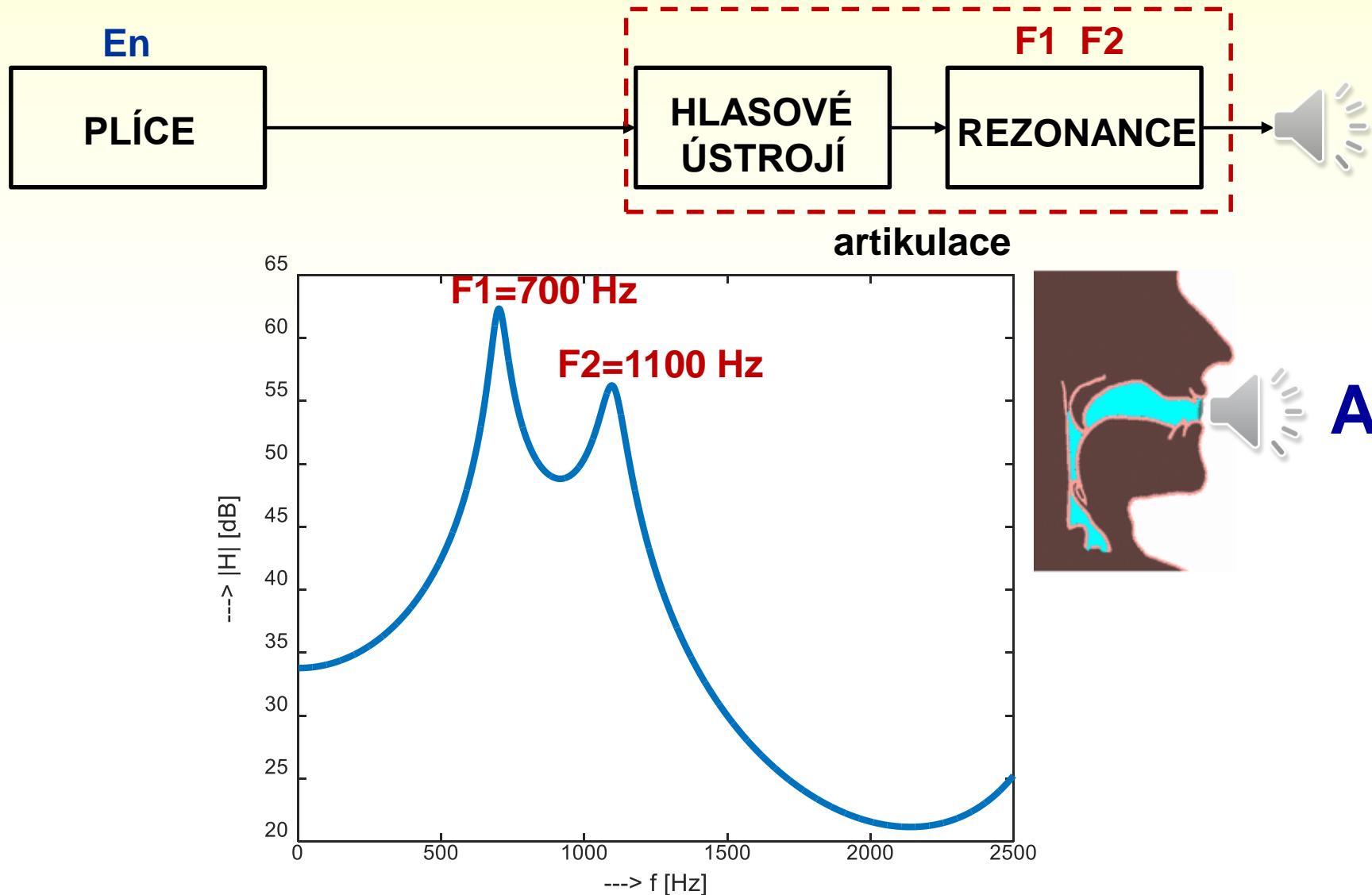
Akustický model - fonace



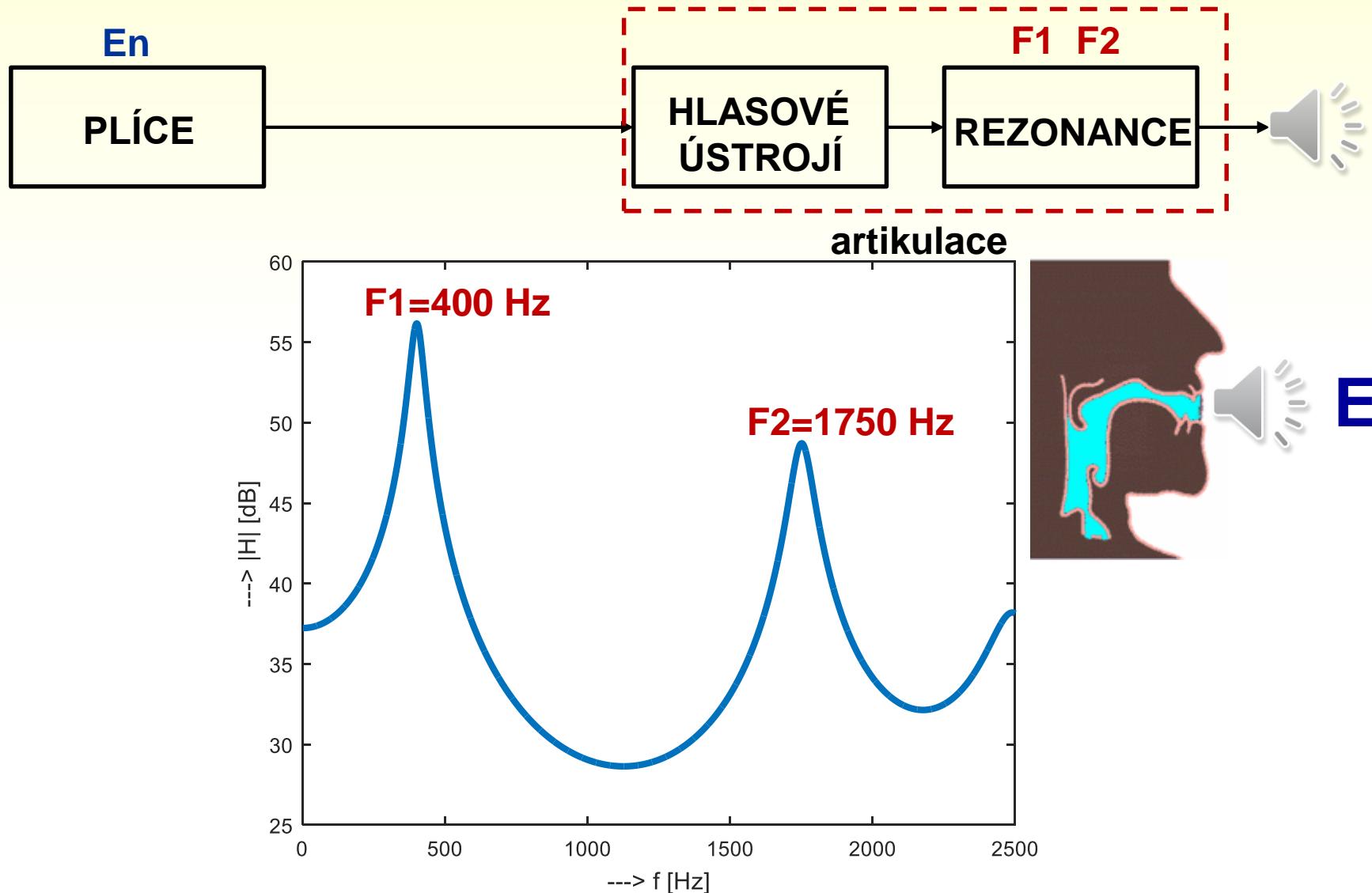
Akustický model - artikulace



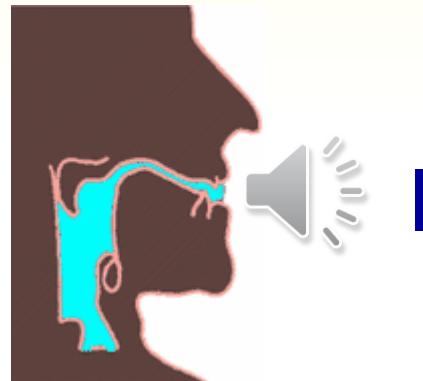
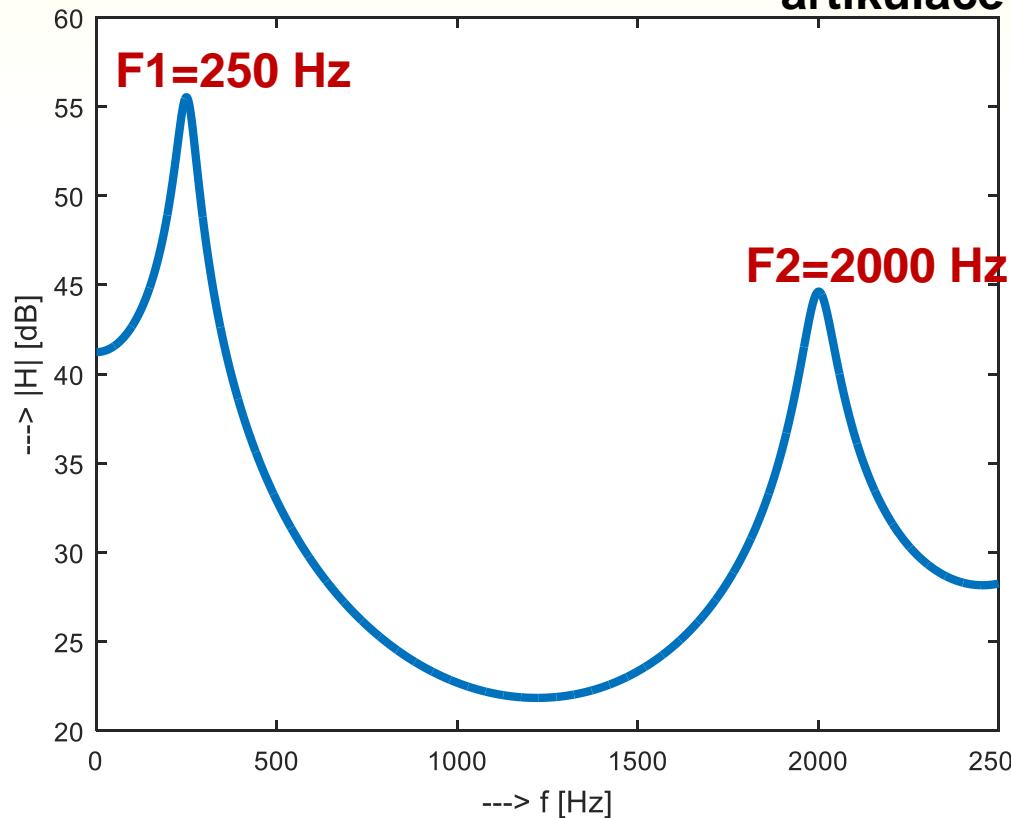
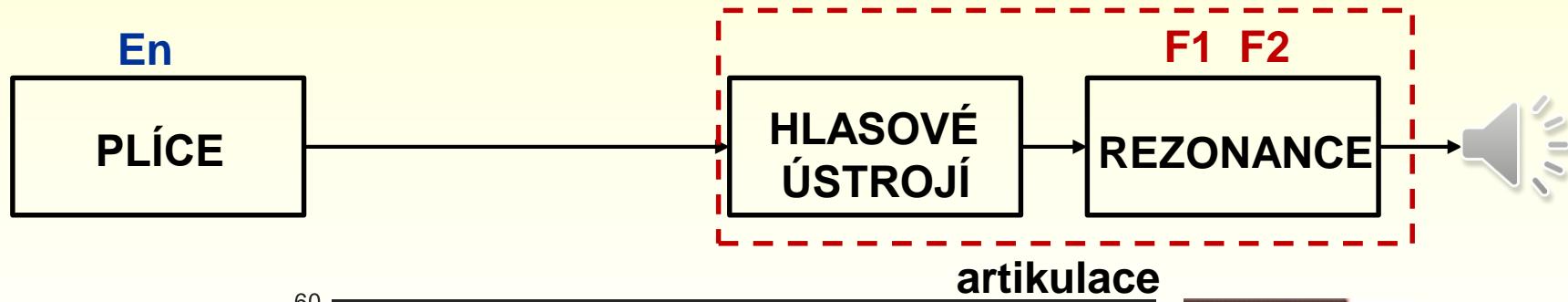
Akustický model - artikulace



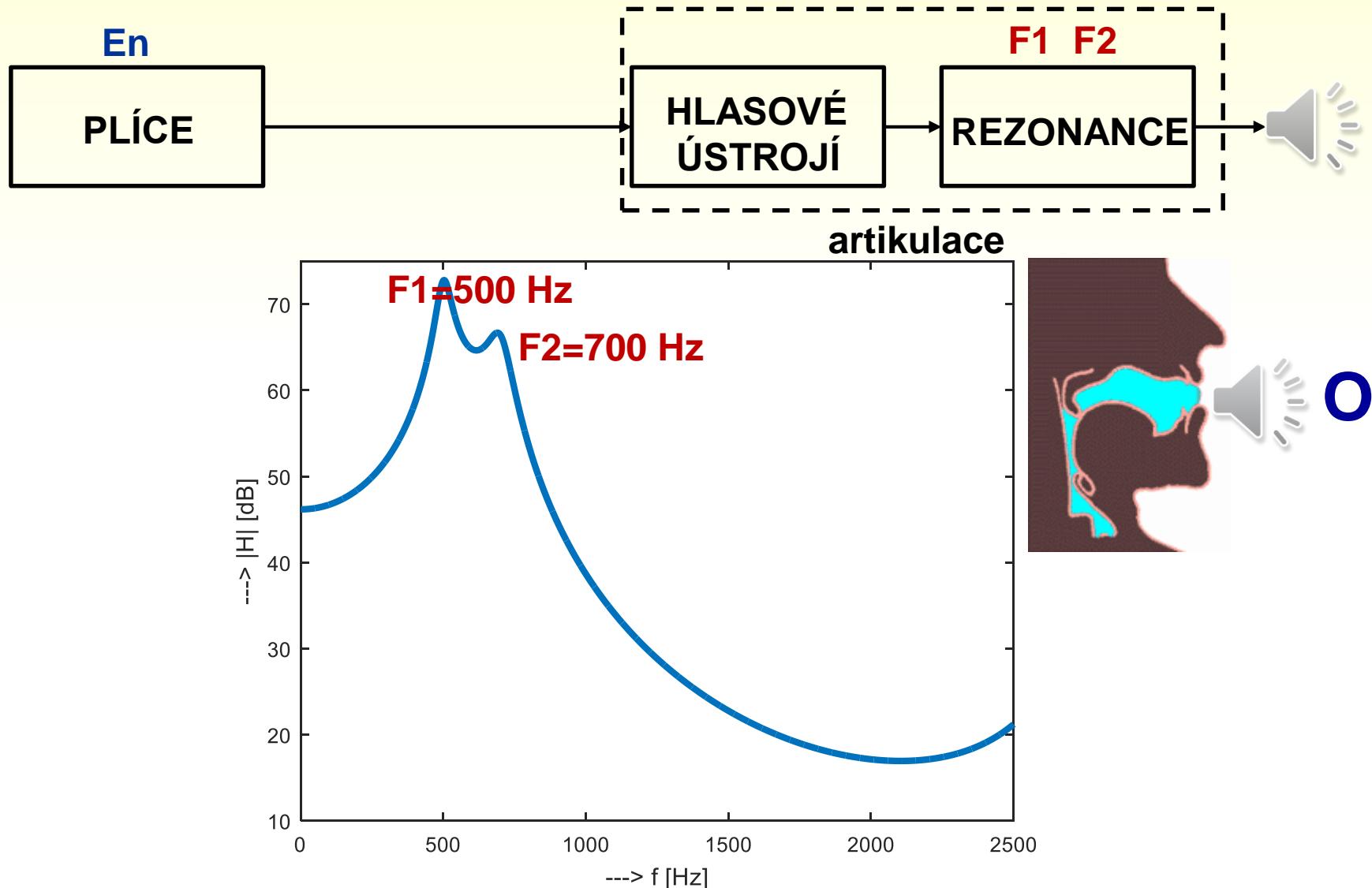
Akustický model - artikulace



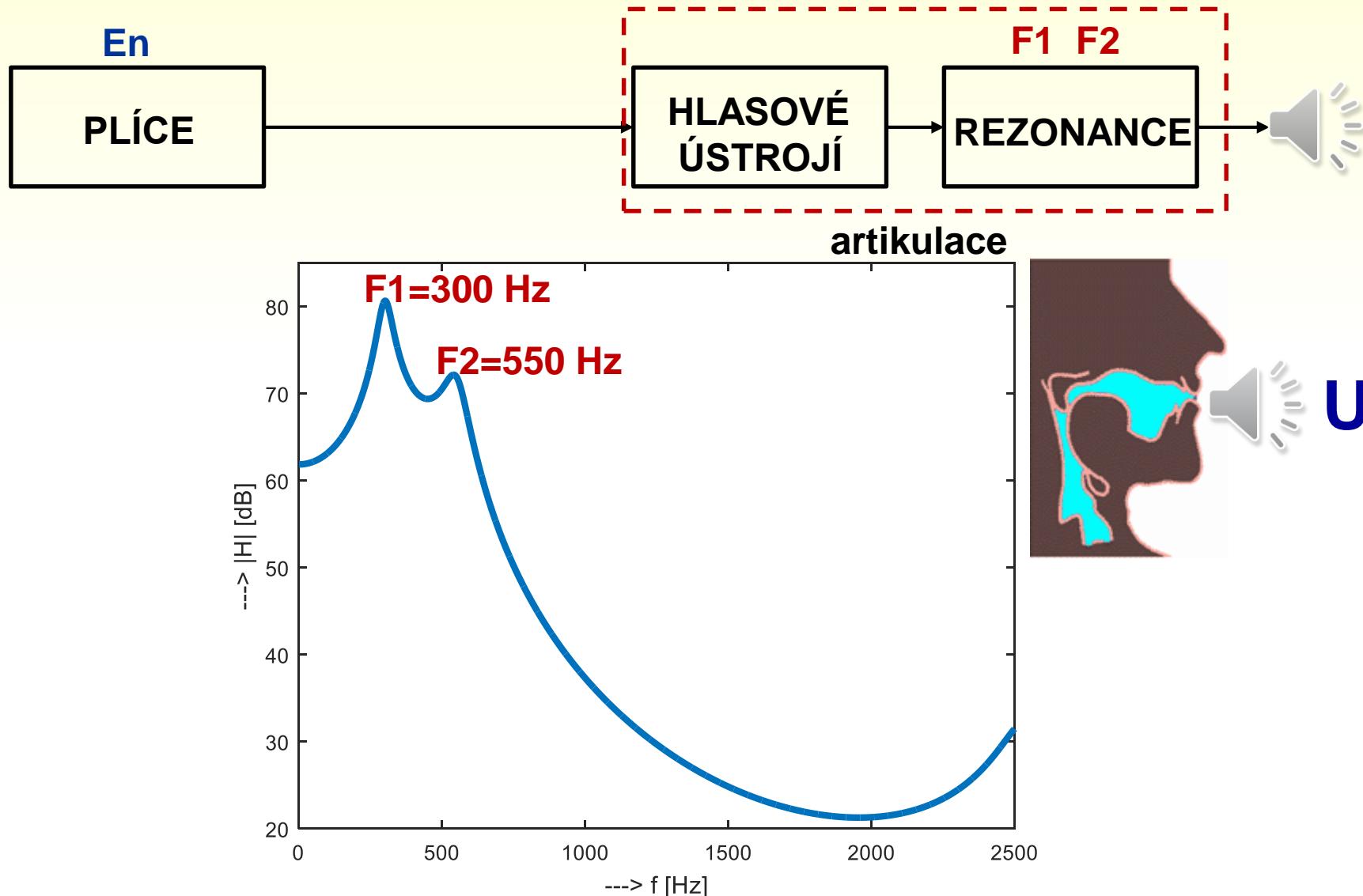
Akustický model - artikulace



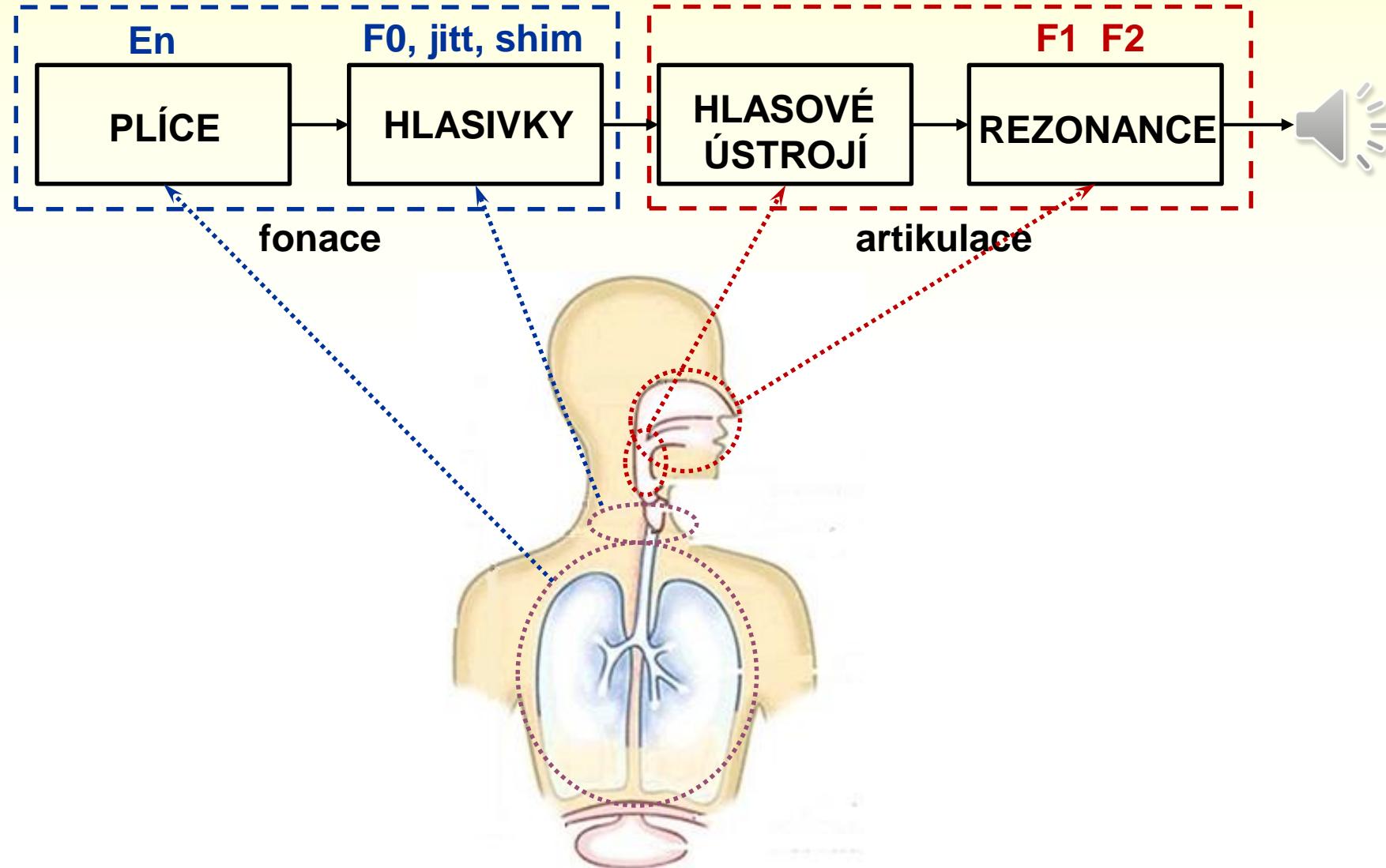
Akustický model - artikulace



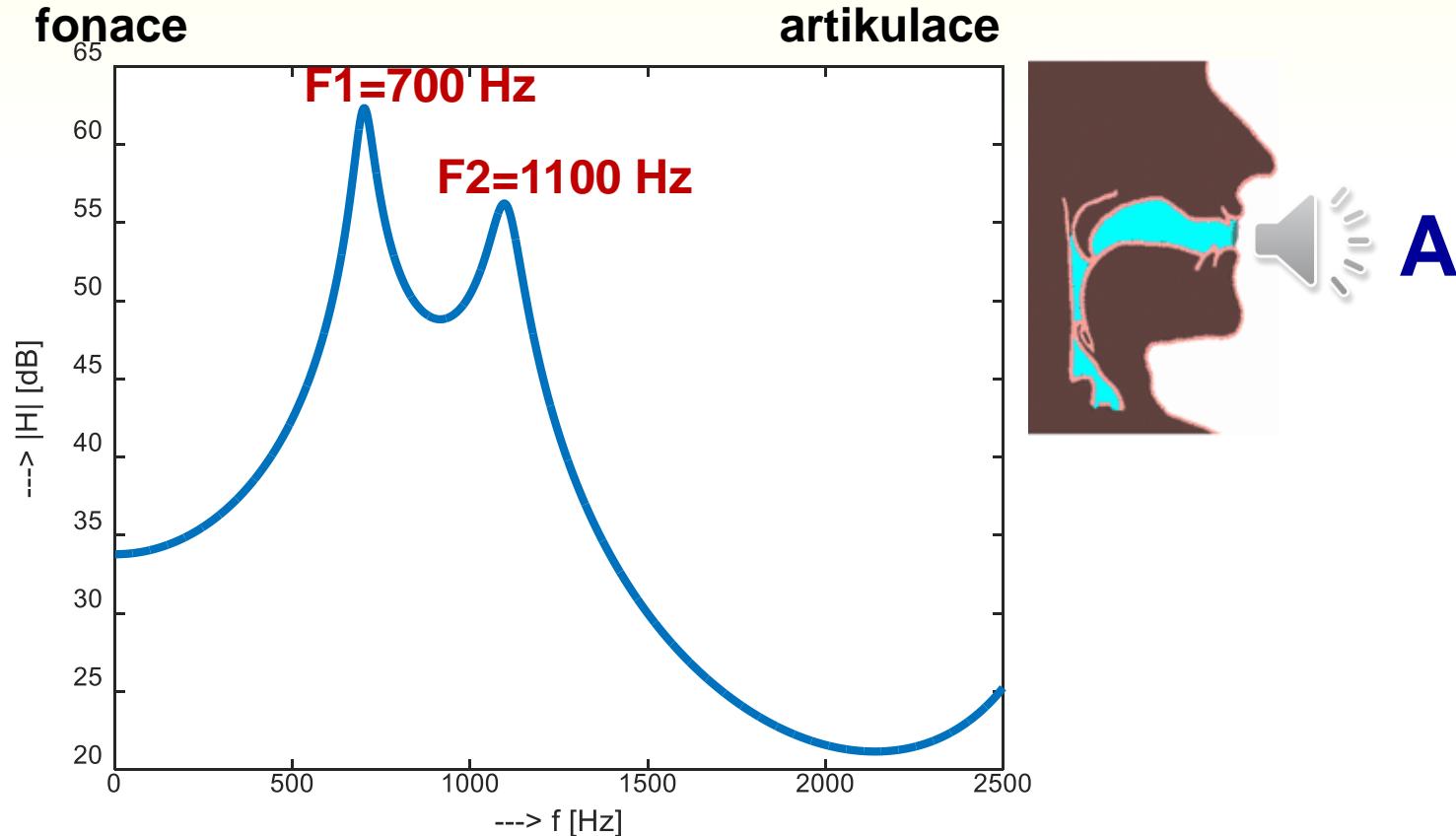
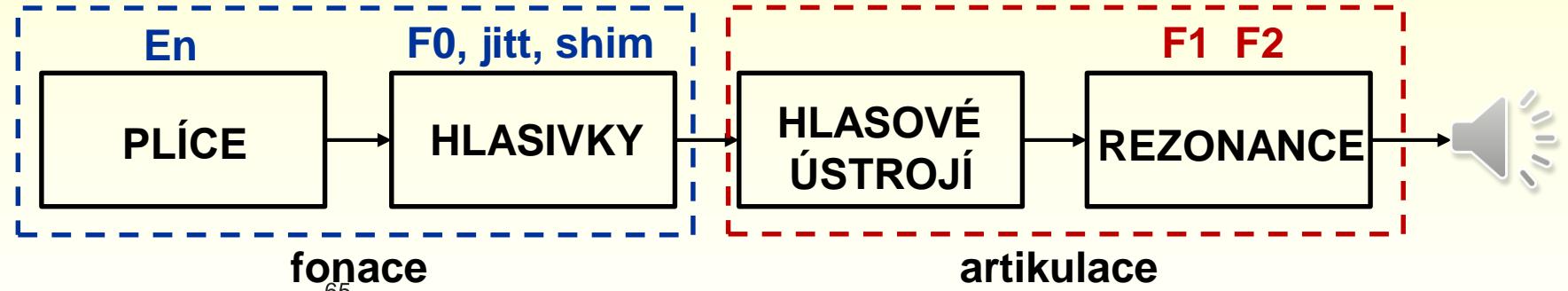
Akustický model - artikulace



