



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

AKUSTIKA HLASU A ŘEČI

JAN ŠVEC

Katedra experimentální fyziky, Př.F., UP v Olomouci



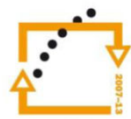
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

HLAS A ŘEČ:

**Využívají specifické typy zvuku, který vydává
člověk**

CO JE TO ZVUK?



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

CO JE TO ZVUK?

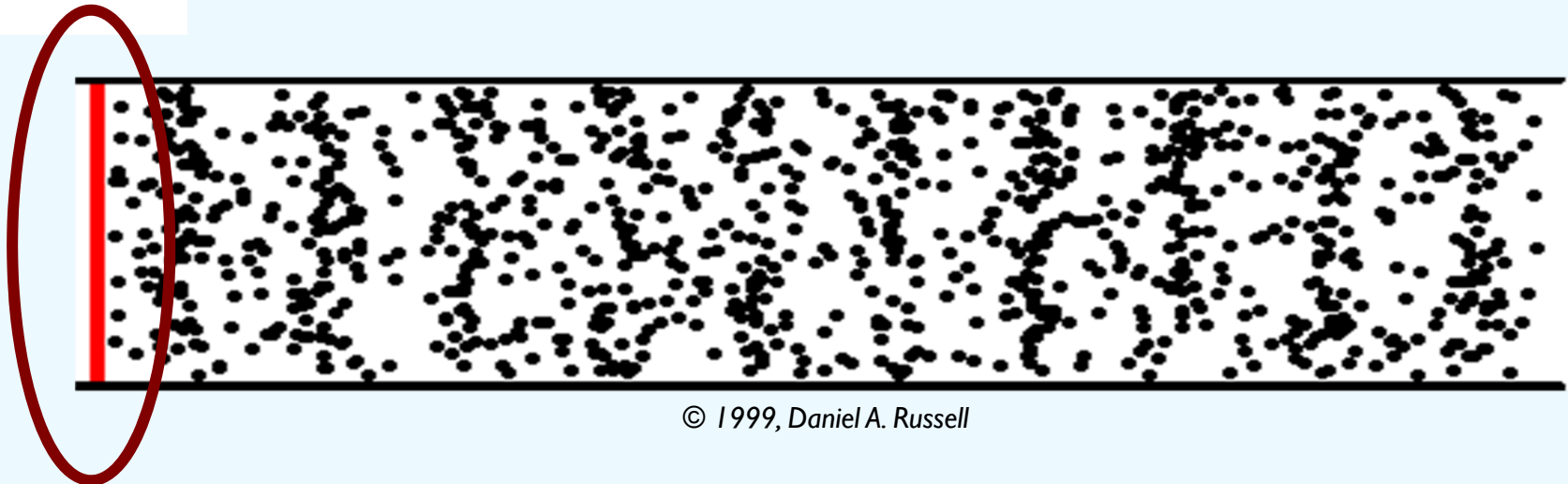
Rychlé změny tlaku vzduchu,
které se šíří formou vlnění a jsou slyšitelné.
(Zjednodušená definice)

ZVUK

Změny tlaku vzduchu se šíří formou podélného vlnění.

Na počátku je kmitání zdroje

Částice vzduchu kmitají na jednom místě ! Změny tlaku se ale předávají dále a šíří se rychlostí zvuku (cca 330 m/s).



© 1999, Daniel A. Russell

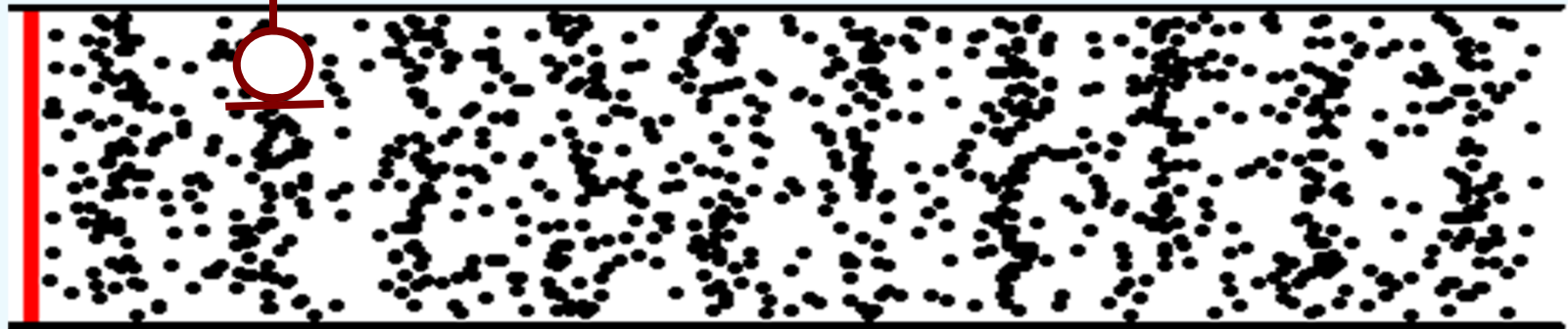
<http://www.kettering.edu/physics/drussell/Demos/waves/wavemotion.html>

ZVUK

Zvuk lze zaznamenat např. pomocí mikrofону.

Mikrofon registruje změny tlaku vzduchu vlivem zvuku (tzv. akustický tlak) na daném místě.

Snímání průběhu akustického tlaku



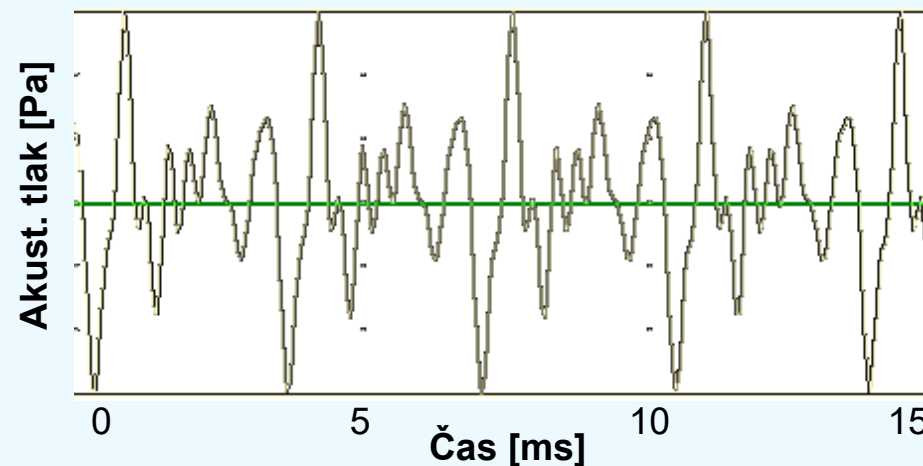
© 1999, Daniel A. Russell

DRUHY ZVUKŮ

Zvuky se dělí na :

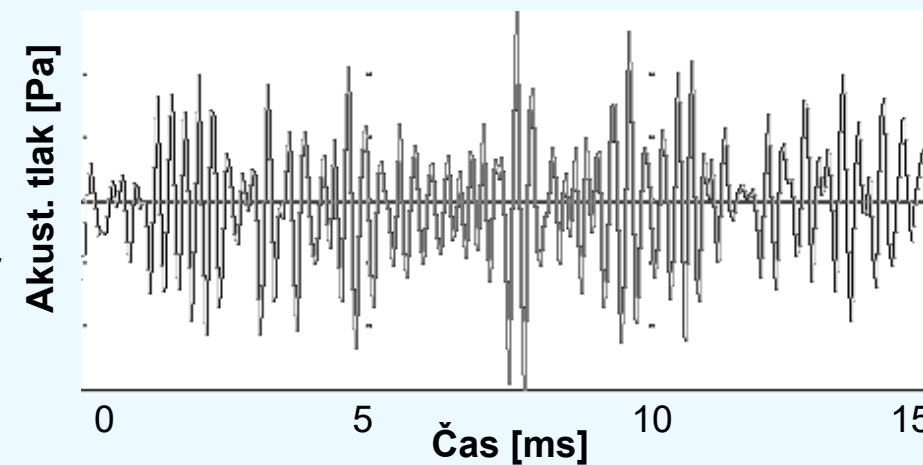
A) Tóny

periodický průběh vlny



B) Šumy

neperiodický průběh vlny





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

TÓN: URČENÍ ZÁKLADNÍ PERIODY A ZÁKLADNÍ FREKVENCE



Základní perioda = čas za který se děj opakuje.

Symbol: T . Jednotka: $[s]$

Základní frekvence = kolikrát za sekundu se děj opakuje.

Symbol: f_o . Jednotka: $[Hz]$

Platí: $f_o = 1/T$ and $T = 1/f_o$

TÓNY

Mají periodický průběh vln. Dělí se na:

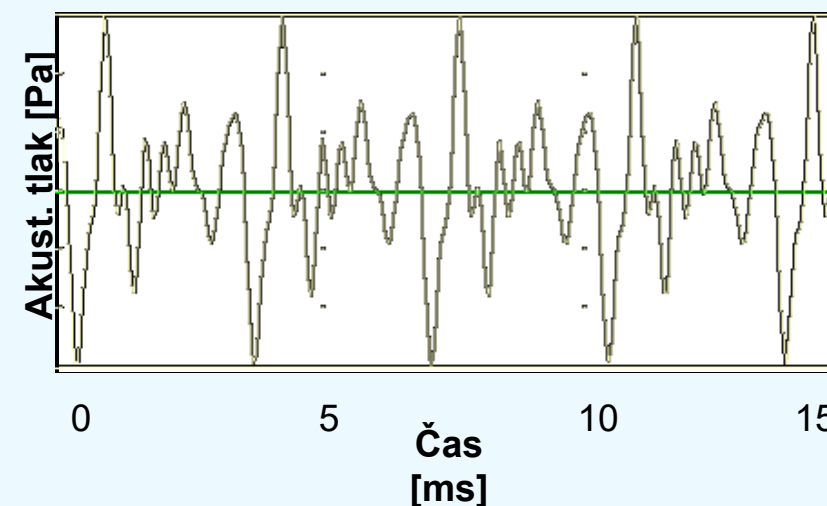
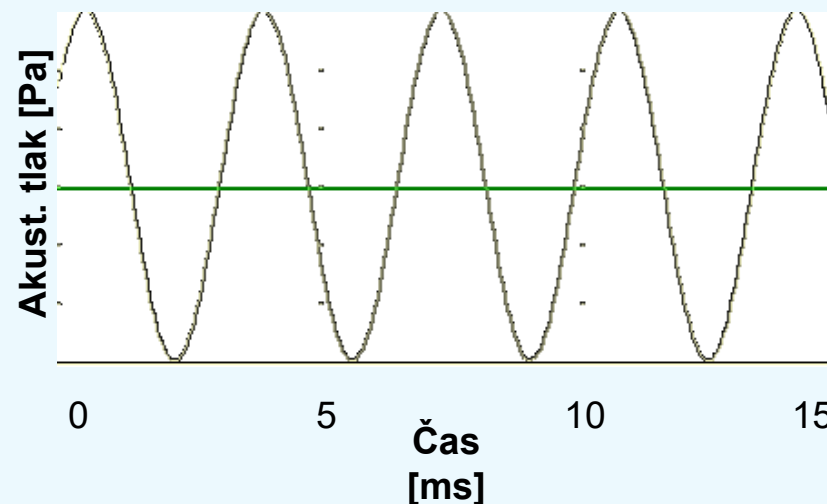
1) Čisté tóny - sinusový průběh v čase. Nejjednodušší tóny. V přírodě se běžně nevyskytují. Jsou plně charakterizovány základní frekvencí $f_0 =$ [Hz] a amplitudou A.

Spektrum čistých tónů vykazuje zesílení pouze na jedné frekvenci (viz dále).

2) Složené tóny - zvuky, ve kterém je tvar zvukové vlny periodický ale není sinusový.

Spektrum složených tónů je harmonické: skládá se ze základní frekvence a jejích celočíselných násobků (tzv. svrchních harmonických tónů) – (viz dále).

Svrchní harmonické tóny zodpovídají za barvu zvuku. Barva zvuku umožňuje od sebe odlišit dva různé tóny na stejné frekvenci (klavír, cimbál, kytara, trubka, dva různé hlasy, atd.)





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

SPEKTRUM ZVUKU

Fourierova poučka: Každý zvuk lze vytvořit kombinací čistých zvuků s různými frekvencemi, amplitudami a fázemi (tzv. Fourierova syntéza).

A naopak:

Každý komplexní zvuk lze rozložit na čisté tóny s různými frekvencemi, amplitudami a fázemi (tzv. Fourierova analýza nebo také **spektrální analýza** zvuku).



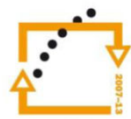
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



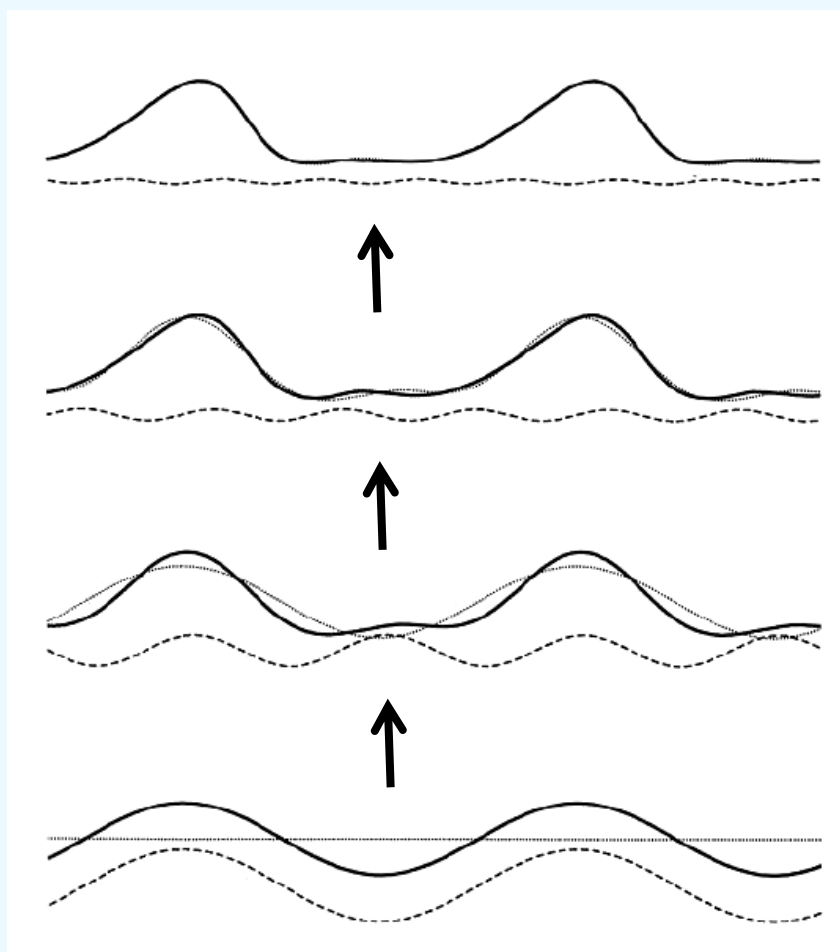
**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

FOURIEROVA SYNTÉZA:

