



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁZNAM HLASU A ŘEČI, MIKROFONY, ZÁKLADY DIGITALIZACE SIGNÁLU



JAN ŠVEC



Katedra experimentální fyziky, Př.F. UP Olomouc



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DŮLEŽITÁ MOUDROST:

Baken & Orlikoff (2000): Clinical measurement of speech and voice, pp.1-3

Nikdy slepě nevěř počítačům... ...Počítače jsou hloupé přístroje. Zanalyzují vám vše a je jim jedno zdali vstupní data jsou dobrá, špatná či zcela nesmyslná.

Měření nemohou být lepší než znalosti člověka, který je provádí.

Měřením je třeba dobře rozumět.

Ne všechny akustické přístroje (mikrofony, záznamníky atd.) jsou vhodné pro přesná měření hlasu.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Jaké přístrojové komponenty potřebujeme pro digitální záznam hlasu a řeči?

Zařízení (přístrojové komponenty) pro digitální záznam hlasu:


Mikrofon

Převádí změny akustického tlaku na elektrický signál

Předzesilovač

Nastavuje úroveň signálu pro záznam

A/D převodník

Převádí elektrický signál na digitální
(analogově-digitální převodník)

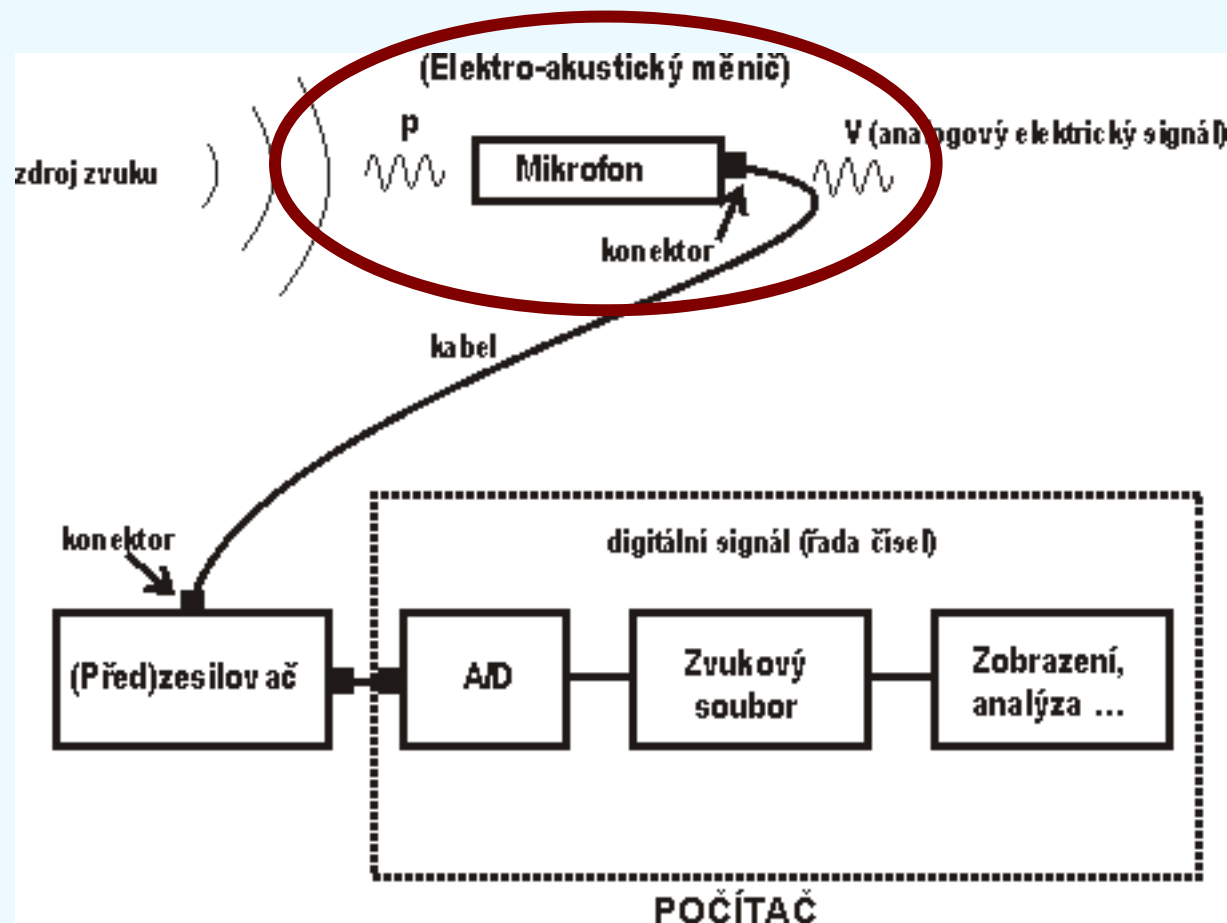
Záznamové zařízení

Zaznamenává signál do souboru

Kabely a konektory

Spojují přístroje dohromady

ZÁZNAM HLASU A ŘEČI: PŘÍSTROJOVÉ USPOŘÁDÁNÍ



“Počítačová zvuková karta:” zahrnuje předzesilovač a A/D převodník

MIKROFONY:

Výsledný hlasový akustický signál se snímá pomocí mikrofonu.

Jsou různá dělení mikrofonů:

Z hlediska konstrukce se rozlišují:

- I) Mikrofony kondenzátorové (nebo elektretové)
- II) Mikrofony dynamické

Technicky se rozlišují 2 základní druhy mikrofonů (Boleslav, 1964; Merhaut, 1985):

- 1) Mikrofony tlakové (snímají akustický tlak) - všesměrové
- 2) Gradientní mikrofony (nesnímají tlak nýbrž gradient akustického tlaku) – směrové

Z obecného hlediska můžeme rozlišit:

- A) Měřicí mikrofony – určeny pro přesné změření zvuku
- B) Studiové/pódiové mikrofony – určeny pro sejmutí hlasu pro komerční/komunikační účely (často zesilují pásmo kolem 5 kHz, aby byla barva hlasu příjemnější).
- C) Mikrofony pro speciální účely



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



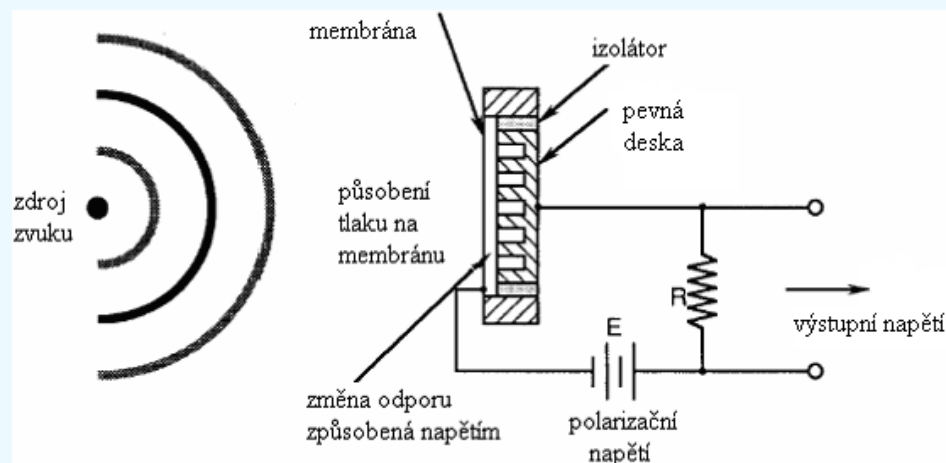
**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁKLADNÍ PRINCIPY:

PRINCIP KONDENZÁTOROVÉHO A DYNAMICKÉHO MIKROFONU:

Kondenzátorový/elektretový mikrofon:

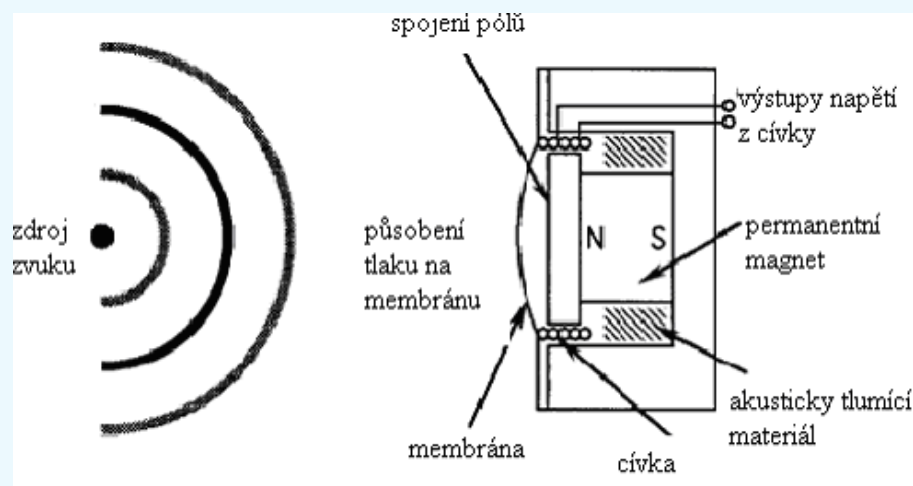


Převzato z AKG Acoustic (připravila H.Šrámková)

Snímačem je membrána kondenzátoru, která se vychyluje podle momentálního tlaku vzduchu a mění kapacitu kondenzátoru, která způsobuje elektrický proud. Dnes je polarizační napětí, používané u většiny kondenzátorových mikrofonů, „zabudované uvnitř“ a proto se těmto mikrofonům říká předpolarizované = elektretové.

Dynamický mikrofon:

Snímačem je membrána připojená na elektrickou cívku. Elektrický signál v cívkě se tvoří vlivem pohybu cívky v magnetickém poli. Čím pomaleji se cívka pohybuje, tím menší proud se tvoří. Tento snímač je citlivější na vyšší frekvence než na nižší.



Převzato z AKG Acoustic (připravila H.Šrámková)

MIKROFONY:

Slouží mnoha účelům:

**Telekomunikace
Rozhlasové a TV přenosy
Záznam hudby
Spotřební elektronika
Akustická měření,...**

TYTO ÚČELY MAJÍ RŮZNÉ POŽADAVKY

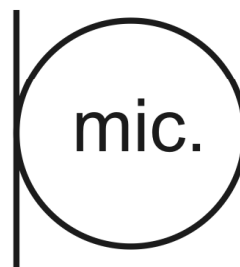
Mikrofon – základní úkol

Převést akustický tlak na elektrický signál

sound pressure



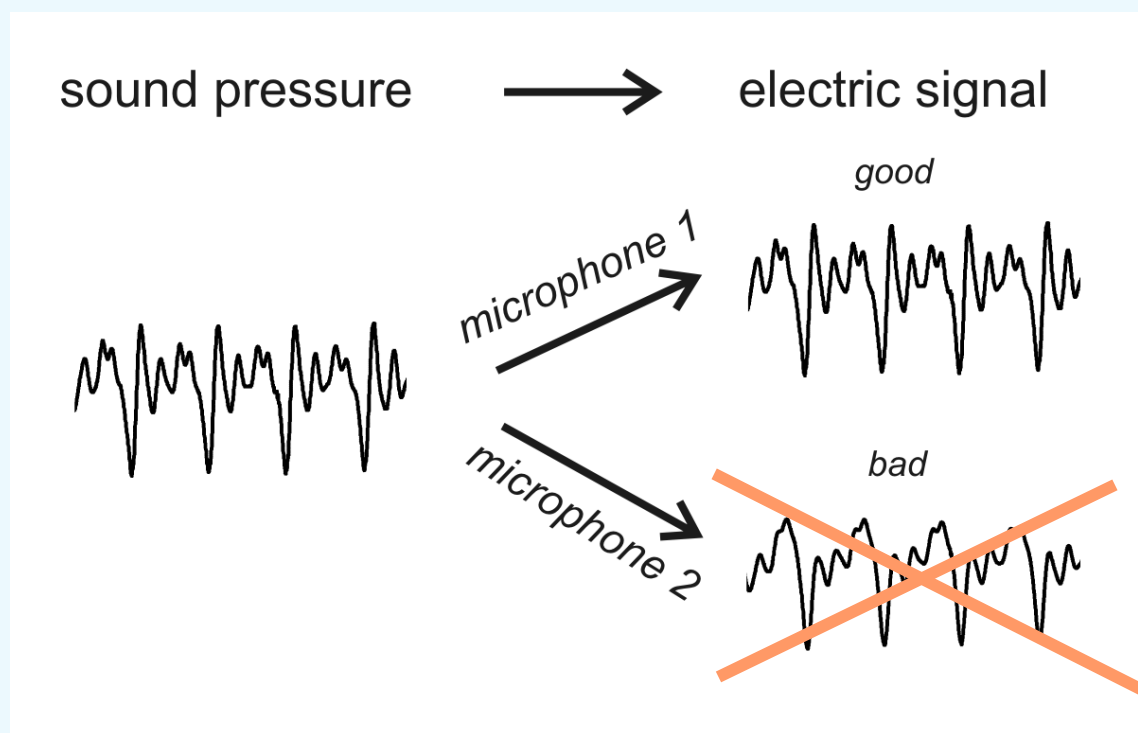
electric signal



Měřicí mikrofon – základní podmínka :

Signál z mikrofonu má mít stejné vlastnosti jako originální signál!

Mnoho mikrofonů tento požadavek nesplňuje!



**stejně
- DOBŘE**

**různě-
ŠPATNĚ**

(Švec & Granqvist, 2010)