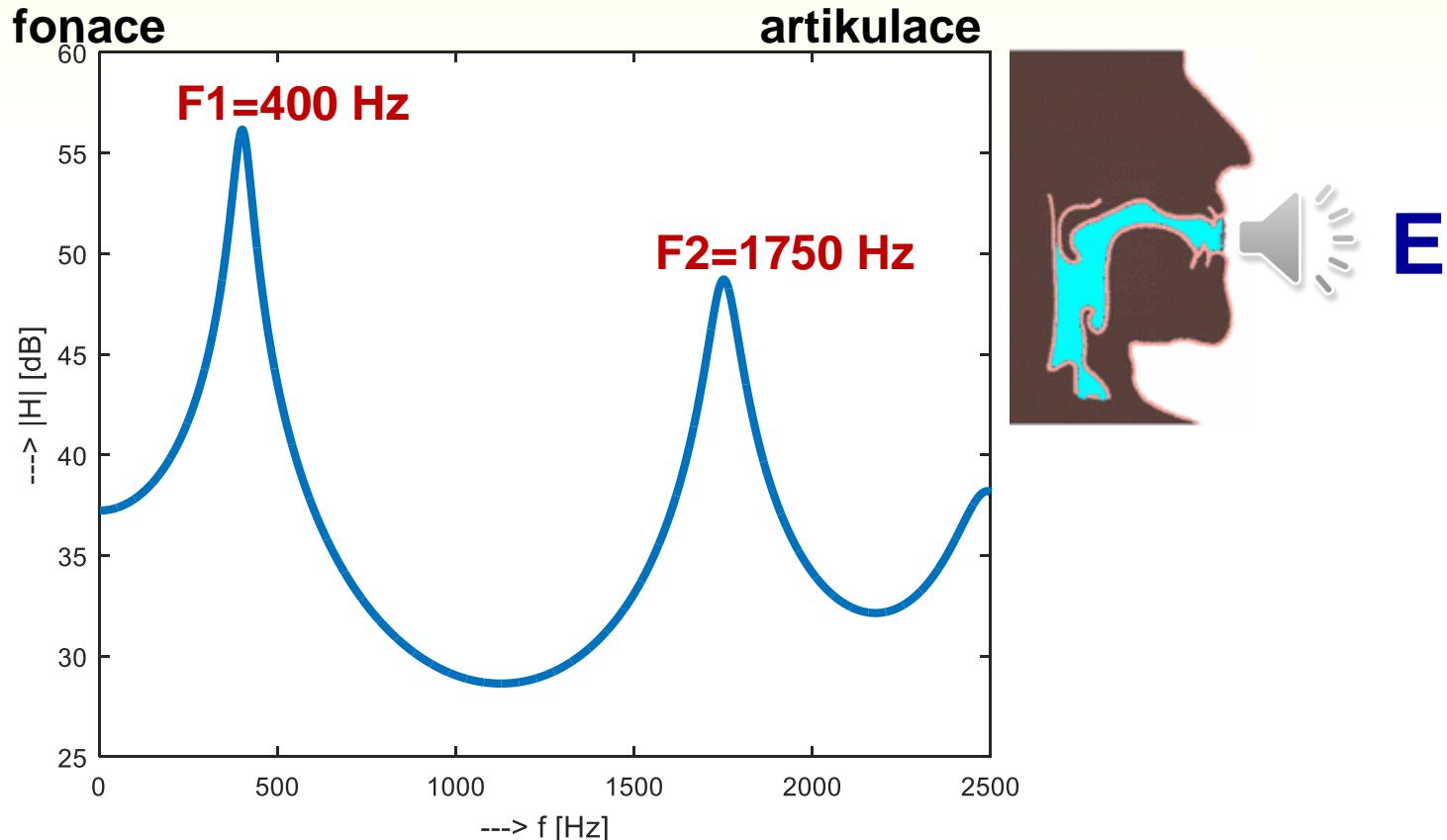
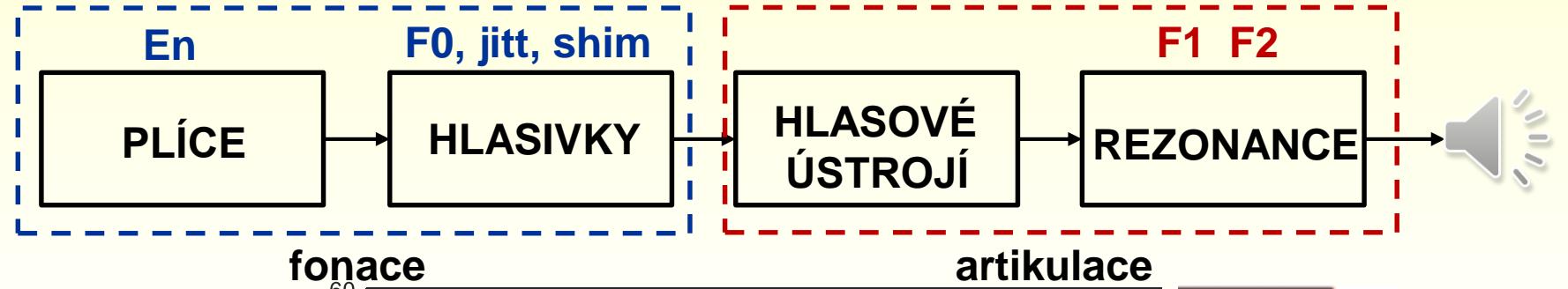
Akustický model – artikulace + fonace



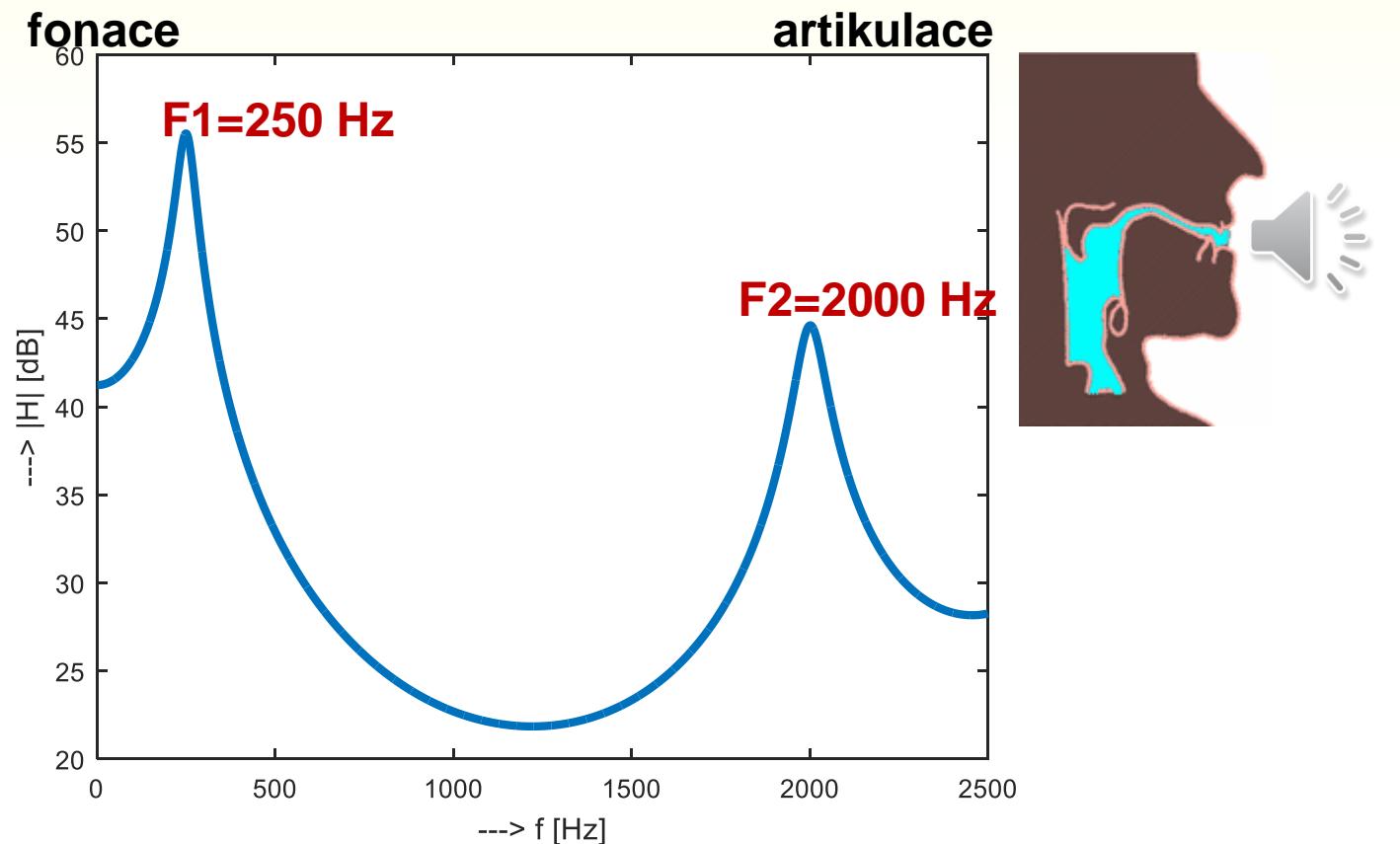
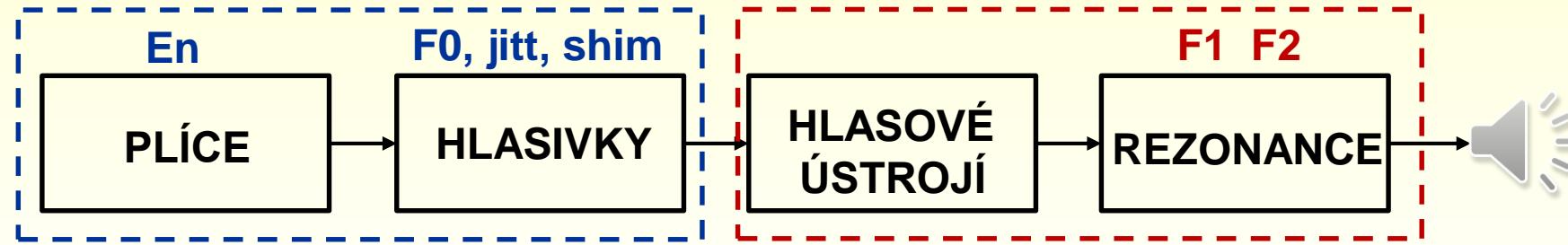
Akustický model – artikulace + fonace



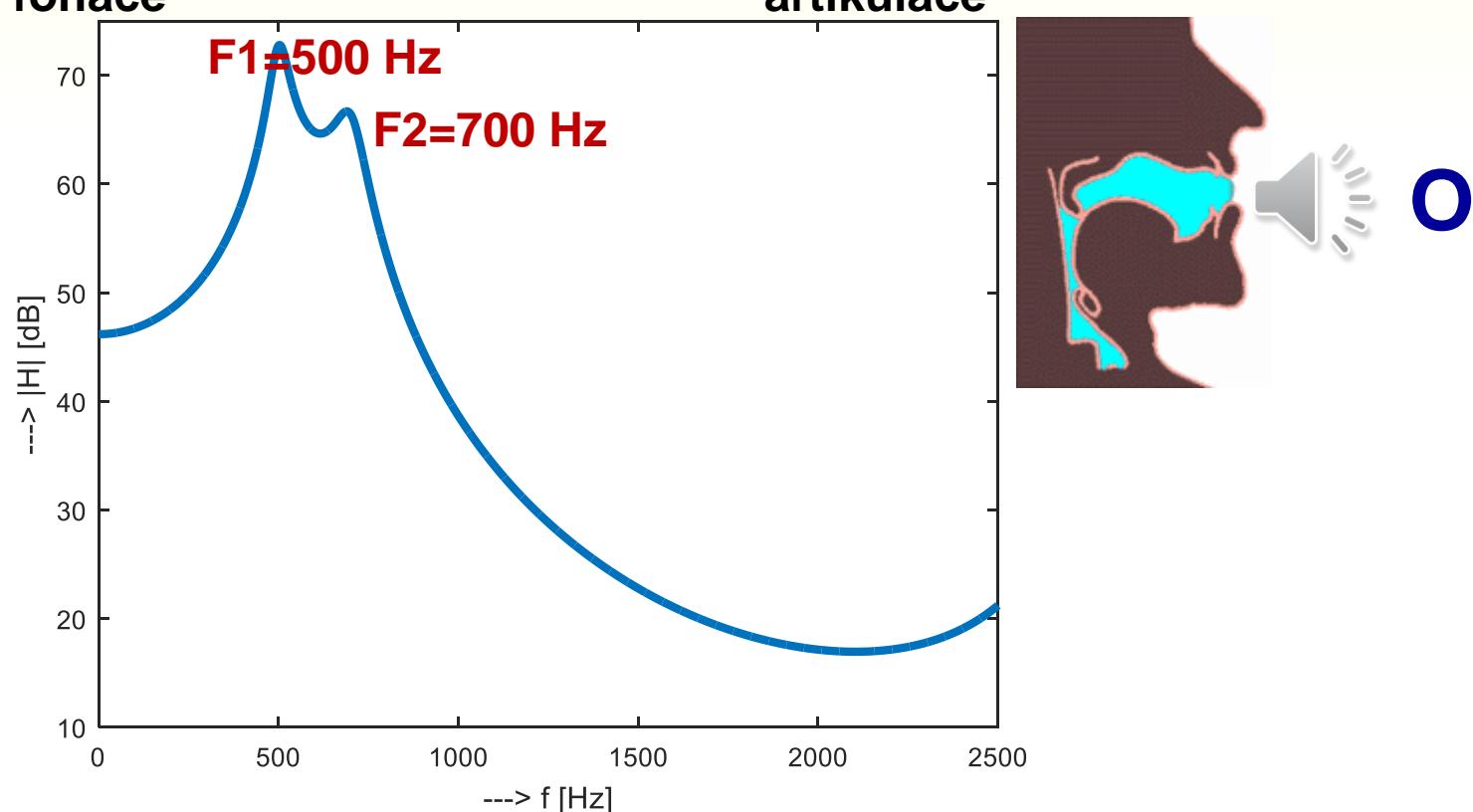
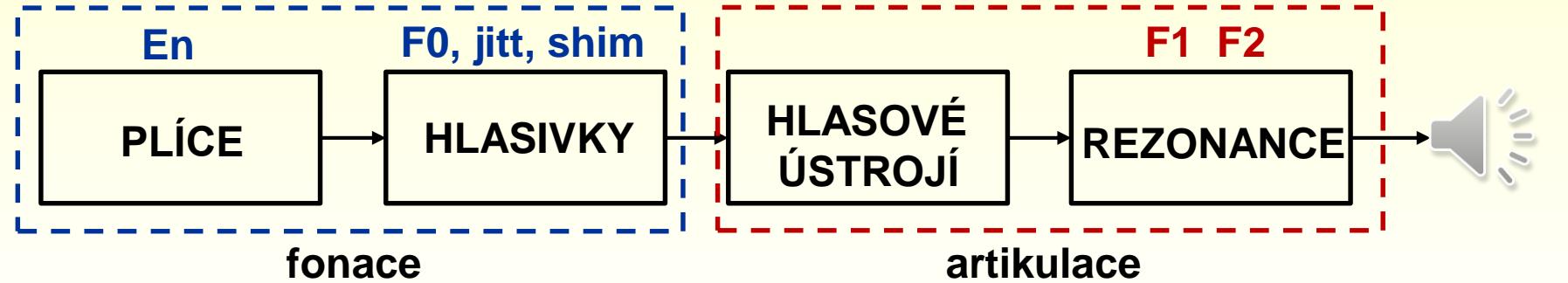
Akustický model – artikulace + fonace



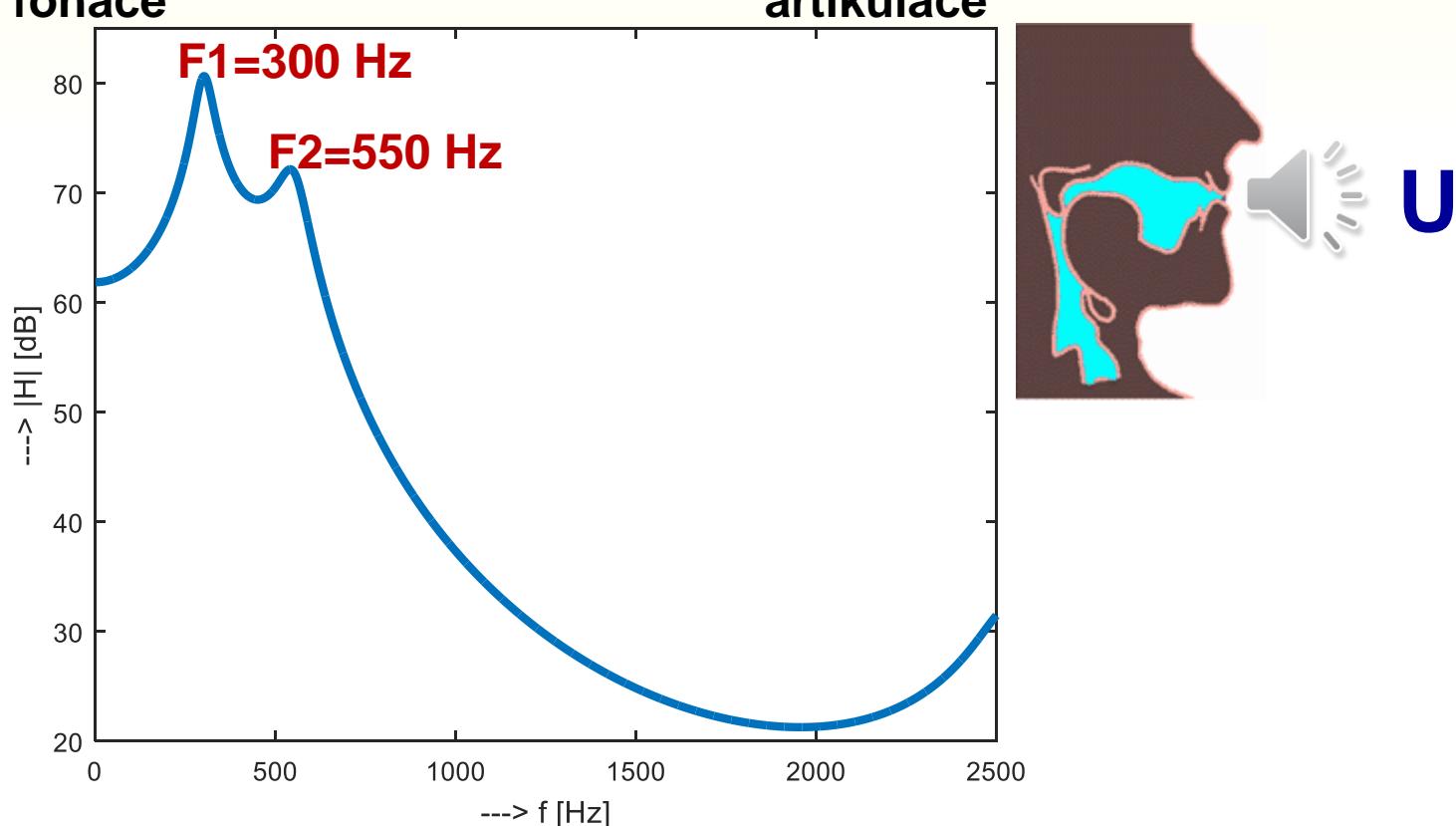
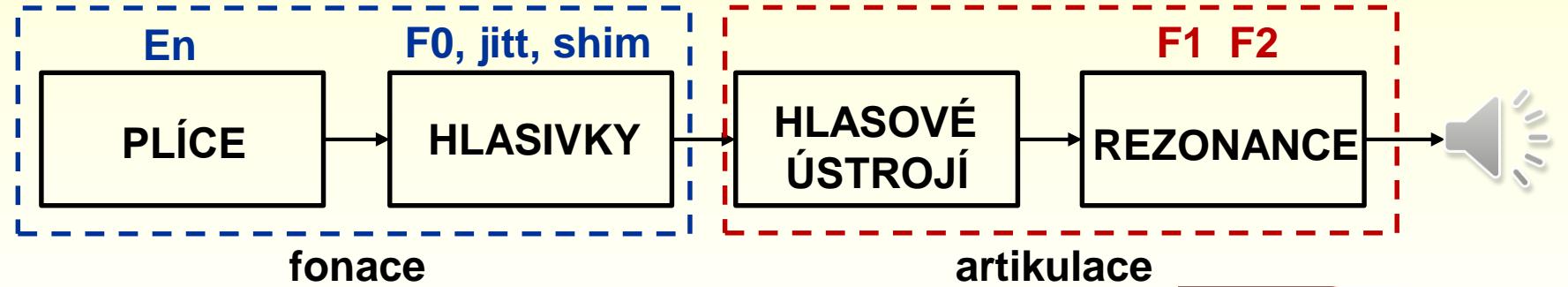
Akustický model – artikulace + fonace



Akustický model – artikulace + fonace



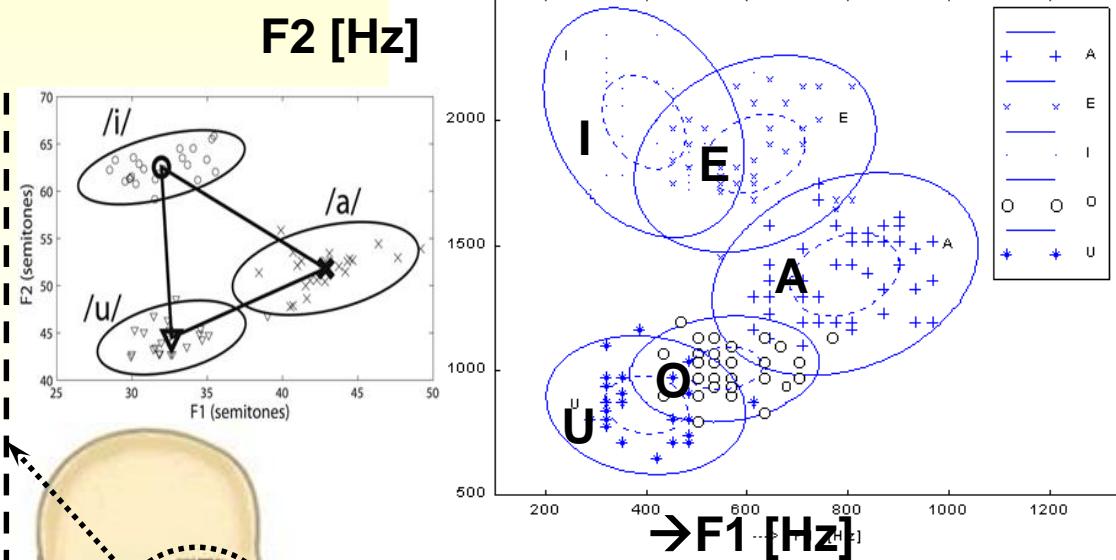
Akustický model – artikulace + fonace



Akustické charakteristiky

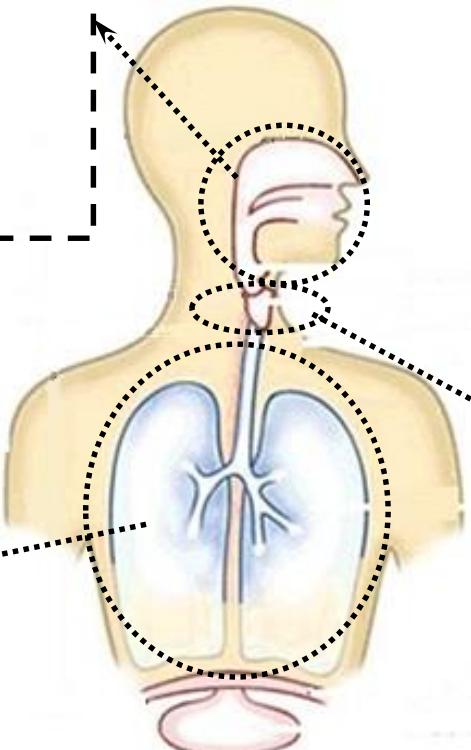
artikulace

- F1, F2
 - vokální trojúhelník
 - artikulační index
- segmentace
 - rychlosť
 - délky segmentů



respirace

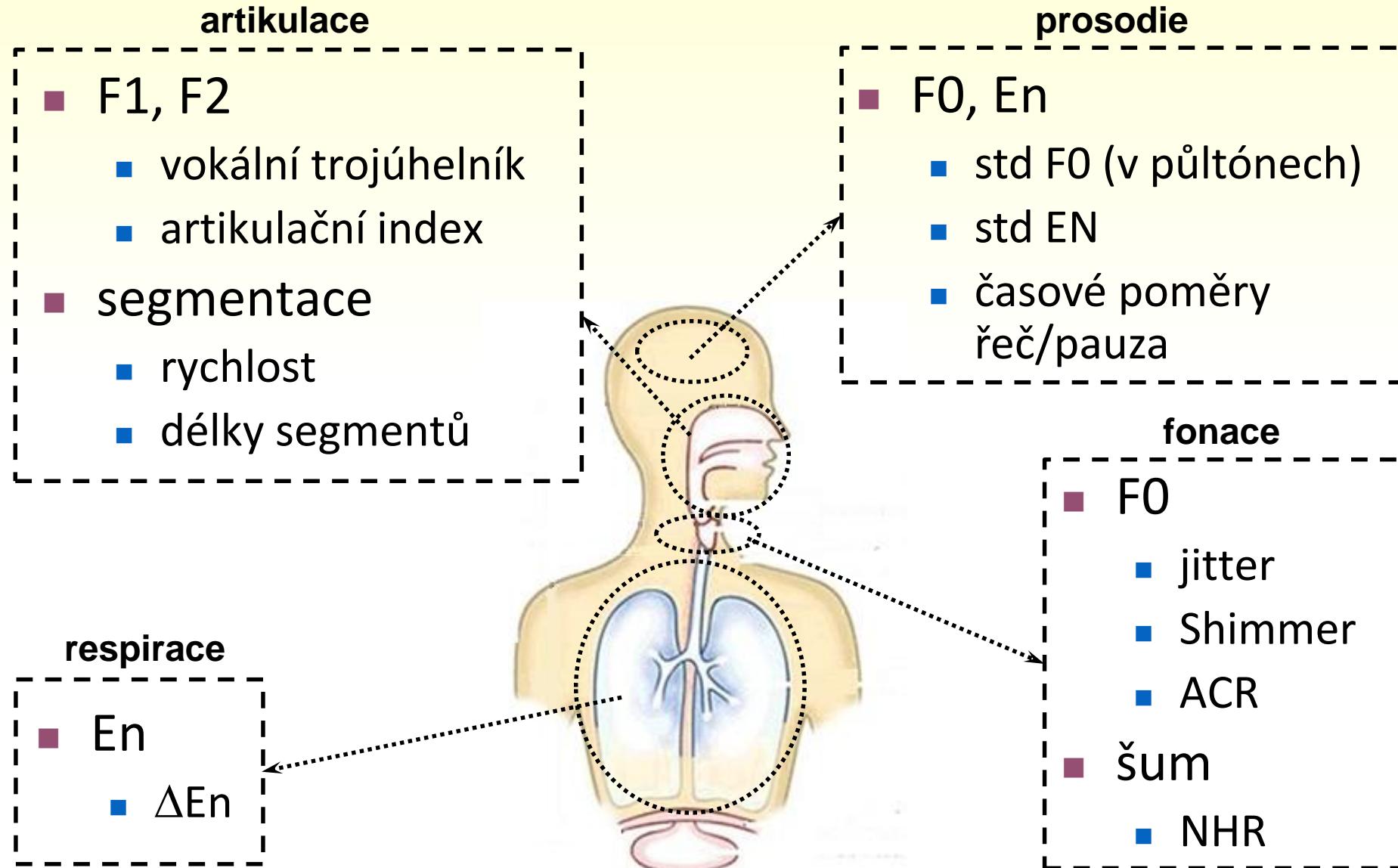
- En
- Δ En



fonace

- F0
 - jitter
 - shimmer
 - ACR
- šum
 - NHR

Akustické charakteristiky



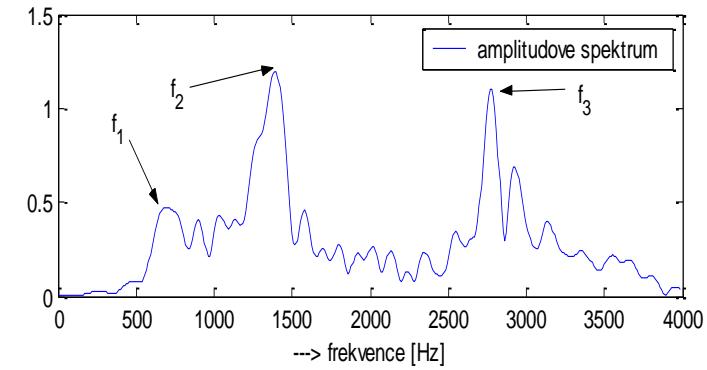
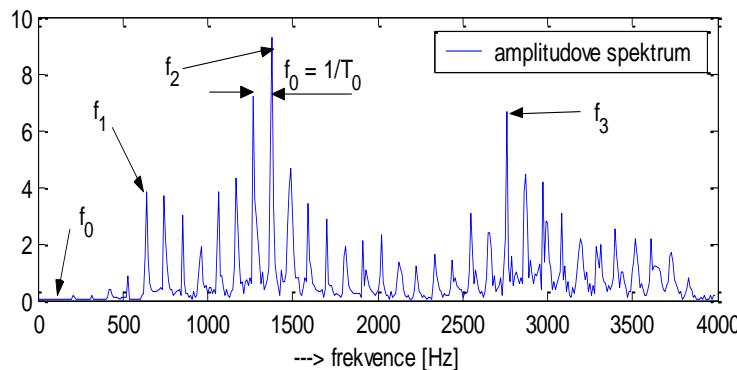
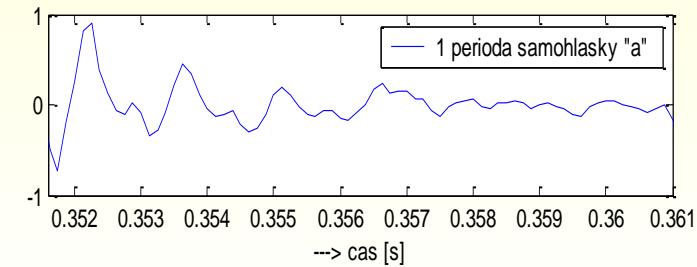
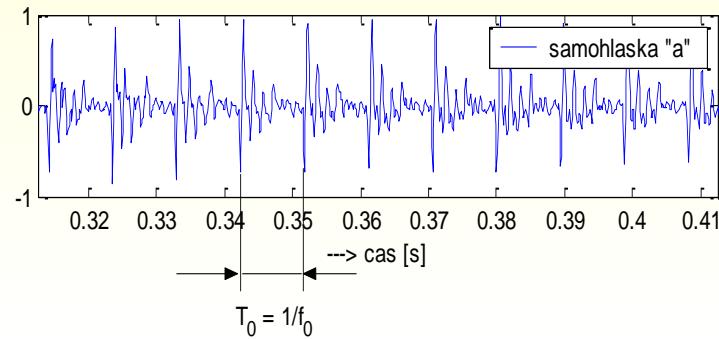
Základní hlasivkový tón

	$f_{0\text{typ}}$ [Hz]	$f_{0\text{min}}$ [Hz]	$f_{0\text{max}}$ [Hz]
muži	125	80	200
ženy	225	150	350
děti	300	200	500

. Rozsah hlasivkového tónu v řeči

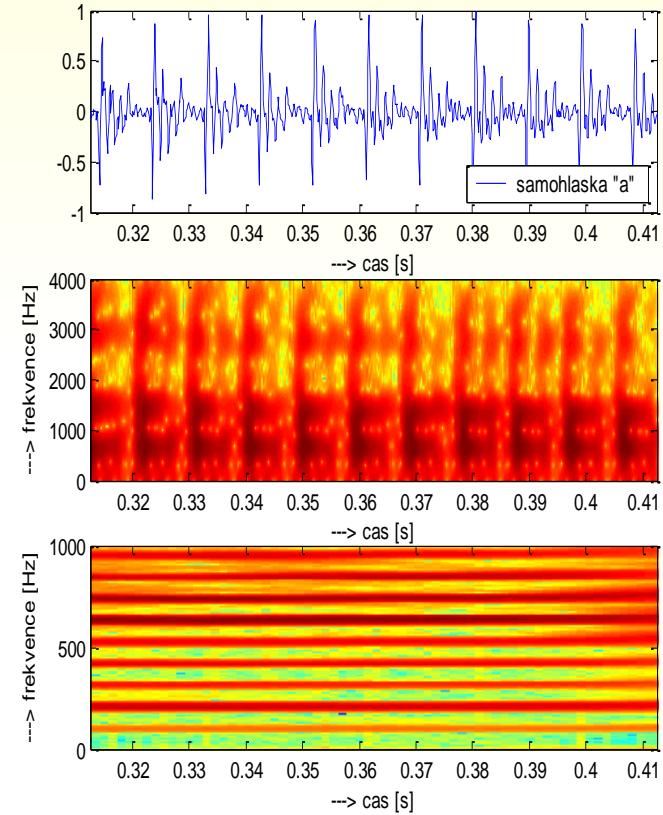
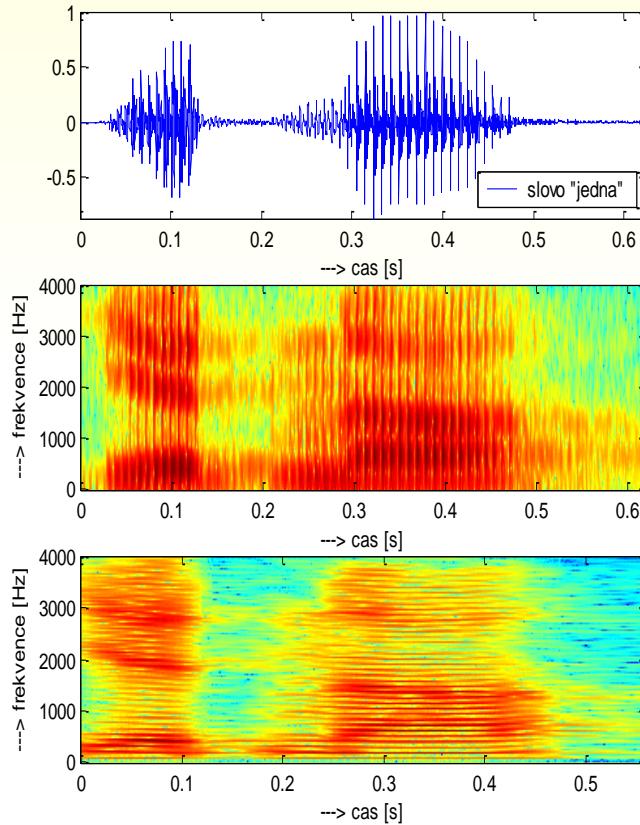
Změny v rychlosti kmitání hlasivek vnímáme jako změny v základní periodě hlasivkového tónu, resp. v základní frekvenci f_0 . Základní perioda je ovlivněna vlastnostmi hlasivek (jejich pružností, hmotností a délou).