KOMPLEXNÍ PERIODICKÝ POHYB – FOURIEROVA SYNTÉZA

Vytvoření tvaru vlny průběhu vzduchu přes glottis
kombinací 4 sinusoid



Vlna vzniklá přidáním čtvrté
sinusoidy o čtyřnásobné
frekvenci ($4f_0$) k předchozím třem
sinusoidám

Vlna vzniklá přidáním třetí
sinusoidy o trojnásobné
frekvenci ($3f_0$) k předchozím
dvěma sinusoidám

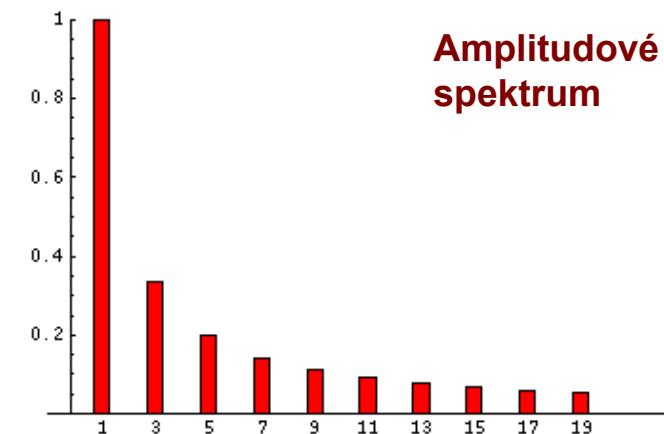
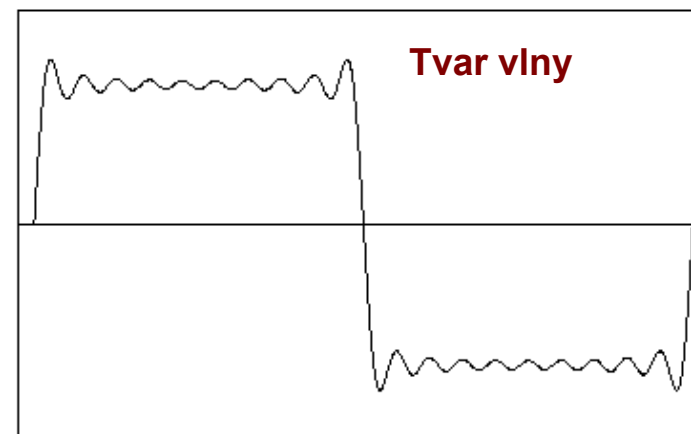
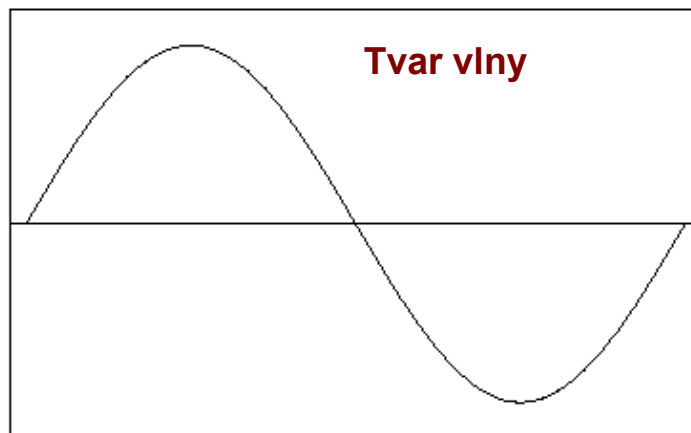
Vlna vzniklá přidáním druhé
sinusoidy o dvojnásobné
frekvenci ($2f_0$) k základní
sinusoidě

Základní sinusová vlna se
základní frekvencí f_0

Fig. 5.4: I. R. Titze. Principles of voice production (second printing), Iowa City, IA:
National Center for Voice and Speech, 2000.

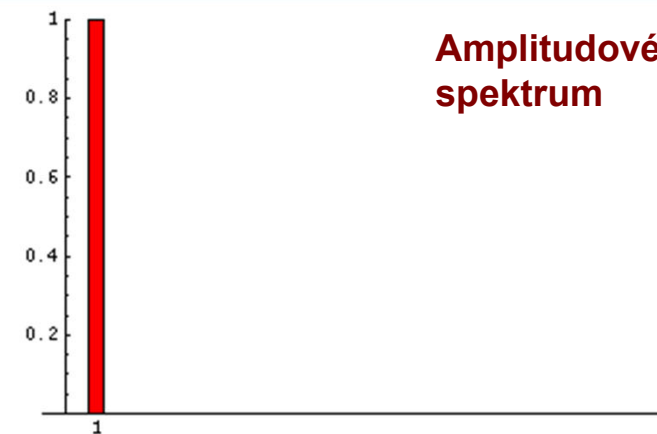
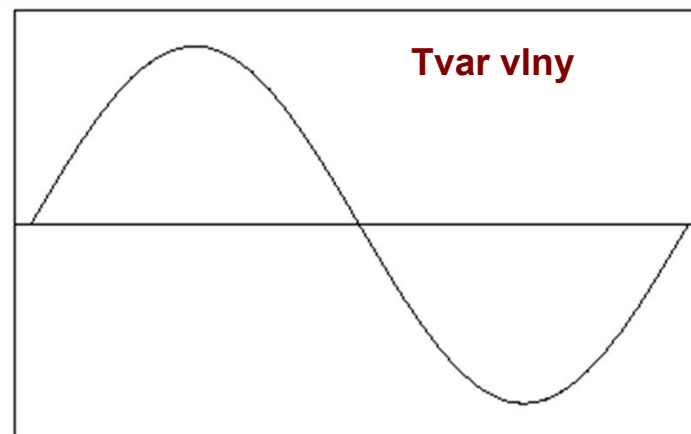
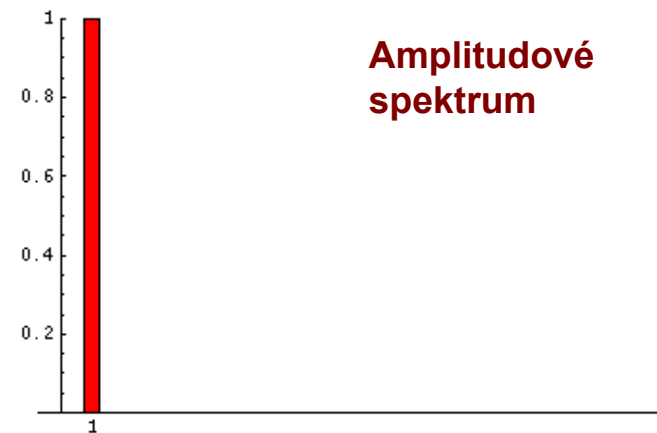
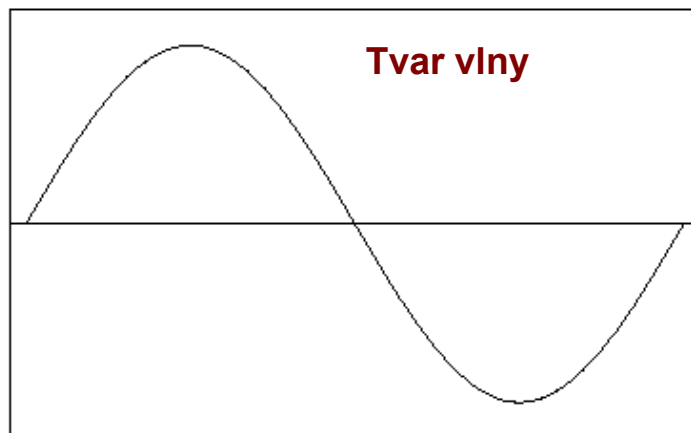
KOMPLEXNÍ PERIODICKÝ POHYB – FOURIEROVA SYNTÉZA

Vytvoření obdélníkové vlny pomocí řady sinusoid



KOMPLEXNÍ PERIODICKÝ POHYB – FOURIEROVA SYNTÉZA

Vytvoření obdélníkové vlny pomocí řady sinusoid





MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

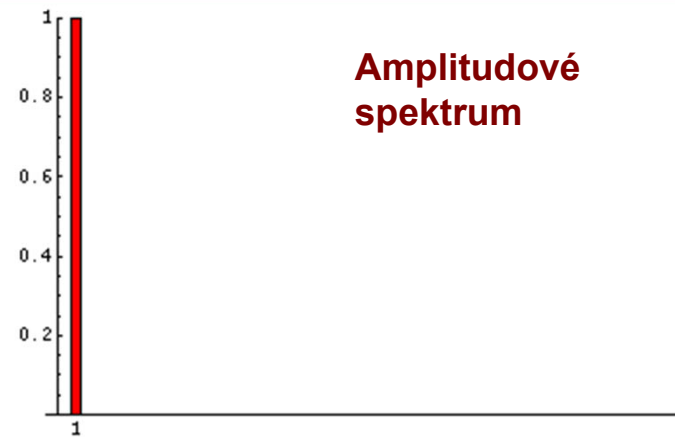
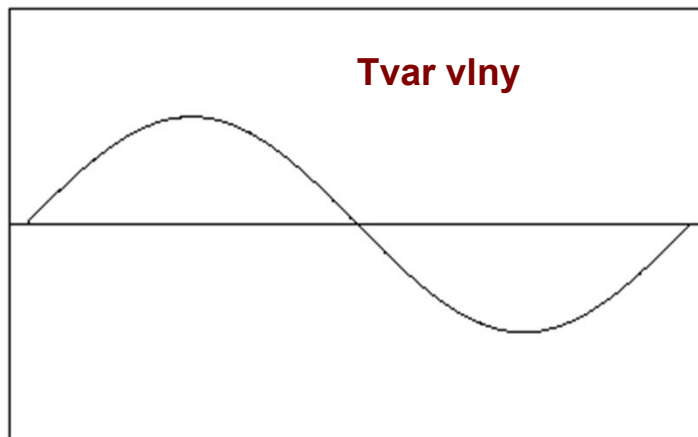


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

KOMPLEXNÍ PERIODICKÝ POHYB – FOURIEROVA SYNTÉZA

Vytvoření pilové vlny pomocí řady sinusoid



© 1999, Daniel A. Russell

<http://www.kettering.edu/physics/drussell/Demos/Fourier/Fourier.html>



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

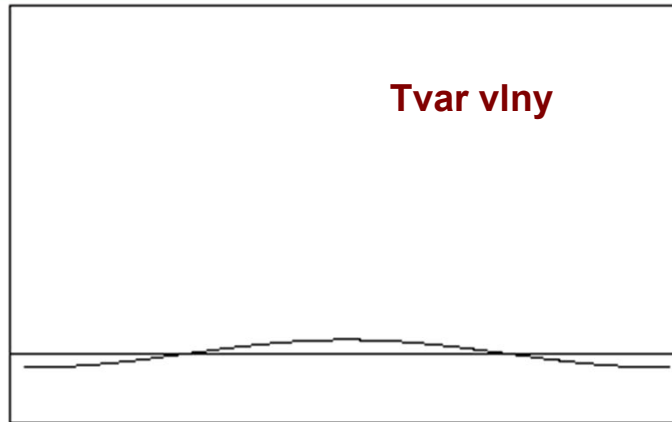


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

KOMPLEXNÍ PERIODICKÝ POHYB – FOURIEROVA SYNTÉZA

Vytvoření impulsní vlny pomocí řady sinusoid



© 1999, Daniel A. Russell

<http://www.kettering.edu/physics/drussell/Demos/Fourier/Fourier.html>



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

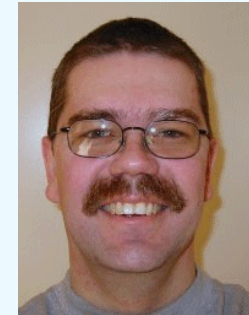


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE

Akustická syntéza hlasu



S. Granqvist

Program Madde (S.Granqvist, KTH Stockholm, 2005)

Run Madde

Run
Real Time
Spectrum

<http://www.speech.kth.se/music/downloads/smptool/>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

FOURIEROVA ANALÝZA

UMOŽŇUJE MATEMATICKY ANALYZOVAT
JAKÝKOLI SIGNÁL A URČIT Z JAKÝCH
SINUSOVÝCH KOMPONENT (a jejich frekvence,
amplitudy a fáze) SE SKLÁDÁ

POUŽÍVÁ SE PRO ZJIŠTĚNÍ SPEKTRA ZVUKU –
SPEKTRÁLNÍ ANALÝZA



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

SPEKTRÁLNÍ ANALÝZA ZVUKU

UCHO FUNGUJE JAKO FREKVENČNÍ ANALYZÁTOR

Průběh změn tlaku vzduchu při zvuku lze alternativně
zobrazit ve formě frekvenčního spektra



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



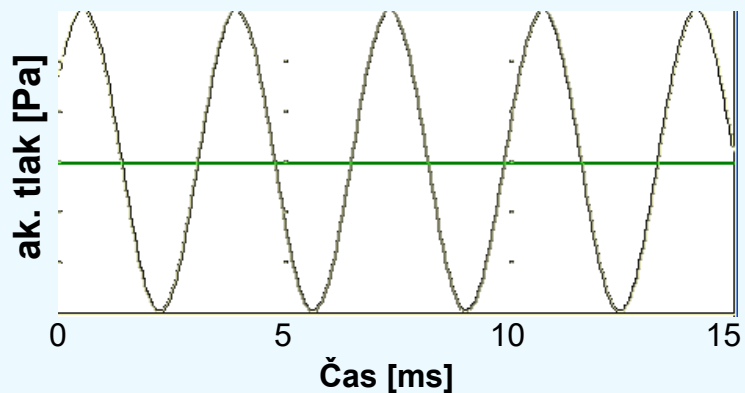
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

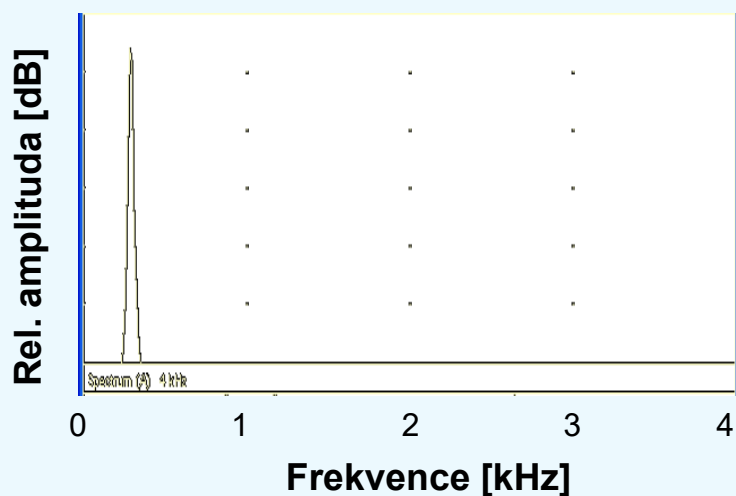
TÓNY: tvar vlny a spektrum

1) Čisté tóny

Časový průběh - sinusoida.