POŽADAVKY NA MĚŘÍCÍ MIKROFONY

**JE TŘEBA PŘESNĚ ZAZNAMENAT 3 ZÁKLADNÍ
VLASTNOSTI HLASU:**

1) Základní frekvenci

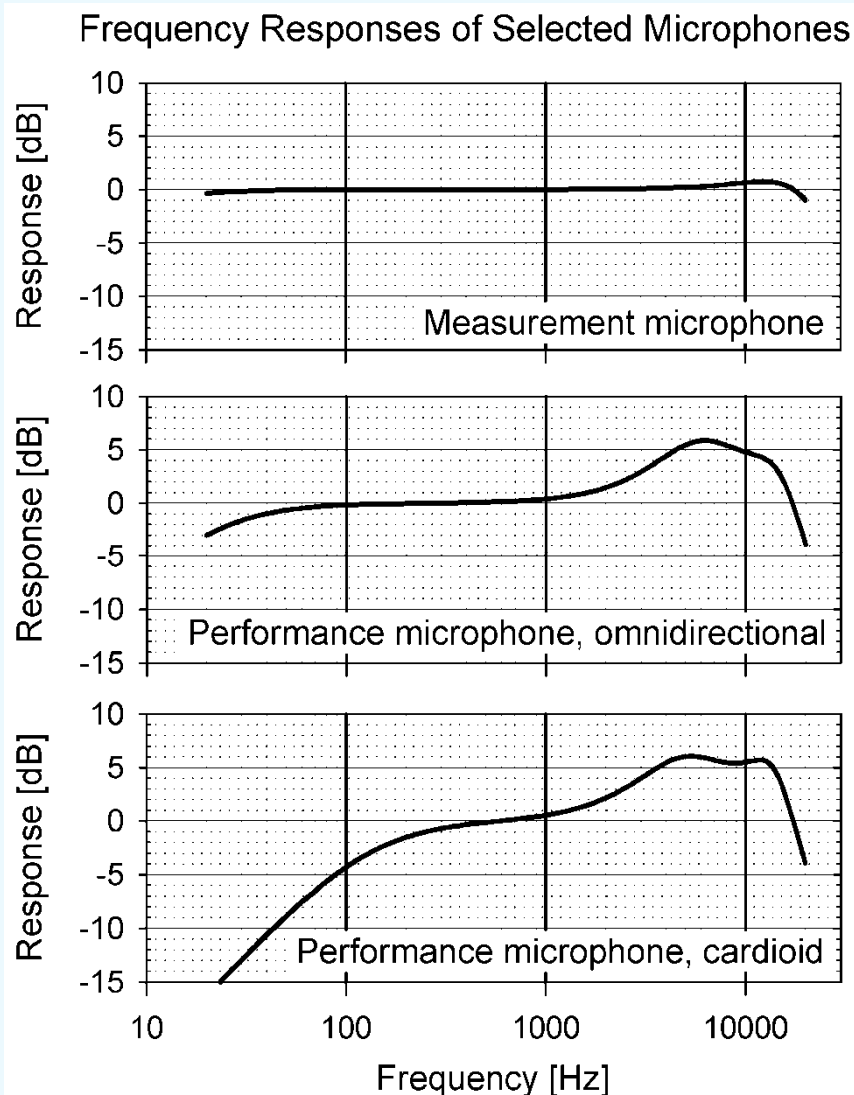
2) Barvu (spektrum)

3) Amplitudu (úroveň)

**1) FREKVENČNÍ
CHARAKTERISTIKA**

**2) DYNAMICKÝ
ROZSAH**

FREKVENČNÍ CHARAKTERISTIKY MIKROFONŮ:



Pro přesný záznam hlasu je třeba aby mikrofon snímal **všechny frekvence hlasu se stejnou citlivostí**.

Frekvenční citlivost mikrofonu znázorňuje tzv. frekvenční charakteristika.

Na obrázku jsou příklady různých frekvenčních charakteristik 3 mikrofonů.

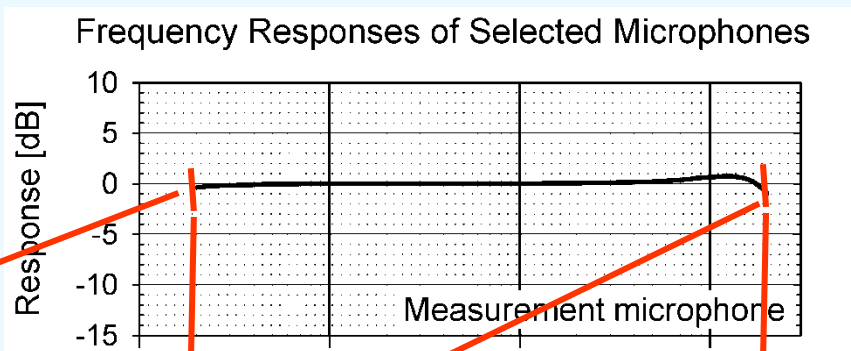
1) Měřicí všesměrový mikrofon, který snímá všechny zvuky stejně v rozmezí 20 Hz – 20 kHz.

2) Všesměrový studiový mikrofon, který záměrně zesiluje zvuky v oblasti kolem 5-6 kHz o 6dB. (Zvuk příjemnější pro poslech)

3) Směrový pódiový mikrofon, který potlačuje zvuky nižší než 300 Hz a zesiluje zvuky kolem 2-10 kHz.

Frekvenční charakteristika měřících mikrofونů:

MÁ BÝT ROVNÁ
(nerovnosti menší než 2 dB).
ALE OD JAKÉ DO JAKÉ
FREKVENCE?



< 50 Hz

5-20 kHz

Spodní mez: Má být nižší než nejnižší základní frekvence hlasu

Nejnižší fo pozorovaná u mužů: ~50 Hz (Leino et al. 2008, Sulter et al., 1995)

Subharmonické fonace ale mohou být nižší (e.g., Herzel 1996, Neubauer et al 2004,...)

Spodní mez slyšení: 20 Hz

Dolní mez pro laboratorní mikrofony daná normou (LS1, LS2): 10 Hz (ANSI S1.15-1997)

Horní mez: Vyšší než nejvyšší spektrální složky, které nás zajímají

Zpěv: běžně 5000 Hz

Souhlásky u řeči: do cca. 7000-8000 Hz (Fant 1959)

HiFi hlas: 16 – 20 kHz (Ternström 2008, Ternström & Howard 2008)

Horní mez pro laboratorní mikrofony daná normou - LS1: 8000 Hz, LS2: 20 000 Hz (ANSI S1.15-1997)

FREKVENČNÍ CHARAKTERISTIKA: (FREKVENČNÍ ODEZVA)

Frekvenční odezva celého nahrávacího systému odráží charakteristiky všech částí systému:

V případě měření hlasu a řeči tyto zahrnují, např. :

- ◆ **místnost**
- ◆ **mikrofon**
- ◆ **Předzesilovač**
- ◆ **A/D převodník**

Vliv místnosti na měření hlasu a řeči: Poloměr dozvuku

Granqvist & Švec, v přípravě

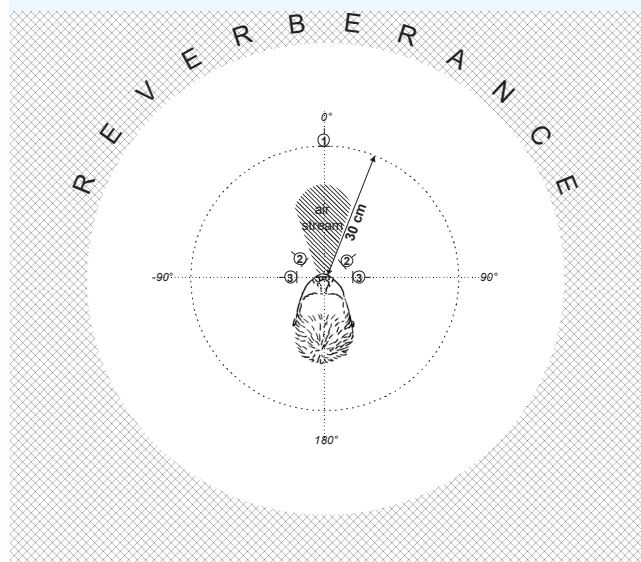
Chceme zaznamenat přímý zvuk z úst, ne odražený zvuk z místnosti !