Základní hlasivkový tón



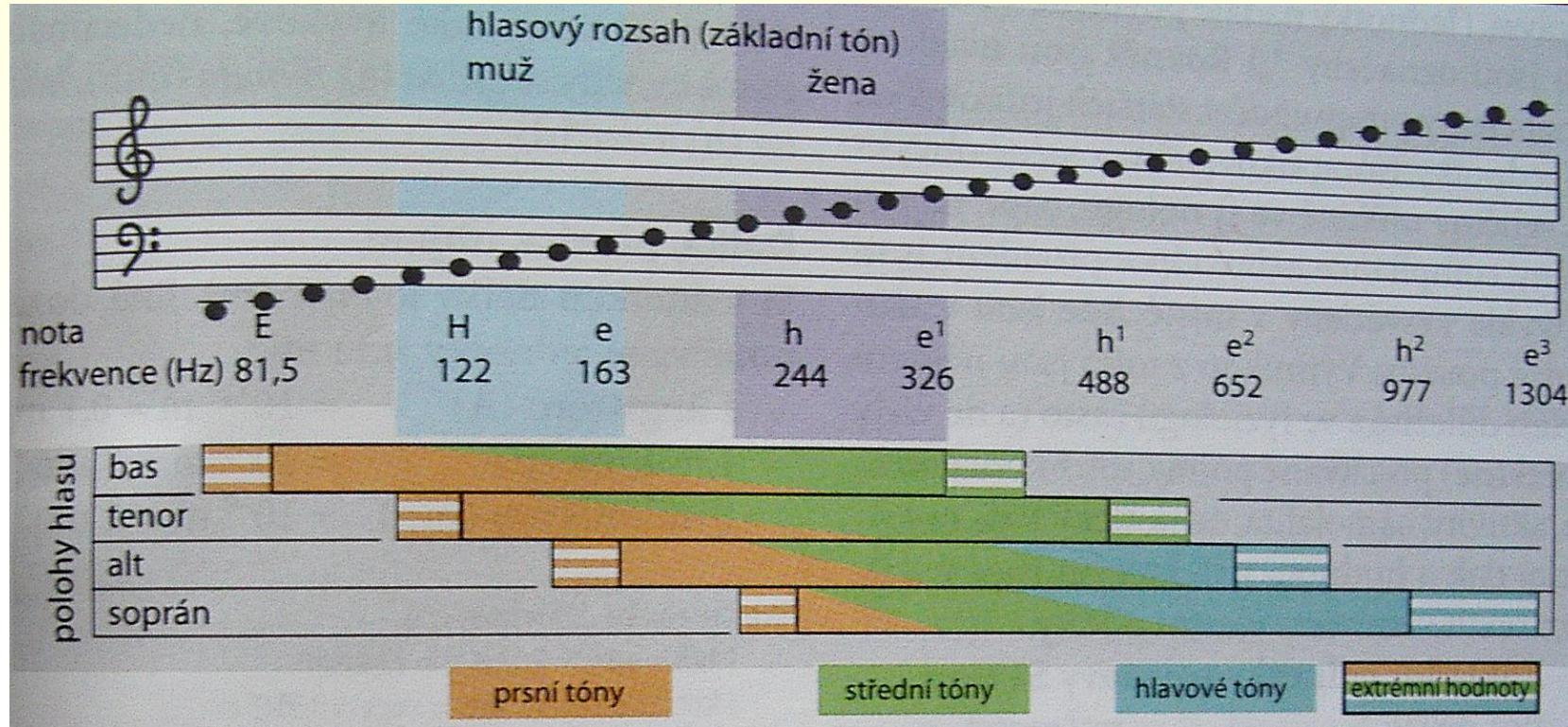
- Vztah základní frekvence, základní periody a formantových frekvencí
 - vlevo: časový průběh a periodogram pro dlouhý samohláskový úsek
 - vpravo: časový průběh a periodogram pro jednu periodu

Základní hlasivkový tón



.. širokopásmový (horní) a úzkopásmový (dolní) spektrogram.
Vpravo je zobrazení pro slovo „jedna“, vlevo je detail samohlásky „a“

Základní hlasivkový tón

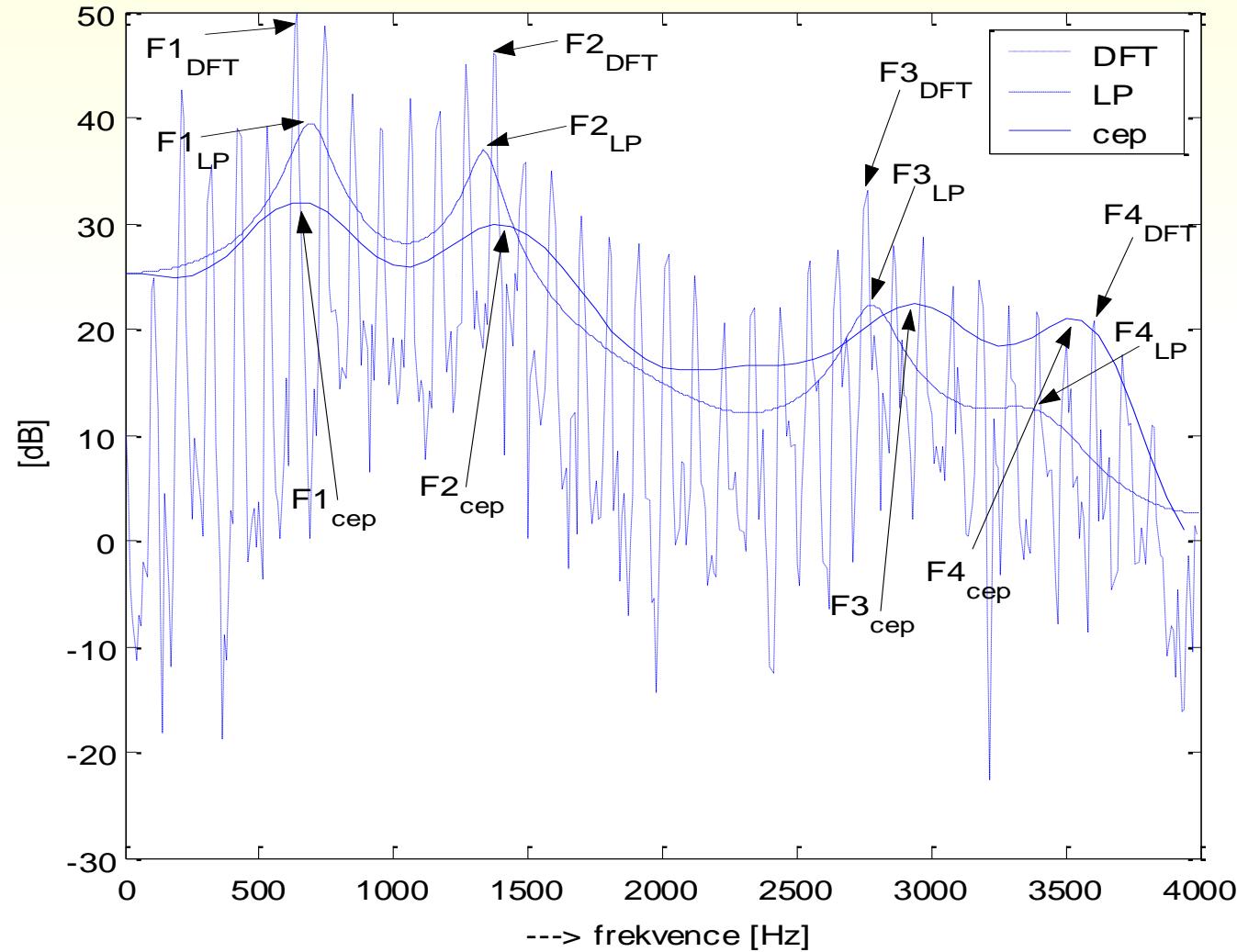


Formancy

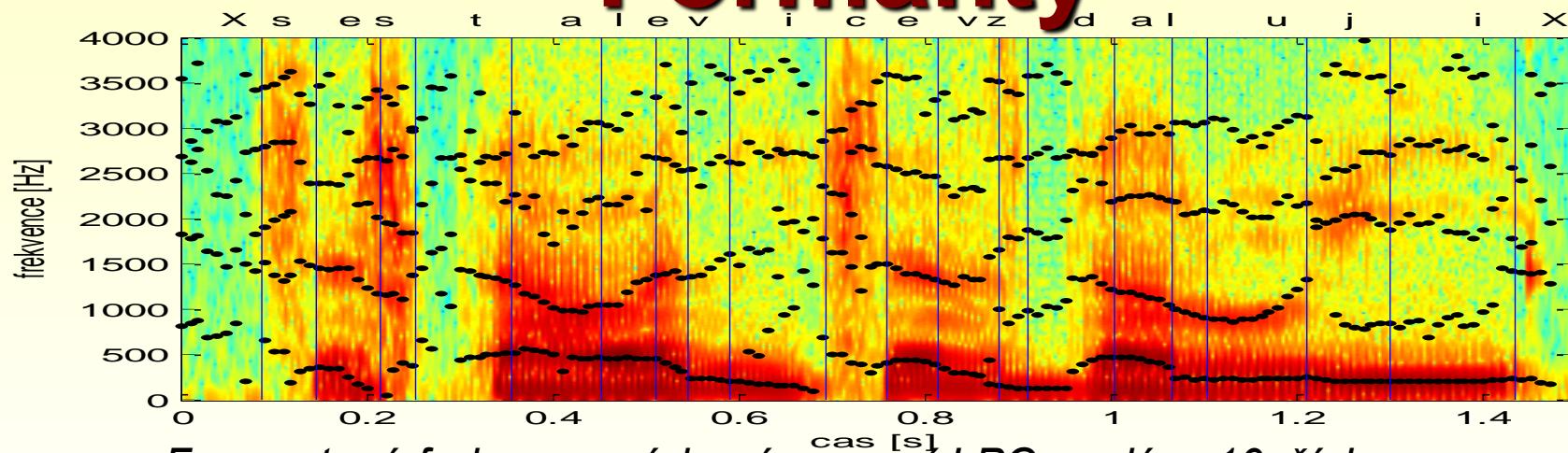
Orientační hodnoty formantů českých samohlásek

	I	E	A	O	U
F1	300 .. 500	480 .. 700	700 .. 1100	500 .. 700	300 .. 500
F2	2000 .. 2800	1560 .. 2100	1100 .. 1500	850 .. 1200	600 .. 1000
F3	2600 .. 3500	2500 .. 3000	2500 .. 3000	2500 .. 3000	2400 .. 2900

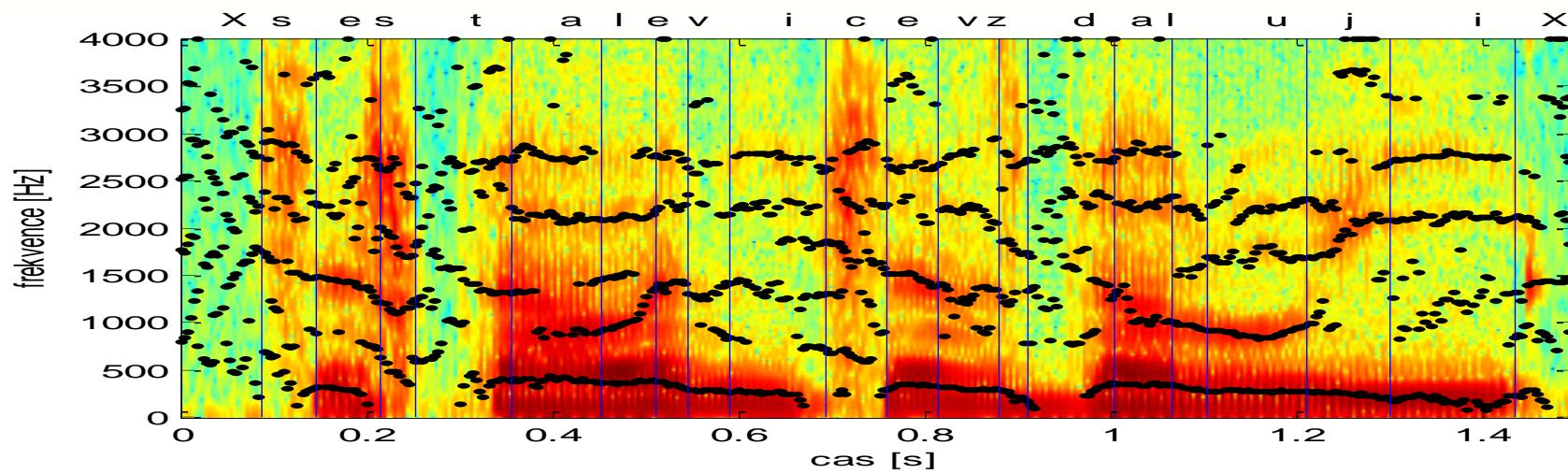
Formanty



Formanty

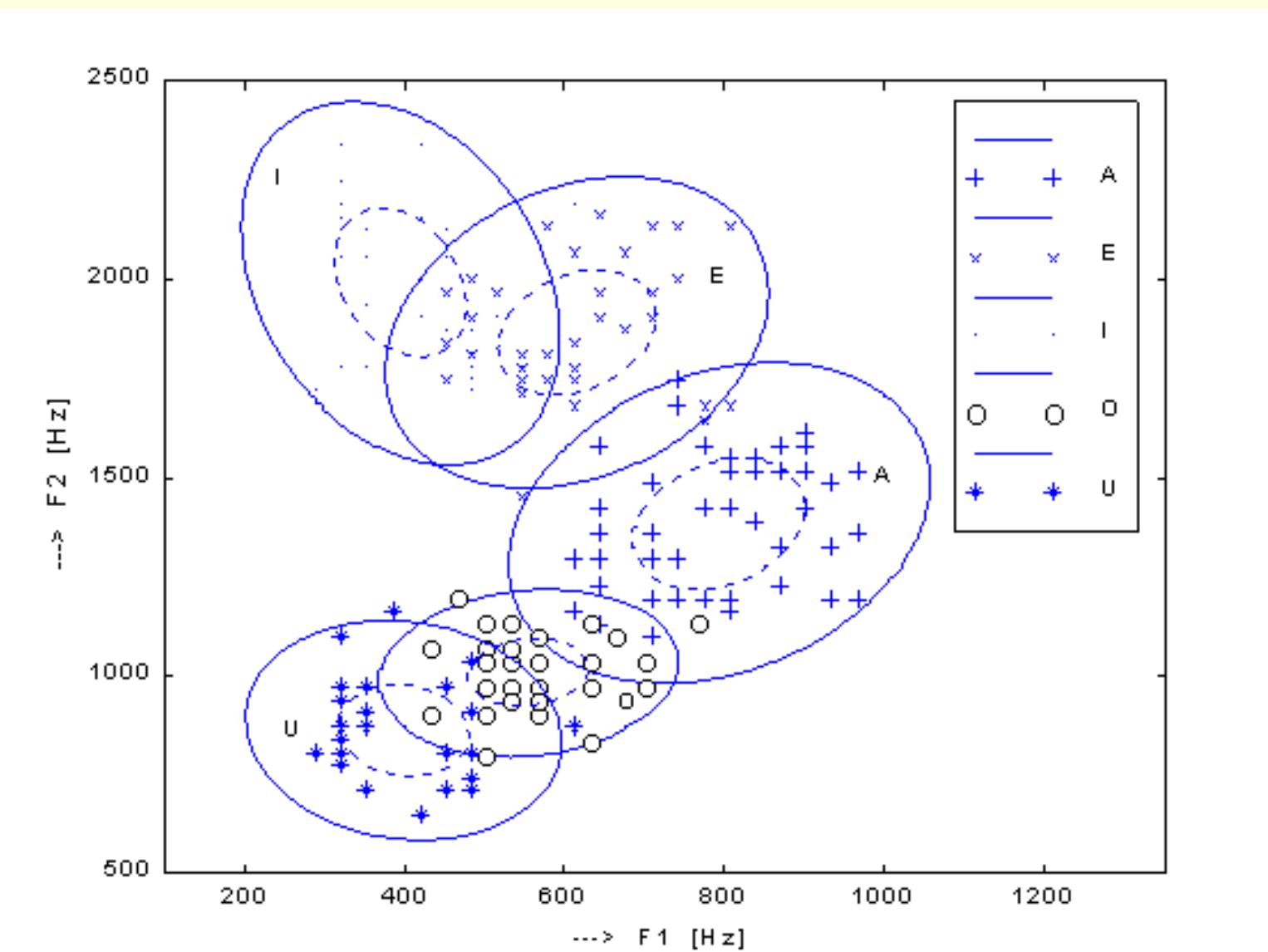


Formantové frekvence získané pomocí LPC analýzy 10. rádu
(výpočtem kořenů polynomu) pro okno délky 30 ms a překrytí 26 ms

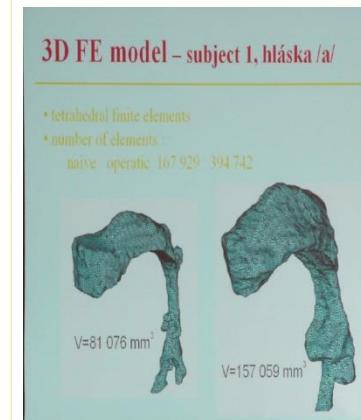
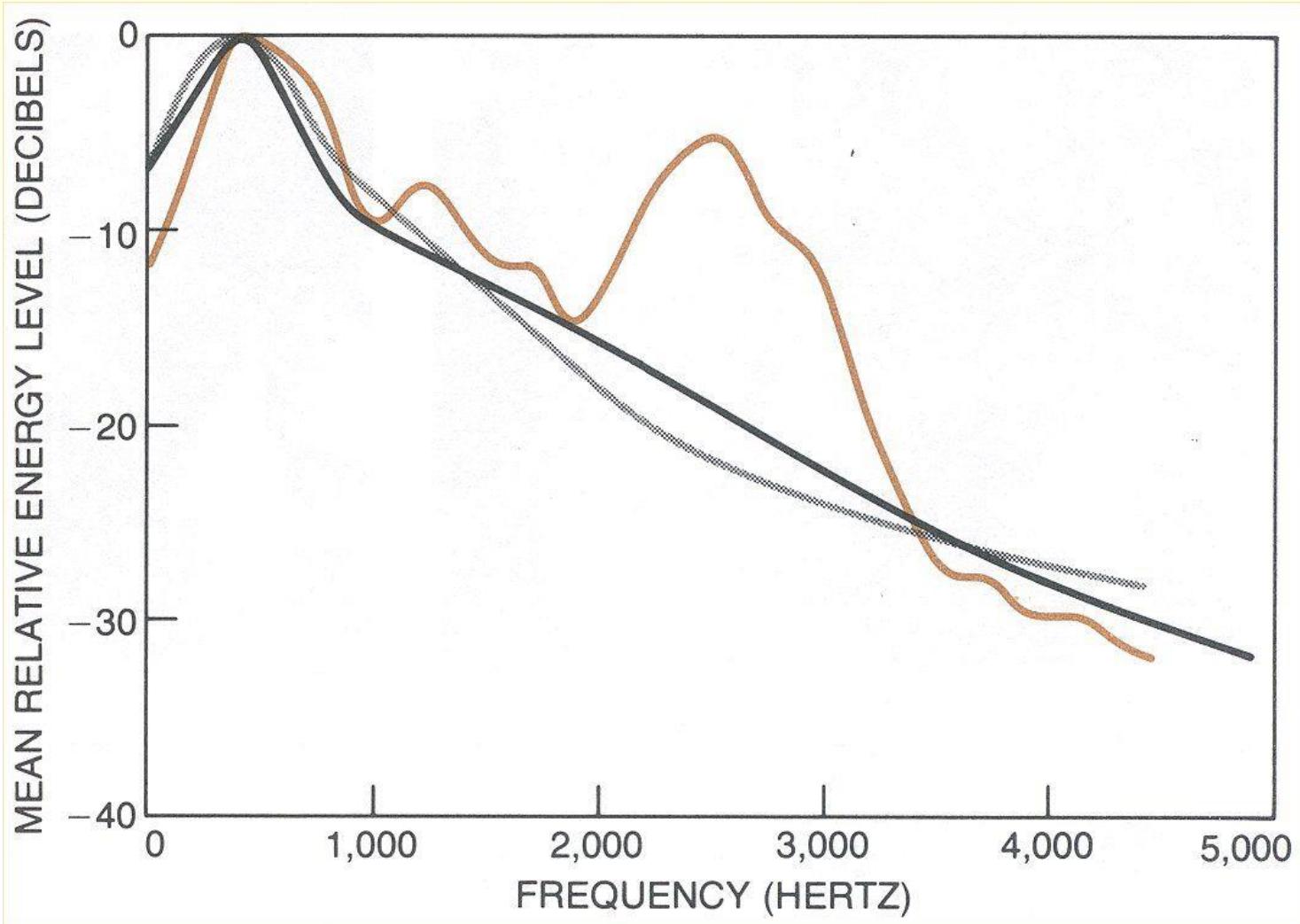


Formantové frekvence určené z vrcholů kepstrálně vyhlazeného
frekvenčního spektra (parametry analýzy: 300 bodů DFT,
30 kepstrálních koeficientů,
Hammingovo okno 30 ms, překrytí 26 ms)

Formanty



Zpěvní formant



Poruchy hlasu

- organické
 - záněty,
 - nádory,
 - parézy,
 - úrazy a anomálie
- funkční
 - poruchy z přemáhání hlasu
 - psychogenní poruchy hlasu
 - hlasové neurózy

Subjektivní hodnocení hlasu

- subjektivní hodnocení hlasu pacientem
Voice Handicap Index (VHI)
30 otázek
0=nikdy, 1=téměř nikdy, 2=čas od času, 3=téměř vždy, 4 vždy =>
0-30 minimální potíže s hlasem,
31-60 střední potíže (uzlíky, polypy, ...),
61-120 vážné poškození hlasu (paresy atd.)
- subjektivní hodnocení hlasu lékařem
0 normální hlas
1 zastřený hlas
2 mírná dysfonie
3 středně těžká dysfonie
4 těžká dysfonie
5 afonie
6 bezhlásí po odstranění hrtanu

Metody objektivního hodnocení hlasu

jsou založeny na:

- fonetogramu

měření hlasového pole zpěvního a mluvního hlasu

- akustických analýzách

základní frekvence

formanty

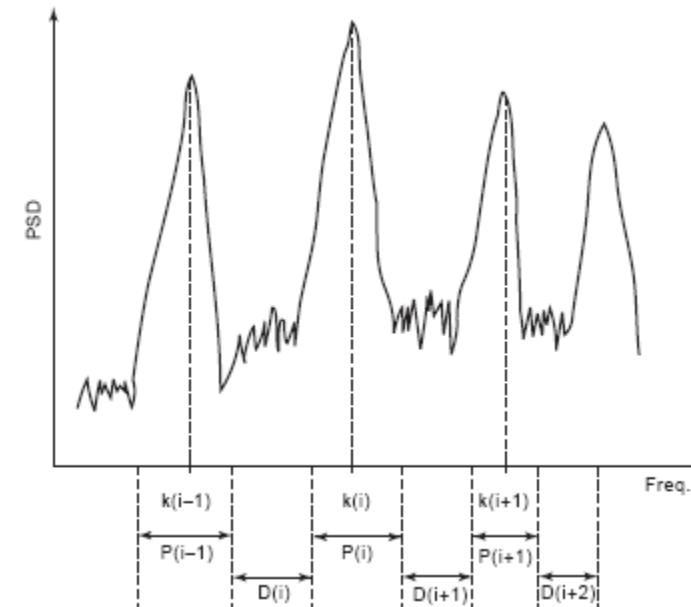
energie

kvality hlasu

- jitter

- shimmer

- NHR, HNR



Objektivní hodnocení hlasu

- **Dysphonia Severity Index (DSI)**
 - DSI je vypočten z objektivních měření
 - DSI - váhovaná kombinace objektivních měření hlasu:
 - $DSI = 0.13 \times MPT + 0.0053 \times F(0)\text{-High} - 0.26 \times I\text{-Low} - 1.18 \times Jitter (\%) + 12.4$
 - $F(0)\text{-High}$ [Hz] ... nejvyšší frekvence
 - $I\text{-Low}$ [dB] ... nejnižší intenzita
 - MPT [s] ... maximální délka fonace
 - jitter [%]

Metody objektivního hodnocení hlasu

VRP – hlasové pole

(Voice Range Profile)

- funkční akustická vyšetřovací metoda
- kvantitativní parametry

• rozsah hlasového pole $F_{MIN}, F_{MAX}, F_{range} [\text{oct}], SPL_{MIN}, SPL_{MAX}, \Delta SPL$

• obvod a obsah plochy $A_{VRP}, P_{VRP}, A_{MAX}, P_{MAX}, A_{KVX}, P_{KVX}$

• tvarové charakteristiky pravoúhlost, kruhovitost, Fourierovská analýza hranice

• statistické parametry průměrné hodnoty F_μ, SPL_μ

sklon regresní přímky pole $y = ax + b$ [dB/oct]

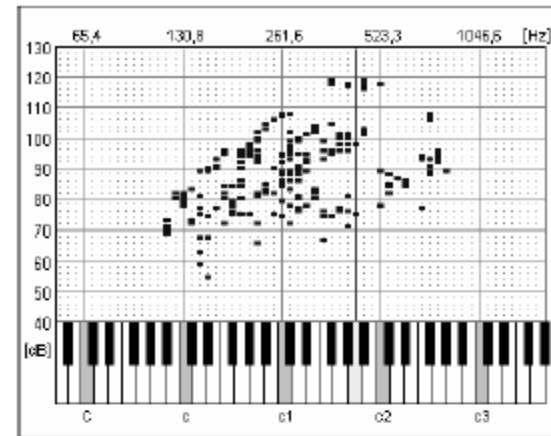
- měření **zpěvního rozsahu hlasu** ... vokály a, e, i, u