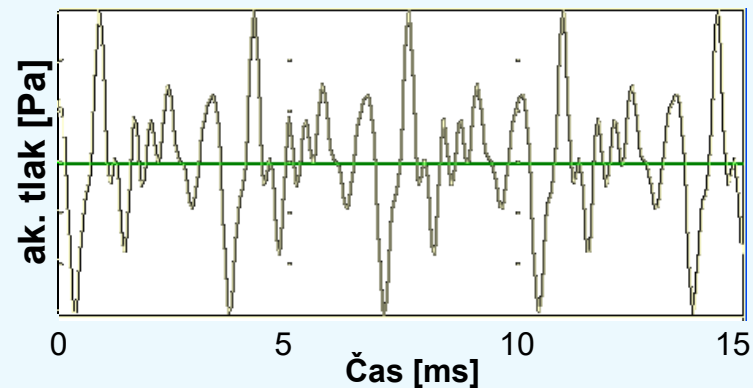


Spektrum - zesílení pouze na jedné frekvenci.

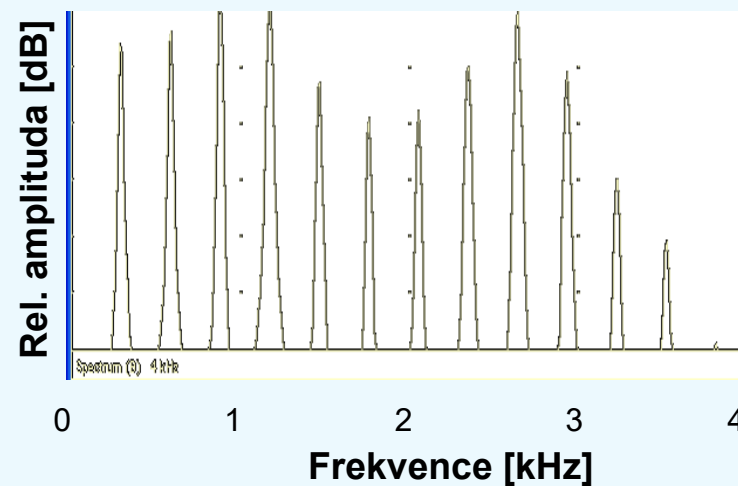


2) Složené tóny

Časový průběh - periodický, nesinusový.



Spektrum - harmonické: základní frekvence + její celočíselné násobky (tzv. svrchní harmonické tóny).

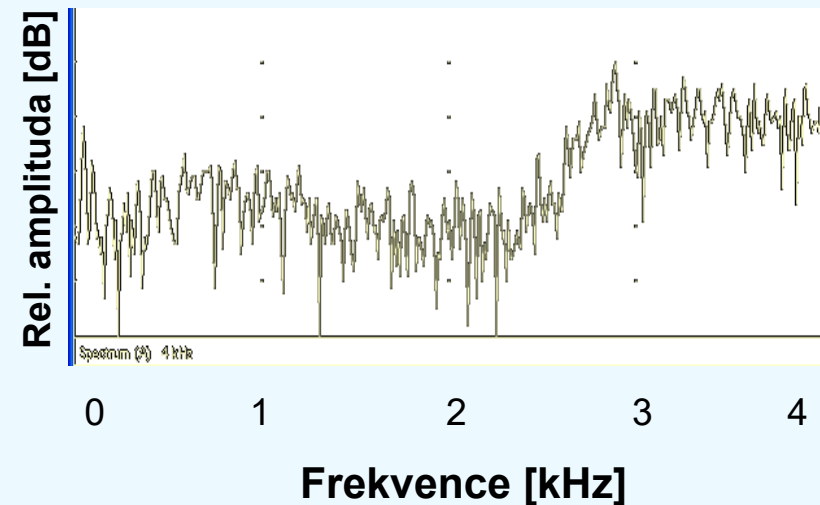
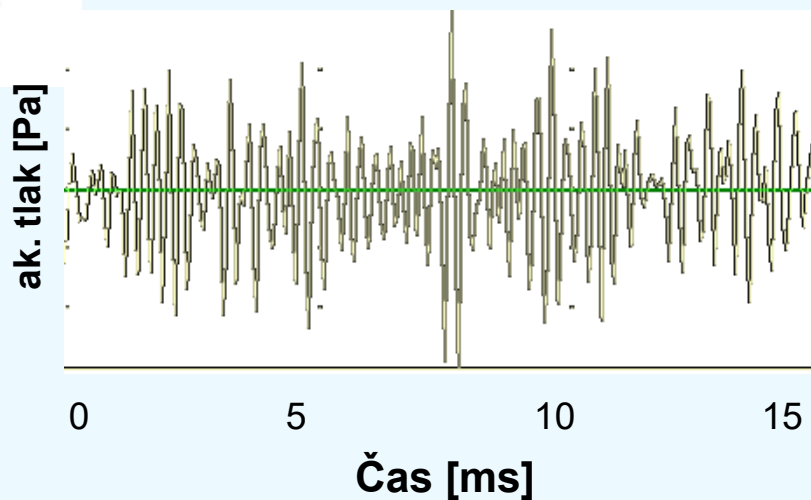


ŠUMY

Šumy jsou složené zvuky, které jsou neperiodické. Jejich spektrum je neharmonické, může být spojité.

Časový průběh - nepravidelný

Spektrum - zesílení pásem frekvencí





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

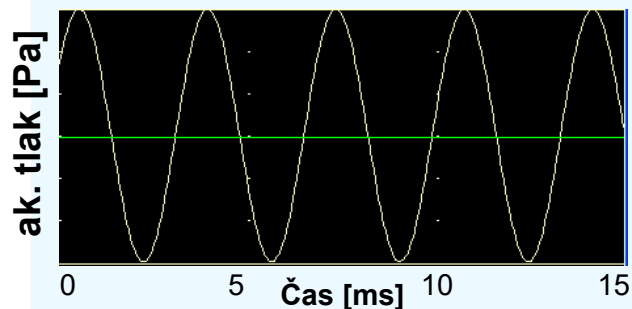


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

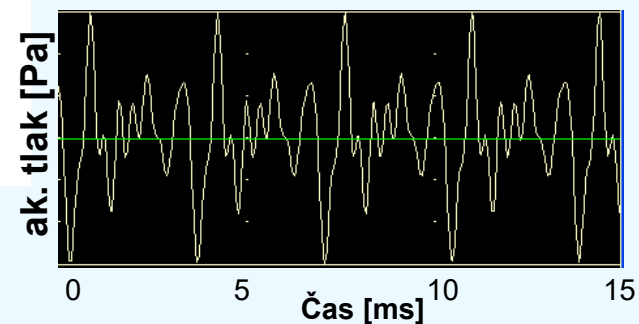
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DRUHY ZVUKŮ - SHRNUÍ

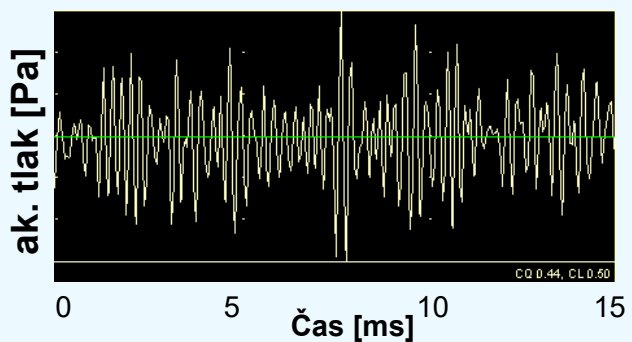
Časový průběh



A1) Čisté tóny

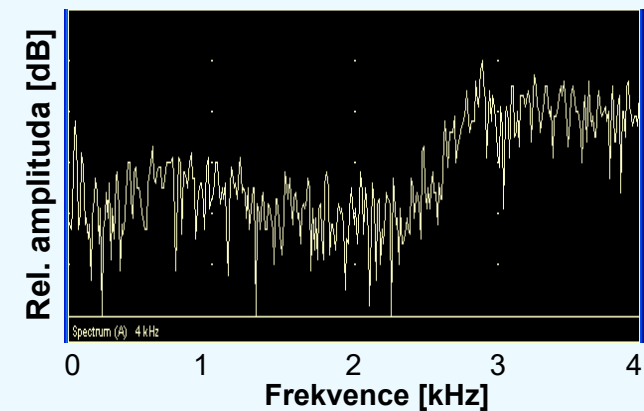
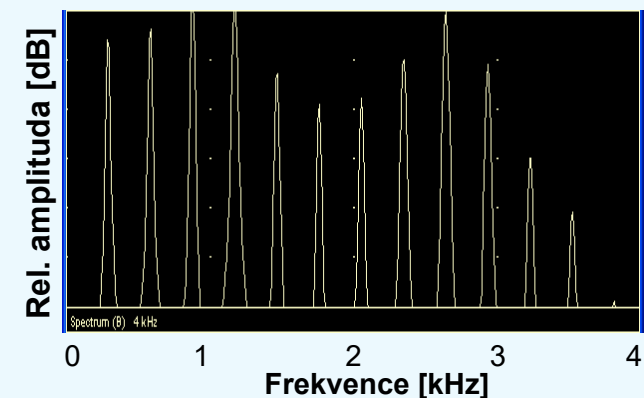
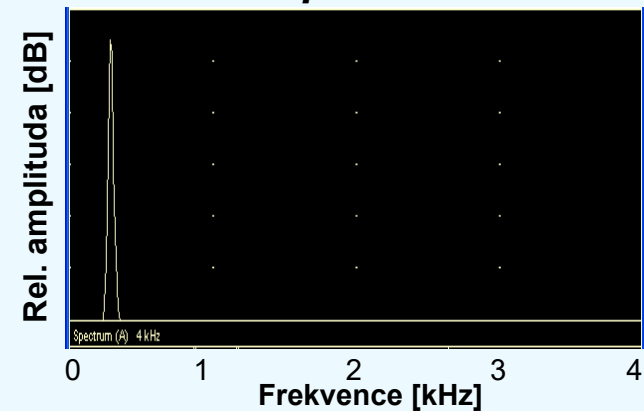


A2) Složené
tóny



B) Šumy

Spektrum





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE

druhy zvuků, které vytváří člověk

VOCE VISTA

(shareware)

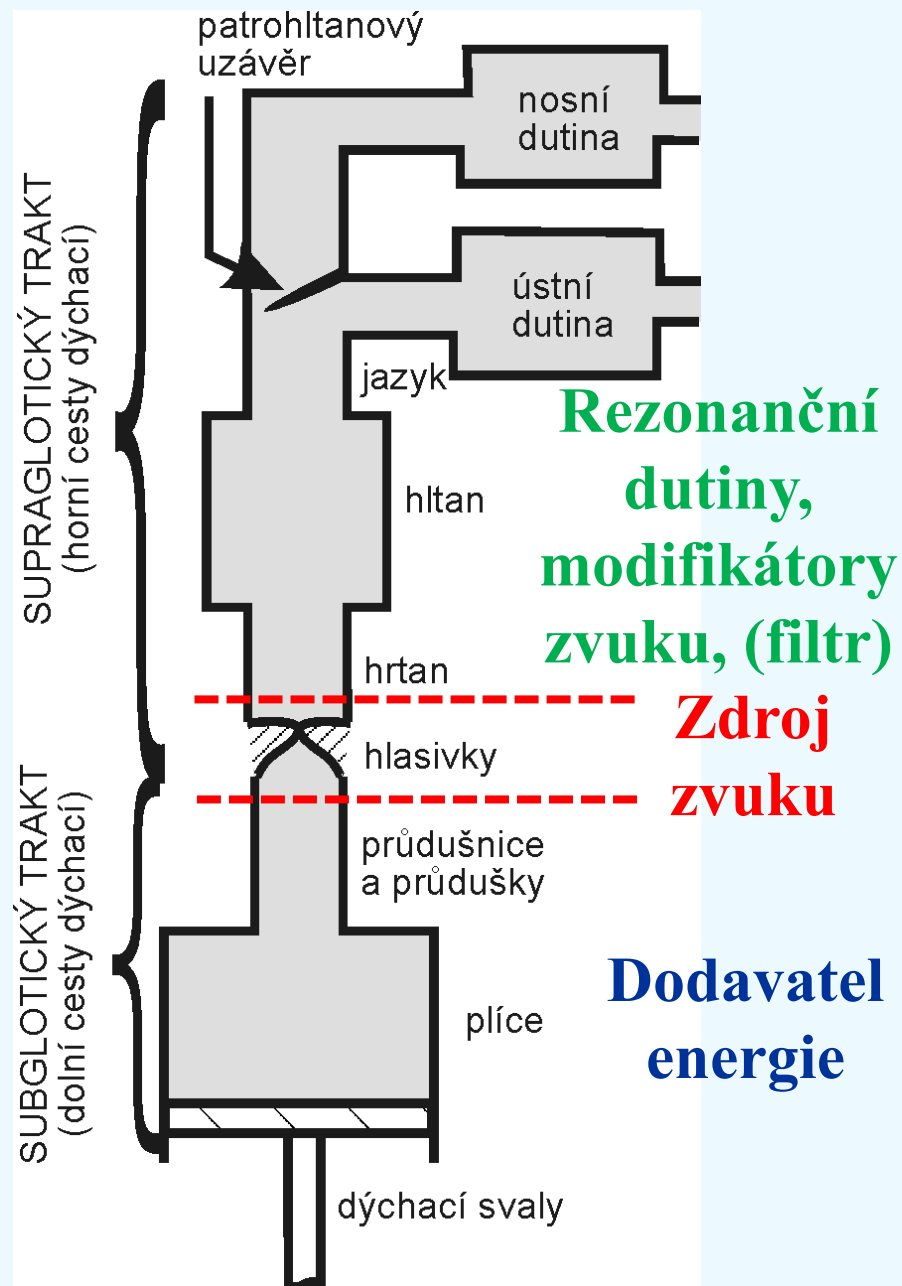


D.G. Miller

Glottis = hlasivková štěrbina
Supra = nad
Sub = pod
Subglottický = podhlasivkový
Supraglottický = nadhlasivkový

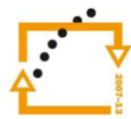
FYZIKÁLNĚ- AKUSTICKÉ SCHÉMA HLASOVÉHO SYSTÉMU

Flanagan (1965)





MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



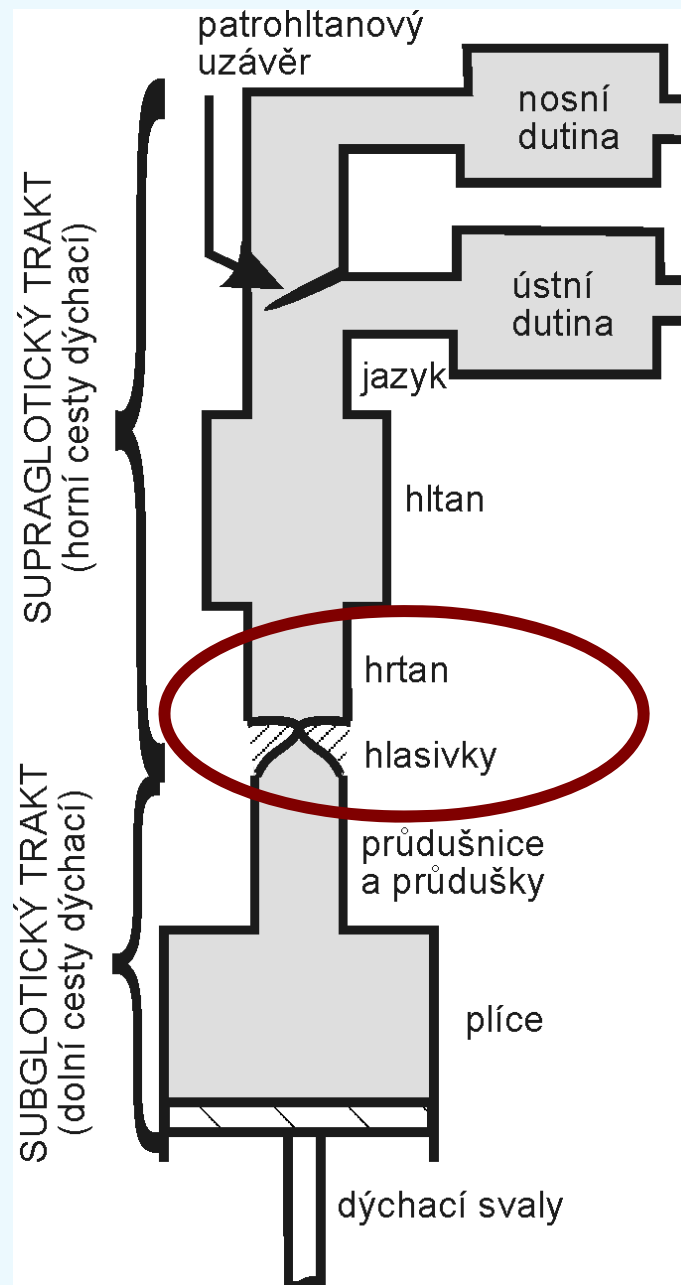
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

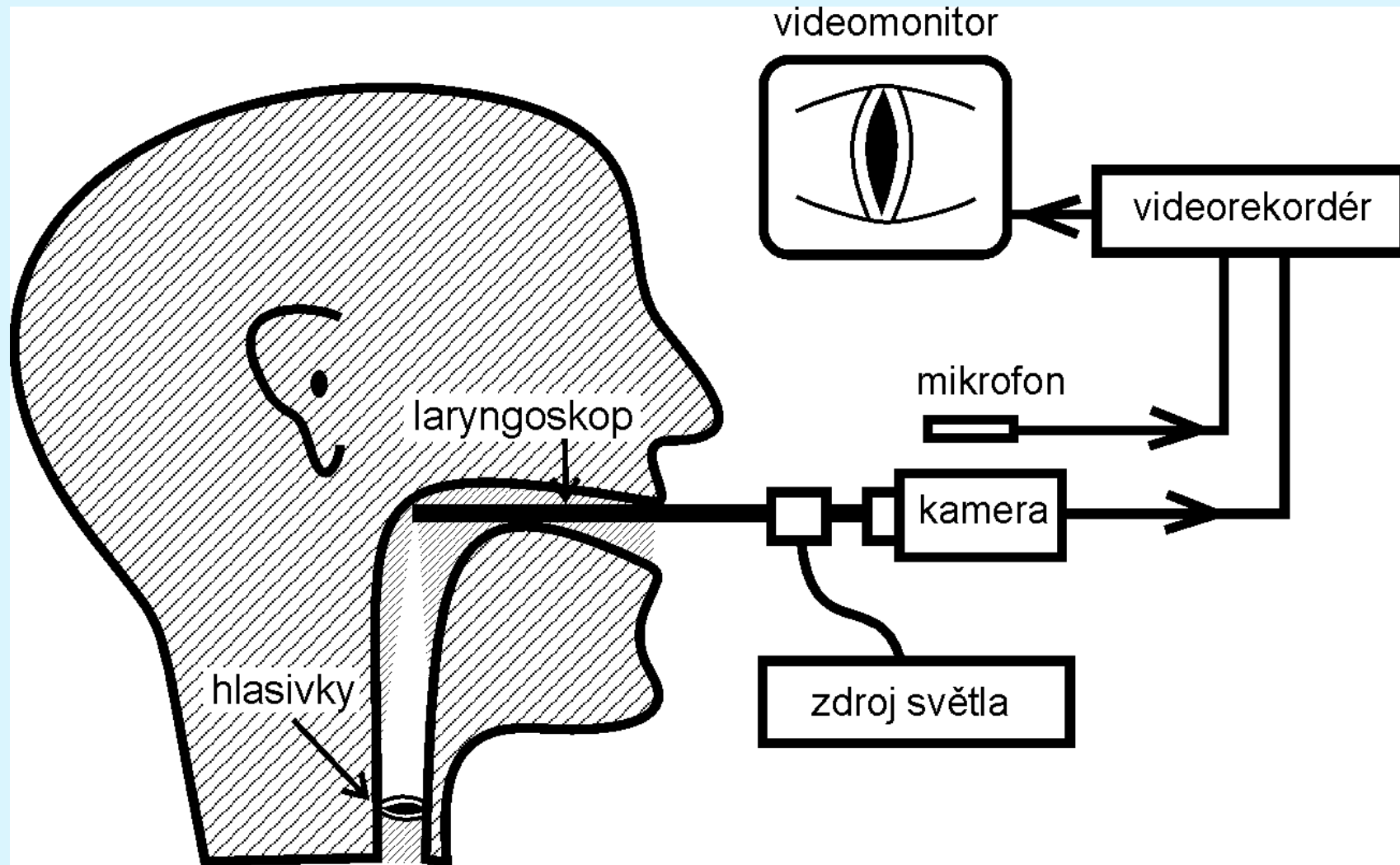
Glottis = hlasivková štěrbina
Supra = nad
Sub = pod
Subglottický = podhlasivkový
Supraglottický = nadhlasivkový

FYZIKÁLNĚ- AKUSTICKÉ SCHÉMA HLASOVÉHO SYSTÉMU

Flanagan (1965)



Laryngoskopie - vizualizace vnitřního hrtanu



Vizualizace vnitřního hrtanu: laryngoskopie





EVROPSKÁ UNIE



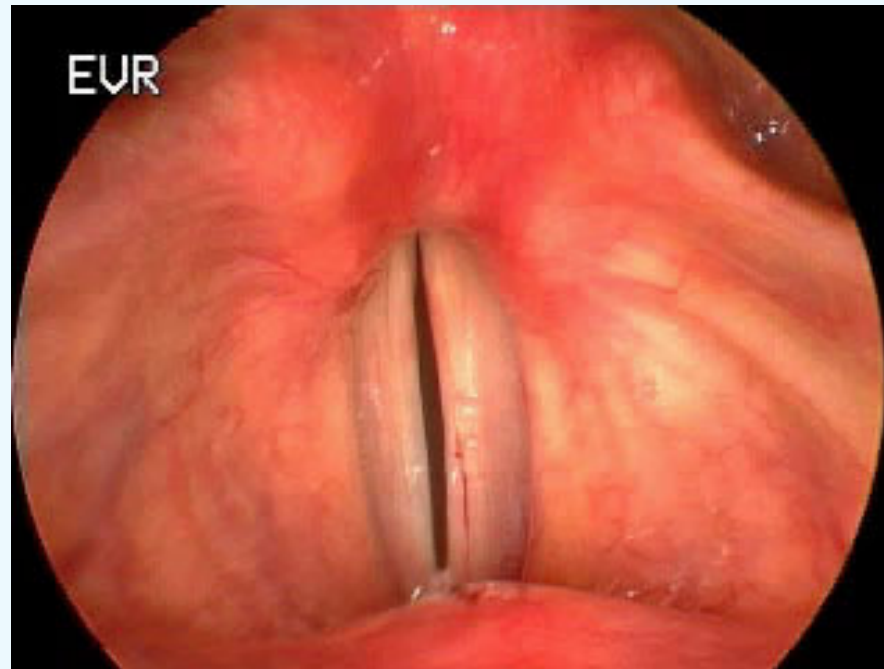
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE laryngoskopie



Fonace a nádech

Recording made by the National
Center for Voice and Speech,
Denver, CO, USA



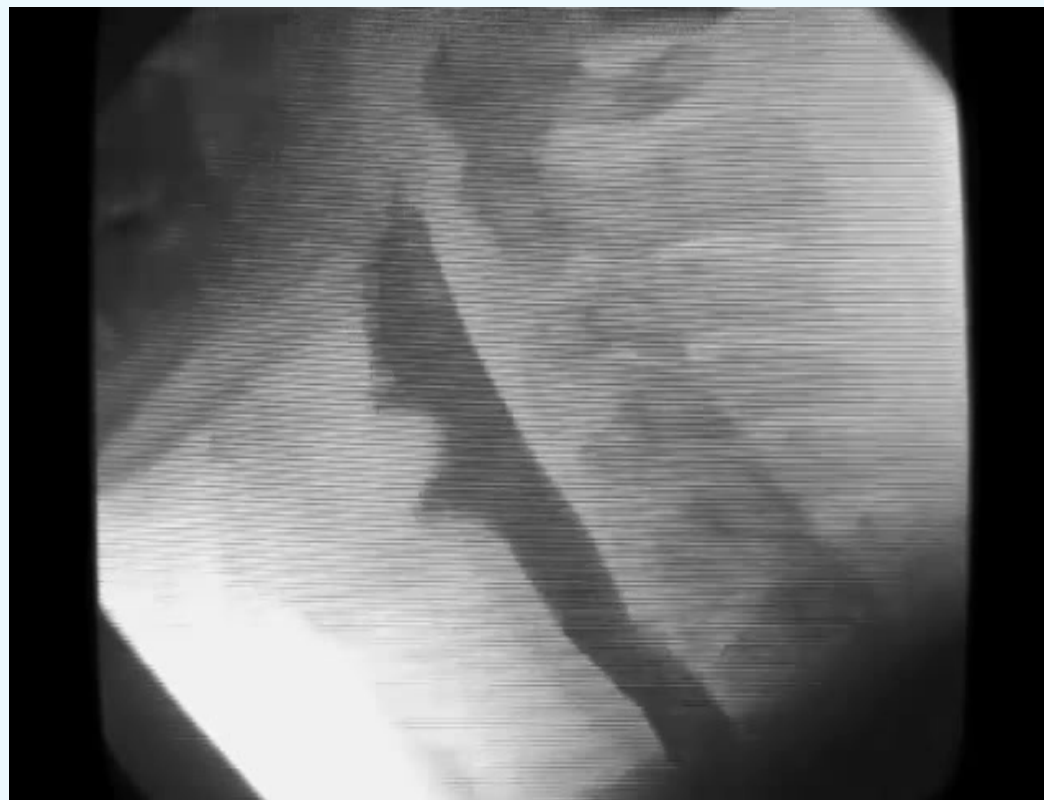
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE laryngoskopie



Polykání

http://www.youtube.com/watch?v=xu_YYOAIZEw



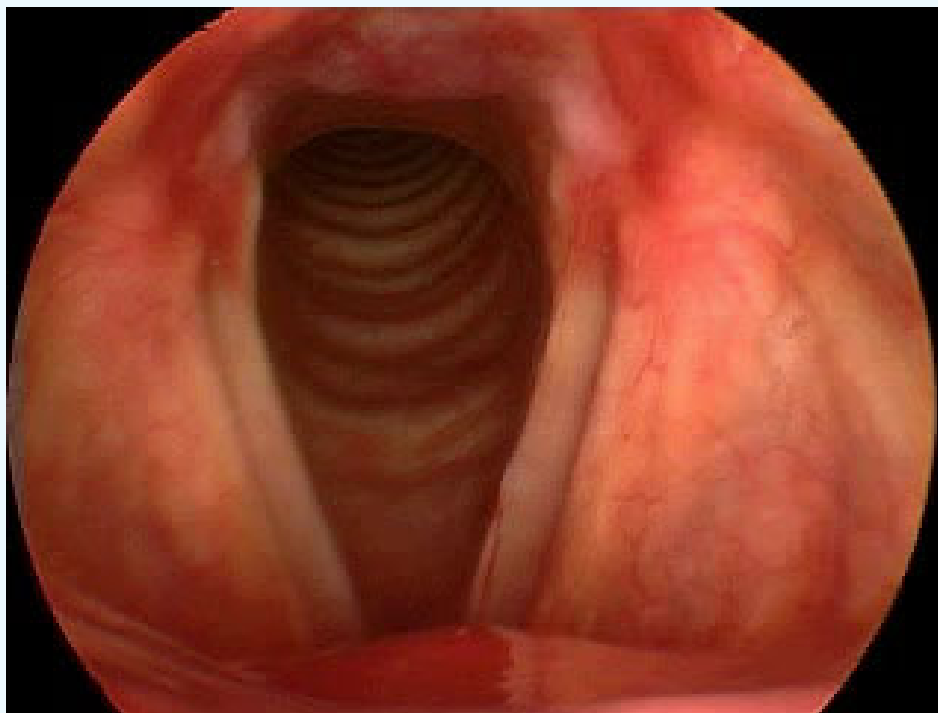
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

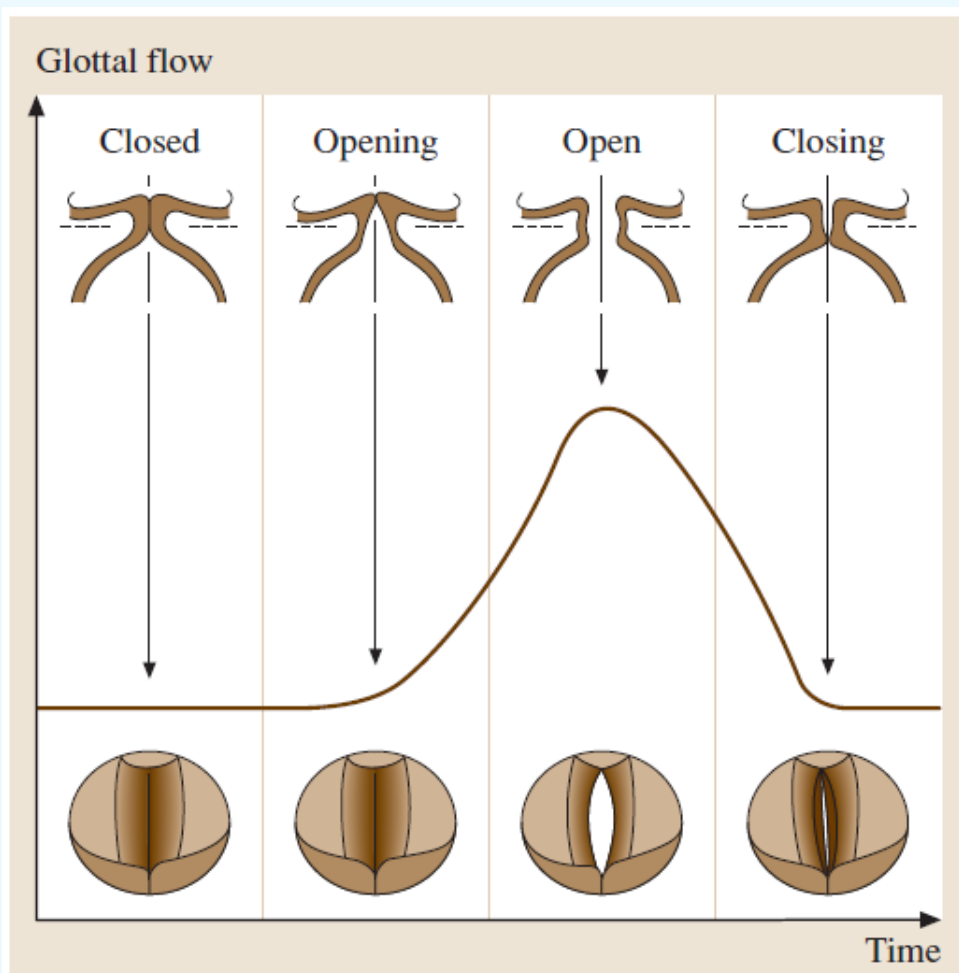
DEMONSTRACE laryngoskopie



Změna výšky hlasu

Recording made by the National
Center for Voice and Speech,
Denver, CO, USA

Zdroj hlasu: průchod vzduchu přes glottis („flow glottogram“)



Vztah mezi množstvím vzduchu procházejícím přes glottis (uprostřed), konfigurací glottis v koronálním řezu v jednotlivých fázích cyklu (nahore) a laryngoskopickou konfigurací glottis (dole).