Poloměr dozvuku: vzdálenost od zdroje, kde přímý zvuk má stejnou hlasitost jako odražený zvuk z místnosti

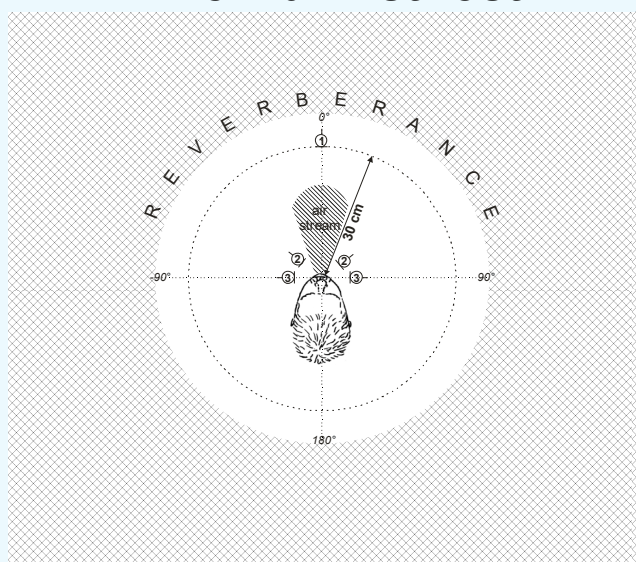
Šedá plocha – zvuk odražený od stěn je silnější než přímý zvuk

Čím méně je místnost tlumená (více rezonuje), tím kratší je poloměr dozvuku. (Problém přesného měření např. v koupelně).

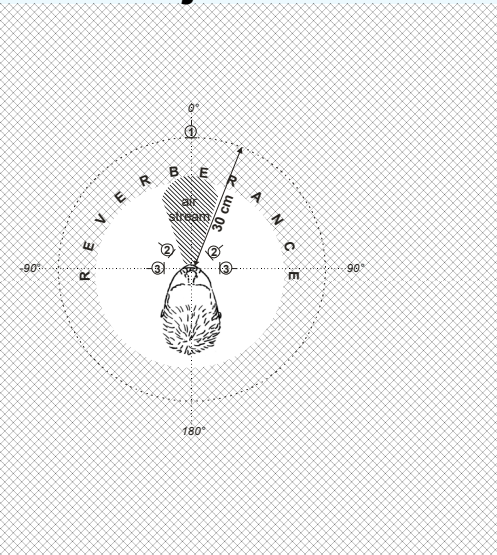
Zatlumená místnost



Běžná místnost



Rezonující místnost





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

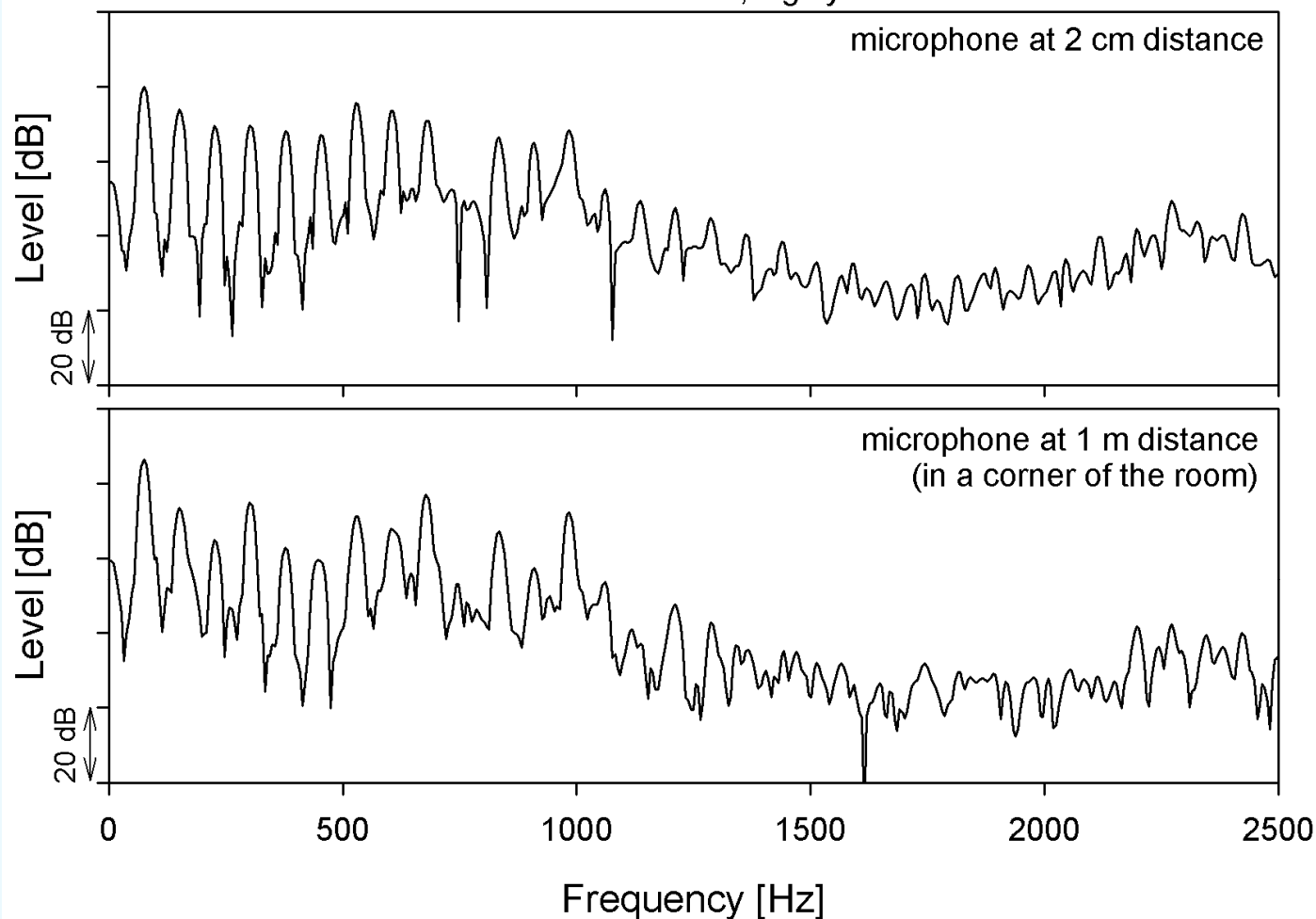


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Vliv místnosti na spektrum hlasu:

sust. /a/, recorded simultaneously with 2 identical microphones
at different distances in a small, highly resonant room



Granqvist & Svec, in preparation

SMĚROVÉ CHARAKTERISTIKY MIKROFONŮ:

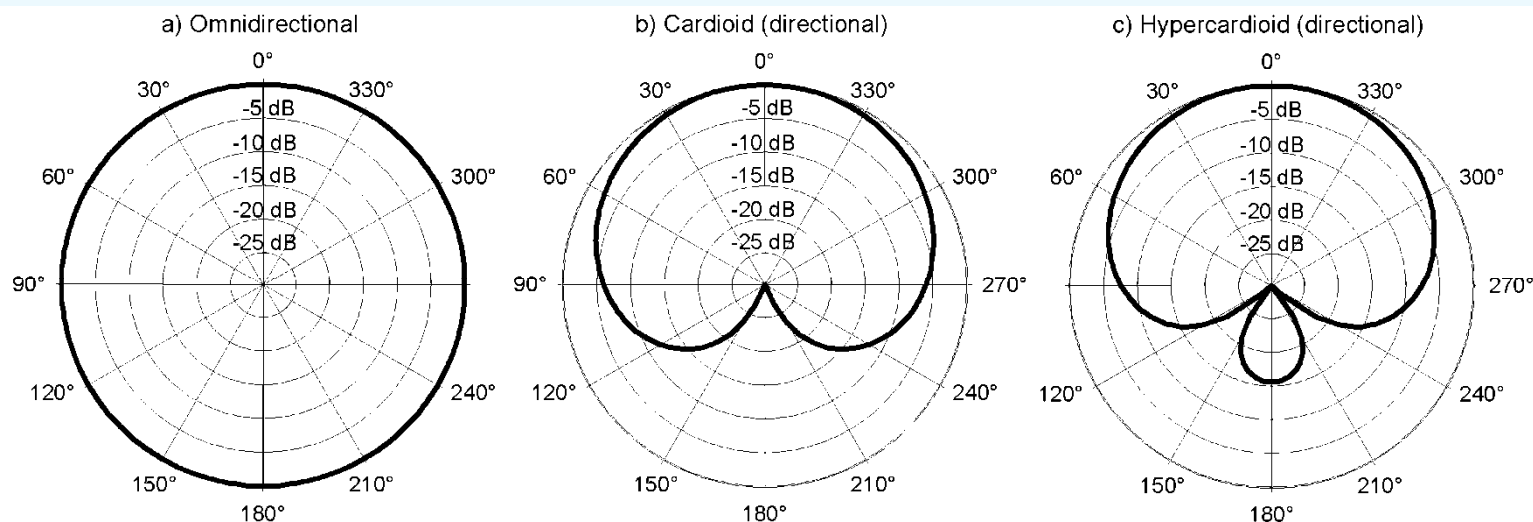
Všesměrové mikrofony: snímají signál stejně zepředu, zezadu i z boku.

- Jsou nejvhodnější pro měření hlasu, ale jsou citlivé na rušivé zvuky z okolí.
- Proto jsou akustická měření hlasu doporučována provádět v akusticky upravených, tichých místnostech.
- Jejich směrová charakteristika je kulová (angl. omnidirectional).

Směrové mikrofony: snímají signál nejsilněji zepředu, potlačují zvuky přicházející z jiných směrů.

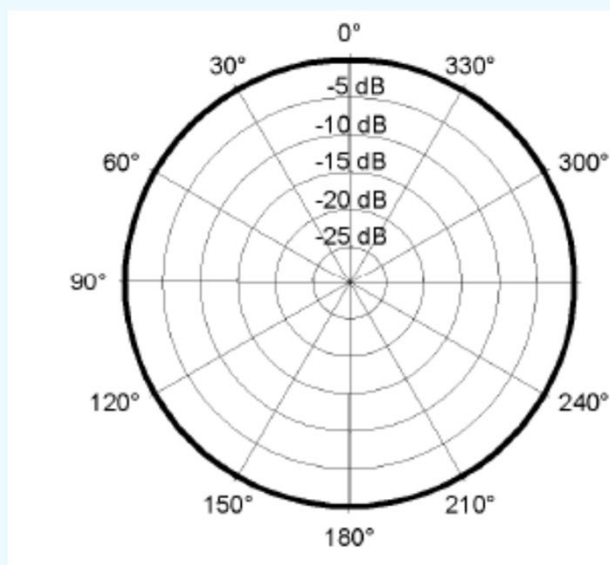
- Jsou často používány pro snímání hlasu při vystoupeních, neboť potlačují rušivé zvuky okolí.
- Nejsou však doporučována pro měření, protože nesnímají přímo akustický tlak, ale jeho gradient a jejich frekvenční citlivost se mění se vzdáleností mikrofonu od úst.
- Nejčastější směrové charakteristiky jsou: Kardioidní, Hyperkardioidní a Osmičková

Cvičení – odečtěte z grafů o kolik dB jsou potlačeny tóny přicházející v pravém úhlu z boku mikrofonu

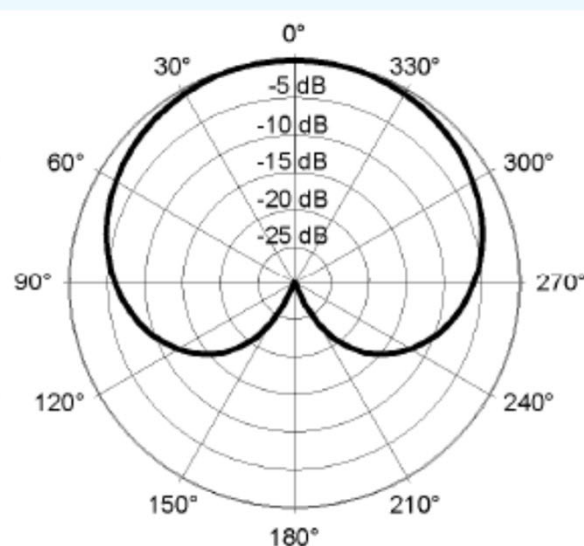


Směrnost mikrofону:

Všesměrový
(Omnidirectional)



Směrový - kardioidní
(Directional – Cardioid)