- měření **mluvního rozsahu hlasu** ... čtení standardního textu

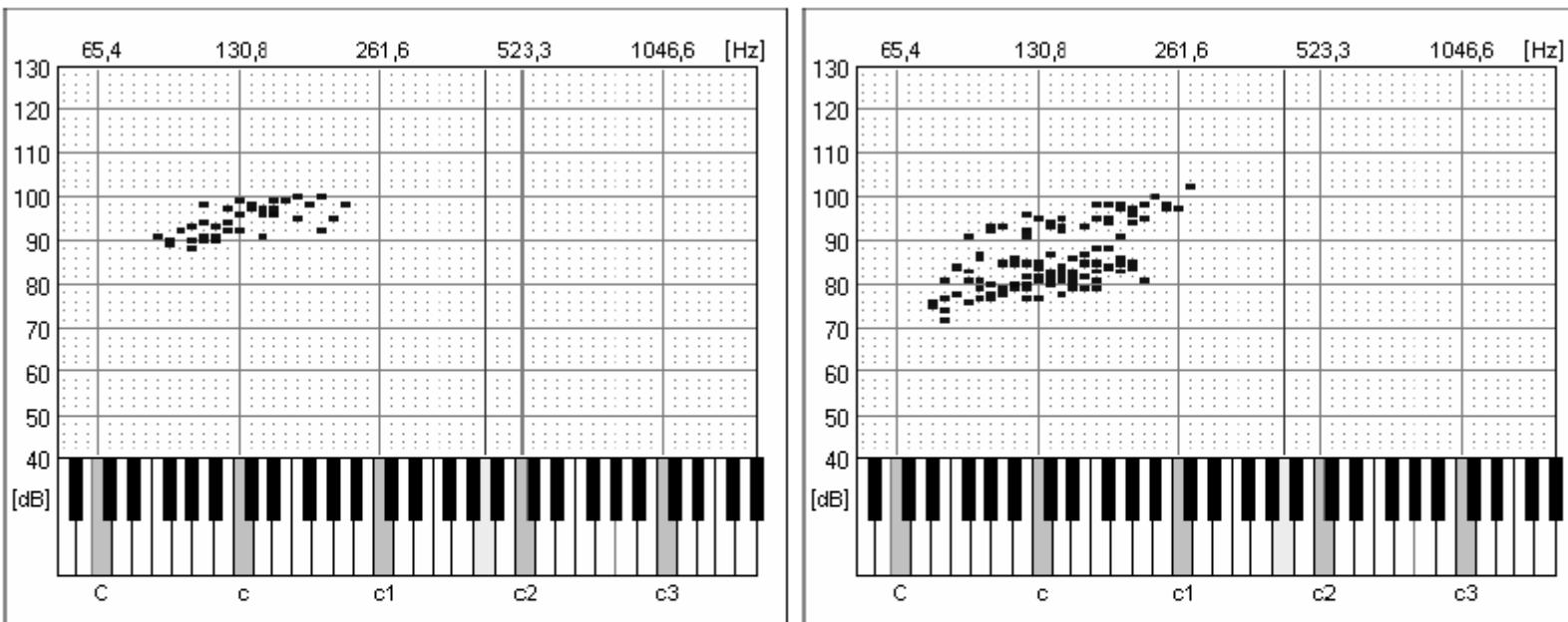
- aplikace ... vyšetření před chirurgickým zákrokem

... vyšetření 1 měsíc po zákroku

... vyšetření 12 měsíců po zákroku



Hlasové pole



Hlasové pole / muž / :

zpěvní rozsah hlasu pro vokál „a“,
min/max intenzita, min/max dosažitelná výška hlasu,

Dg.: polyp na hlasivkách,

před chirurgickým zákrokom

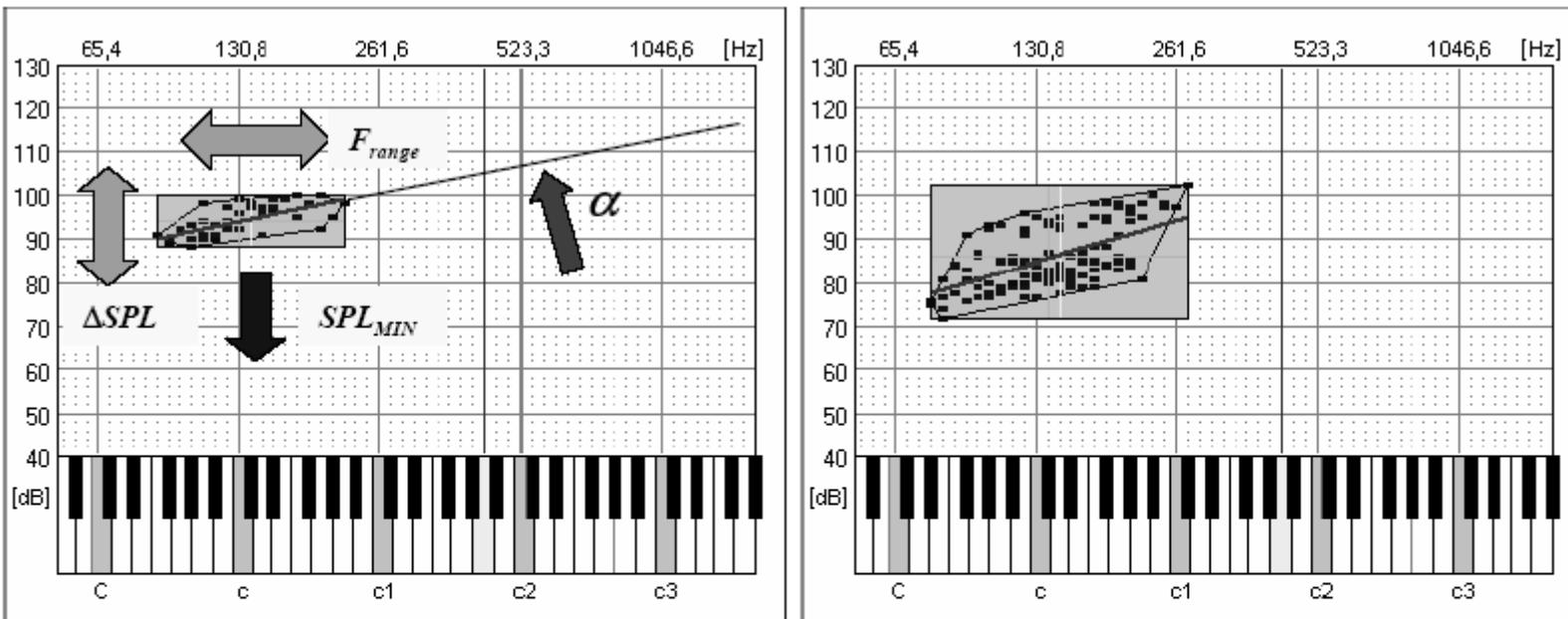
Hlasové pole / muž / :

zpěvní rozsah hlasu pro vokál „a“,
min/max intenzita, min/max dosažitelná výška hlasu,

Dg.: polyp na hlasivkách,

12 měsíců po chirurgickém zákroku

Hlasové pole



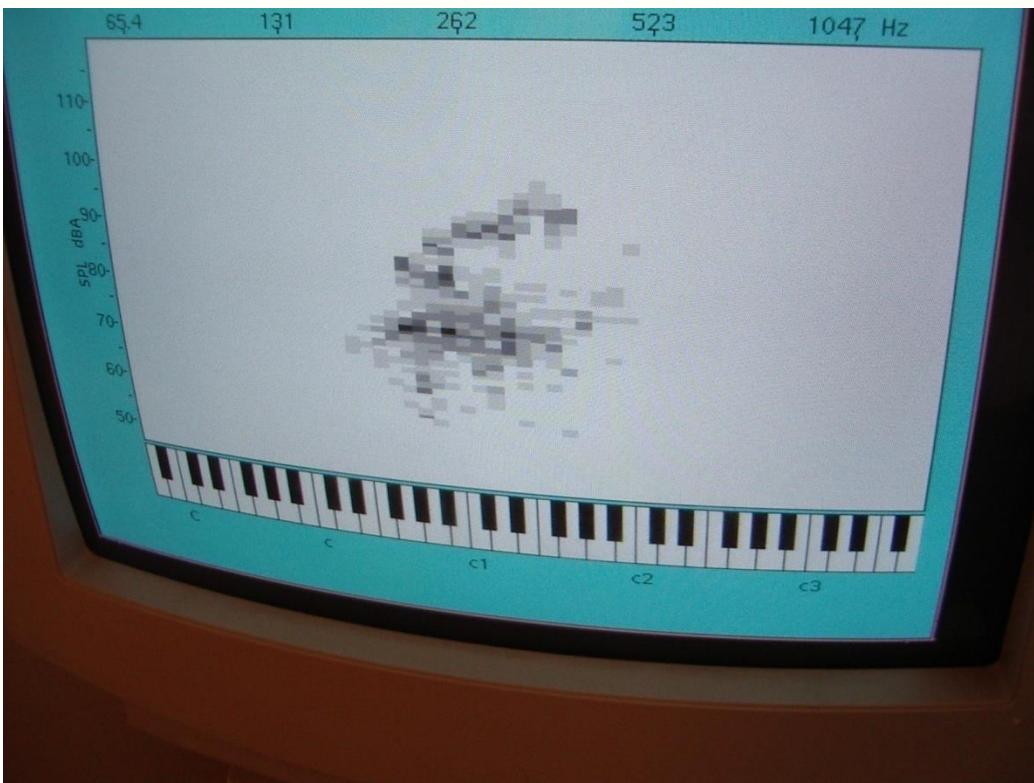
před chirurgickým zákrokem

$$\begin{aligned}
 F_{range} &= 1,3 \text{ [oct]} & \Delta SPL &= 12,0 \text{ [dB]} \\
 && SPL_{MIN} &= 88,0 \text{ [dB]} \\
 A_{VRP} &= 52,0 & P_{VRP} &= 97,0 \\
 A_{KVX} &= 122,0 & P_{KVX} &= 43,7 \\
 A_{MAX} &= 192,0 & P_{MAX} &= 56,0 \\
 \alpha &= 6,5 \text{ [dB/oct]}
 \end{aligned}$$

12 měsíců po chirurgickém zákroku

$$\begin{aligned}
 F_{range} &= 1,8 \text{ [oct]} & \Delta SPL &= 30,0 \text{ [dB]} \\
 && SPL_{MIN} &= 72,0 \text{ [dB]} \\
 A_{VRP} &= 246,5 & P_{VRP} &= 154,1 \\
 A_{KVX} &= 364,0 & P_{KVX} &= 82,4 \\
 A_{MAX} &= 660,0 & P_{MAX} &= 104,0 \\
 \alpha &= 9,7 \text{ [dB/oct]}
 \end{aligned}$$

Hlasové pole

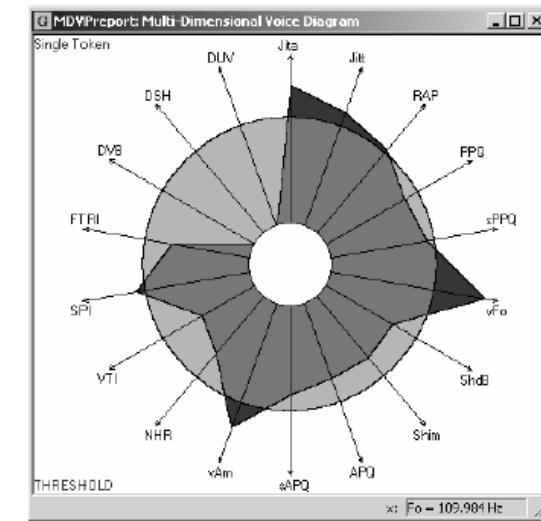


Metody objektivního posouzení hlasu

MDVP – multidimenzionální analýza

(Multi - Dimensional Voice Program)

- funkční akustická vyšetřovací metoda
- kvalitativní parametry a jejich uspořádání
 - stupeň subharmonických DSH
 - stupeň neznělých úseků DUV
 - tremor ATRI
 - frekvenční kolísání Jita, Jitt, RAP, PPQ, sPPQ, vF_0
 - šumové parametry NHR, VTI, SPI
 - amplitudové kolísání ShdB, Shim, APQ, sAPQ, vAm
- měření zpěvního rozsahu hlasu ... vokál a
- aplikace ... vyšetření před chirurgickým zákrokem
 - ... vyšetření 2 týdny po zákroku
 - ... vyšetření 1 měsíc po zákroku
 - ... vyšetření 12 měsíců po zákroku



Parametry objektivního posouzení hlasu

stupeň subharmonických DSH [%]

relativní ohodnocení subharmonických komponent k F0 ve sledovaném vzorku

stupeň neznělých úseků DUV [%]

počítá se jako poměr znělých a neznělých úseků

index intenzity amplitudového tremoru ATRI [%]

průměrný poměr amplitudy nejvýraznější nízkofrekvenční amplitudové modulační složky (amplitudový tremor) k celkové amplitudě analyzovaného signálu

Parametry objektivního posouzení hlasu

frekvenční kolísání *Jita*, *Jitt*, *RAP*, *PPQ*, *sPPQ*, *vF0*

Absolutní jitter vyjádřený v časové míře [μs]

$$Jita = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} |T_0^{(i)} - T_0^{(i+1)}|$$

Jitter vyjádřený v procentech [%]

$$Jitt = \frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} |T_0^{(i)} - T_0^{(i+1)}|}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_0^{(i)}} \cdot 100$$
$$RAP = \frac{\frac{1}{N-2} \left[\sum_{i=2}^{N-1} |T_0^{(i-1)} + T_0^{(i)} + T_0^{(i+1)}| / 3 - T_0^{(i)} \right]}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_0^{(i)}} \cdot 100$$

Relativní průměr odchylek délek period [%]

$$PPQ = \frac{\frac{1}{N-4} \sum_{i=1}^{N-4} \left| \frac{1}{5} \sum_{r=0}^4 T_0^{(i+r)} + T_0^{(i+2)} \right| / 5}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_0^{(i)}} \cdot 100$$

Kvocient odchylek délek period [%]

$$sPPQ = \frac{\frac{1}{N-sf+1} \sum_{i=1}^{N-sf+1} \left| \frac{1}{sf} \sum_{r=0}^{sf-1} T_0^{(i+r)} - T_0^{(i+m)} \right|}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_0^{(i)}} \cdot 100$$

Průměrovaný kvocient odchylek délek period [%]

$$vF0 = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N F_0^{(j)} - F_0^{(i)} \right)^2}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N F_0^{(i)}} \cdot 100$$

Koeficient variace základní frekvence [%]

Parametry objektivního posouzení hlasu

šumové parametry *NHR, VTI, SPI*

Poměr šumu k harmonickým [%]

*poměr energie neharmonických složek v pásmu 1500 až 4500 Hz
k harmonickým složkám v rozmezí 70 až 4500 Hz.*

Index turbulence hlasu [-]

*poměr energie neharmonických složek v pásmu 2800 až 5800 Hz
k harmonickým složkám v rozmezí 70 až 4500 Hz.*

Index měkké fonace [-]

*relativní poměr energie neharmonických složek v pásmu 70 až 1600 Hz
k energii ve frekvencích 1600 až 4500 Hz.*

Parametry objektivního posouzení hlasu

amplitudové kolísání *ShdB*, *Shim*, *APQ*, *sAPQ*, *vAm*

Shimmer [dB]

$$ShdB = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \left| 20 \log(A_0^{(i+1)} / A_0^{(i)}) \right|$$

Shimmer v procentech [%]

$$Shim = \frac{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \left| A_0^{(i+1)} - A_0^{(i)} \right|}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_0^{(i)}}$$

Kvocient amplitudových odchylek [%]

$$APQ = \frac{\frac{1}{N-11} \sum_{i=6}^{N-6} \left| A_i - (A_{i-5} + \dots + A_{i+5})/11 \right|}{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} A_i}$$

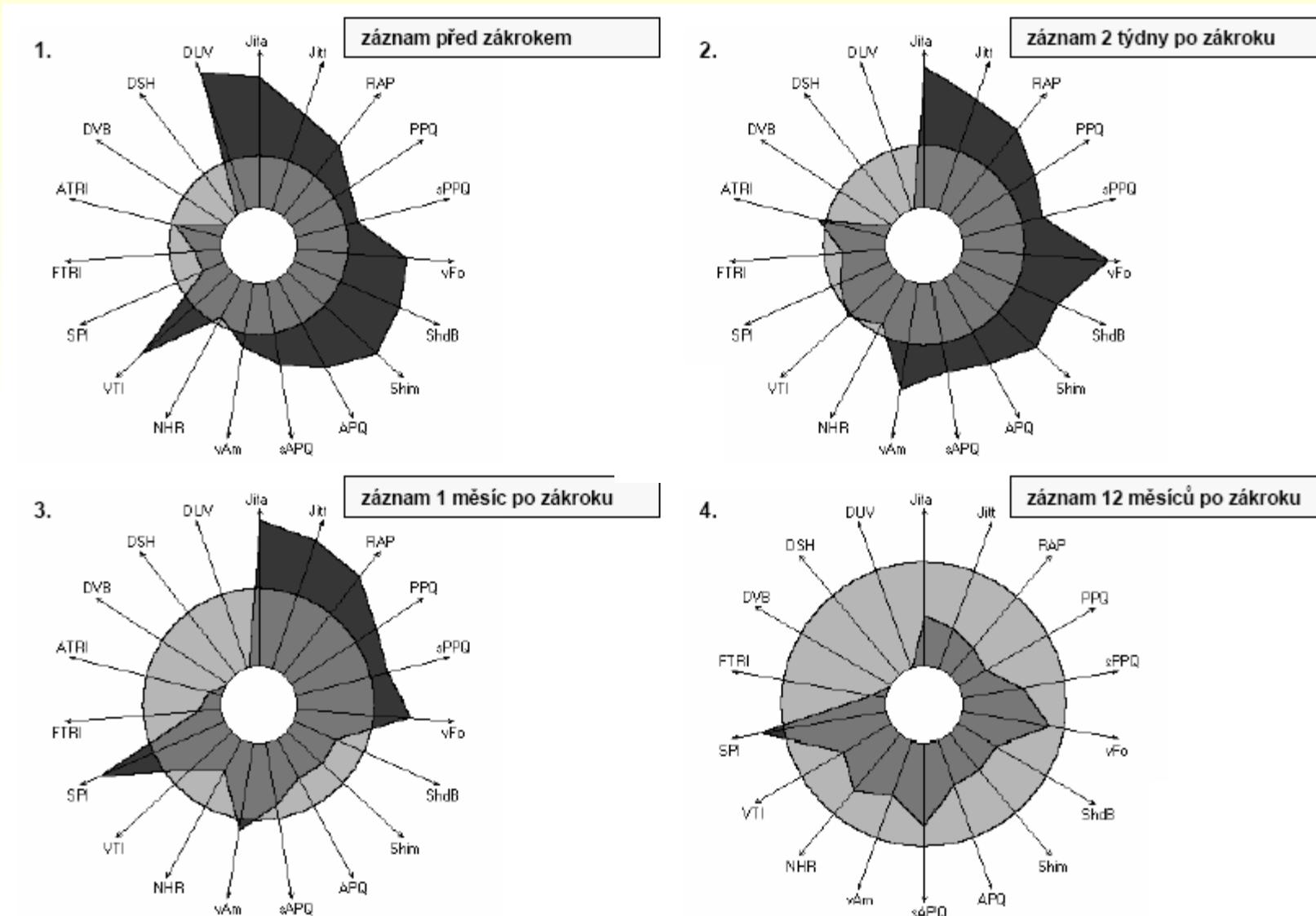
Kvocient zprůměrovaných amplitudových odchylek [%]

$$sAPQ = \frac{\frac{1}{N-sf+1} \sum_{i=1}^{N-sf+1} \left| \frac{1}{sf} \sum_{r=0}^{sf-1} A^{(i+r)} - A^{(i+m)} \right|}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} A^{(i)}}$$

Variabilita vrcholů amplitud [%]

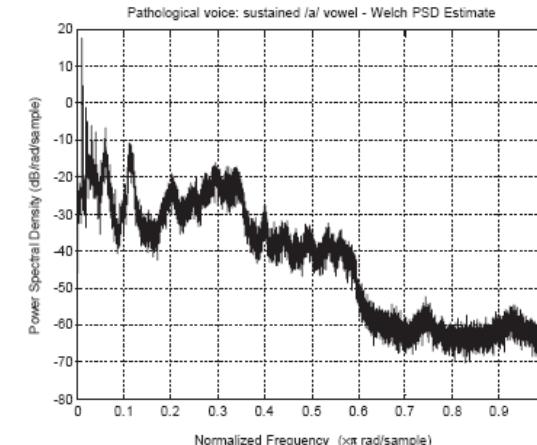
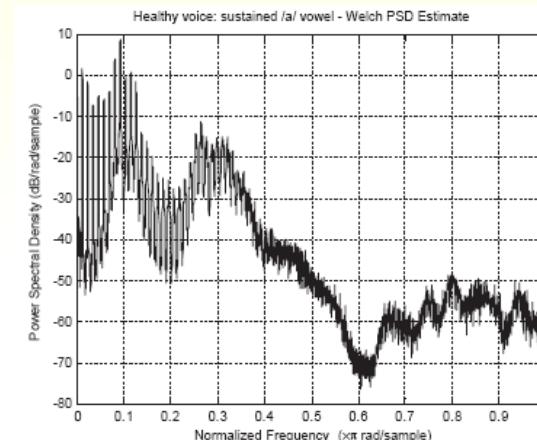
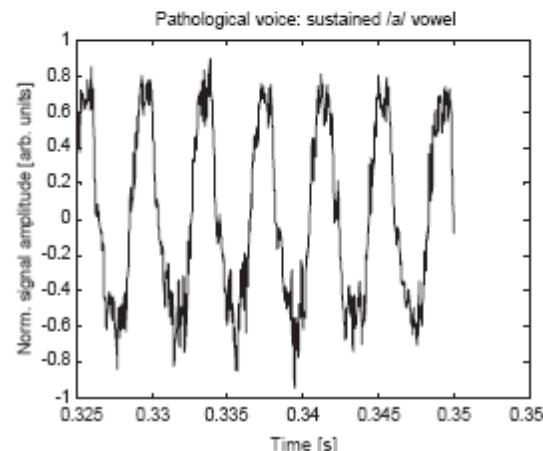
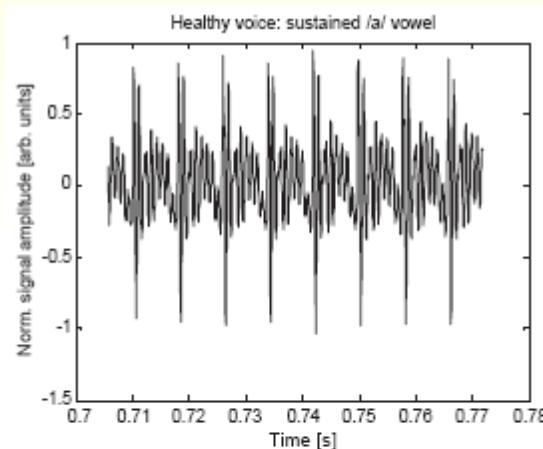
$$vFo = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N A_0^{(j)} - A^{(i)} \right)^2}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A^{(i)}}$$

Metody objektivního posouzení hlasu



Poruchy hlasu

- Patologické hlasy
 - vyšší obsah šumu ve spektru



Normální hlas

Jitter:

Jitter (local): 0.617%

Jitter (ppq5): 0.386%

Shimmer:

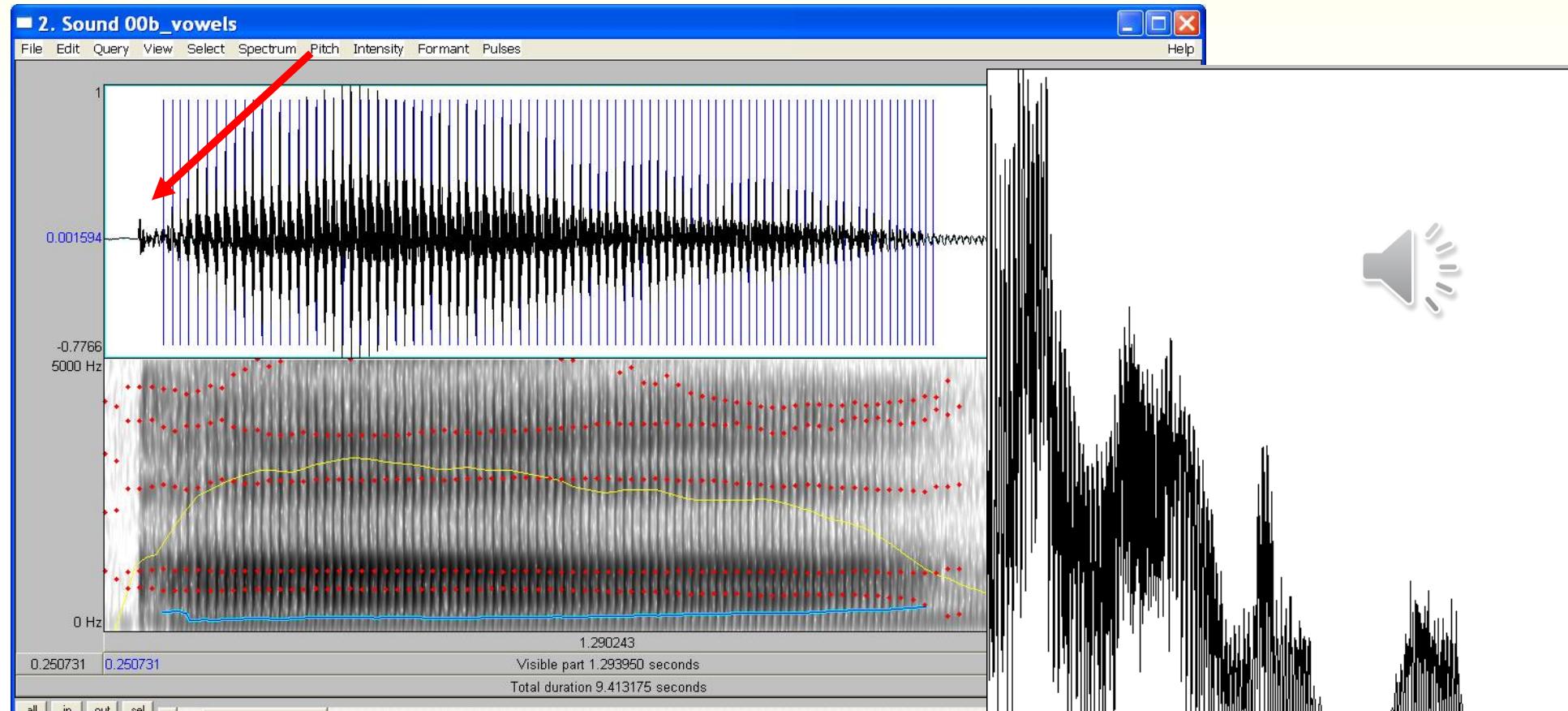
Shimmer (local): 4.242%

Shimmer (apq5): 1.331%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.972432

Mean harmonics-to-noise ratio: 17.108 dB



Normální hlas

Jitter:

Jitter (local): 0.533%

Jitter (ppq5): 0.316%

Shimmer:

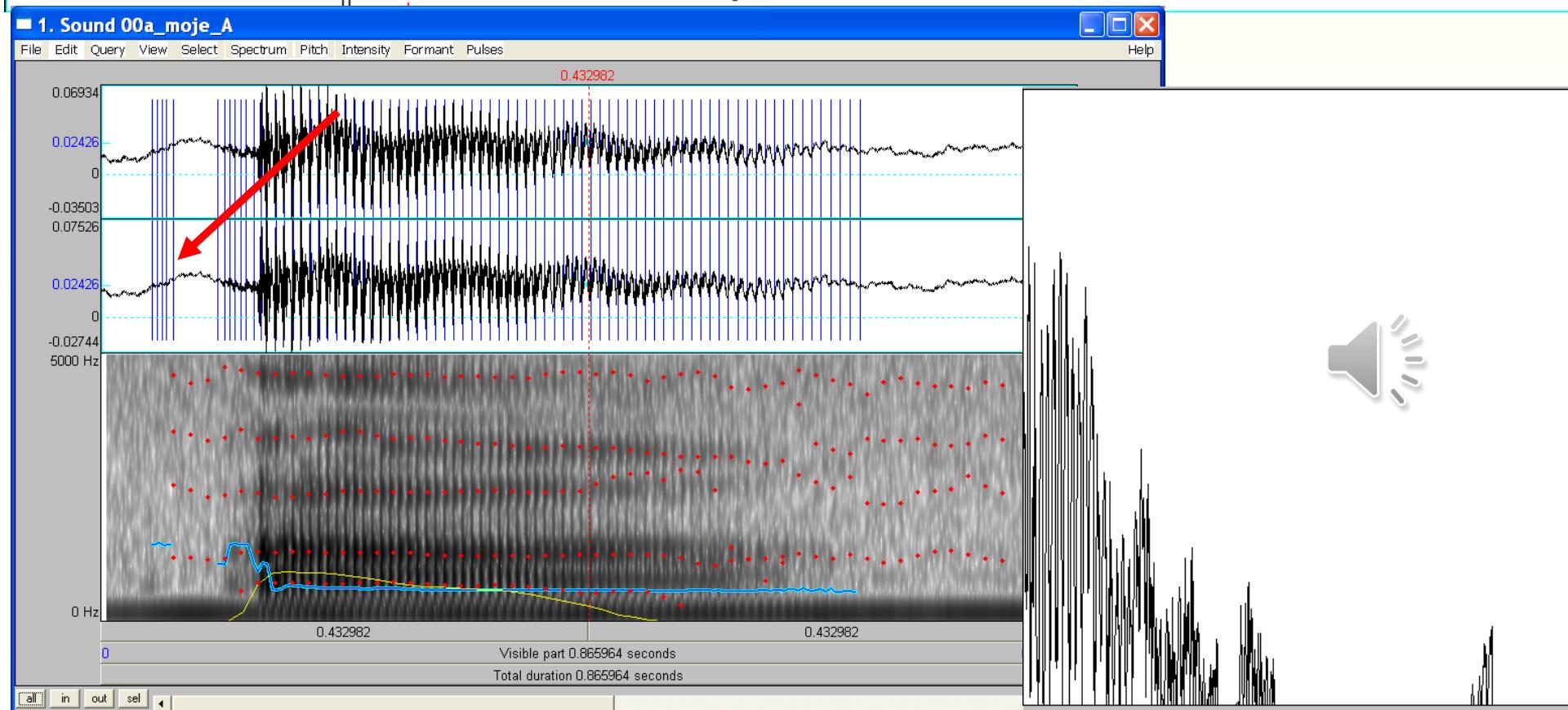
Shimmer (local): 3.418%

Shimmer (apq5): 2.261%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.924519

Mean harmonics-to-noise ratio: 14.144 dB



Akutní laryngitída

Jitter:

Jitter (local): 1.281%

Jitter (ppq5): 0.982%

Shimmer:

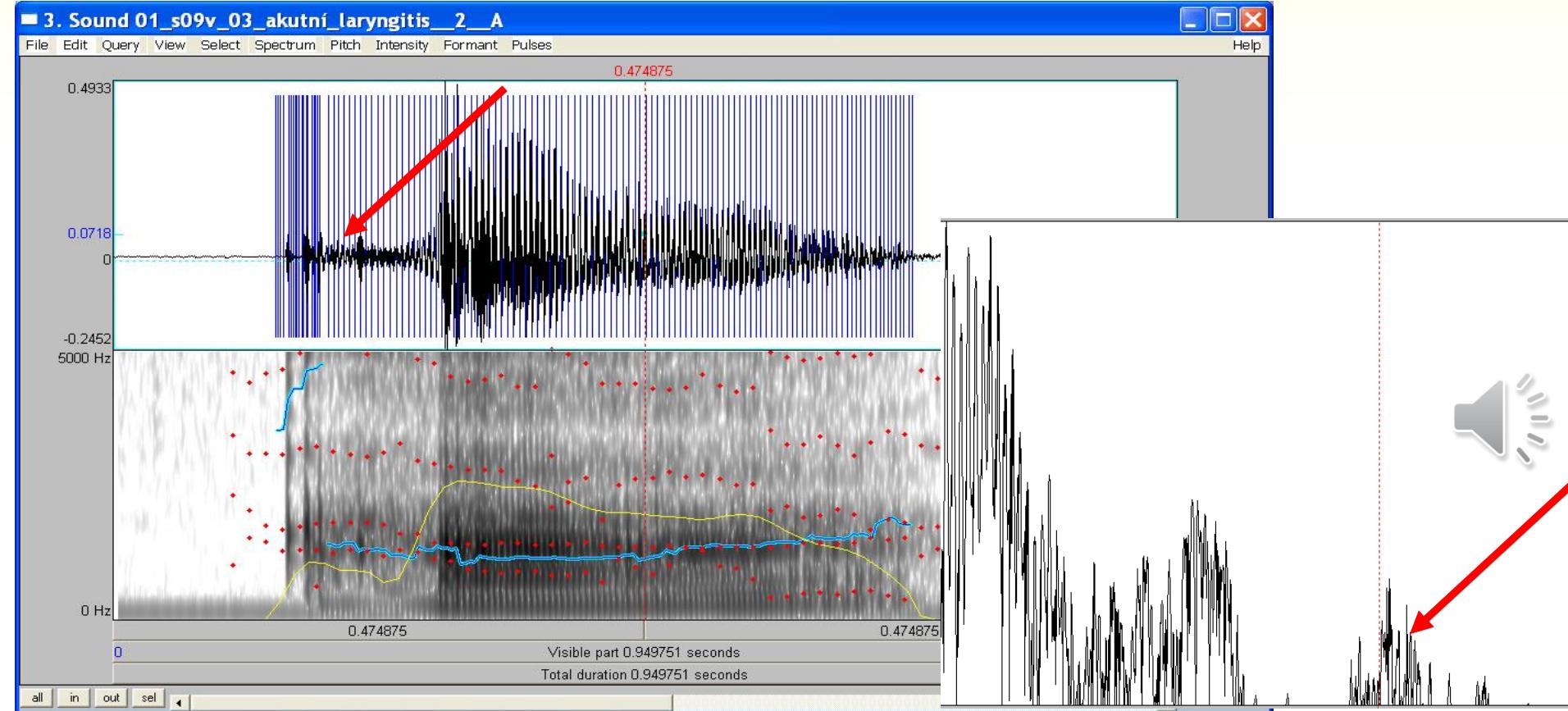
Shimmer (local): 7.388%

Shimmer (apo5): 3.286%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.867902

Mean harmonics-to-noise ratio: 10.058 dB



Chronická laryngitída

Jitter:

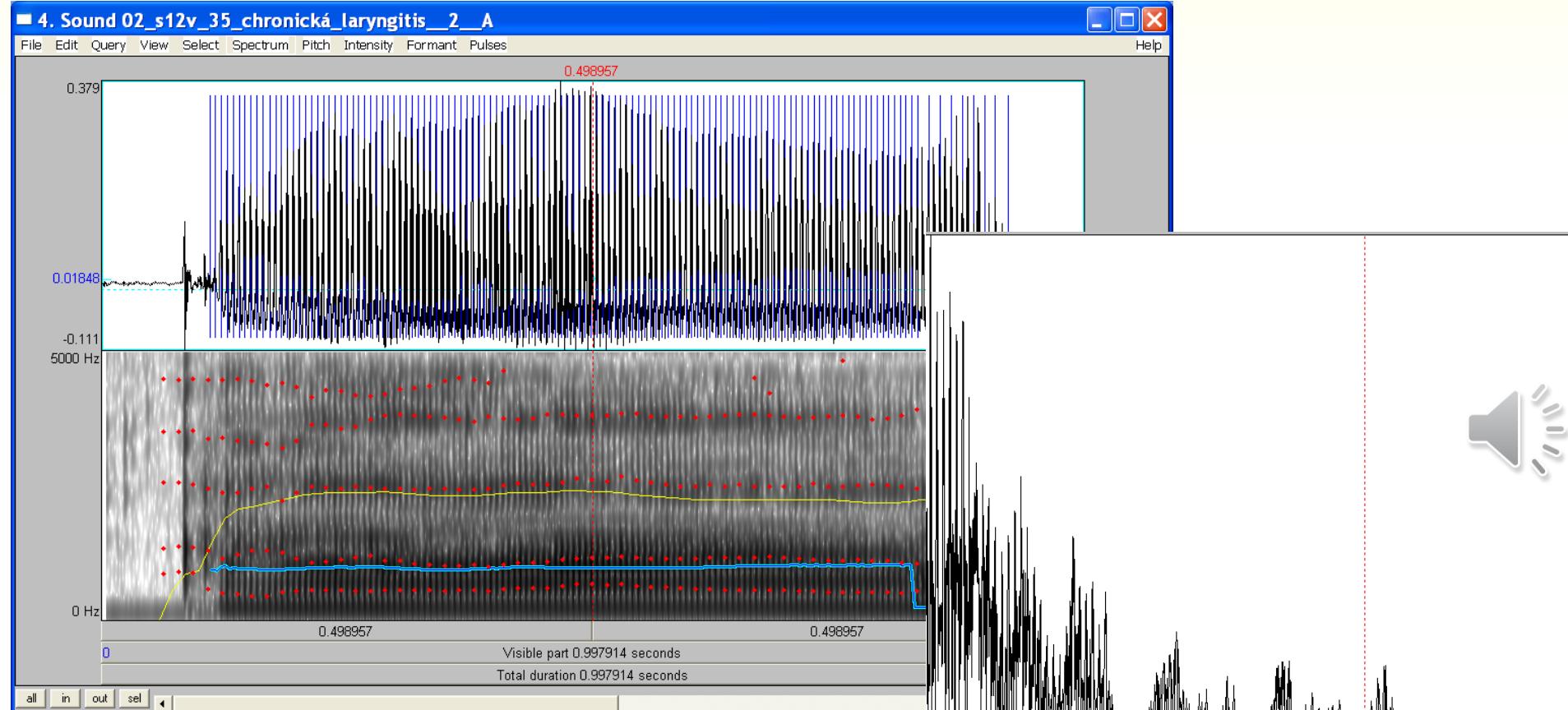
Jitter (local): 0.451%
Jitter (ppq5): 0.254%

Shimmer:

Shimmer (local): 2.135%
Shimmer (apq5): 1.325%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.992624
Mean harmonics-to-noise ratio: 21.547 dB



Jitter:

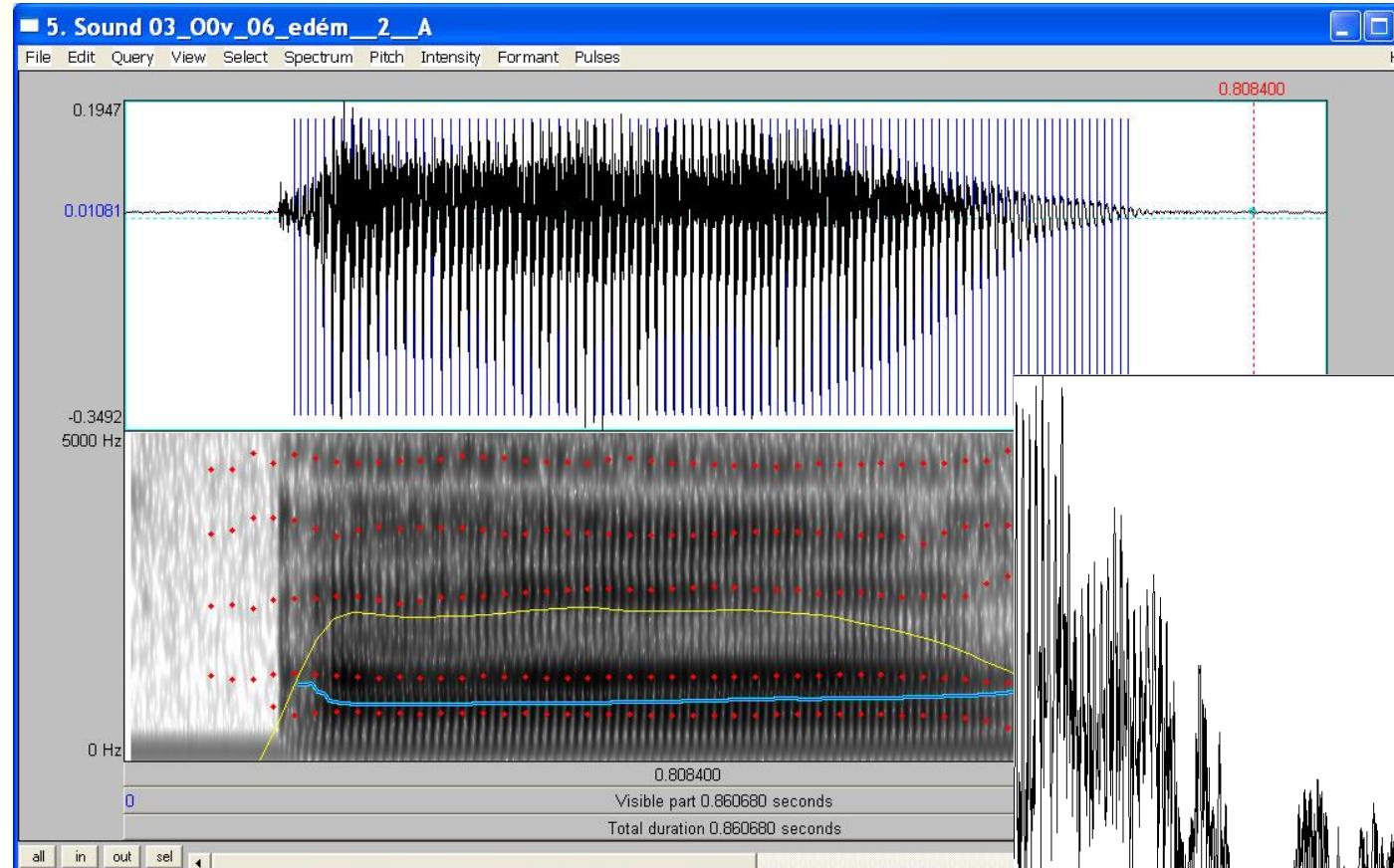
Jitter (local): 0.224%
Jitter (ppq5): 0.128%

Shimmer:

Shimmer (local): 2.848%
Shimmer (apq5): 1.834%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.988356
Mean harmonics-to-noise ratio: 19.693 dB



Reinkeho edém

Jitter:

Jitter (local): 0.702%

Jitter (ppq5): 0.470%

Shimmer:

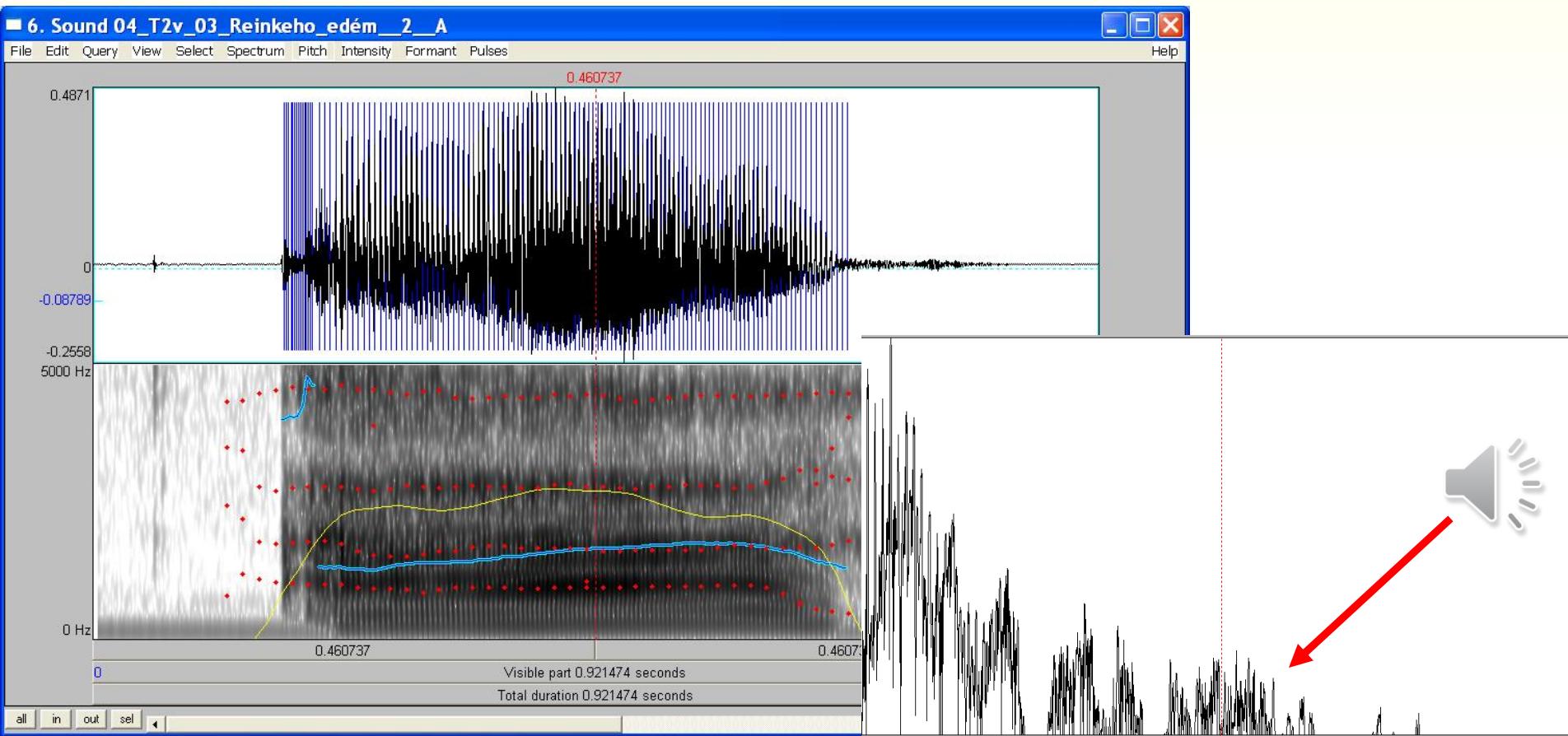
Shimmer (local): 10.158%

Shimmer (apq5): 5.419%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.960123

Mean harmonics-to-noise ratio: 13.993 dB



Papilomatosis před operací afonie

Jitter:

Jitter (local): 10.975%

Jitter (ppq5): 6.398%

Shimmer:

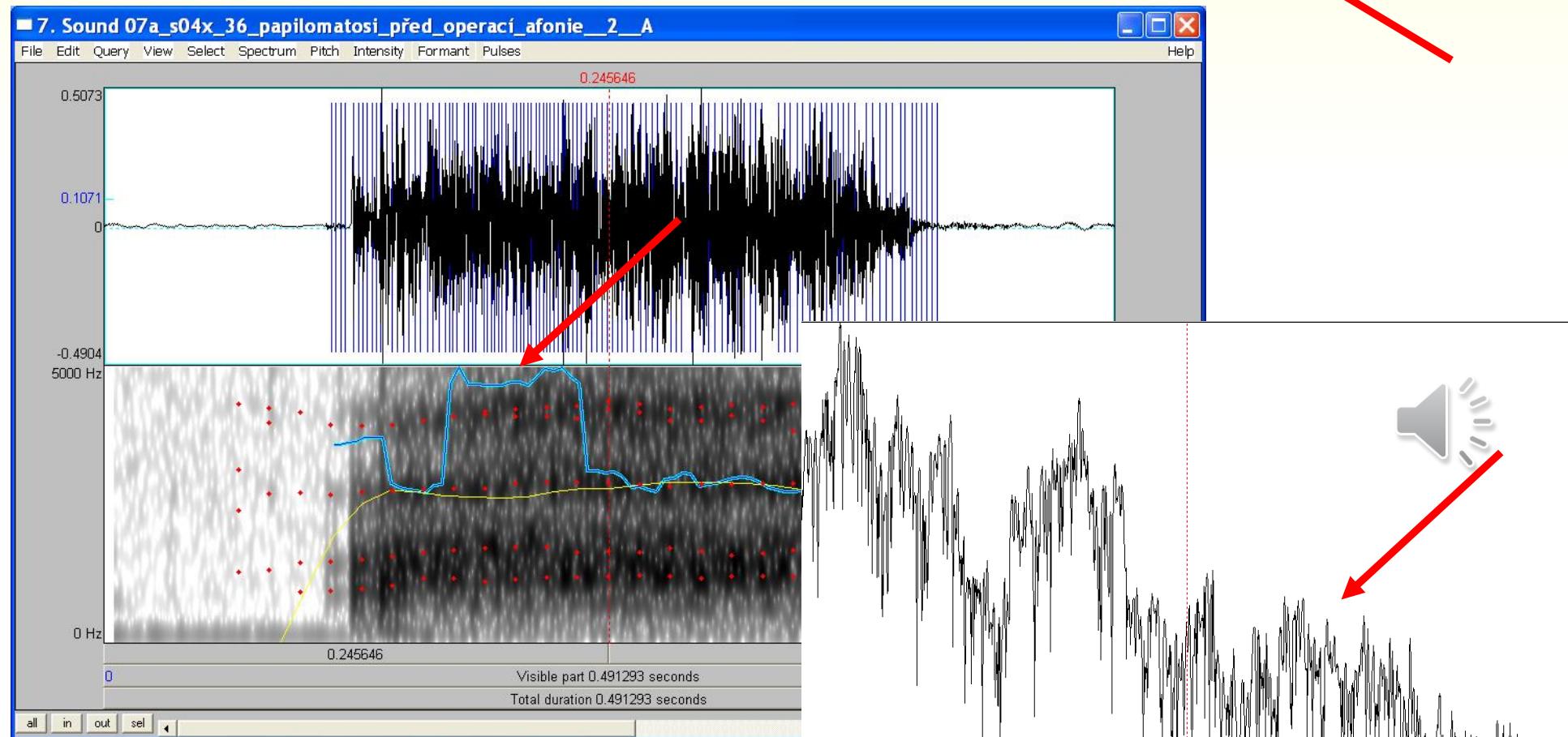
Shimmer (local): 24.315%

Shimmer (apq5): 13.273%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.259662

Mean harmonics-to-noise ratio: -4.675 dB



Papilomatosis po excirpacích

Jitter:

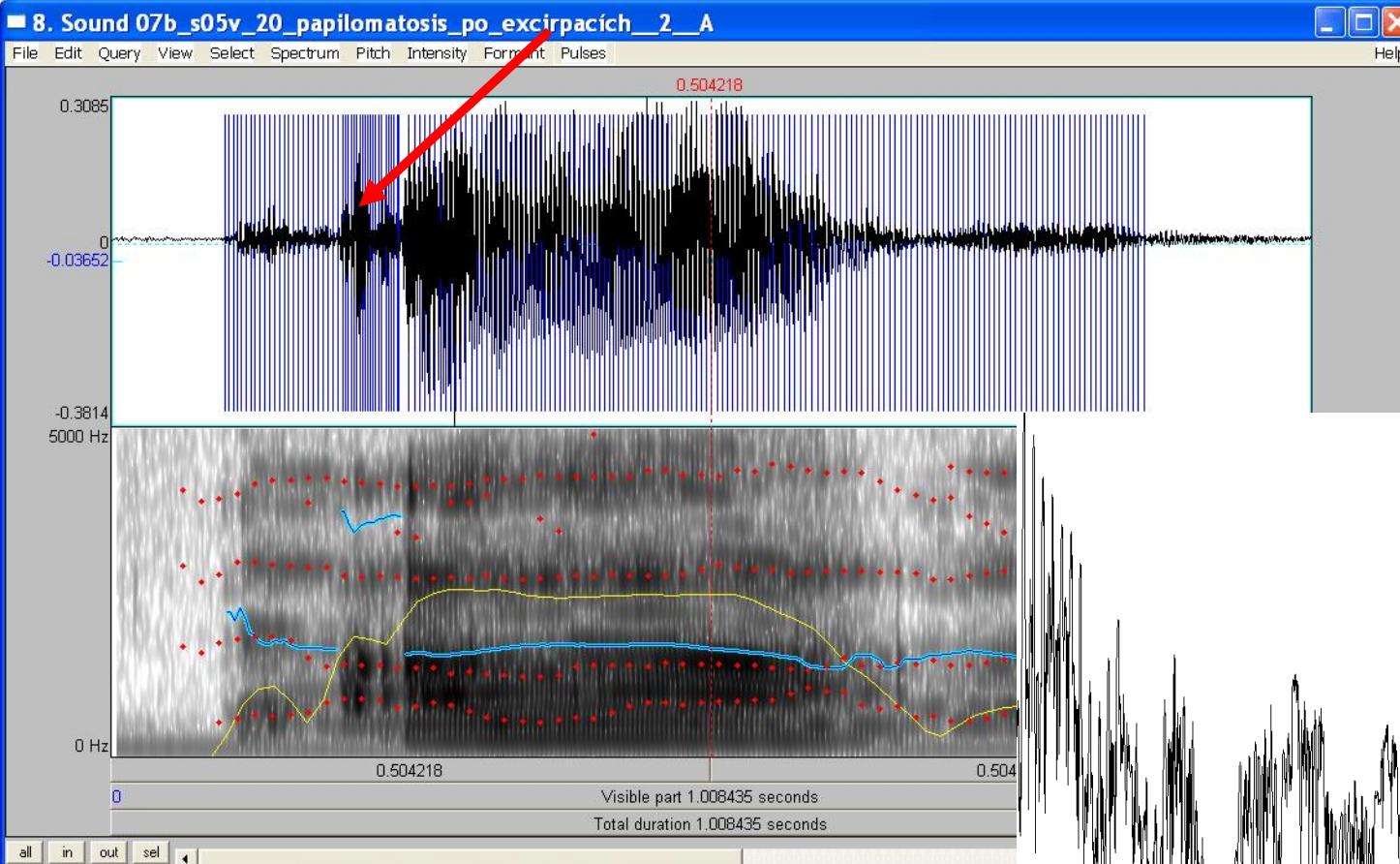
- Jitter (local): 0.777%
- Jitter (ppq5): 0.505%

Shimmer:

- Shimmer (local): 10.232%
- Shimmer (apq5): 6.741%

Harmonicity of the voiced parts only:

- Mean autocorrelation: 0.970023
- Mean harmonics-to-noise ratio: 15.426 dB



Jitter:

Jitter (local): 0.524%

Jitter (ppq5): 0.329%

Shimmer:

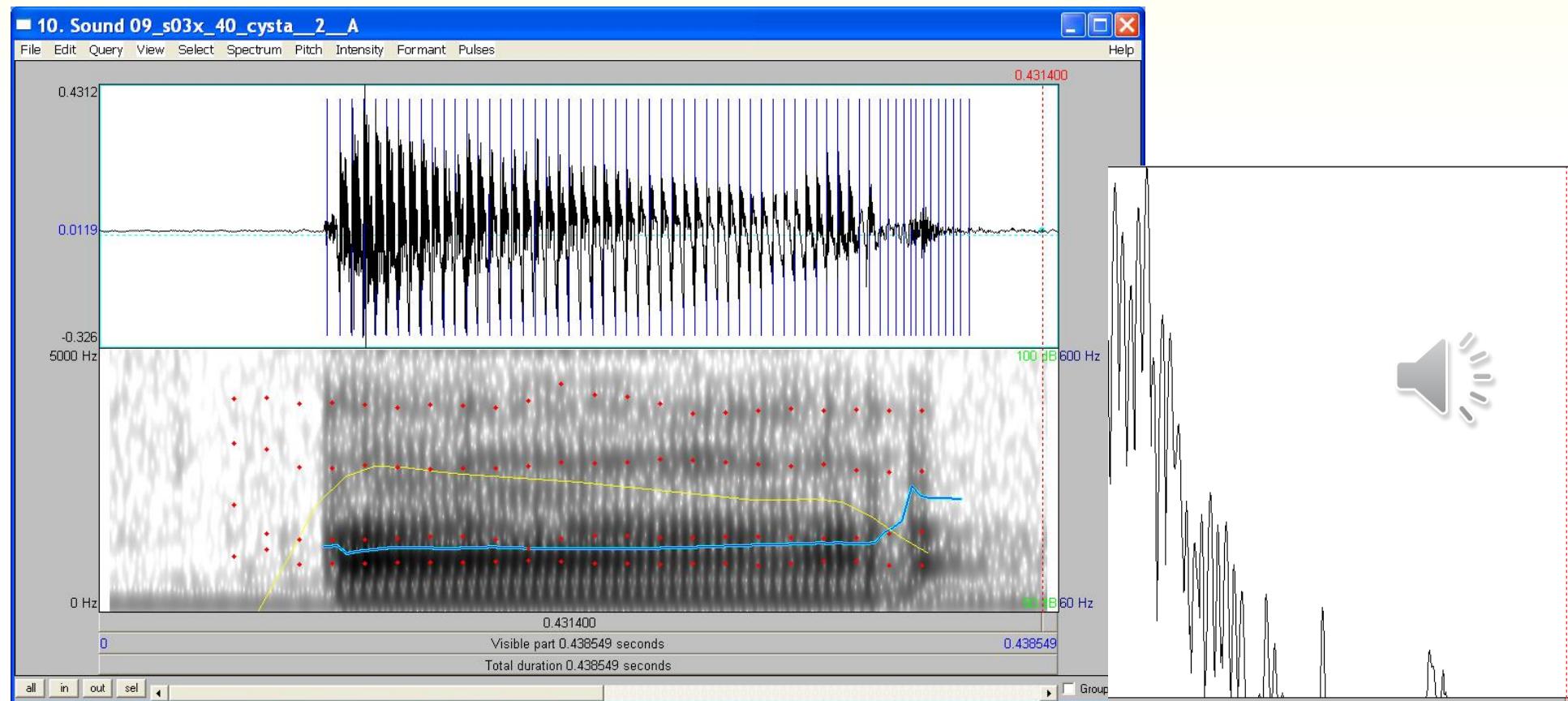
Shimmer (local): 3.382%

Shimmer (apq5): 2.555%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.979634

Mean harmonics-to-noise ratio: 18.208 dB



Polyp hlasivky

Jitter:

Jitter (local): 0.886%

Jitter (ppq5): 0.493%

Shimmer:

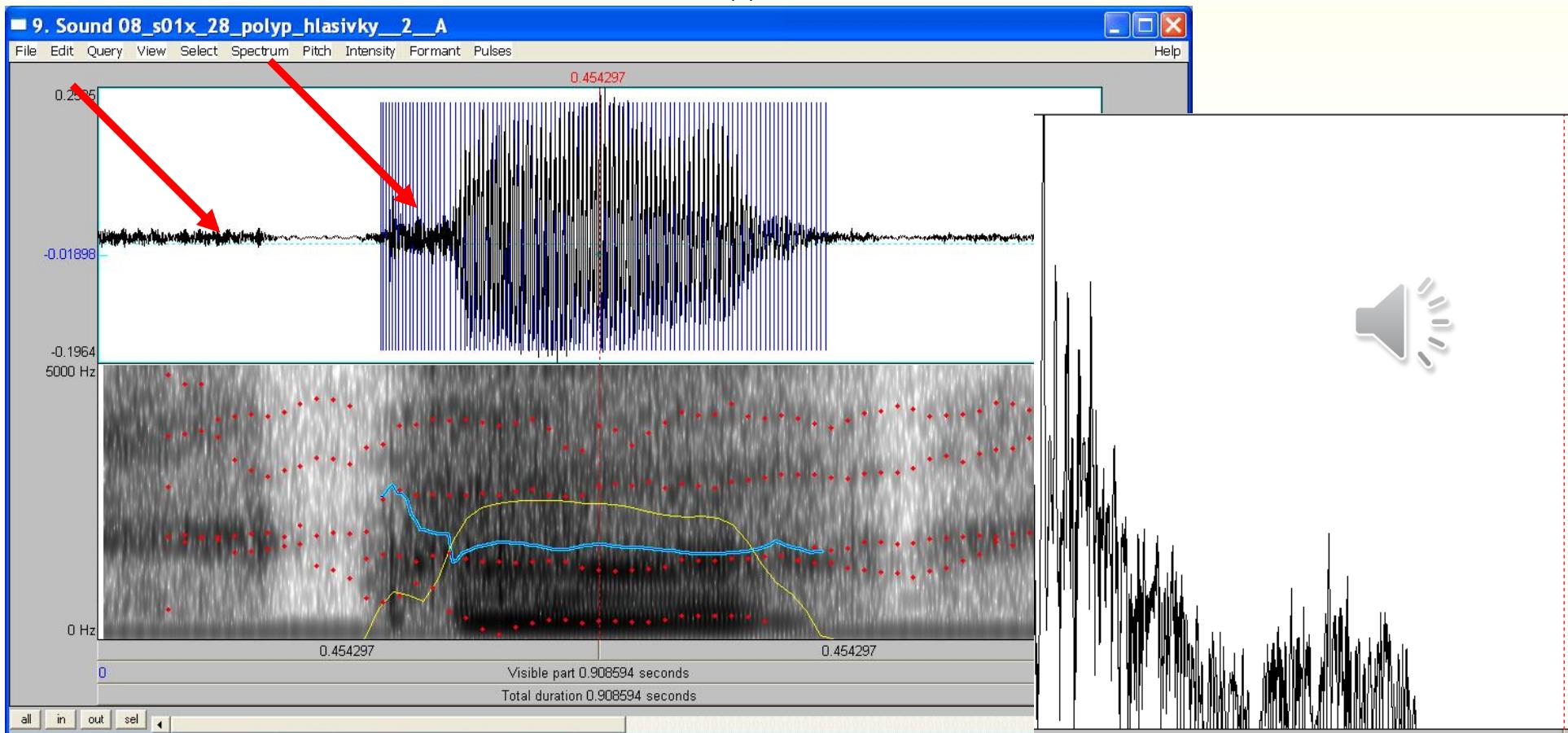
Shimmer (local): 4.594%

Shimmer (apq5): 2.494%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.979438

Mean harmonics-to-noise ratio: 17.137 dB



Traumatické změny

Jitter:

Jitter (local): 3.653%

Jitter (ppq5): 2.234%

Shimmer:

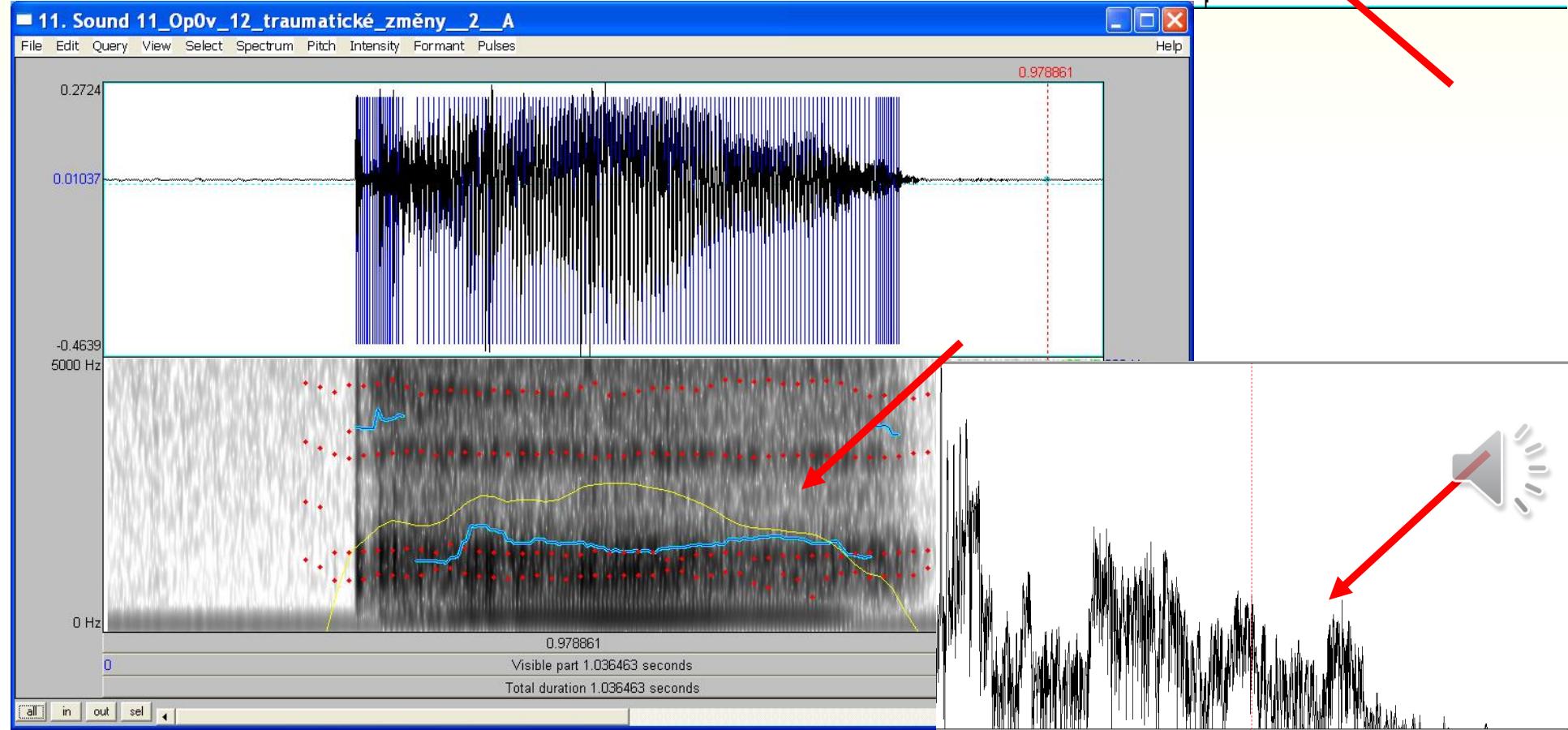
Shimmer (local): 14.992%

Shimmer (apq5): 8.530%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.791287

Mean harmonics-to-noise ratio: 6.107 dB



Porucha inervace

Jitter:

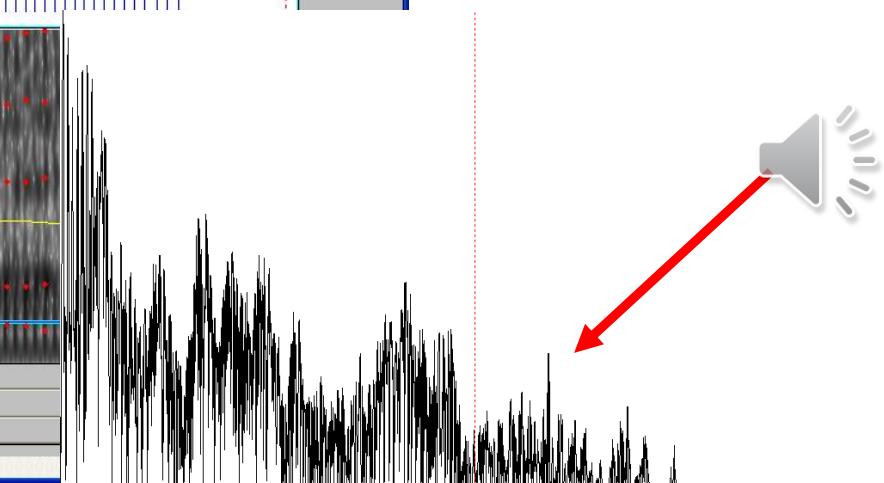
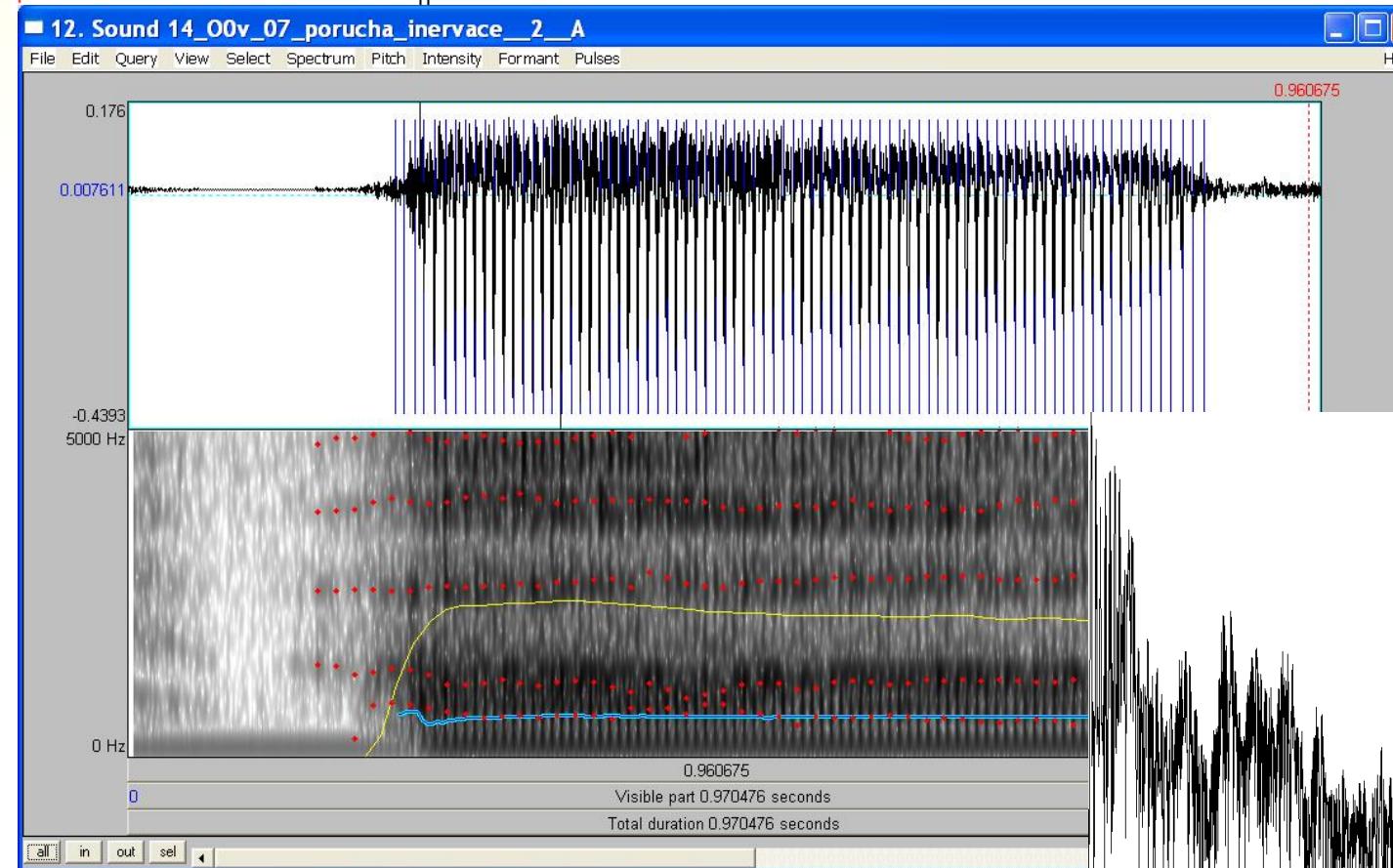
Jitter (local): 0.506%
Jitter (ppq5): 0.340%

Shimmer:

Shimmer (local): 6.533%
Shimmer (apq5): 4.051%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.930494
Mean harmonics-to-noise ratio: 11.556 dB



Spastická dysfonie

Jitter:

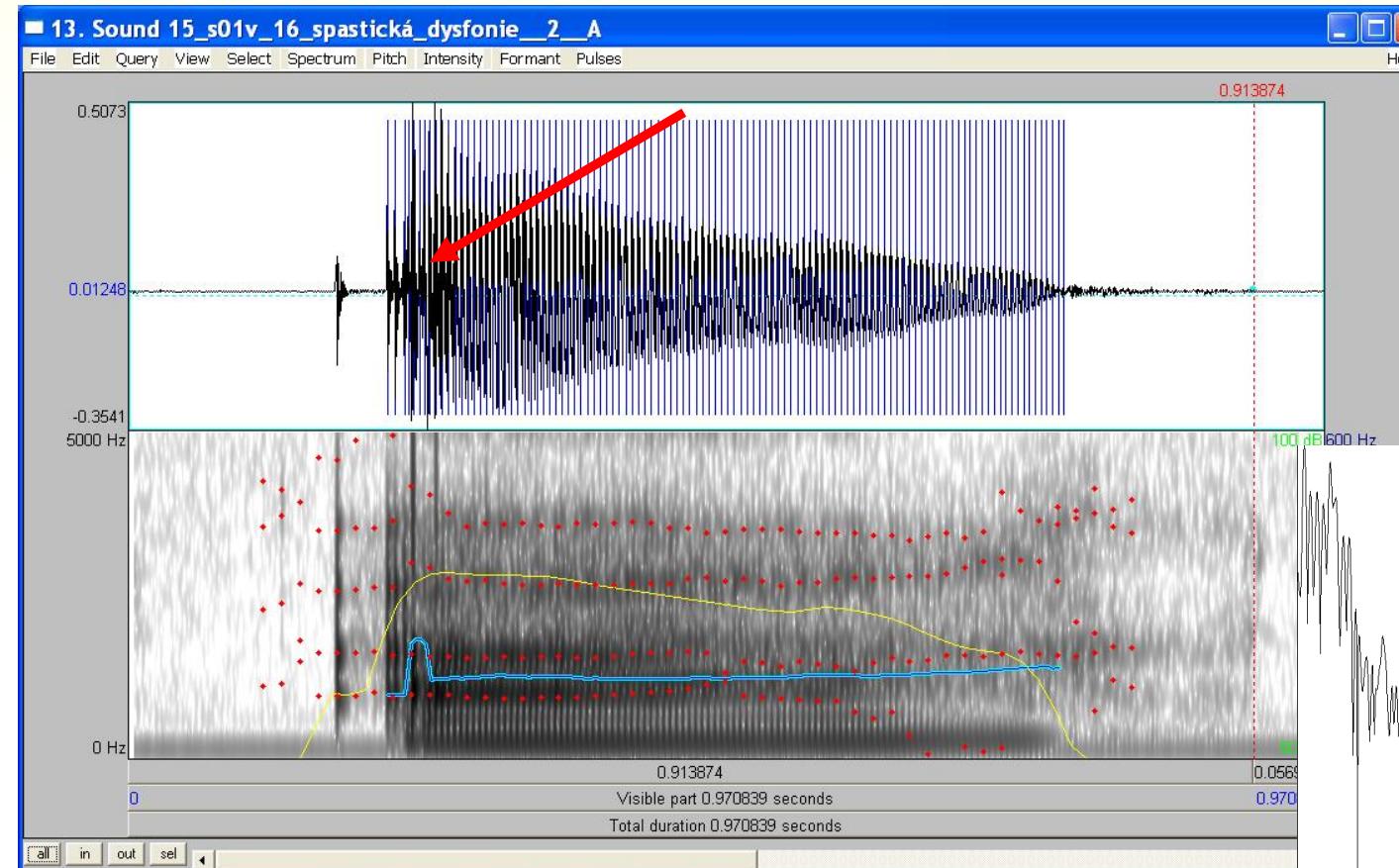
Jitter (local): 0.584%
Jitter (ppq5): 0.357%

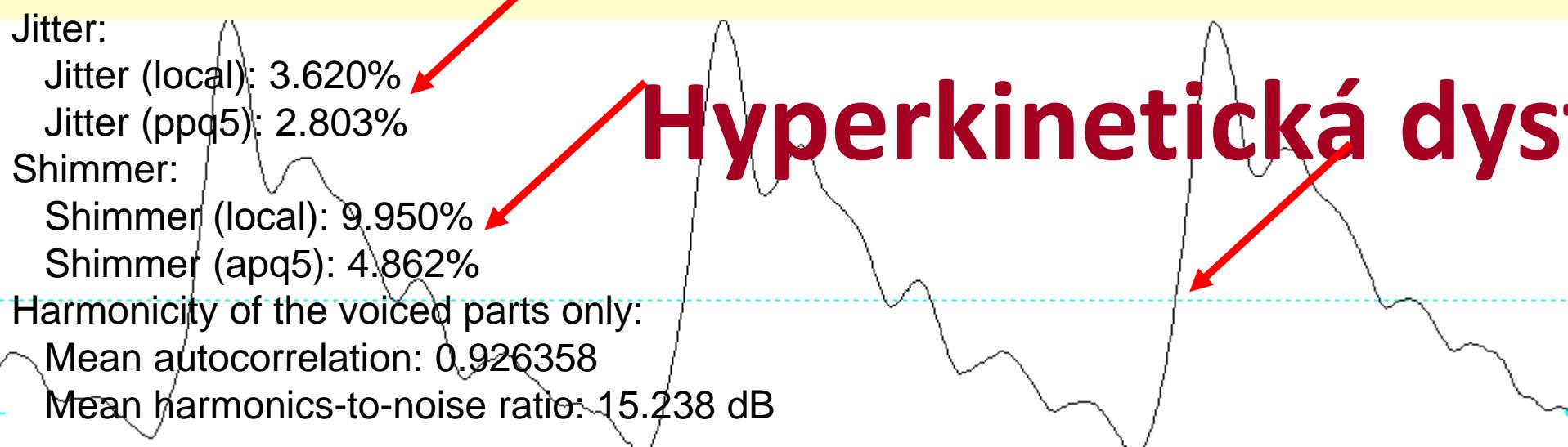
Shimmer:

Shimmer (local): 3.710%
Shimmer (apq5): 1.921%

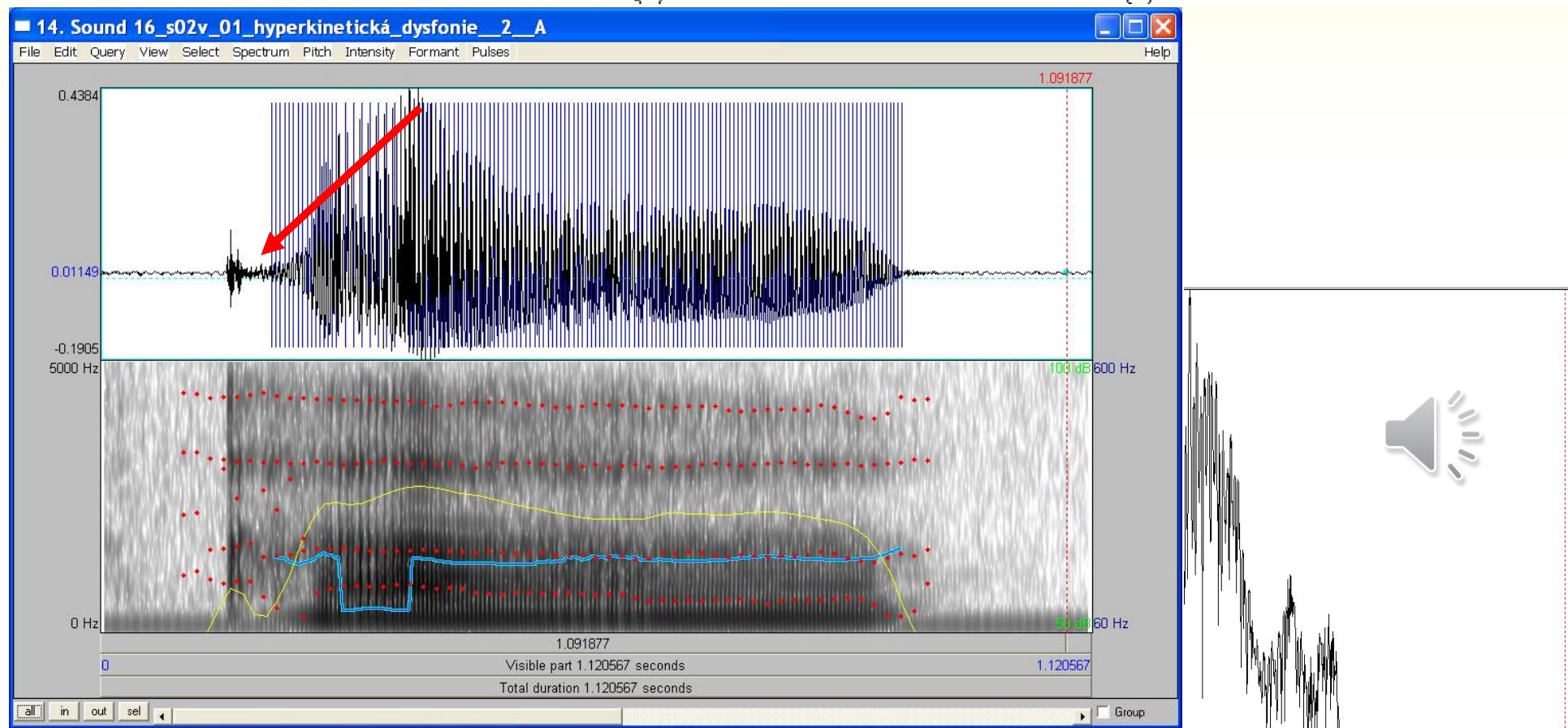
Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.988341
Mean harmonics-to-noise ratio: 19.431 dB





Hyperkinetická dysfonie



Psychogenní dysfonie

Jitter:

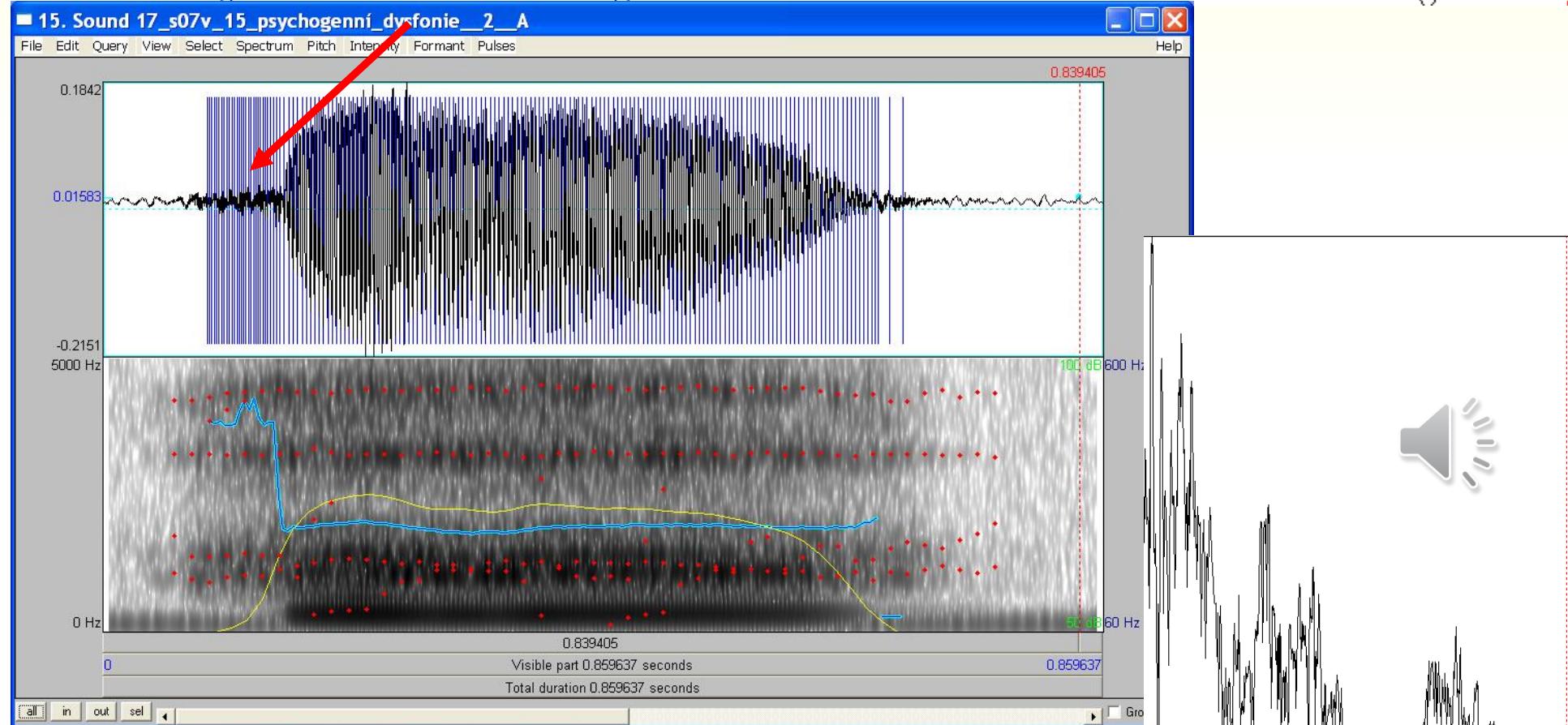
Jitter (local): 1.475%
Jitter (ppq5): 0.960%

Shimmer:

Shimmer (local): 7.161%
Shimmer (apq5): 4.859%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.950643
Mean harmonics-to-noise ratio: 13.010 dB



Psychogenní afonie

Jitter:

Jitter (local): 9.208%

Jitter (ppq5): 6.004%

Shimmer:

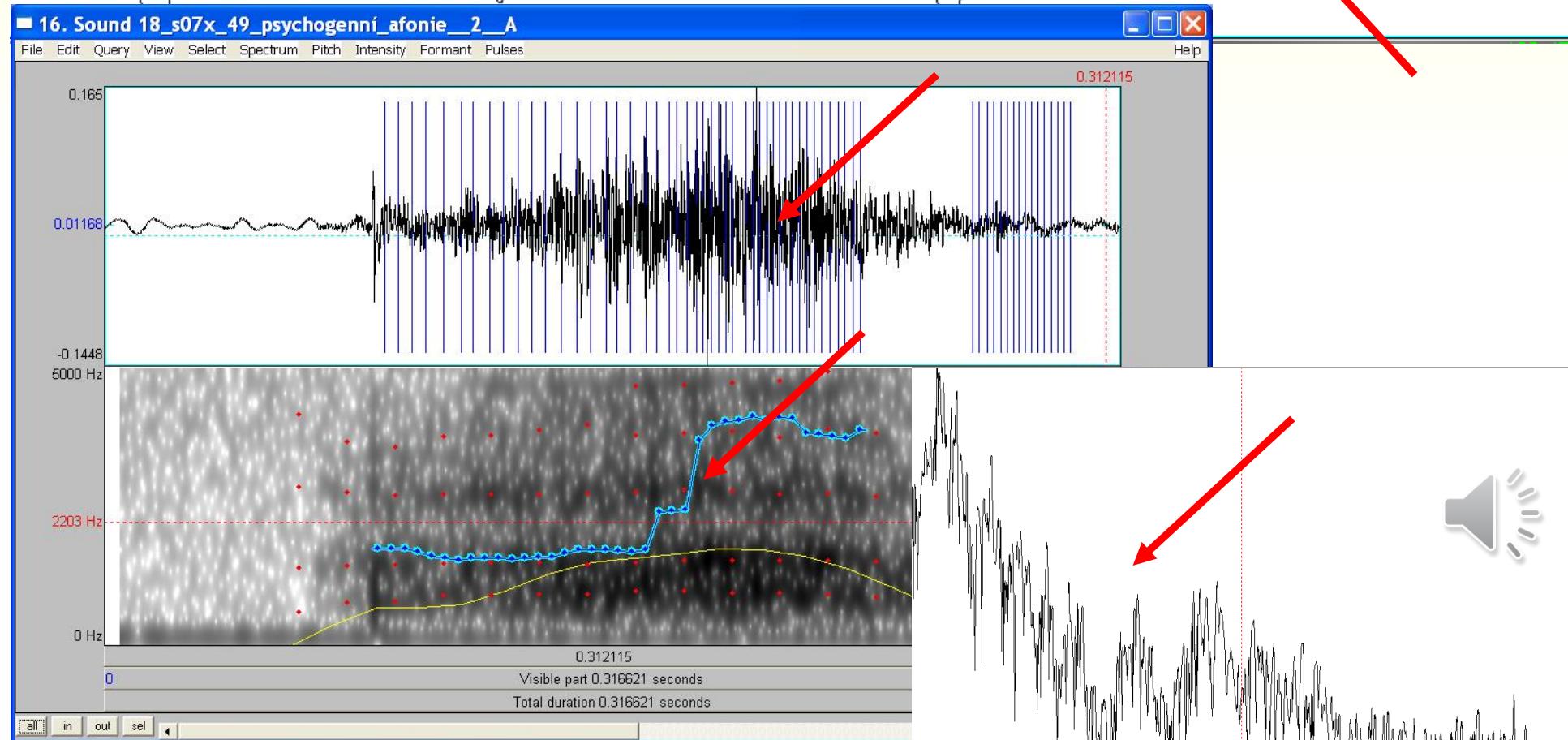
Shimmer (local): 25.455%

Shimmer (apq5): 15.008%

Harmonicity of the voiced parts only:

Mean autocorrelation: 0.307629

Mean harmonics-to-noise ratio: -3.626 dB



Poruchy řeči

Porozumění řeči – Wernickeovo centrum

Tvorba řeči – Brocovo centrum

Prováděcí řečová motorika
poruchy fonace – dysfonie a afonie
poruchy artikulace – dvsartrie

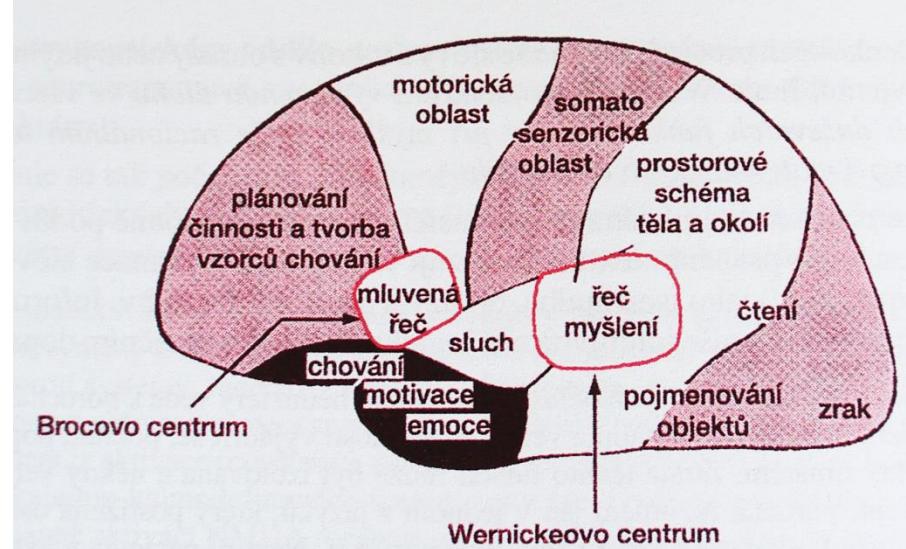


Schéma korových oblastí

Poruchy řeči

jsou důsledkem onemocnění nervové soustavy, která brání kontrole například nad jazykem, hrdlem, rty či plícemi

- **Dysfázie – vývojové (vrozené) poruchy řeči** následek poruchy centrálního zpracování řečového signálu, vždy je příznakem opožděný vývoj řeči
- **Afázie - získané poruchy řeči v důsledku poruchy mozku** (cévní mozkové příhody, úrazy a poranění mozku, nádory, encefalitida, Alzheimerova nemoc, intoxikace (oxid uhelnatý, drogy, alkohol))
- **Dysartrie – poruchy motorické produkce zvuků na nesymbolické úrovni** (poruchy fonace a artikulace (mluva), cévní mozkové příhody, úrazy hlavy, stavy po operacích v oblasti mozkového kmene)

Poruchy řeči

Brocova afázie

Ischem.příhoda, 31 let



Brocova afázie

Ischem. příhoda, 52 let



Wernickeova afázie

Ischem.cévní mozková příhoda 51 let



Amúzie

Ischem.cévní mozková příhoda, 63 let



Poruchy řeči

Dysartrie 56 let

Parkinsonova nemoc od 44 let



Dysartrie 71 let, ložisková ischémie mozku

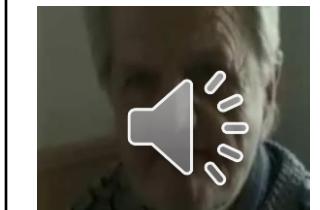


Dysartrie RS 43 let



Dysfónie

Ischem.cévní mozková příhoda 70 let



Subjektivní hodnocení dysartrie

Dysartrický 3F test (45 úkolů 0-1-2)

- F1 Faciokineze
 1. rty
 2. čelist
 3. jazyk
- F2 Fonorespirace
 4. respirace
 5. respirace při fonaci
 6. fonace
- F3 Fonetika
 7. artikulace
 8. prozodie
 9. srozumitelnost