Průtočné množství vzduchu se zvyšuje když se hlasivky otevírají a glottis se zvětšuje.

Průtočné množství se zmenšuje když se hlasivky uzavírají a glottis se zmenšuje.

Když jsou hlasivky uzavřeny, žádný vzduch neprochází.

Modulace proudu vzduchu otevíráním a zavíráním hlasivek vytváří zvuk - zdrojový hlas.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

cca 1960



AKUSTIKA HLASU: TEORIE ZDROJE A FILTRU

Gunnar Fant, Švédsko (1960)

2005



Gunnar M. Fant. *Acoustic theory of speech production*, the Hague: Mouton, 1960.

Hlas – zvuk tvořený vlivem kmitání hlasivek, který je dále upraven rezonancemi v dutinách vokálního traktu



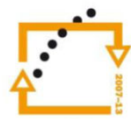
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

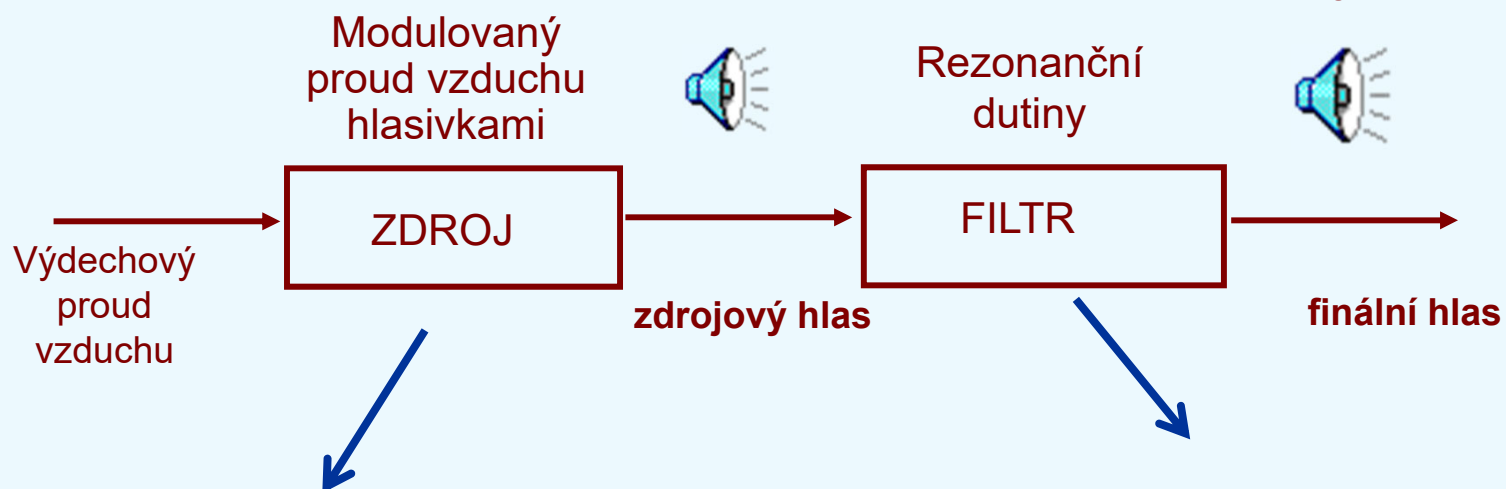
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

TEORIE ZDROJE A FILTRU

TEORIE ZDROJE A FILTRU



Simulace hlasu: Brad H. Story,
Univ. of Arizona, USA



- Frekvence (výška tónu)
- Základní intenzita (hlasitost)
- Délka fonace
- Primární kvalita hlasu (dyšnost, hrubost, chraplavost,...)
- Primární barva hlasu

- Samohlásky + souhlásky
- Konečná intenzita (hlasitost)
- Konečná kvalita hlasu (konečná barva, „rezonance“, pěvecký formant,...)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

CO JE TO HLAS?

Akustický signál (zvuk), t.j., rychlé změny tlaku vzduchu,
které se šíří formou vlnění

Sledování: mikrofon + osciloskop (PC)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



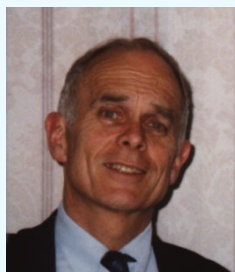
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE hlas

VOCE VISTA

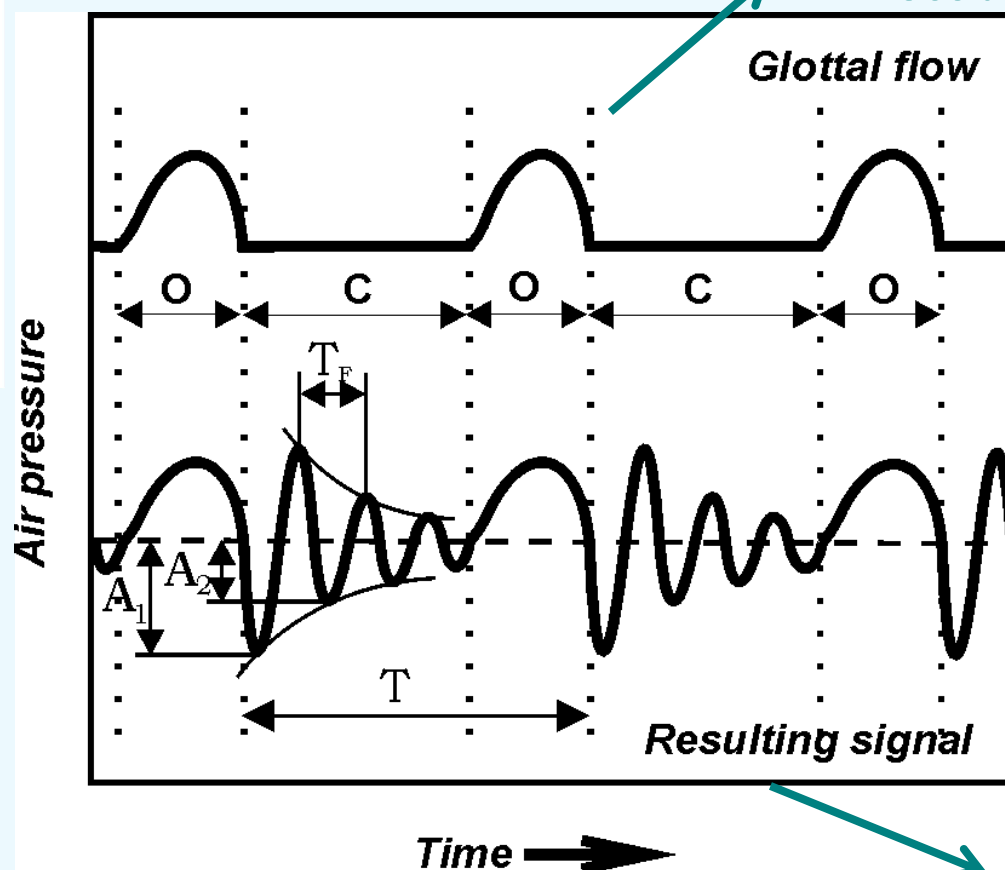
(speciální software pro sledování hlasu)



D.G. Miller

Dva stupně tvoření lidského hlasu (teorie zdroje a filtru)

Nelze přímo měřit, lze získat tzv.
metodou Inverzní filtrace



Zdrojový zvuk

**Finální zvuk =
zdrojový zvuk +
přidané
rezonance dutin
vokálního traktu**

Snímán mikrofonom



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

FREKVENČNÍ SPEKTRUM HLASU A ŘEČI

UCHO FUNGUJE JAKO FREKVENČNÍ ANALYZÁTOR

Průběh změn tlaku vzduchu při hlasu lze alternativně
zobrazit ve formě frekvenčního spektra



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE

frekvenční spektrum hlasu

základní frekvence a barva tónu

VOCE VISTA

(shareware)



D.G. Miller



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

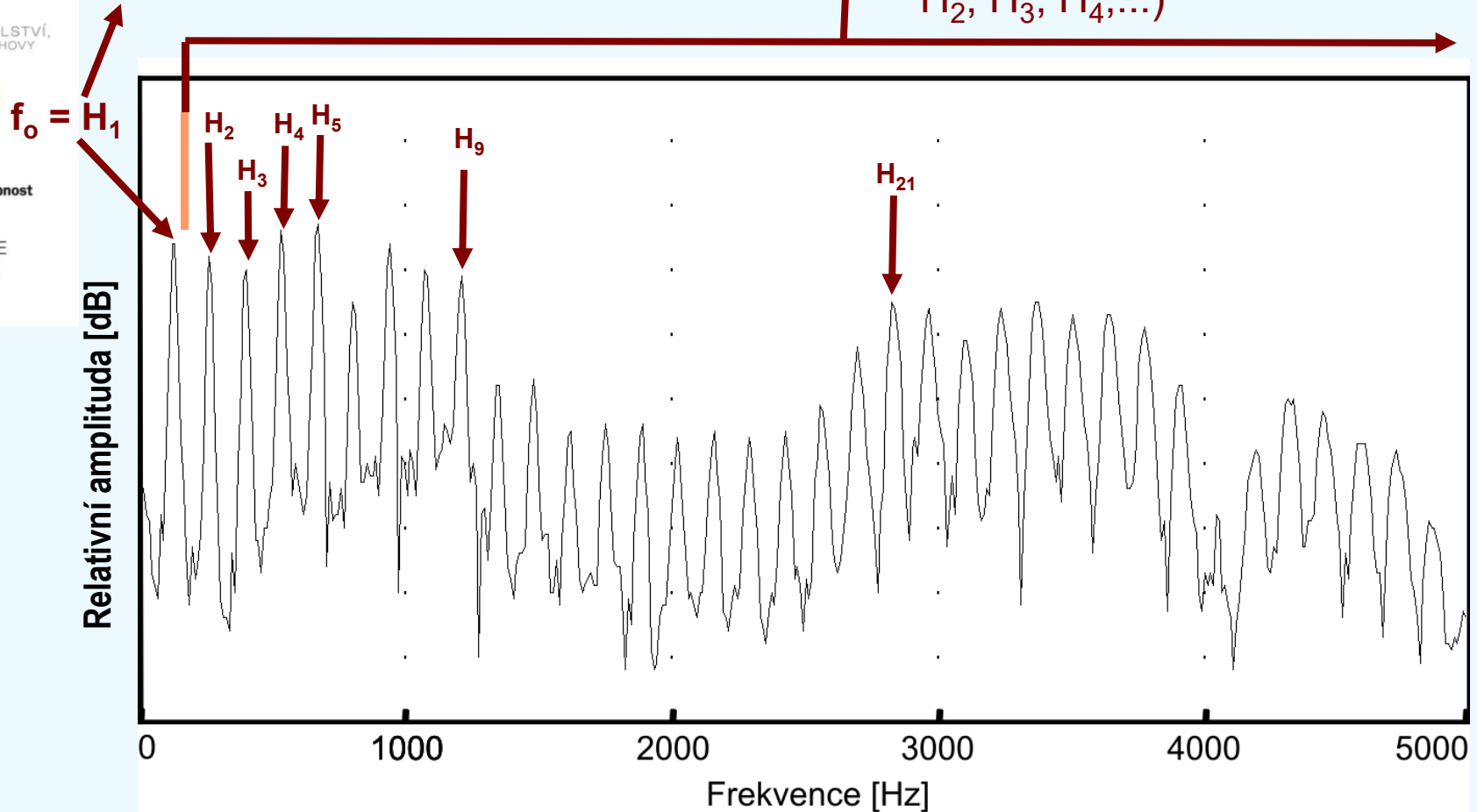
Frekvenční spektrum hlasu

Určuje výšku tónu

Určují barvu tónu

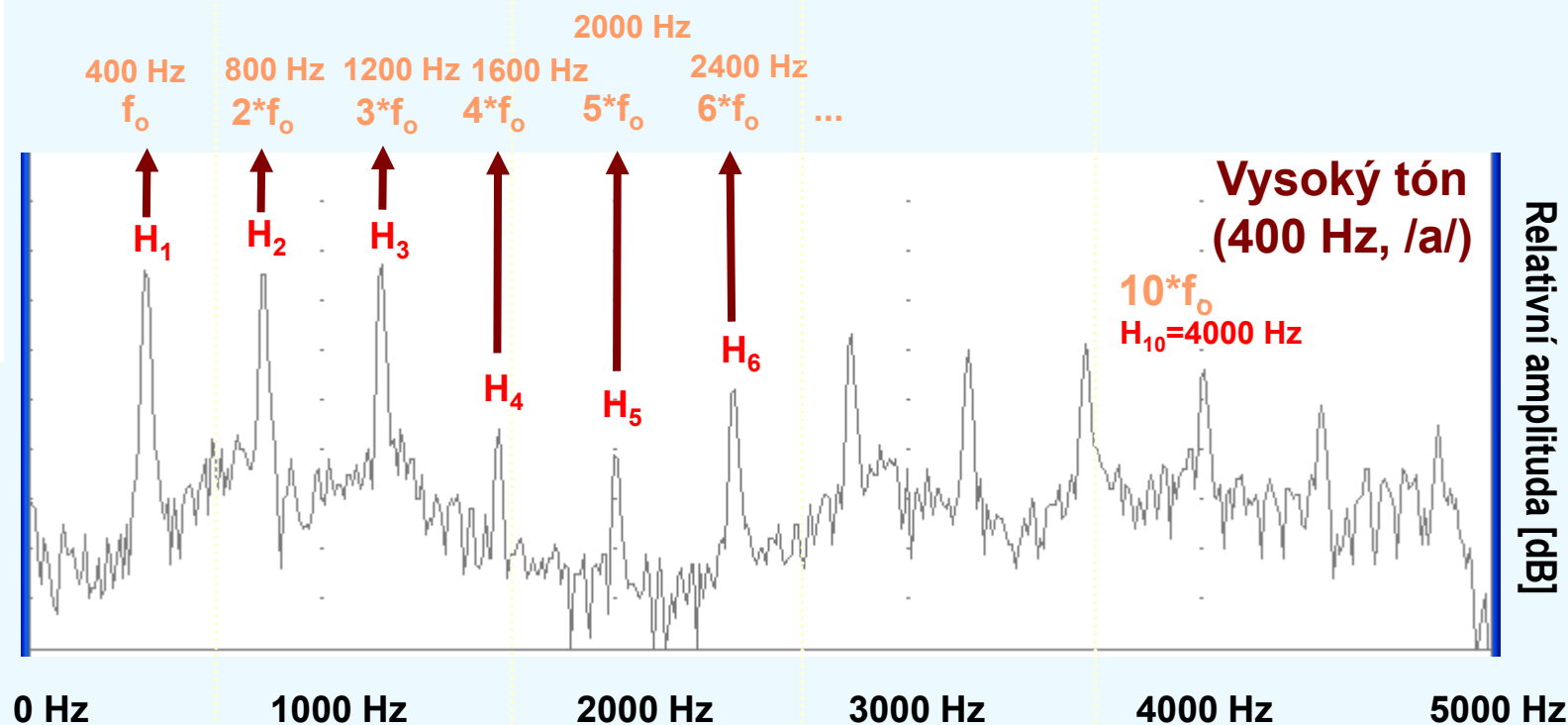
Základní frekvence (f_0) =
první harmonická (H_1)

Vyšší harmonické frekvence (aliquotní tóny -
 H_2, H_3, H_4, \dots)



Frekvenční spektrum hlasu: harmonické frekvence

Frekvence harmonických tónů jsou celistvými násobky frekvence f_0 !