**Efekt směrovosti –
demonstrace Svante Granqvist (Švédsko):**





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

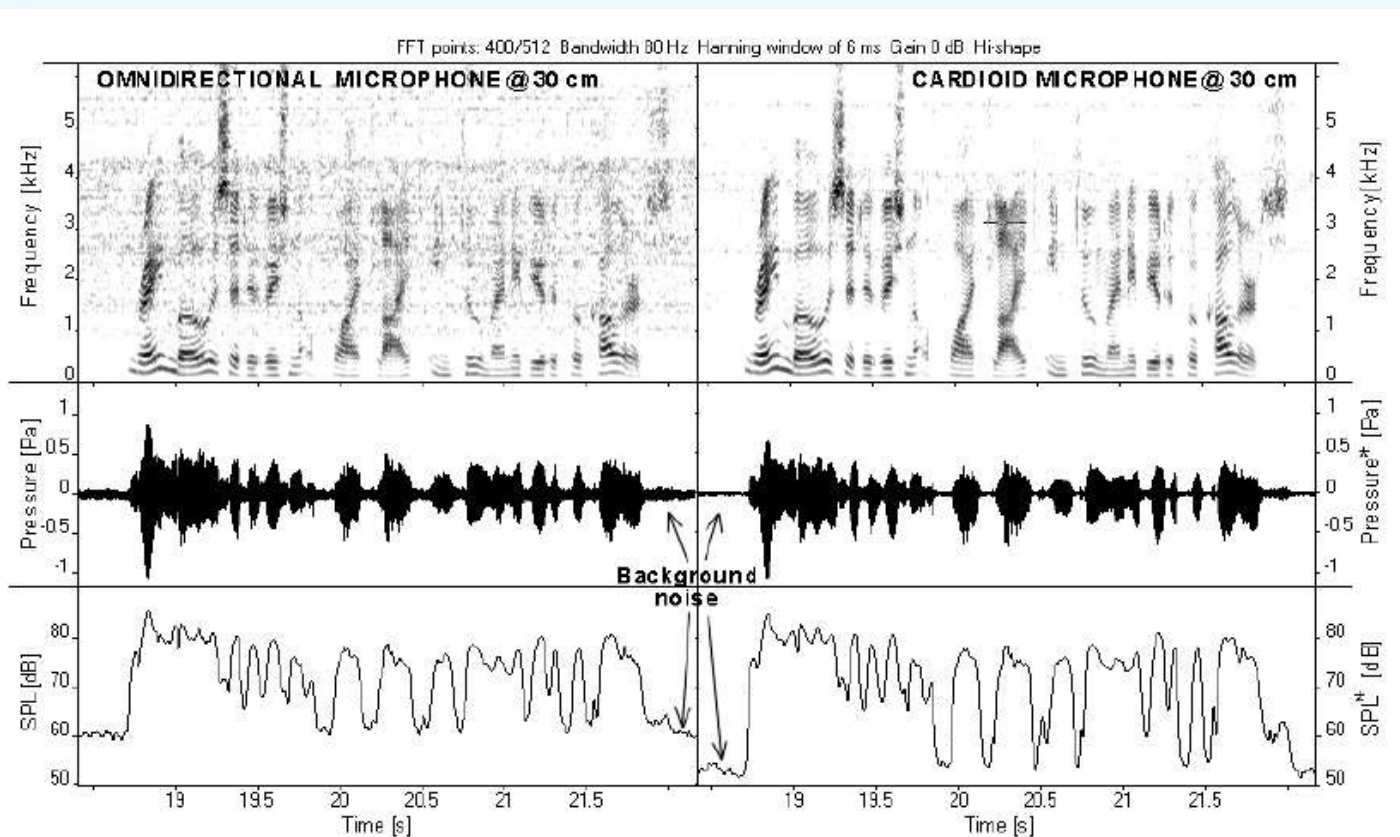


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Směrnost mikrofonu:

Vliv na šum pozadí:



Švec & Granqvist, 2010

Směrový (kardioidní) mikrofon potlačuje úroveň šumu místnosti o cca. 5 dB – výhodné pro záznam v hlučných prostředích, nemocnicích atd.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Směřovost mikrofonu:

Směrové mikrofony potlačují šum okolí

ALE

Vykazují tzv. „PROXIMITY EFEKT“:

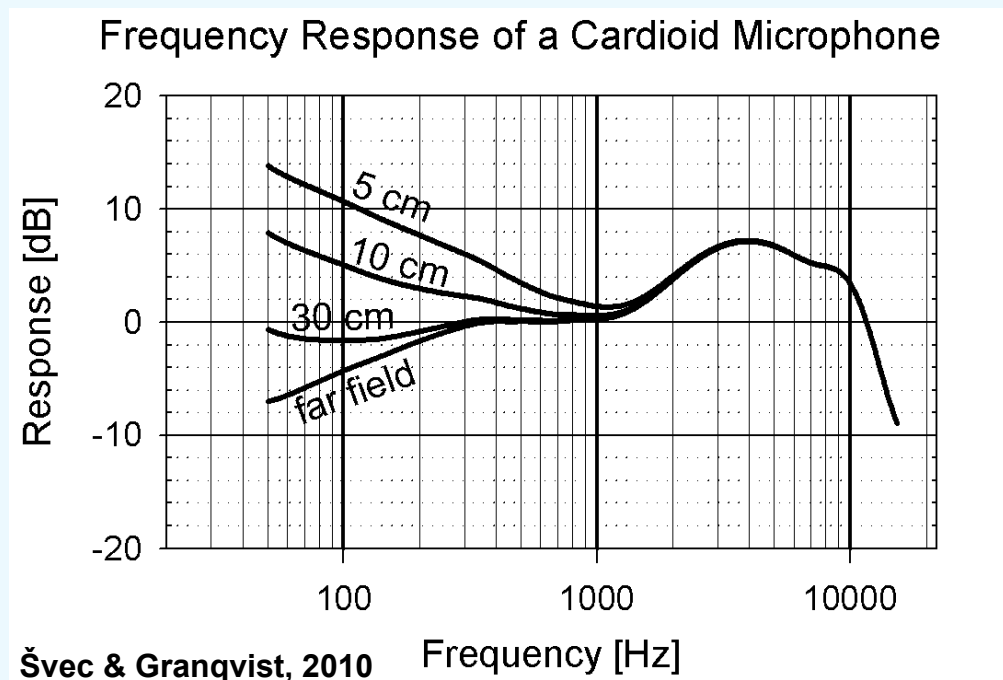
**Jejich frekvenční charakteristika se mění
se vzdáleností od mikrofonu!**

SMĚROVOST VERSUS FREKVENČNÍ CITLIVOST MIKROFONŮ („PROXIMITY EFEKT“):

Frekvenční charakteristika směrových mikrofonů závisí na jejich vzdálenosti od úst.

V malých vzdálenostech jsou zesíleny nízké frekvence, ve velkých vzdálenostech jsou nízké frekvence potlačeny.

Tento jev se nazývá proximity efekt (z angl. „Proximity effect“)



Všesměrový
mikrofon 5 cm



(.wav)

Kardioidní

mikrofon 5 cm



(.wav)

Tento jev je s výhodou využíván hudebníky, ale je špatný pro měření



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

POŽADAVKY NA MĚŘÍCÍ MIKROFONY

**JE TŘEBA PŘESNĚ ZAZNAMENAT 3 ZÁKLADNÍ
VLASTNOSTI HLASU:**

1) Základní frekvenci

2) Barvu (spektrum)

3) Amplitudu (úroveň)

**1) FREKVENČNÍ
CHARAKTERISTIKA**

**2) DYNAMICKÝ
ROZSAH**

Dynamický rozsah zařízení:

Přebuzení, „ořezání“
(angl. „clipping“)