DYSARTICKÝ PROFIL TEST 3F		Nynější onemocnění		
Stav před nynějším onemocněním Stav kognitivních, jazykových, řečových funkcí Sluch + - Zrak brýle na čtení		Poznámky		
Jméno pacienta		Orientační předtestové vyšetření		
Afázie ano ne		orální nebo verbální apraxie ano ne		jiná porucha řeči ano ne
Rodné číslo	Vyšetřil	chrup: neúplný úplný	jazyková fascikulace, fibrilace: ano ne	jazyková atrofie: ano ne
Datum vzniku poruchy	Datum vyšetření I. a II. vyšetření:	jazyk plazí: neplazí vůbec, uchyluje ke straně, ve středu	tvář symetrická v klidu: ano ne	tvář symetrická v pohybu: ano ne
Dysartický index I. a II. vyšetření: 0-17 velmi těžká dysartrie - anartrie 17-35 těžká dysartrie 36-56 středně těžká dysartrie 57-73 lehká dysartrie 74-85 velmi lehká dysartrie 85-90 bez poruchy		přijímá plně jídlo jakékoli konzistence orálně: ano ne kontrakce vela při opakování prodloužené fonaci hlásky (a): vydatné, snížené, jednostranné, nejsou	obtíže při příjmu tekutin: často občas ne dávivý reflex: nevýbavný snížený zvýšený, přiměřený	obtíže při příjmu tuhé stravy: často občas ne
FACIOKINEZE (maximum 30)		FONORESPIRACE (maximum 30)		FONETIKA (maximum 30)
1. Rty (maximum 10)		4. Respirace (maximum 10)		7. Artikulace (maximum 10)
1.1 Protruze a retrakce rtů mezi zuby		4.1 Klidová prodloužená expirace		7.1 Přesnost opakování samohlásek
1.2 Pevnost sevření rtů v klidu		4.2 Síla výdechového proudu		7.2 Přesnost opakování souhlásek
1.3 Pevnost retinového uzávěru při nafojených tvářích		4.3 Výdrž exspirace při syčení (sss...)		7.3 Přesnost artikulace při čtení TEXT
1.4 Zaostření koutků do úsměvu		4.4 Opakování sérií (ss-ss-ss...)		7.4 Diadochokineze s fonací (p-t-k) (o-e)
1.5 Diadochokineze bez fonace		4.5 Plynulé zesilování a zeslabování sykotu		7.5 Spontánní řeč
2. Čelist (maximum 10)		5. Respirace při fonaci (maximum 10)		8. Prozodie (maximum 10)
2.1 Otevření a zavření úst (volné)		5.1 Výdrž exspirace při prodloužené fonaci hlásky m		8.1 Udržení rytmu v rytmickém celku TEXT
2.2 Otevření a zavření úst proti odporu		5.2 Výdrž exspirace při prodloužené fonaci hlásky iiii		8.2 Základní větné intonace TEXT
2.3 Posouvání mandibuly doprava – doleva		5.3 Synchronizovanost respirace s fonací fffiiii		8.3 Přemisťování kontrastního důrazu TEXT
2.4 Kroužení mandibulou do stran		5.4 Délka výdechové mluvní fráze		8.4 Intonační variabilita TEXT
2.5 Kontrakce žvýkacích svalů		5.5 Mluvní respirace		8.5 Komplexní prozodické faktory
3. Jazyk (maximum 10)		6. Fonace (maximum 10)		9. Srozumitelnost (maximum 10)
3.1 Vysunutí jazyka z úst a zasunutí		6.1 Kvalita hlasu		9.1 Srozumitelnost předříkávaných slov TEXT
3.2 Zvednutí špičky jazyka vzhůru a spuštění zpět		6.2 Rezonance		9.2 Srozumitelnost předříkávaných vět TEXT
3.3 Vysunutí, obrácení špičky jazyka před ústy vzhůru		6.3 Přiměřená a ovládaná hlasitost		9.3 Srozumitelnost četby slov TEXT
3.4. Přesunutí jazyka z koutku do koutku		6.4 Přiměřená a ovládaná výška		9.4 Srozumitelnost četby textu TEXT
3.5 Kruhovité olíznutí horního a spodního rtu		6.5 Hlasový rozsah		9.5 Srozumitelnost spontánní mluvy

Objektivní hodnocení dysartrie

Fonace

- **vibrace hlasivek tvořící zvuk
samohlásky s prodlouženou fonací**

Prosodie

- **změny v hlasitosti, pitch periodě
a časování při tvorbě řeči
čtení textu, monolog, emoce, rytmický text**

Artikulace

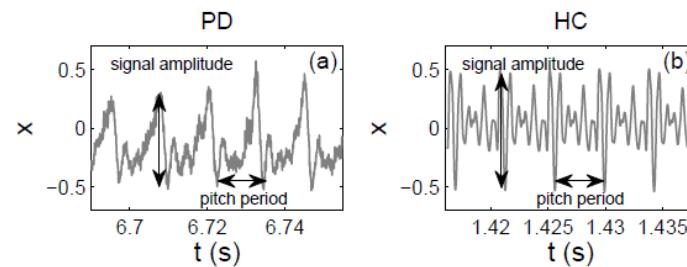
- **modifikace pozice a tvaru řečových orgánů
při tvorbě zvuku
pataka, samohlásky**

Objektivní hodnocení dysartrie

Fonace – akustické charakteristiky

- vibrace hlasivek tvořící zvuk
samohlásky s prodlouženou fonací

Jitter, Shimmer, HNR, NHR



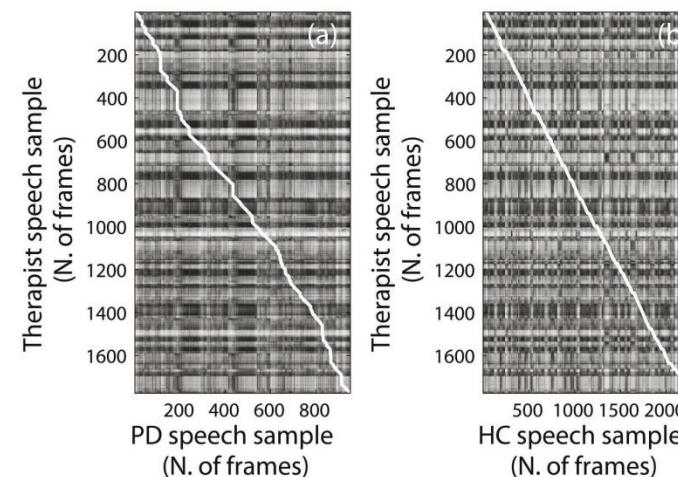
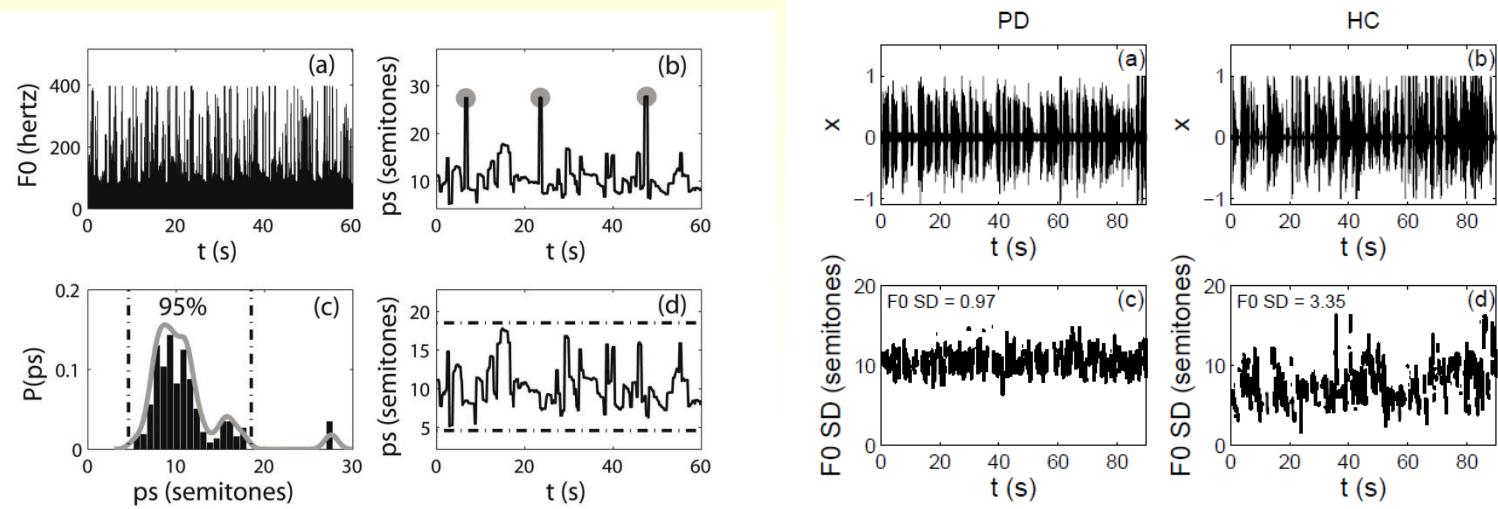
Objektivní hodnocení dysartrie

Prosodie – akustické charakteristiky

- změny v hlasitosti, pitch periodě
a časování při tvorbě řeči
 - čtení textu, monolog, emoce, rytmický text
 - std F0
 - std EN
 - procento pauz
 - artikulační rychlosť (počet slabik za sekundu)
 - celkový počet pauz odstranění kratších než 60 ms
 - rytmus (pomocí DTW)

Objektivní hodnocení dysartrie

Prosodie – akustické charakteristiky



Objektivní hodnocení dysartrie

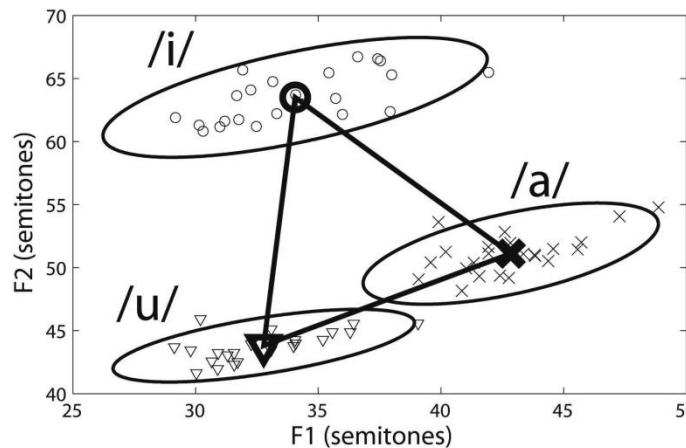
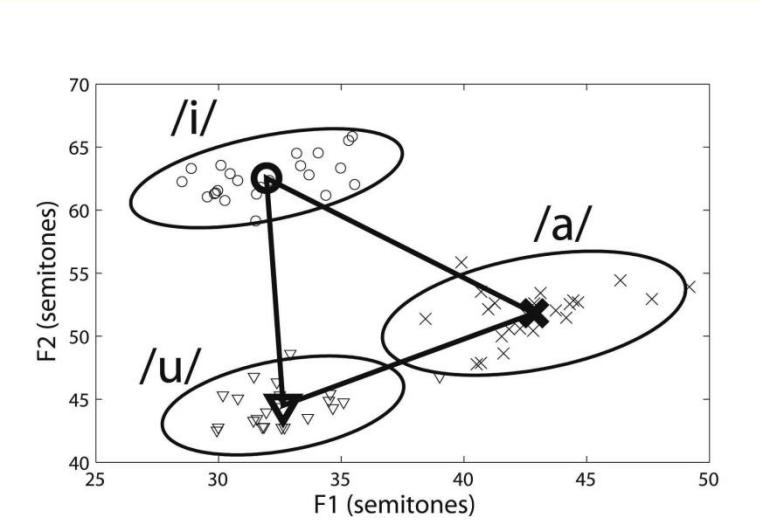
Artikulace – akustické charakteristiky

- modifikace pozice a tvaru řečových orgánů při tvorbě zvuku
samohlásky, pa-ta-ka

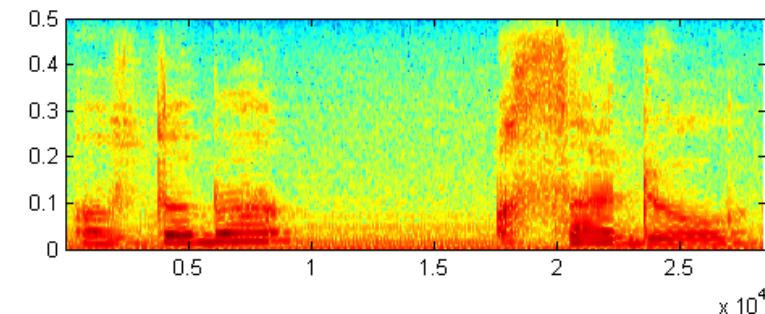
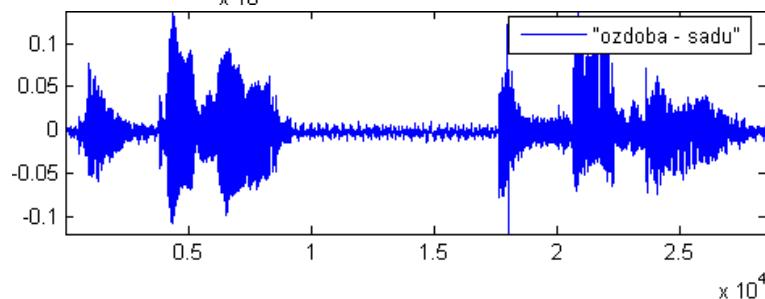
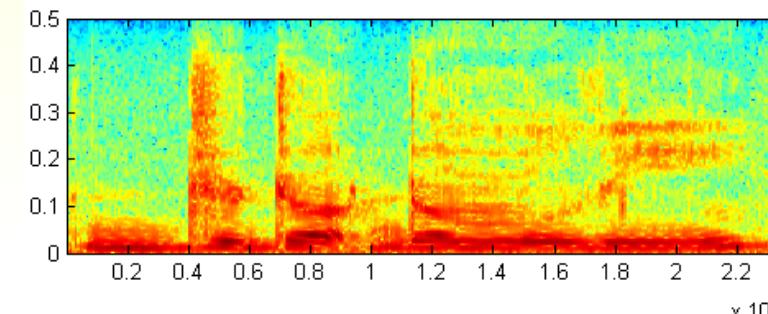
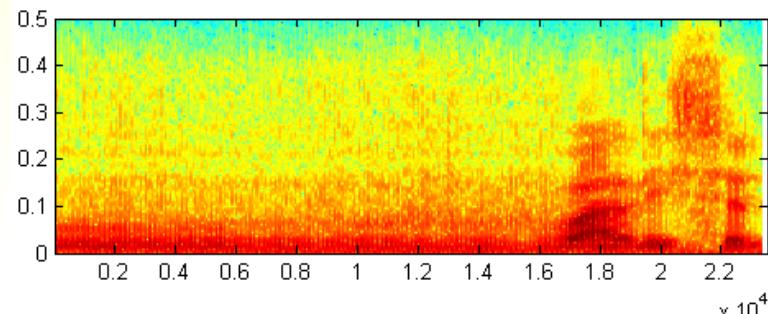
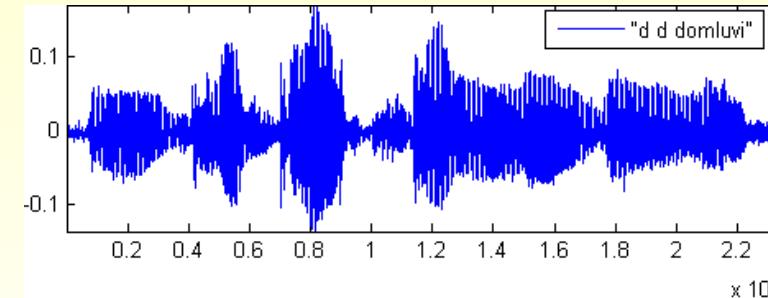
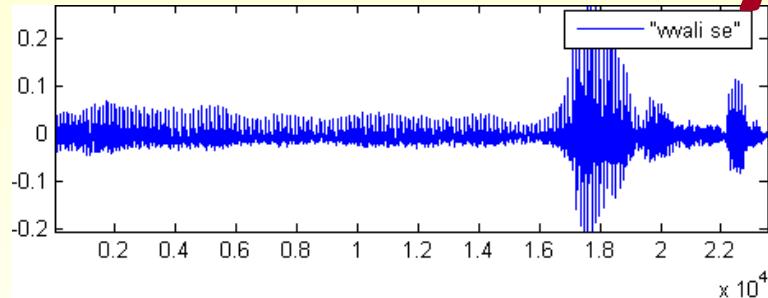
vokální trojúhelník
pa-ta-ka DDK diadochokinéze
rychlosť
pravidelnosť (rozptyl maxim)
VOT

Objektivní hodnocení dysartrie

Artikulace – akustické charakteristiky



Ukázky - koktavost



Subjektivní hodnocení neplynulosti

- popis indexy
 - Youngův index - počet neplynulostí vztažený na počet slov
 - Rileyho škála - pro konkrétní příznak 6 stupňů:
 - 0 - neprojevuje se;
 - 1 - je nepostřehnutelný, pokud se nezačne hledat;
 - 2 - náhodným posluchačům je nepostřehnutelný;
 - 3 - uvádí posluchače do rozpaků;
 - 4 - velmi rozptyluje;
 - 5 - úporný a těžký;
- indexy stanovuje foniatr
- každý posuzuje jinak (shoda pouhých 60%) => potřeba objektivní metody pro posouzení vážnosti

Metody objektivního hodnocení neplynulosti

Parametry v časové oblasti

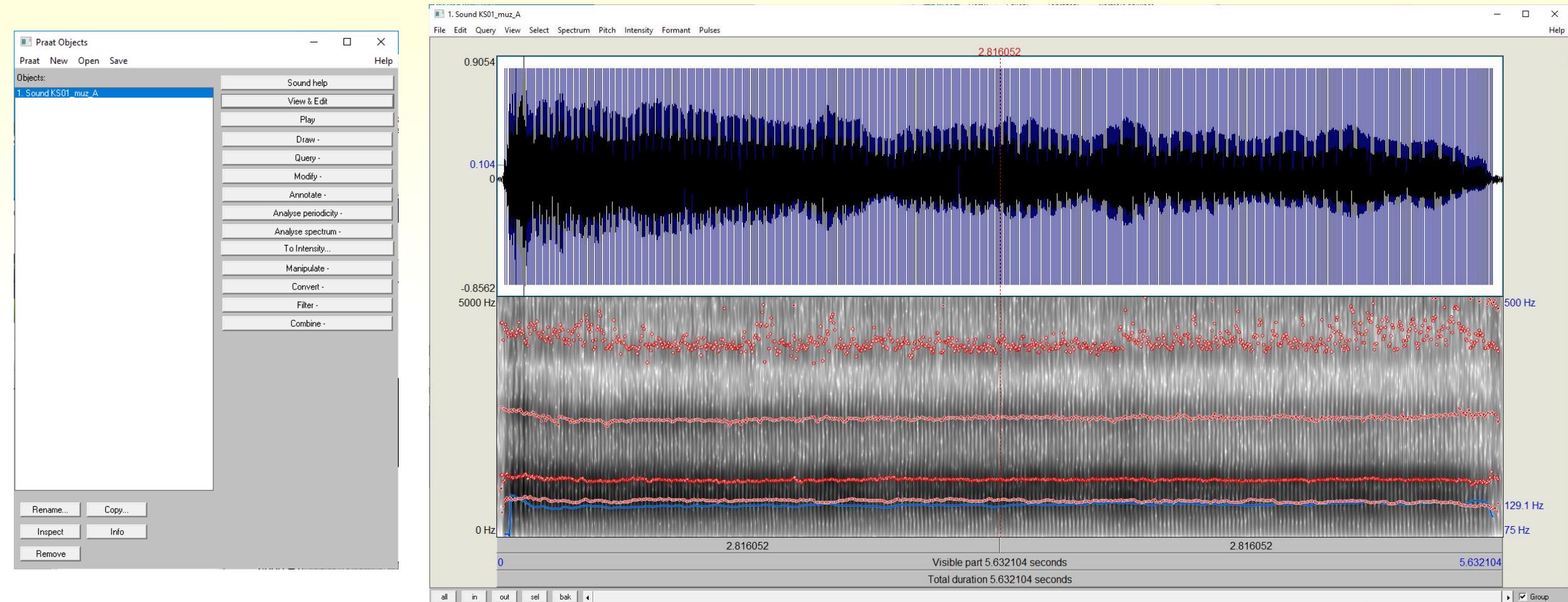
- parametry založené na VAD
 - poměr ticha a řeči
 - počet úseků ticha a řeči
 - průměrná délka ticha
- parametry zkoumající signál
 - počet hran energetické obálky
 - obsazení hladin řečového signálu
- parametry zkoumající pravidelnost
 - energie
 - znělosti

Parametry v časové oblasti

- formanty
- spektrální momenty
- energie
- šumové poměry

Dolování dat

Analýza řeči v Praatu



Analýza řeči v Praatu

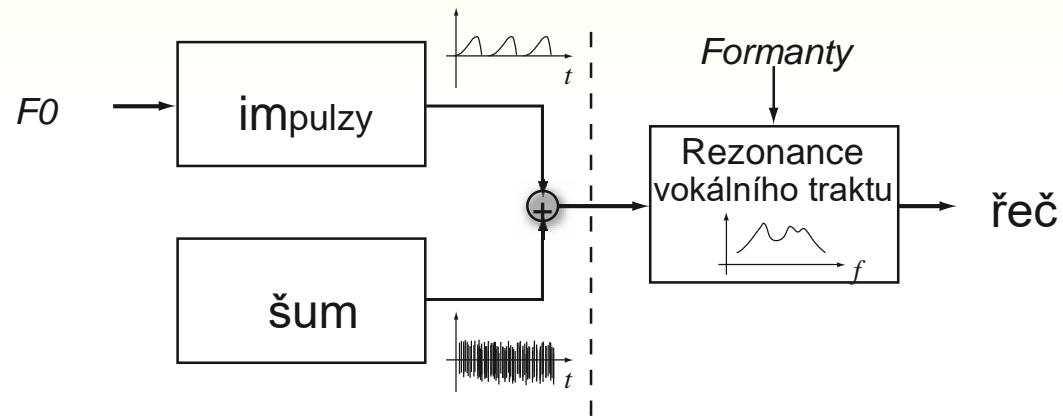
The image shows the Praat software interface with three windows open:

- Praat Objects** window: Shows a list of objects. The first item, "1. Sound KS01_muz_A", is selected and highlighted in blue. Below the list are buttons for "Rename...", "Copy...", "Inspect", "Info", and "Remove".
- Praat Info** window: Displays a report for the selected sound file. The report includes:
 - Time range of SELECTION: From 0.041490 to 5.572930 seconds (duration: 5.531440 seconds)
 - Pitch:**
 - Median pitch: 131.865 Hz
 - Mean pitch: 131.779 Hz
 - Standard deviation: 4.993 Hz
 - Minimum pitch: 68.997 Hz
 - Maximum pitch: 157.856 Hz
 - Pulses:**
 - Number of pulses: 729
 - Number of periods: 728
 - Mean period: 7.583992E-3 seconds
 - Standard deviation of period: 0.306675E-3 seconds
 - Voicing:**
 - Fraction of locally unvoiced frames: 0 (0 / 553)
 - Number of voice breaks: 0
 - Degree of voice breaks: 0 (0 seconds / 0 seconds)
 - Jitter:**
 - Jitter (local): 0.358%
 - Jitter (local, absolute): 27.130E-6 seconds
 - Jitter (rap): 0.159%
 - Jitter (ppq5): 0.175%
 - Jitter (ddp): 0.478%
 - Shimmer:**
 - Shimmer (local): 3.881%
 - Shimmer (local, dB): 0.336 dB
 - Shimmer (apq3): 1.952%
 - Shimmer (apq5): 2.303%
 - Shimmer (apql1): 3.551%
 - Shimmer (dda): 5.855%
 - Harmonicity of the voiced parts only:**
 - Mean autocorrelation: 0.977233
 - Mean noise-to-harmonics ratio: 0.026893
 - Mean harmonics-to-noise ratio: 18.360 dB
- Praat Info** window (bottom): Shows a table with the following data:

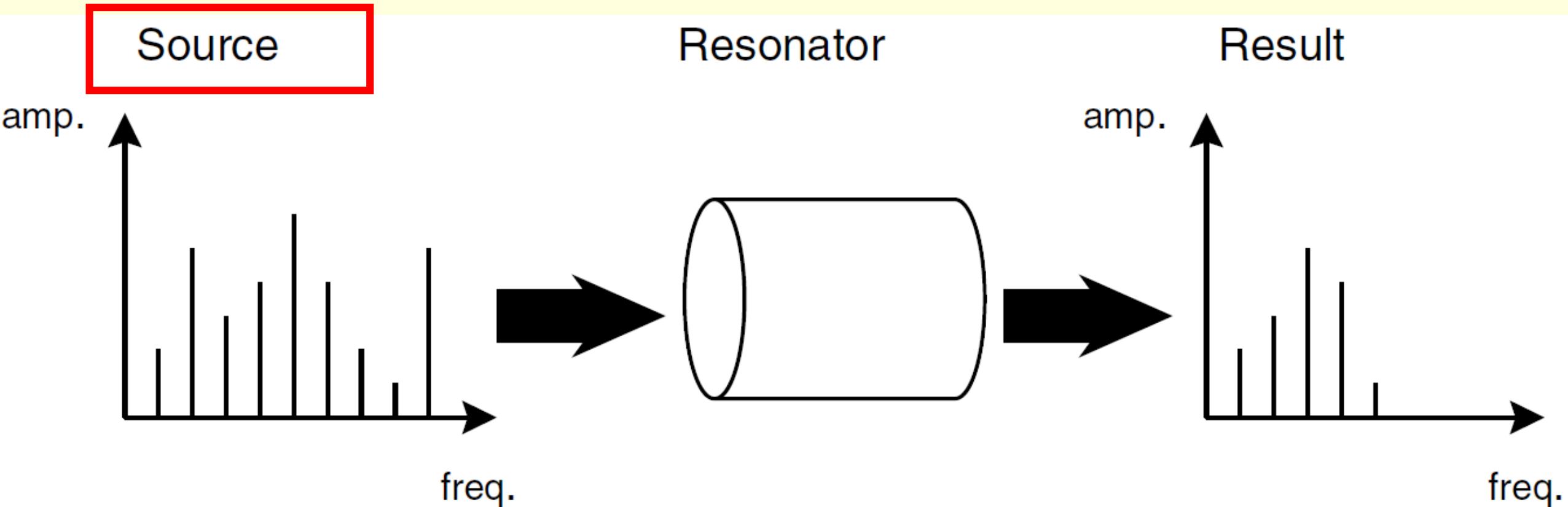
Time_s	F1_Hz	F2_Hz	F3_Hz	F4_Hz
3.238691	725.559428	1198.722382	2491.298310	4093.452344

Model hlasu a řeči

Fantův model

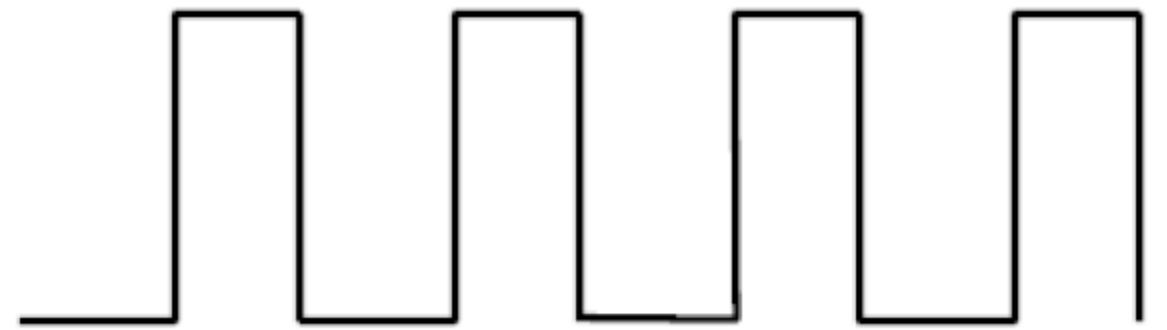


Model hlasu a řeči

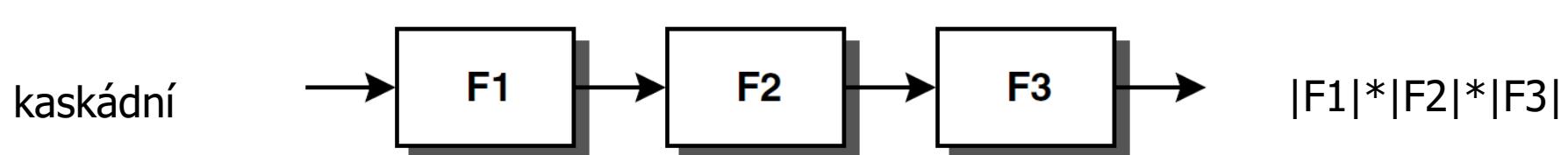
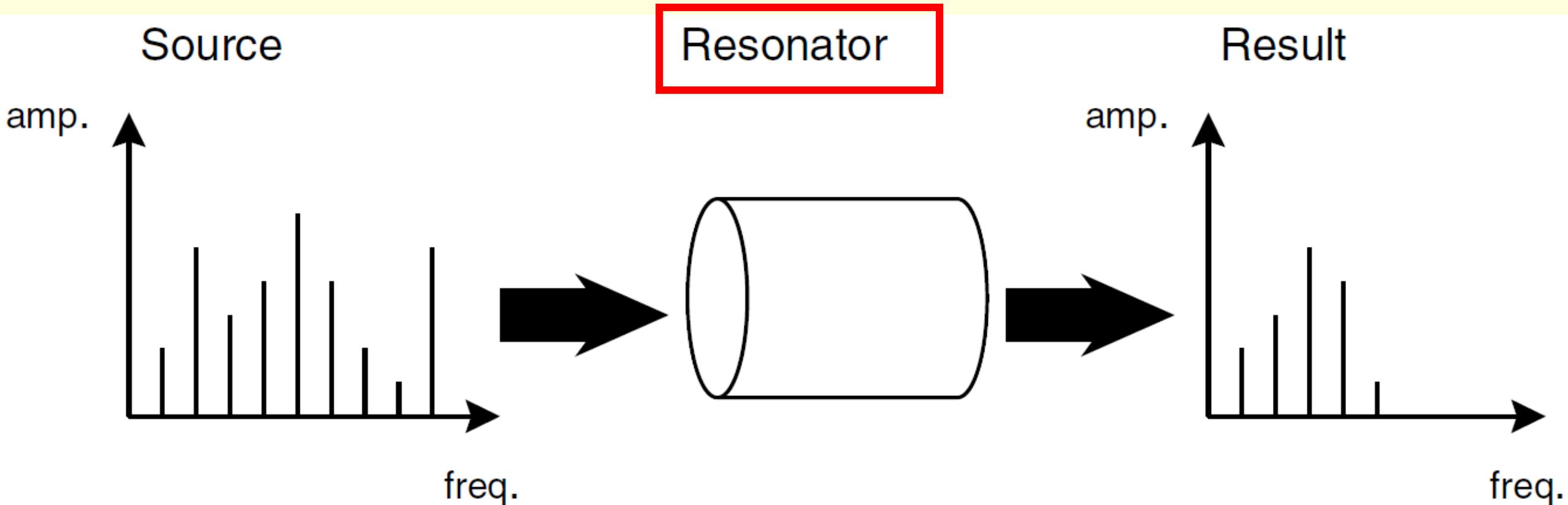