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



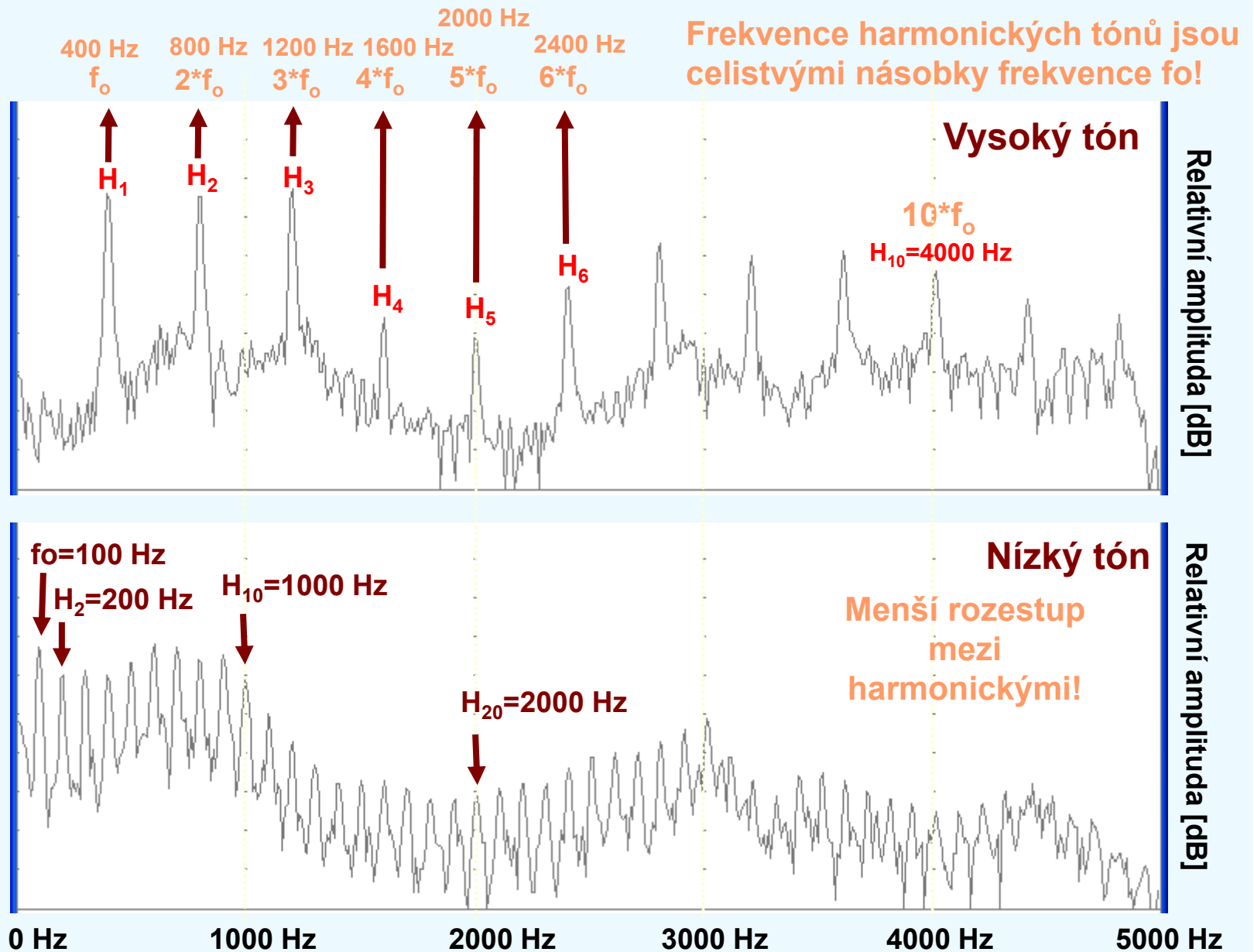
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Frekvenční spektrum hlasu: různá výška tónu





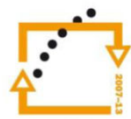
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

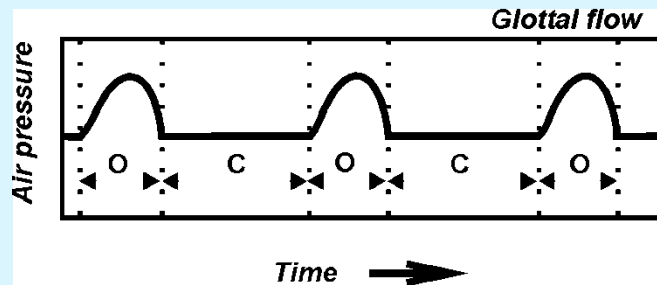


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

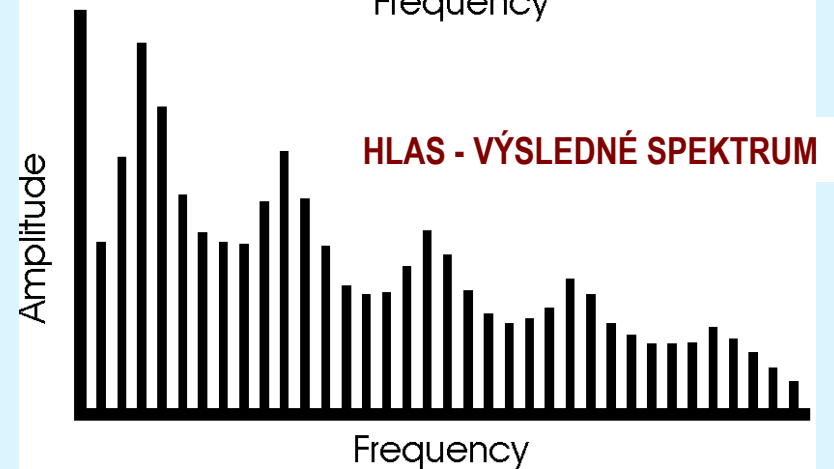
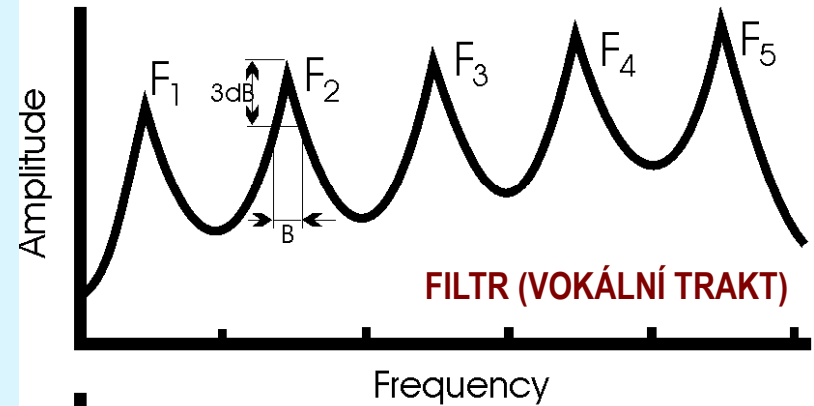
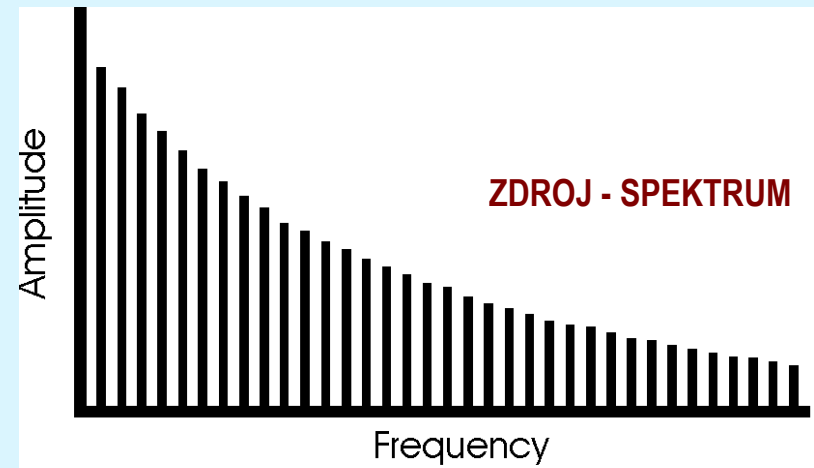
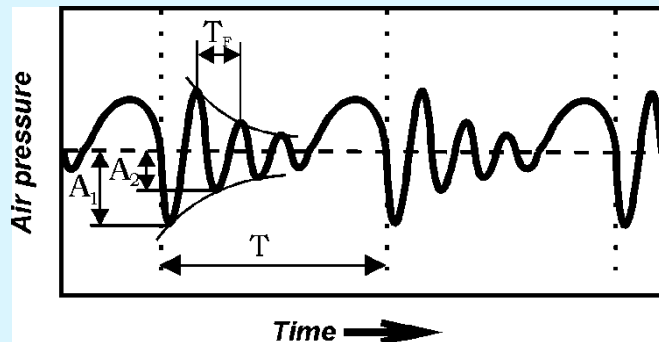
INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

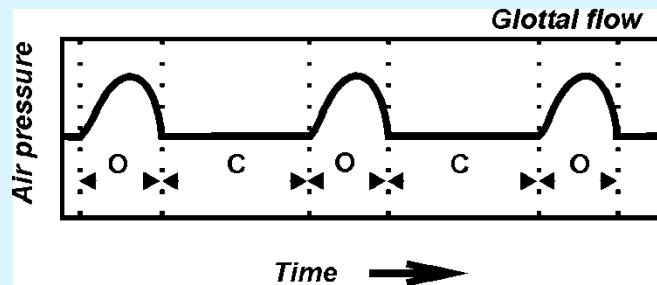
JAK VZNIKÁ FREKVENČNÍ SPEKTRUM HLASU?

TEORIE ZDROJE A FILTRU



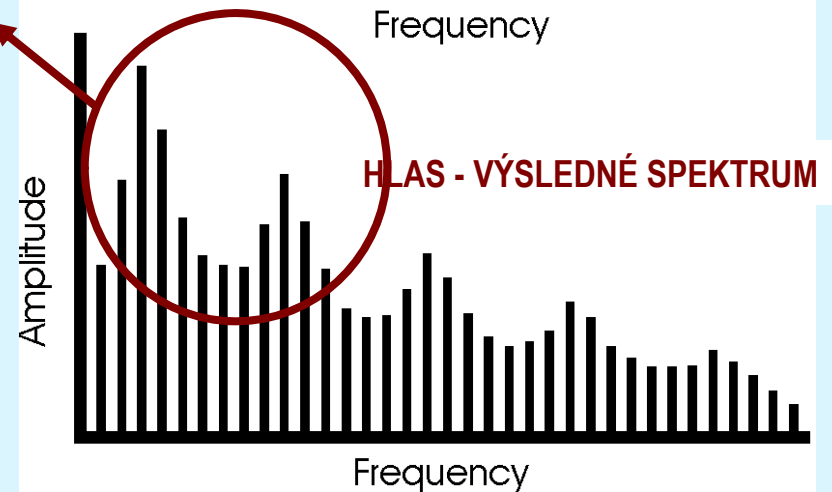
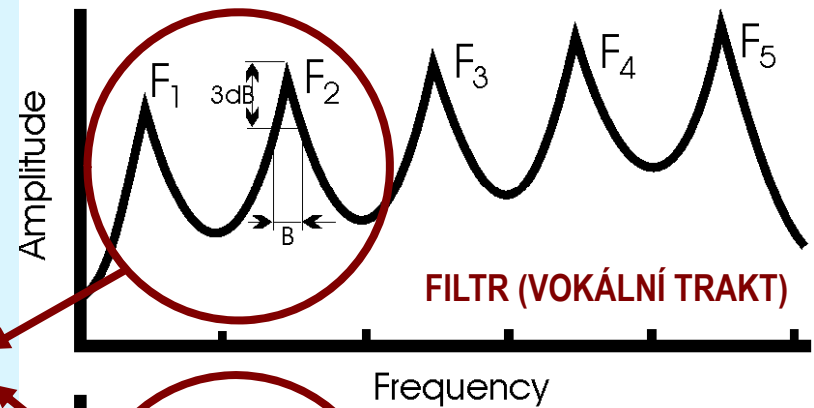
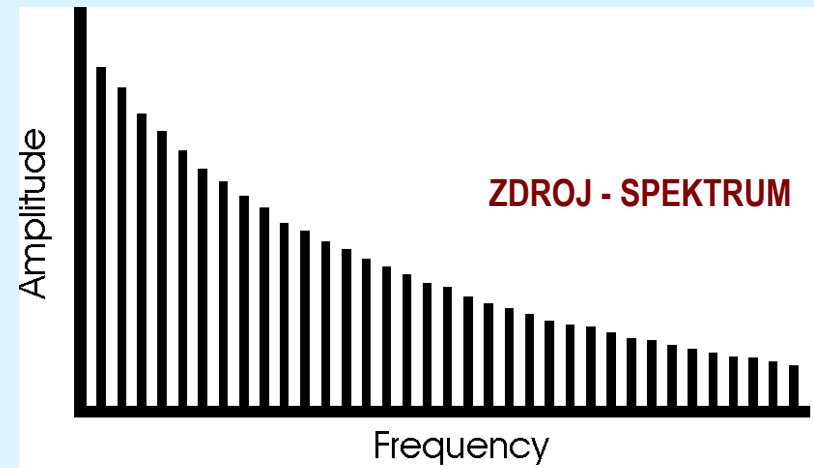
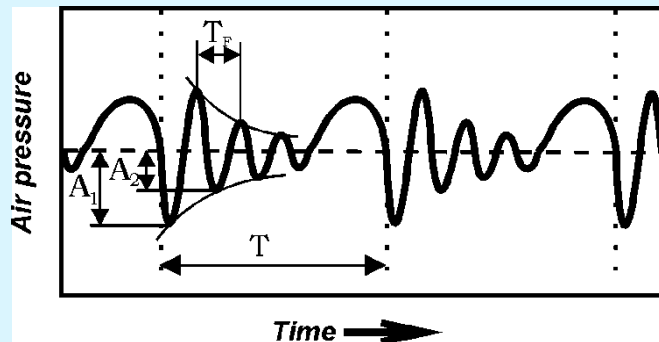
TEORIE ZDROJE A FILTRU





TEORIE ZDROJE A FILTRU

SAMO- HLÁSKY



FORMANTY: AKUSTICKÉ REZONANCE DUTIN VOKÁLNÍHO TRAKTU

Formant:

Koncentrace akustické energie kolem určité frekvence.