Zkreslení

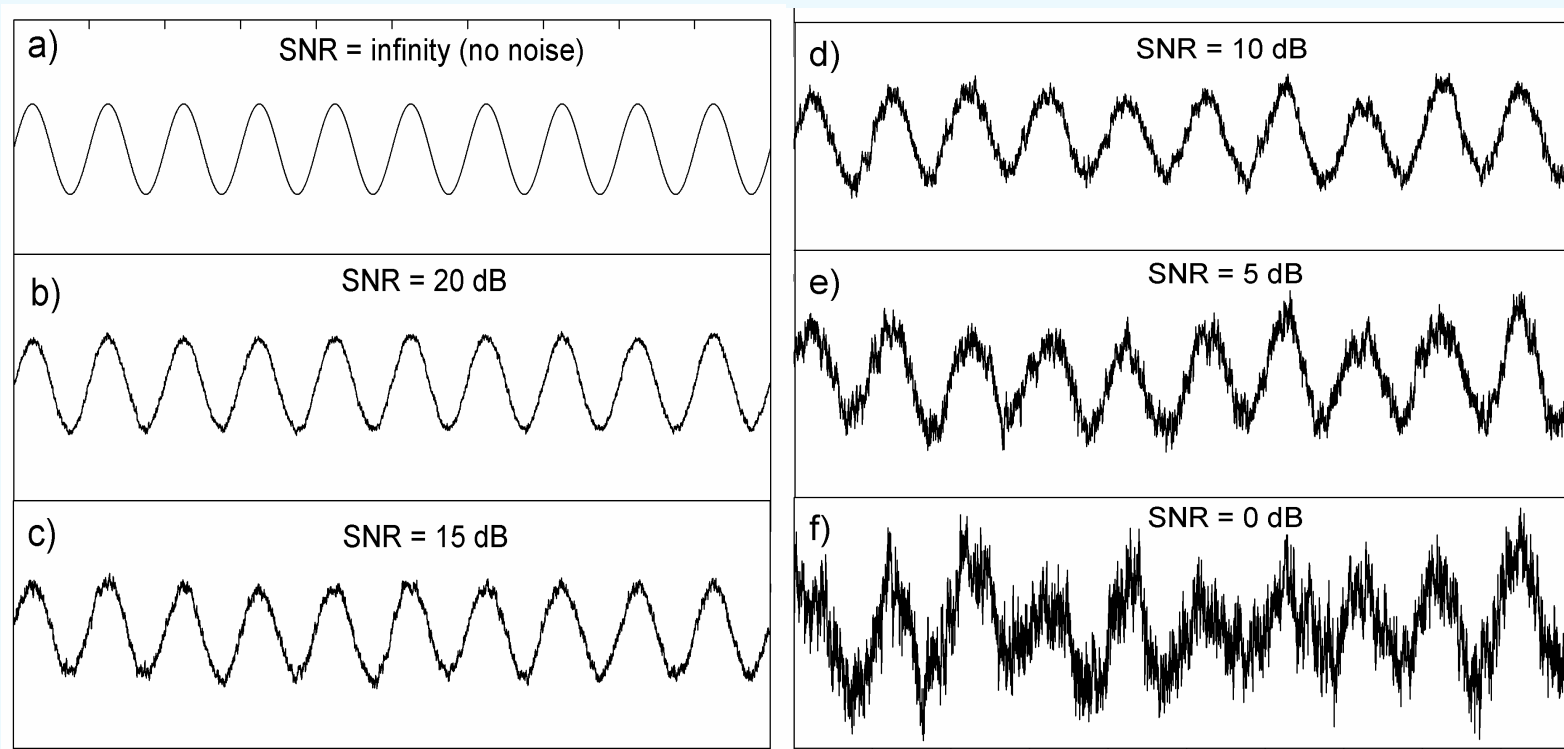
HORNÍ MEZ

Úroveň šumu

DOLNÍ MEZ

Dynamický rozsah zařízení:

SPODNÍ MEZ: VLIV ODSUPU SIGNÁLU OD ŠUMU
(SNR = signal-to-noise ratio/ poměr signálu k šumu)

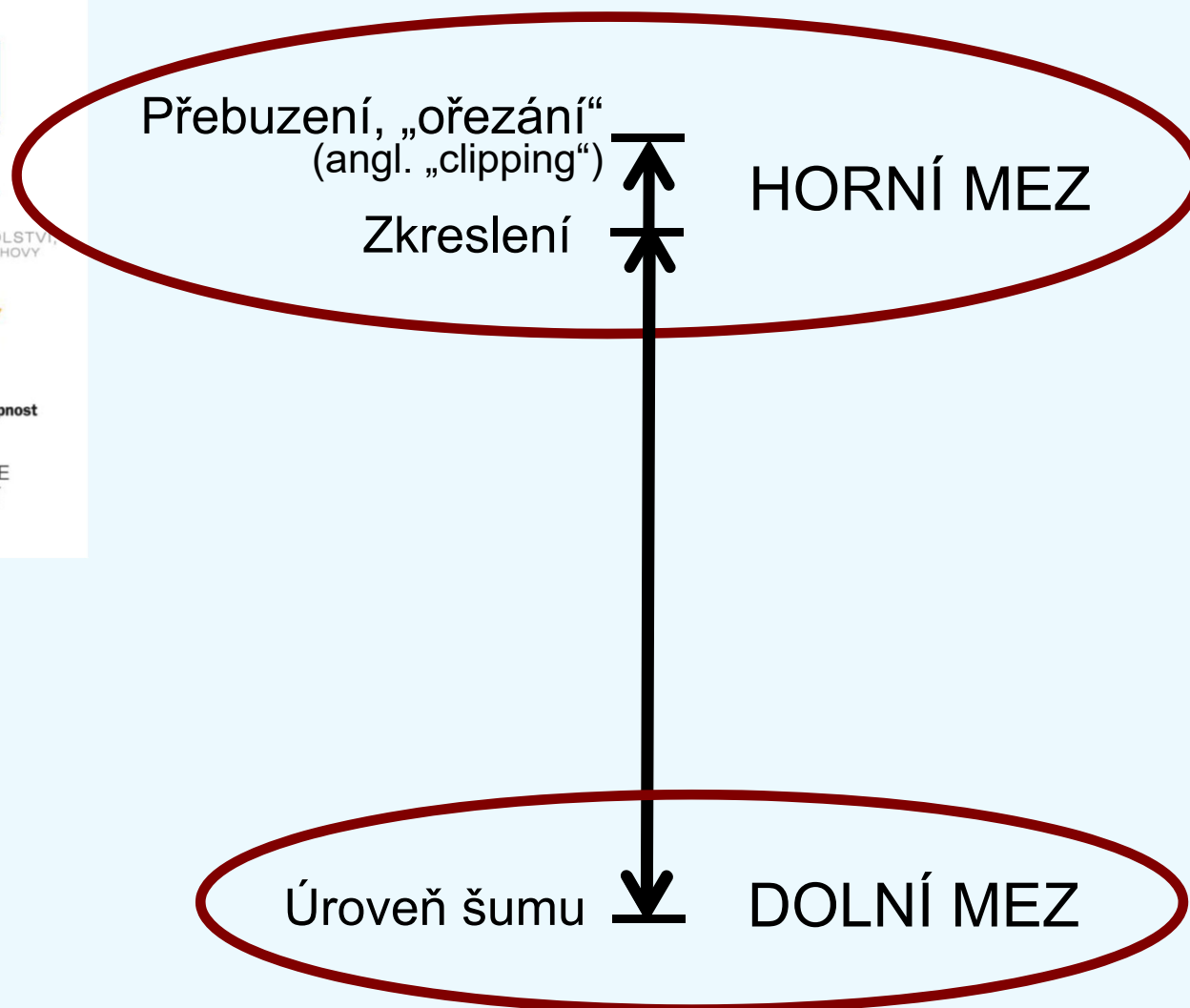


ZÁVĚR: Úroveň šumu by měla být alespoň 10-15 dB pod úrovní signálu nejtíšších zvuků.
(Jinak bude signál výrazně zašuměn)

Odstup menší než 10dB zvyšuje měřenou SPL o více než 0,5 dB (Šrámková et al., JASA 2015).
15 dB použito v normě ANSI S12.60 2002a (SNR in classroom acoustics).