Model hlasu a řeči

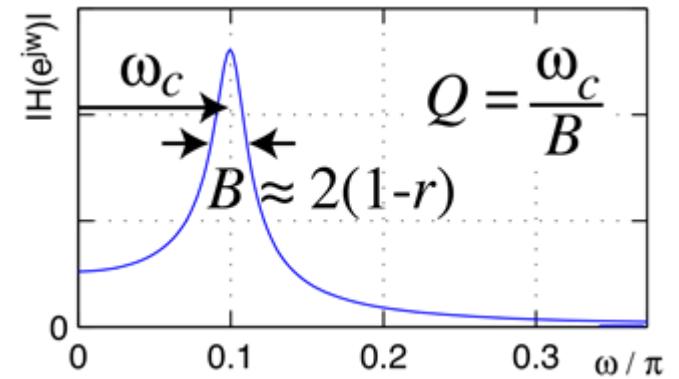
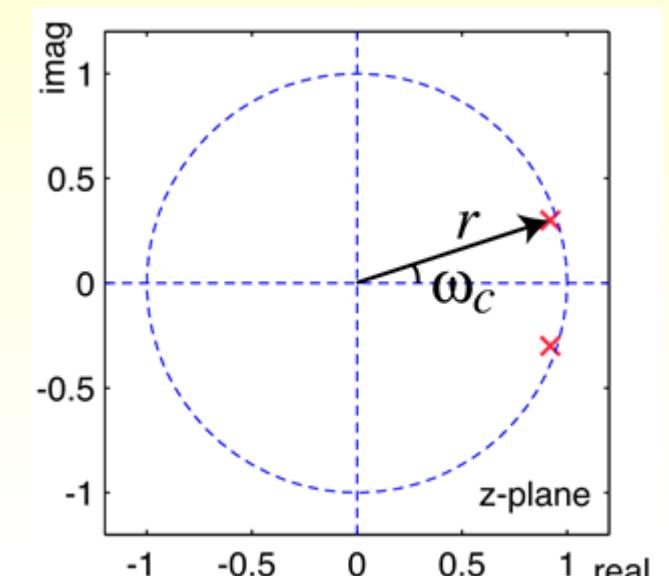
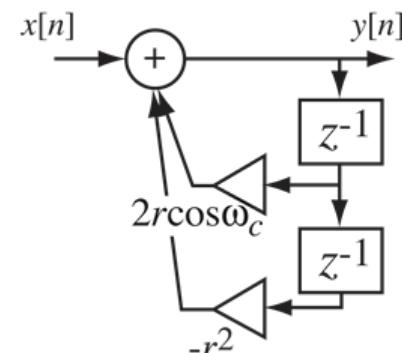
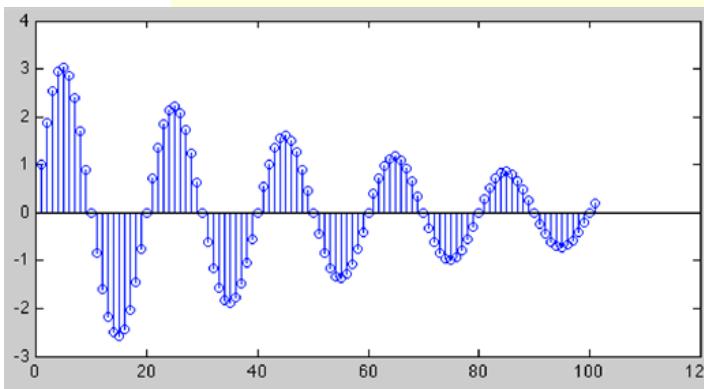
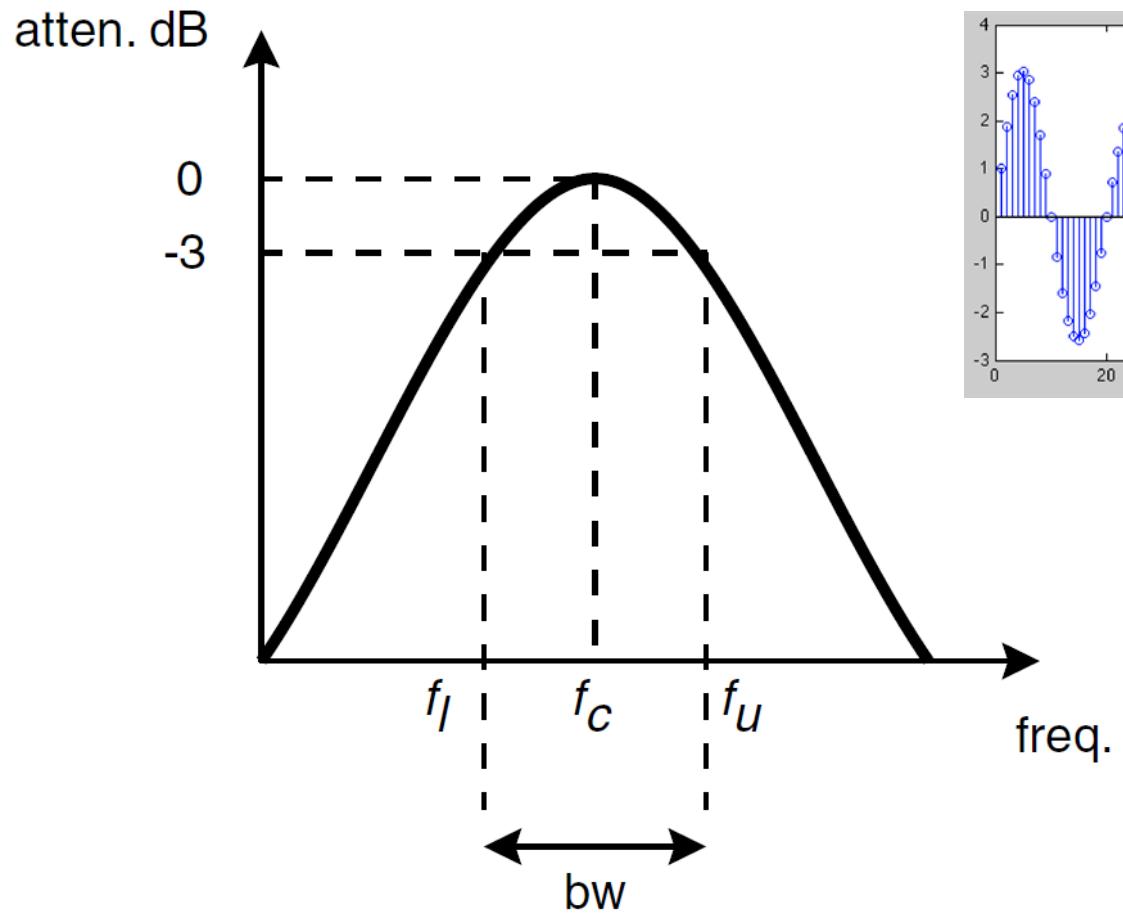
buzení hlasu



Model hlasu a řeči

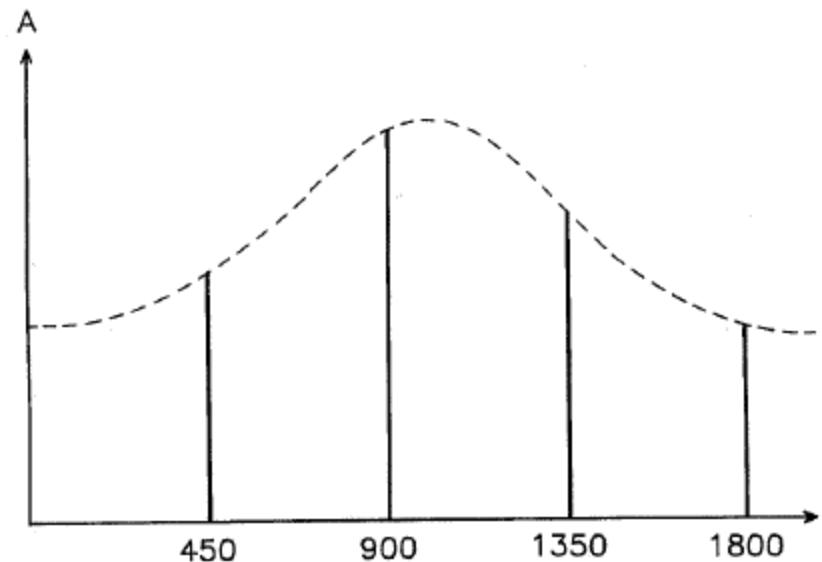
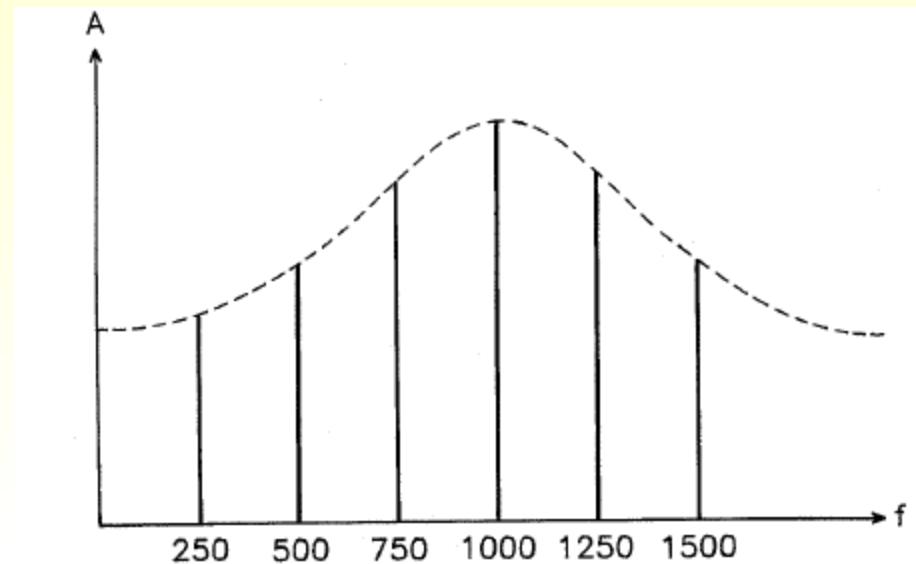


Model hlasu a řeči



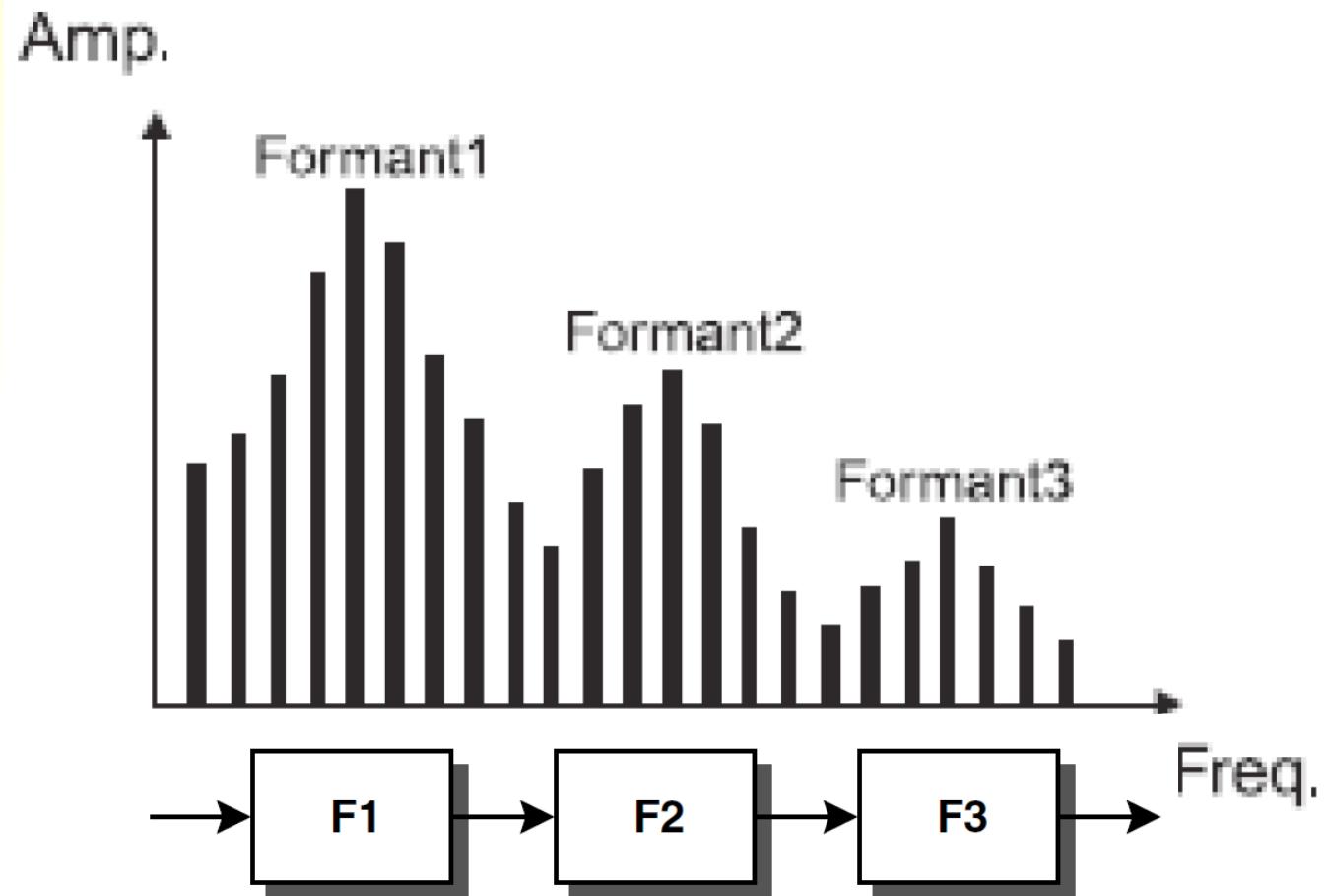
Formantové filtry - rezonátory

Model hlasu a řeči



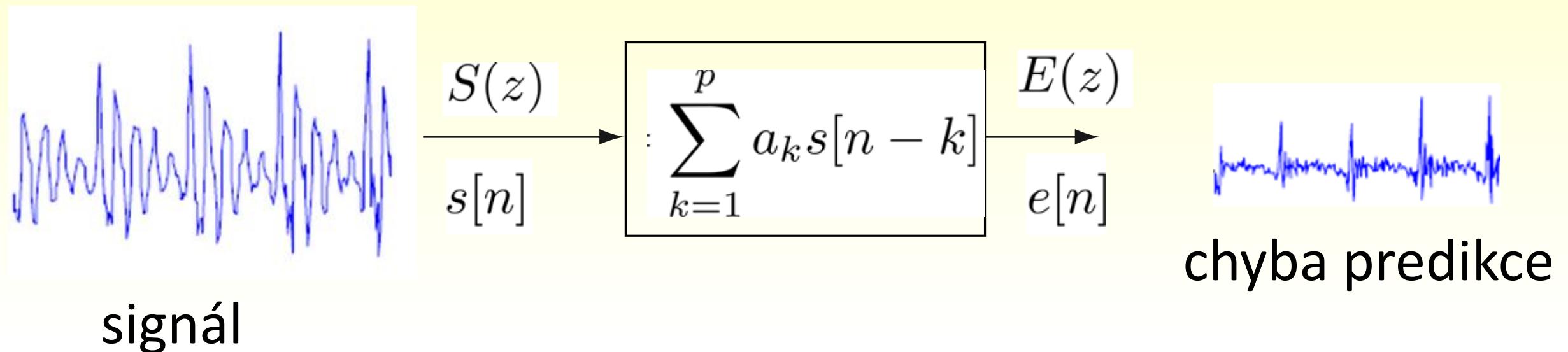
Formantové filtry

Model hlasu a řeči



Spektrum samohlásky

AR modelování - LPC analýza

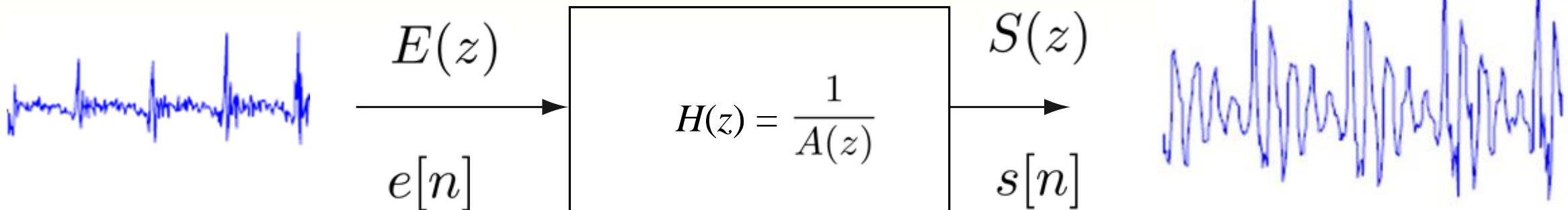
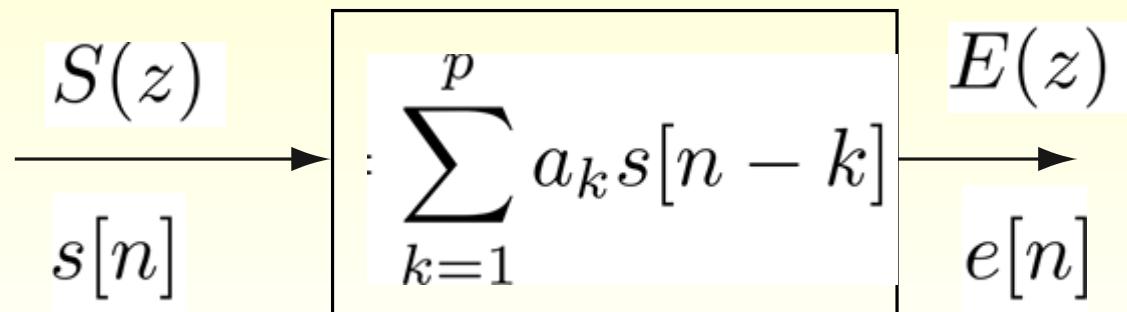


- **LPC = Lineární predikční kódování**
 - predikce následujícího vzorku jako lineární kombinace předchozích hodnot

$$s[n] = \sum_{k=1}^p a_k s[n - k] + e[n]$$

- $\{a[k]\}$ jsou lineární predikční koeficienty p -tého řádu
- $e[n]$ je reziduální signál (chyba predikce)

AR modelování



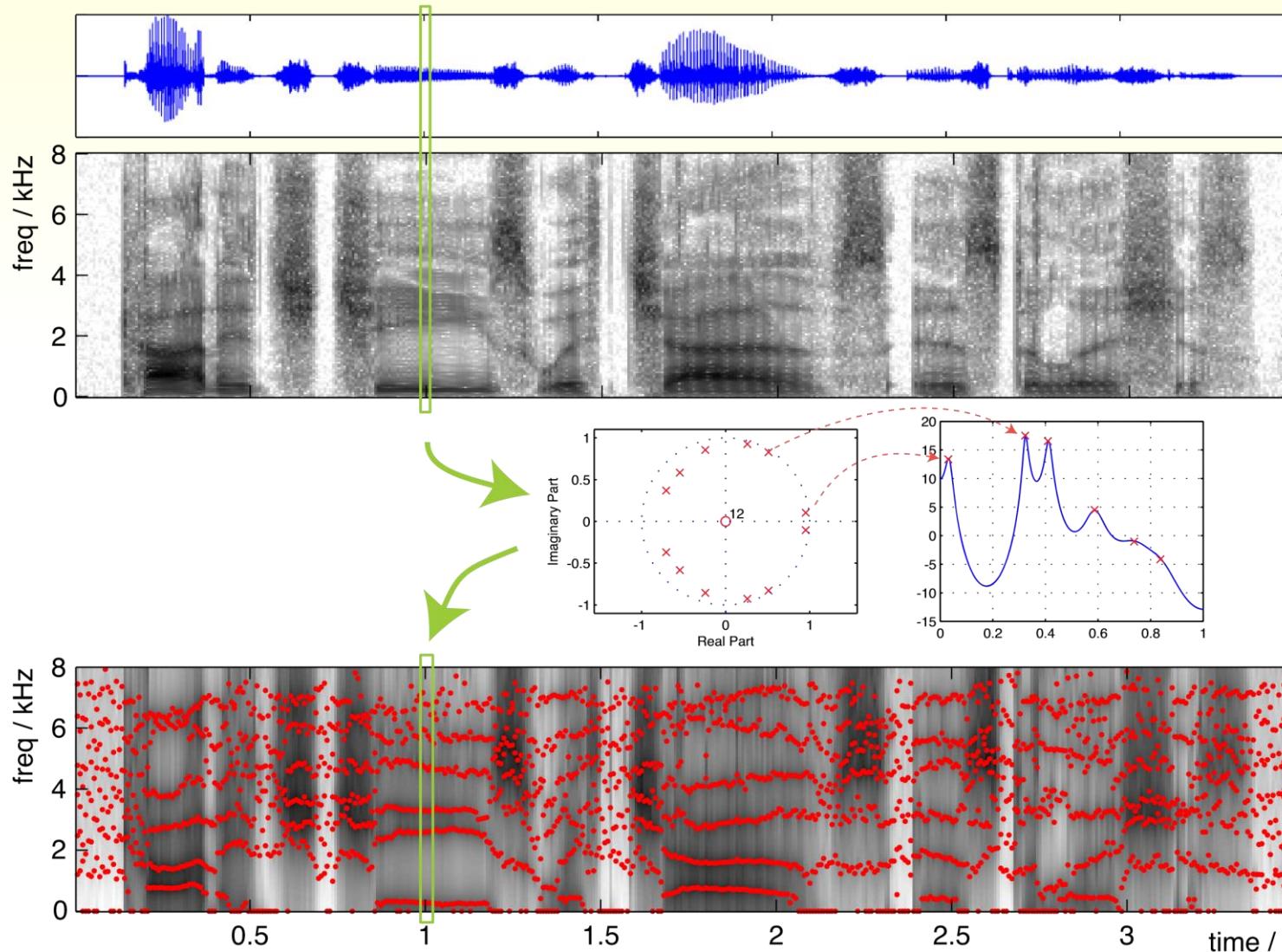
- Přenosová funkce
 - all-pole “autoregresní” (AR) model

$$\frac{S(z)}{E(z)} = \frac{1}{1 - \sum_{k=1}^p a_k z^{-k}} = \frac{1}{A(z)}$$

AR modelování - krátkodobá LP analýza

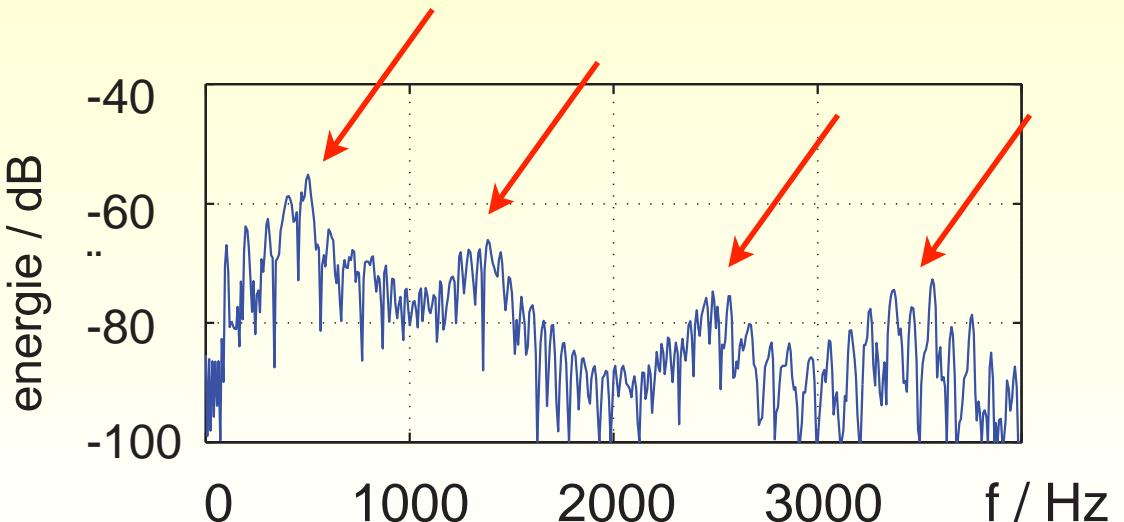
- Rezonance a model „zdroj + filtr“

– výpočet LPC pro každý segment (~ 20 ms)



AR modelování – odhad LP

- rezonanci můžeme pozorovat v periodogramech

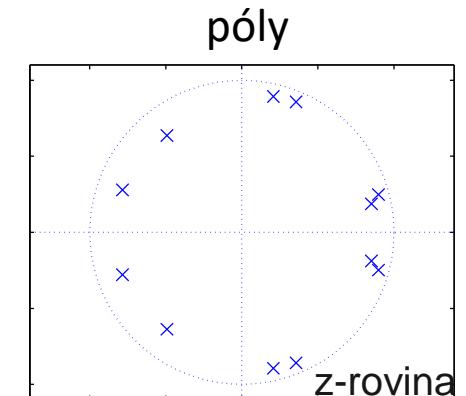
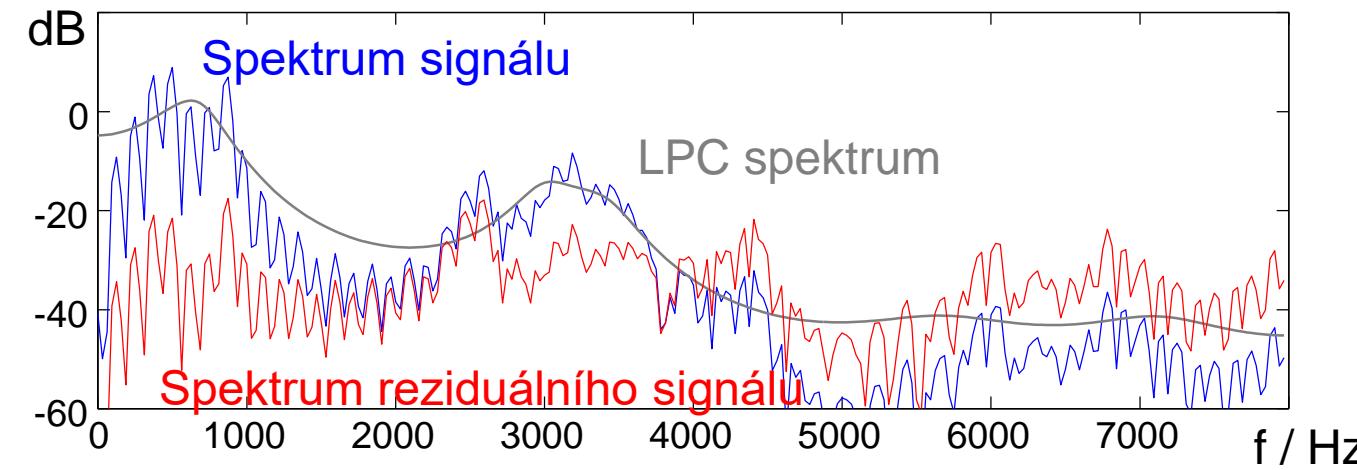
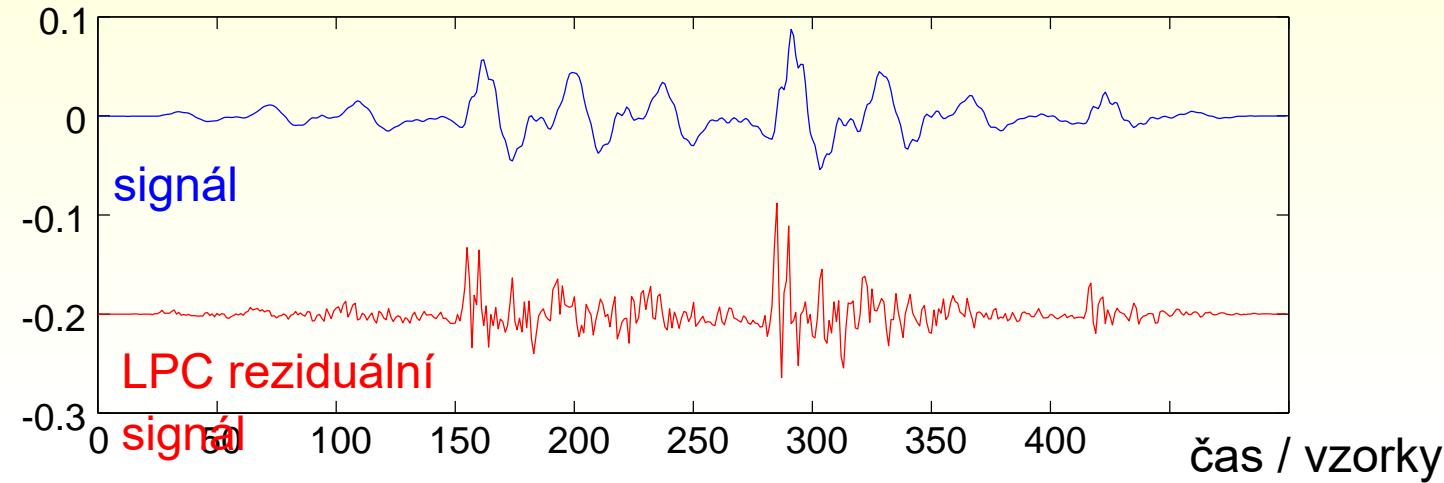


- LPC koeficienty můžeme nalézt minimalizací energie chyby predikce

$$\sum_n e^2[n] = \sum_n \left(s[n] - \sum_{k=1}^p a_k s[n-k] \right)^2$$

a = lpc(signal, 8)

AR modelování – ilustrace LPC a FFT



AR modelování – LPC spektra