Je to charakteristický tón vokálního traktu, který se projeví jako vrchol / zesílení v obálce frekvenčního spektra hlasu.

Formanty korespondují s akustickými rezonancemi vokálního traktu.

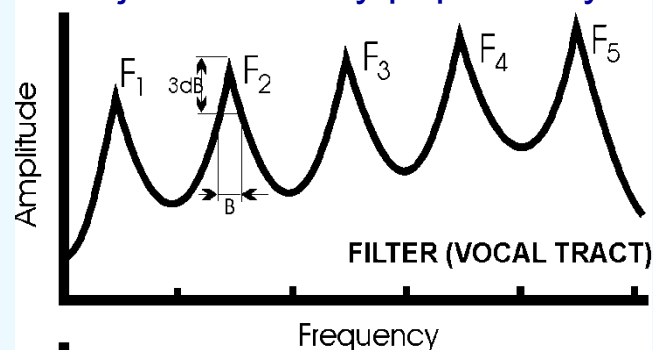
Nazývá se formantem, neboť formuje hlásku.

Formanty bývají značeny F_1 , F_2 , F_3 atd. (zatímco zákl. frekvence hlasu je značena f_0)

Samohlásky jsou určeny dvěma nejnižšími formanty - F_1 a F_2 .- jejich frekvence se nastavují zejména podle velikosti dutin vokálního traktu před a za jazykem

Pokud se tyto dva formanty odstraní (odfiltrují), samohlásku není možno rozpoznat (C. Stumpf, 1926).

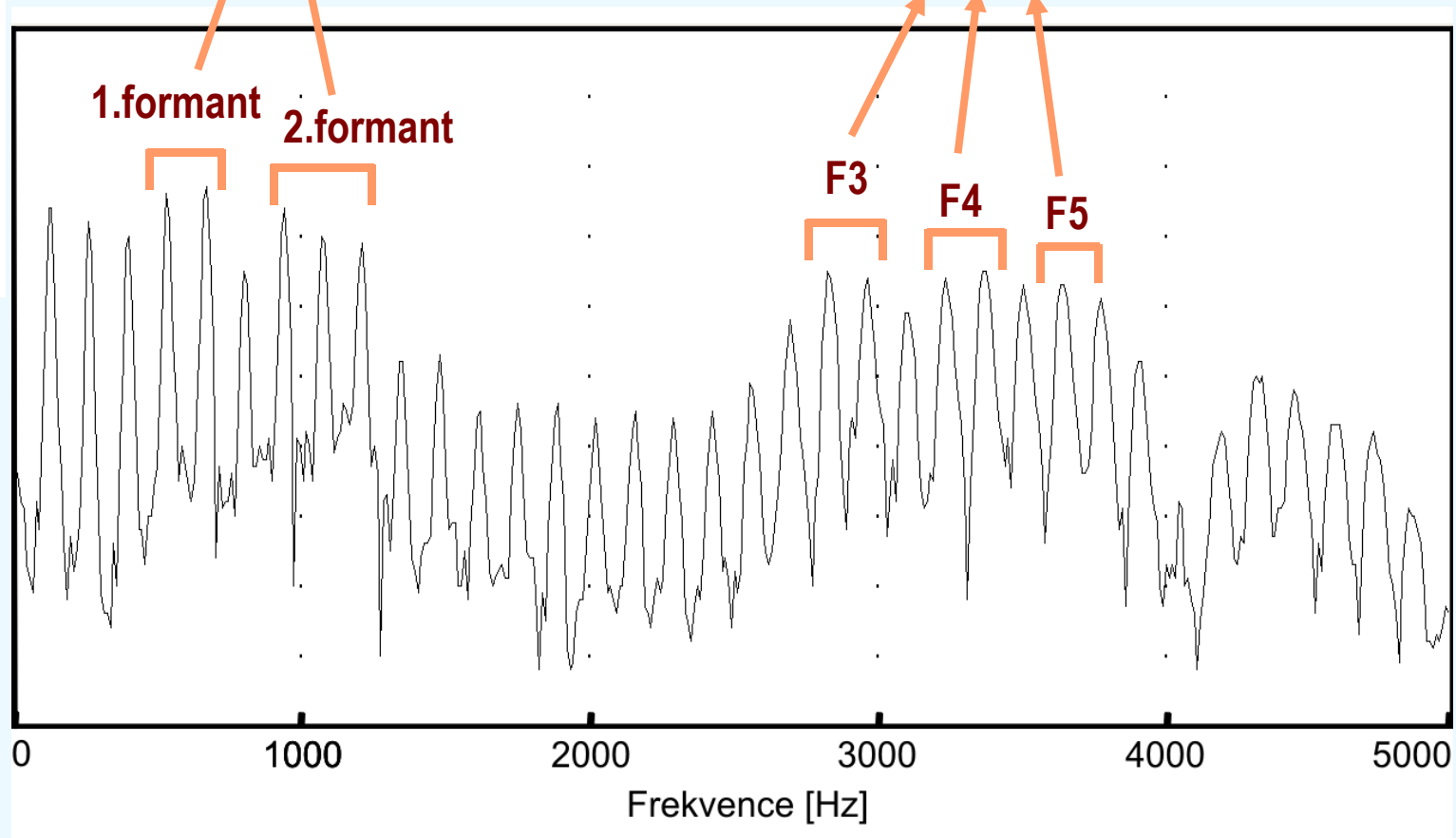
Pozn.: Kromě vokálního traktu jsou formanty popisovány i u hudebních nástrojů.



Frekvenční spektrum hlasu - formanty

Určují
samohlásku

Vyšší formanty:
podílejí se na individuální
barvě hlasu





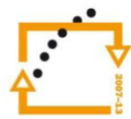
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE

frekvenční spektrum hlasu – formanty a samohlásky

VOCE VISTA

(shareware)



D.G. Miller

FILTR: REZONANCE DUTIN

Každá dutina ve které se šíří zvuk má svou přirozenou akustickou rezonanci. Vokální trakt lze nejjednodušeji vyjádřit v neutrální poloze – jako dutinu s konstantním průřezem a délkou cca 17.5 cm.

V neutrální poloze se vokální trakt chová jako tzv. čtvrtvlnný rezonátor – uzavřený v místě hlasivek a otevřený v místě rtů. Pro rezonanční frekvence F_n pak platí:

$$F_n = (2n - 1) c / 4l$$

kde $(2n-1)$ jsou lichá čísla ($n=1,2,3$, atd), c je rychlost zvuku ve vlhkém vzduchu (cca 350 m/s) a l je délka vokálního traktu (0.175 m).

Pro nejnižší rezonance vychází:

$F_1=500$ Hz, $F_2=1500$ Hz, $F_3=2500$ Hz, atd.

Tyto rezonance odpovídají formantům pro tzv. neutrální samohlásku.

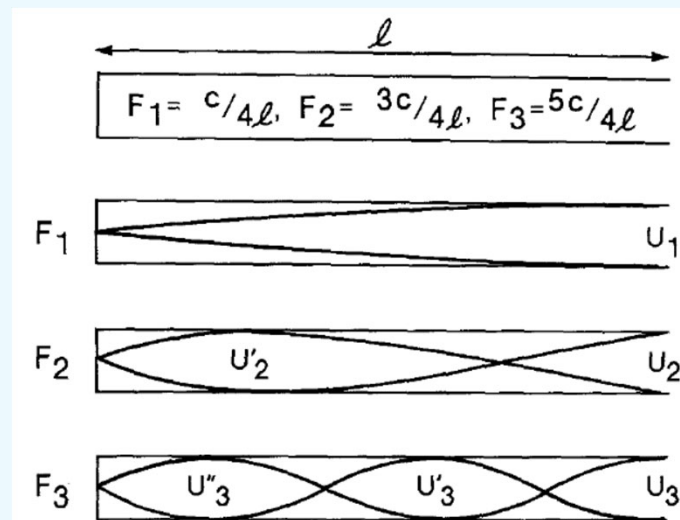
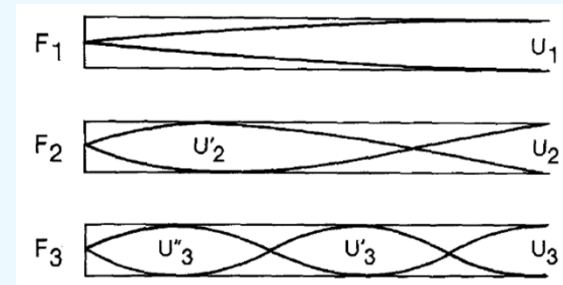


FIG. 5. Straight tube closed at one end (glottis) and open at the other (lips), showing stationary distribution of volume velocity for the first three formants, F_1 , F_2 , and F_3 . The resonances of the tube are given by the odd-quarter wavelength relationship (a tube of this configuration will resonate with maximal intensity to a sinusoid whose wavelength is four times the tube length).

FILTR: REZONANCE DUTIN

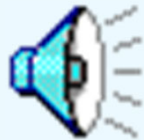
Rezonance dutin je jiná ve vzduchu a v heliu.

Dáno rozdílnou rychlostí zvuku:
 $c_{\text{air}} = 350 \text{ m/s}$ (vlhký vzduch, 37°C)
 $c_{\text{He}} = 972 \text{ m/s}$



Jak to ovlivní rezonanční frekvence polouzavřené trubice o délce $l=17.5 \text{ cm}$?

$$F_n = (2n - 1) c / 4l$$



vzduch



helium

Jak to ovlivní výšku tónu hlasu?



vzduch



helium

Zvukové ukázky:

J. Wolfe (Univ. of New South Wales,
Sydney, Australia)





MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

POLOHA FORMANTŮ U ČESKÝCH SAMOHLÁSEK /u:/

Formanty F1 a F2 :

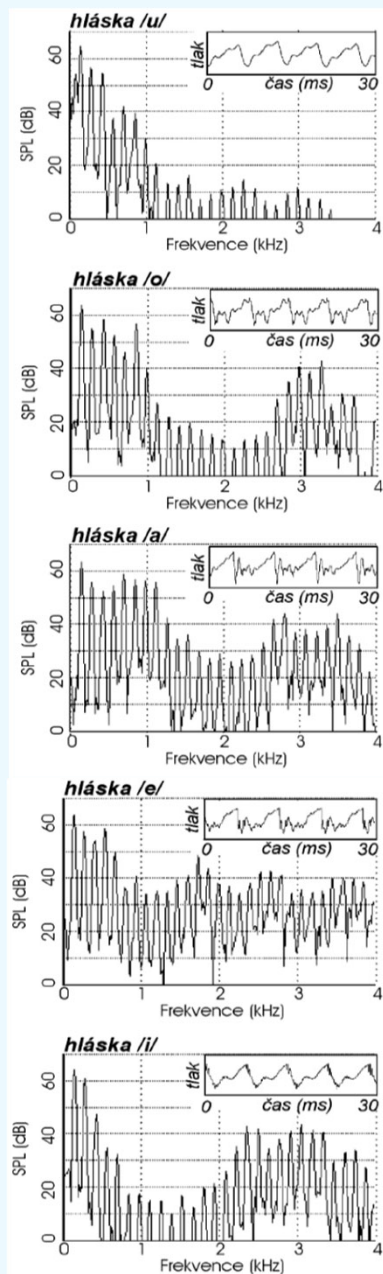
Při změně samohlásky z /u/ přes /o/ na /a/
oba dva formanty stoupají.

Při změně samohlásky z /a/ přes /e/ na /i/
/o:/ formant F1 klesá, zatímco F2 stoupá.

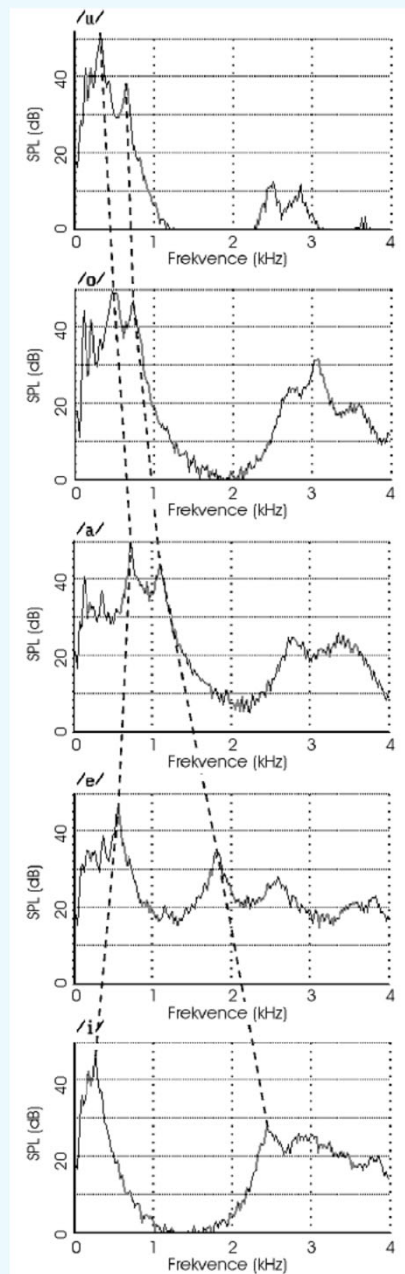
Hodnoty formantů F1 a F2 pro české samohlásky (Palková, 1994)

Hlásky	F1 pásmo	F2 pásmo
u,ú	300-500	600-1000
o,ó	500-700	850-1200
a,á	700-1100	1100-1500
e,é	480-700	1560-2100
i,í	300-500	2000-2800

Spektrum normální
fonace



Spektrum ingresivní
fonace





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



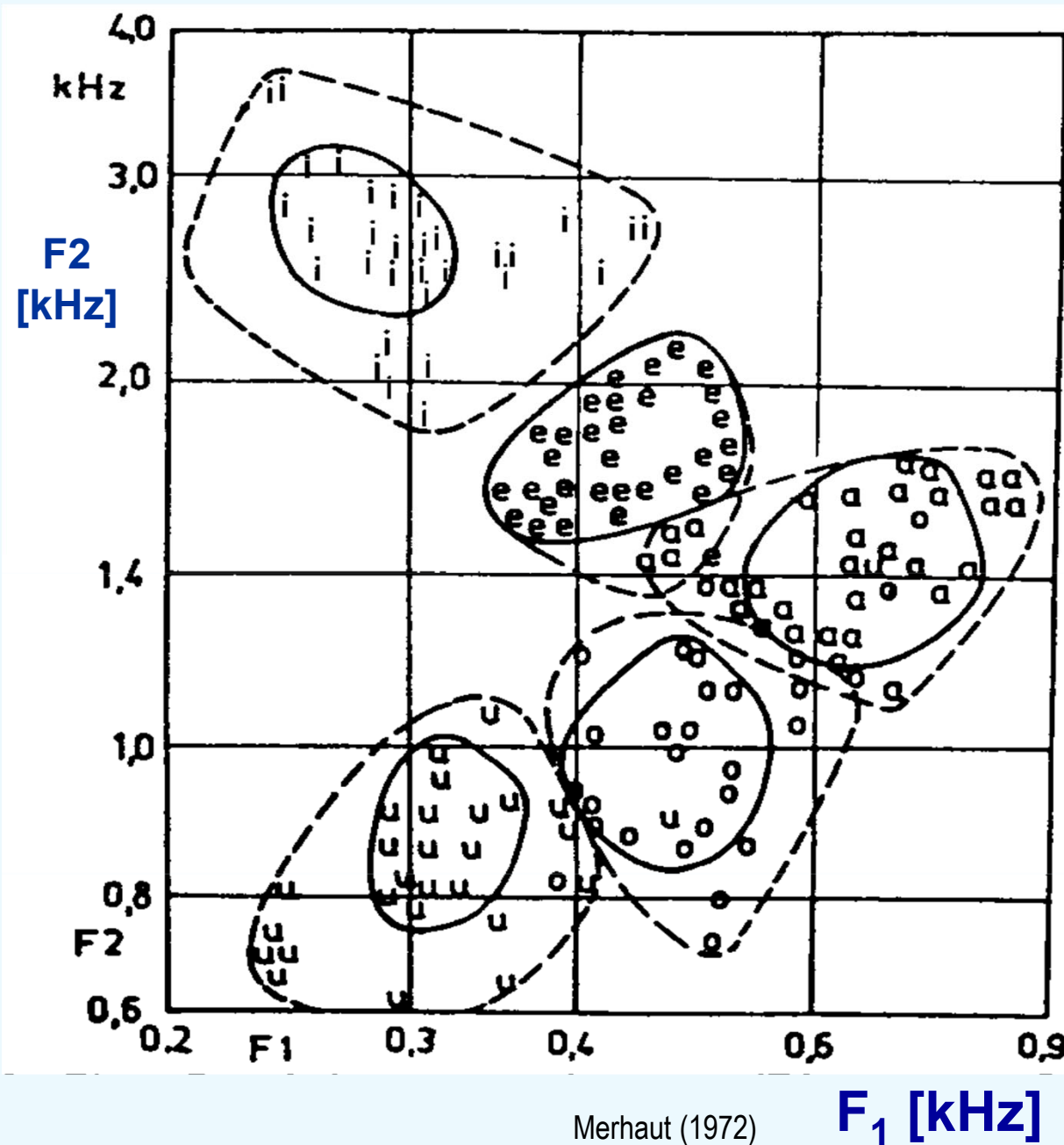
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

**Formantový
graf:
1. a 2. formant u
českých
samohlásek**





MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

THE JOURNAL OF
THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA

VOLUME 24, NUMBER 2

MARCH, 1952

1. a 2. FORMANT U ANGLICKÝCH SAMOHLÁSEK

Angličtina používá více
samohlásek než čeština.

Control Methods Used in a Study of the Vowels

GORDON E. PETERSON AND HAROLD L. BARNEY
Bell Telephone Laboratories, Inc., Murray Hill, New Jersey

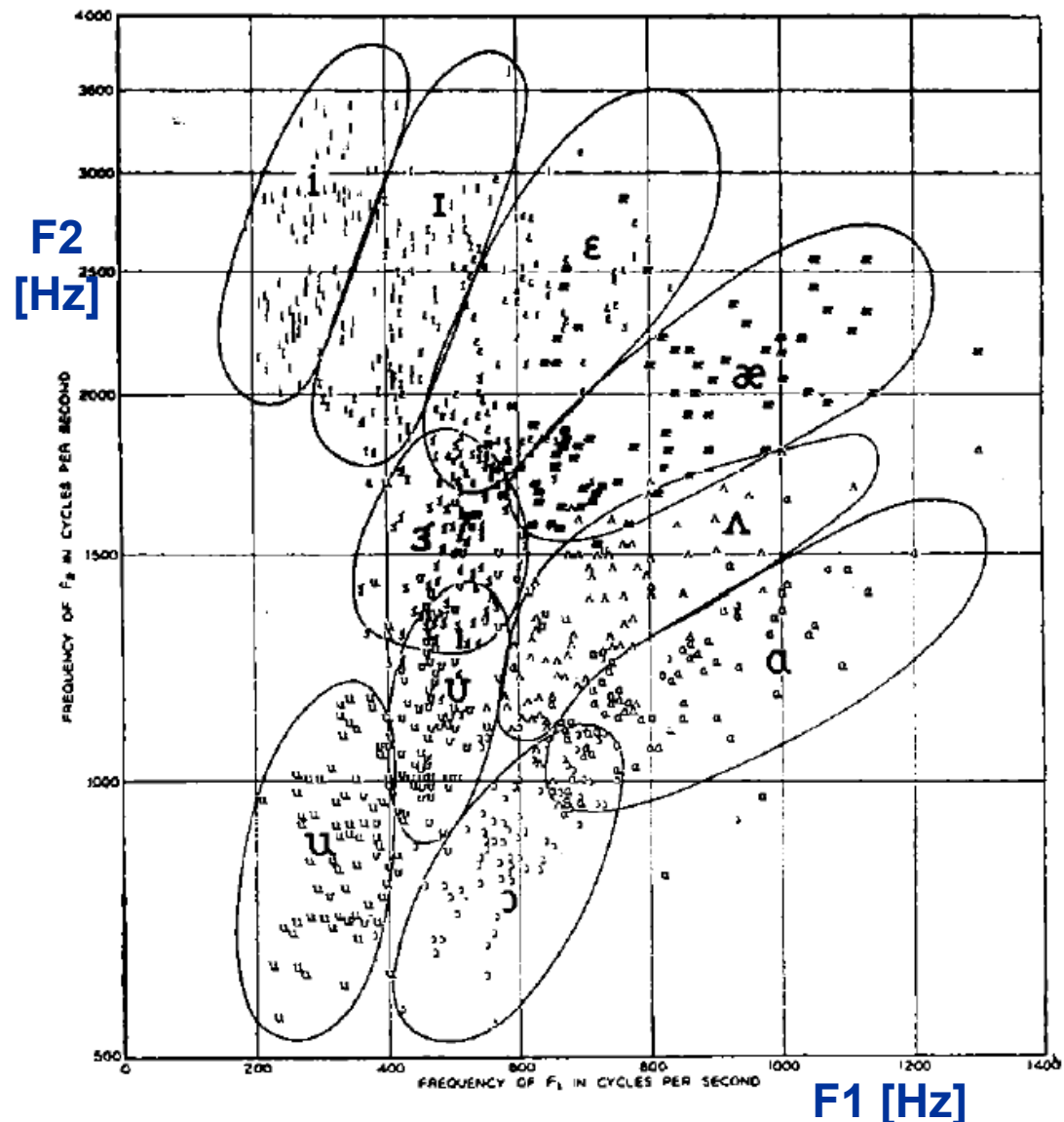


FIG. 8. Frequency of second formant *versus* frequency of first formant for ten vowels by 76 speakers.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

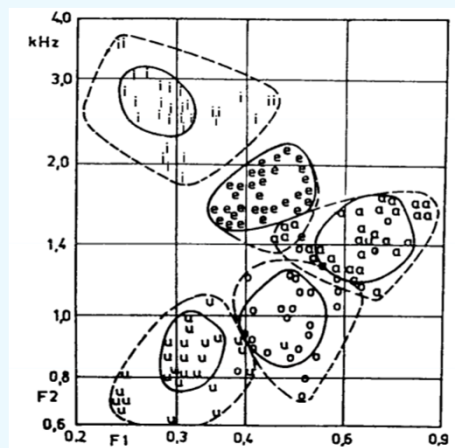
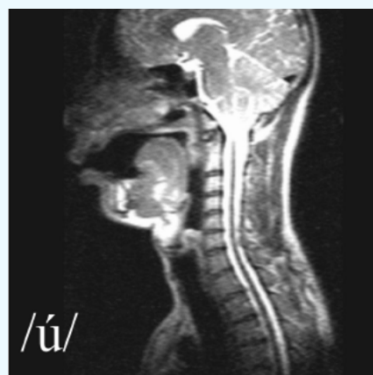


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

TVAR VOKÁLNÍHO TRAKTU U ČESKÝCH SAMOHLÁSEK

Obrázky z magnetické rezonance - Dedouch, Švec, Horáček, Kršek, Havlík & Vokřál (2003)





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

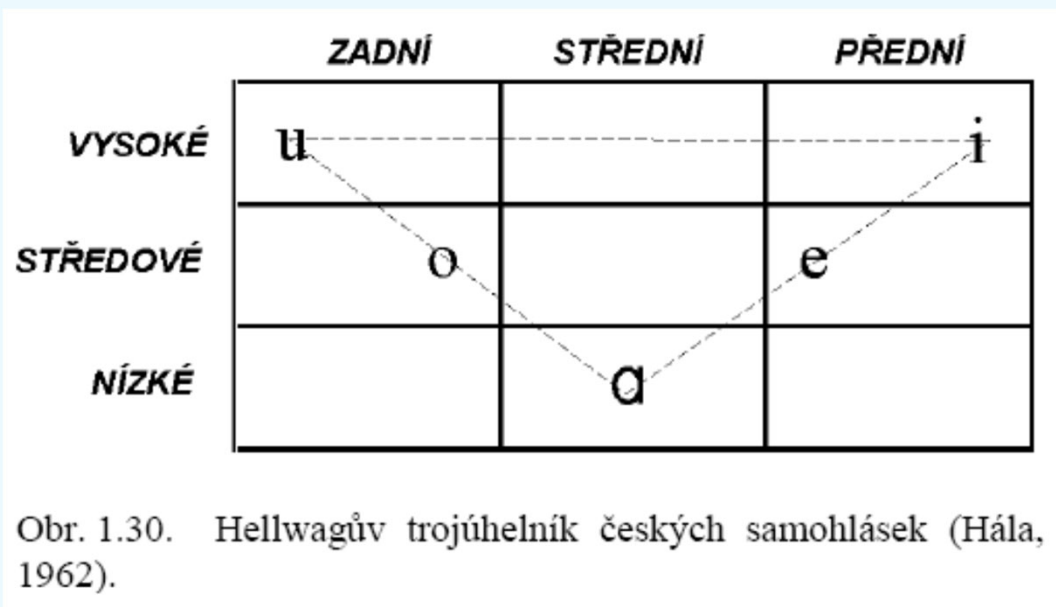


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

VERTIKÁLNÍ A HORIZONTÁLNÍ POLOHA JAZYKA U ČESKÝCH SAMOHLÁSEK: „Hellwagův trojúhelník“

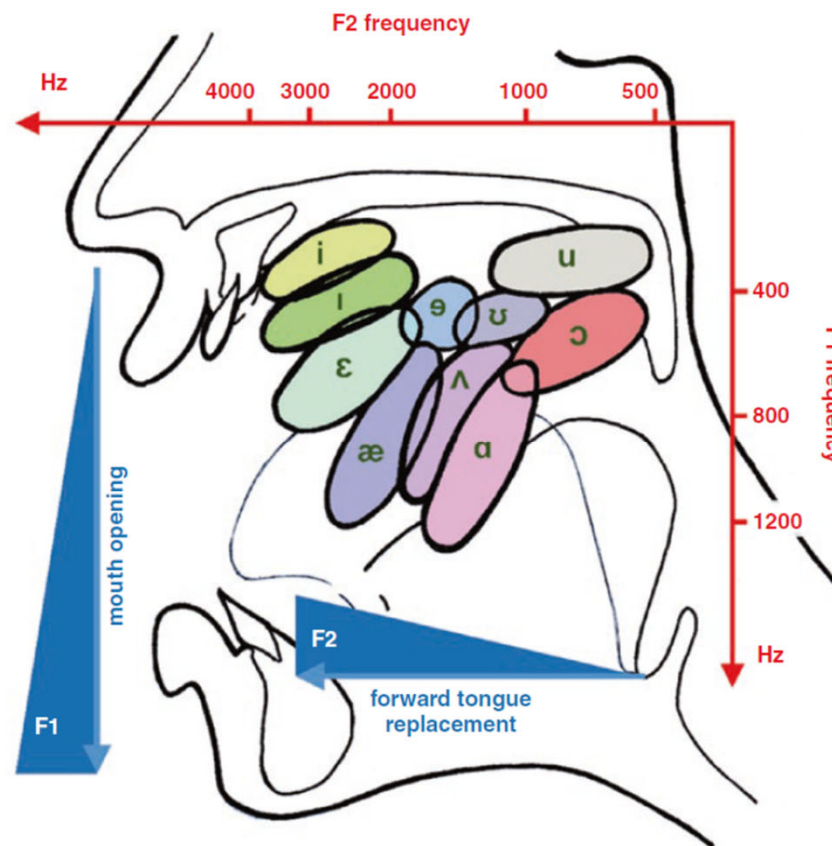
Horizontální poloha jazyka



Vertikální poloha
jazyka /
rozevření čelistí

VERTIKÁLNÍ A HORIZONTÁLNÍ POLOHA JAZYKA U SAMOHLÁSEK:

Fig. 1.72 Adjusting the first two formants; forward tongue placement increases F2, mouth opening increases F1 frequencies (the frequency regions for F1 and F2 which result in the 10 English vowels are adapted from Peterson and Barney 1952, with the permission of Acoustical Society of America)



From: Bartha-Doering, L., Birkholz, P., Casanova, C., de Jong, F., Decoster, W., Denizoglu, I., . . . Wendler, J. (2020). Basics of Phoniatrics. In A. am Zehnhoff-Dinnesen, B. Wiskirka-Woznica, K. Neumann, & T. Nawka (Eds.), *European Manual of Medicine: Phoniatrics 1* (pp. 3-124). Berlin Heidelberg: Springer Verlag.



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

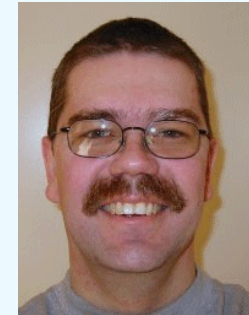


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE

Akustická syntéza hlasu



S. Granqvist

Program Madde (S.Granqvist, KTH Stockholm)

Run Madde

Run
Real Time
Spectrum

<http://www.speech.kth.se/music/downloads/smptool/>



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE

Artikulační syntéza hlasu

Program Apex (Lindblom, Liljenkrantz, Stark, Sundberg & Ternström, KTH Stockholm, 2005)

Lip Parameters

- Lock
- Rounded
- Neutral
- Spread

Length: 1.2
Area: 0.5

Jaw Aperture: 7.0
Larynx Height: 94.5 Lock

Tongue Body Parameters

position: 0.00, displacement: 1.00
Mx: 0.0, My: 11.6

Tongue Apex Parameters

Elevation: 0, Protrusion: 0.0
Extend

Redraw



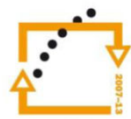
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

END OF THE PART KONEC DÍLU



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Thank you
Děkuji za pozornost