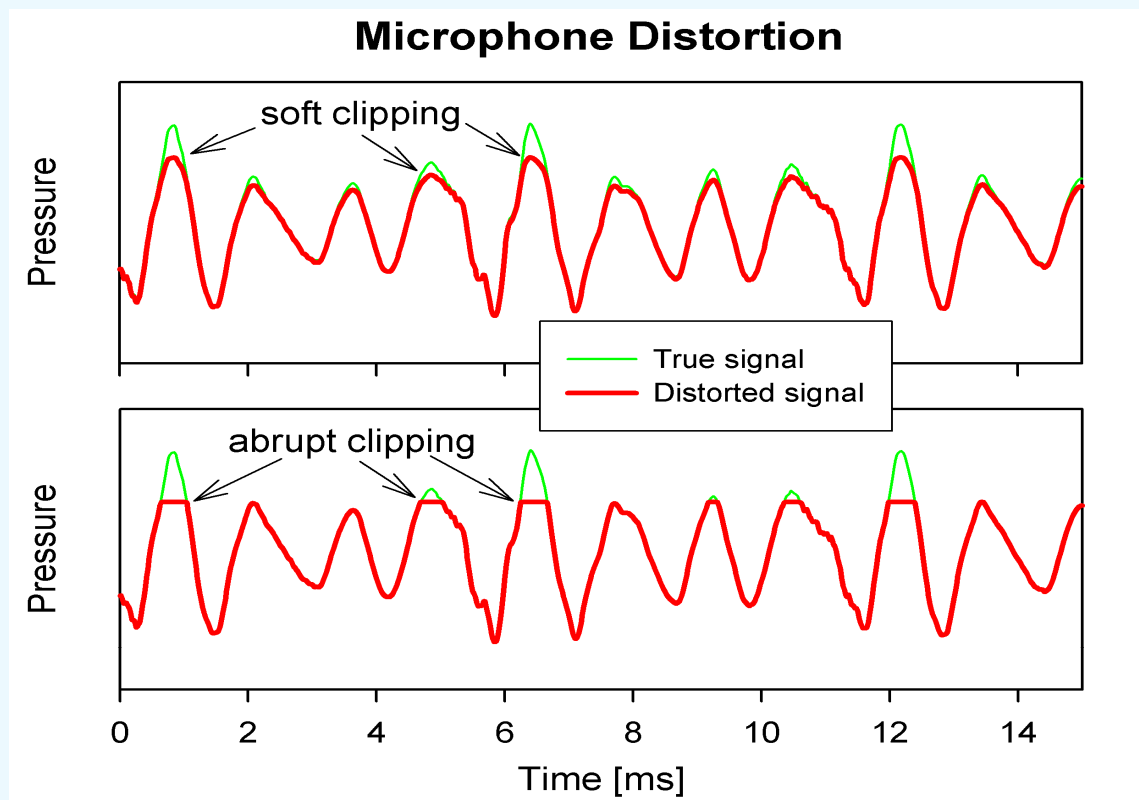
Pro přesná měření perturbací je třeba zajistit i 30 dB SNR.
(Perry et al, J.Voice 2000; Deliyki et al, Folia Phoniatria et Logopaedica 2006).

Dynamický rozsah zařízení:



Dynamický rozsah zařízení:

HORNÍ MEZ: ZKRESLENÍ A PŘEBUZENÍ/OŘEZÁNÍ SIGNÁLU



original



abrupt clipping



ZÁVĚR: Úroveň zkreslení/přebuzení signálu má být výše než špičková hodnota nejhlasitějších zvuků.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DEMONSTRACE:

PŘEBUZENÍ / OŘEZÁNÍ SIGNÁLU

Poučka 1: Je důležité správně nastavit úroveň signálu. Nejhlasitější fonace by se měla blížit ale ne přesáhnout úroveň přebuzení.

Pozn: V Praatu se přebuzení zobrazí úrovní s červenou barvou.

(Run Audacity Software:

CLICK HERE)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

PŘEBUZENÍ / OŘEZÁNÍ SIGNÁLU:

Poučka 2: Mikrofon (zařízení) by měly být schopny sejmout nejhlasitější fonace bez zkreslení (ZKONTROLOVAT SPECIFIKACE MIKROFONU VÝROBCEM – na webu)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



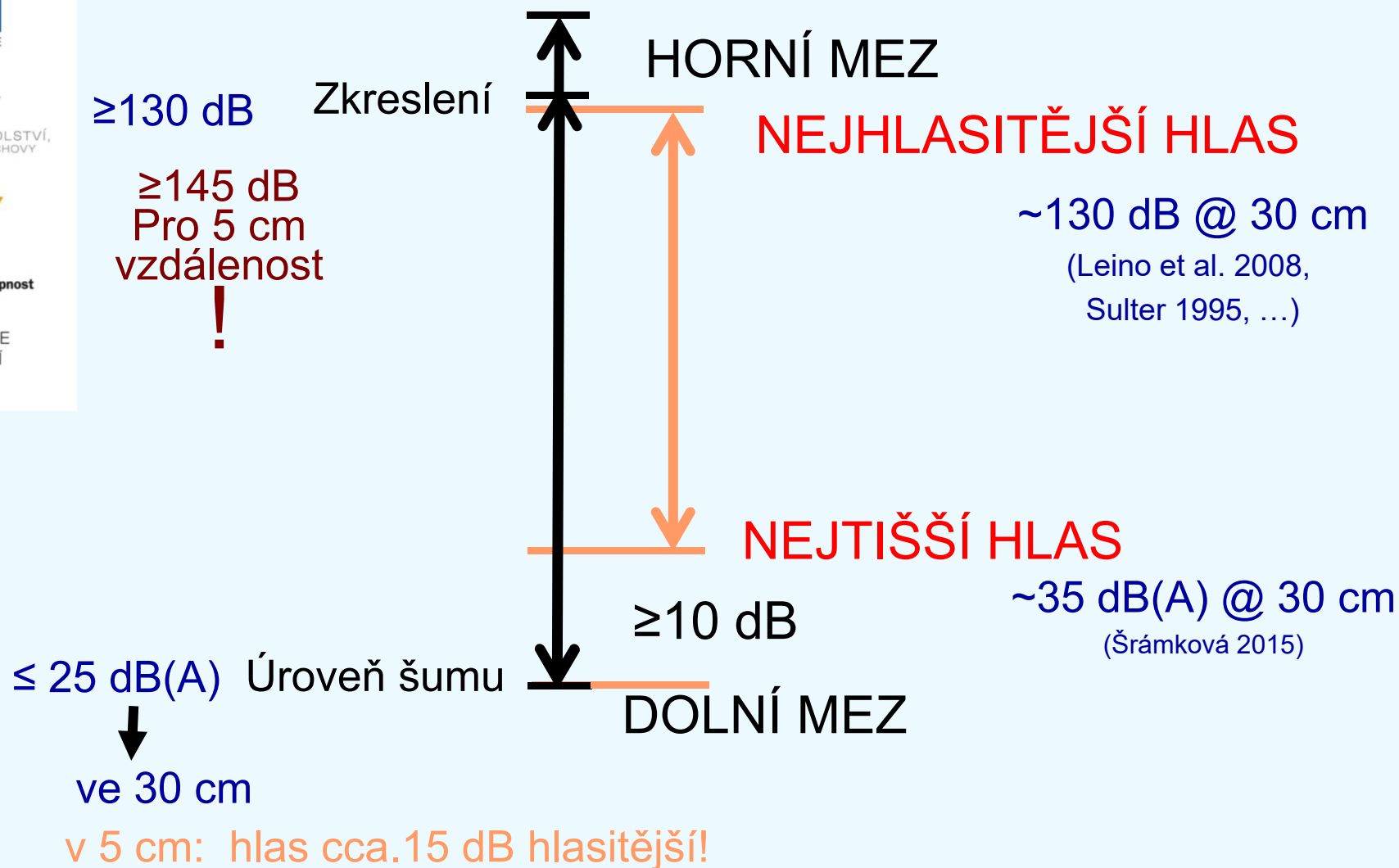
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Dynamický rozsah mikrofону:





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

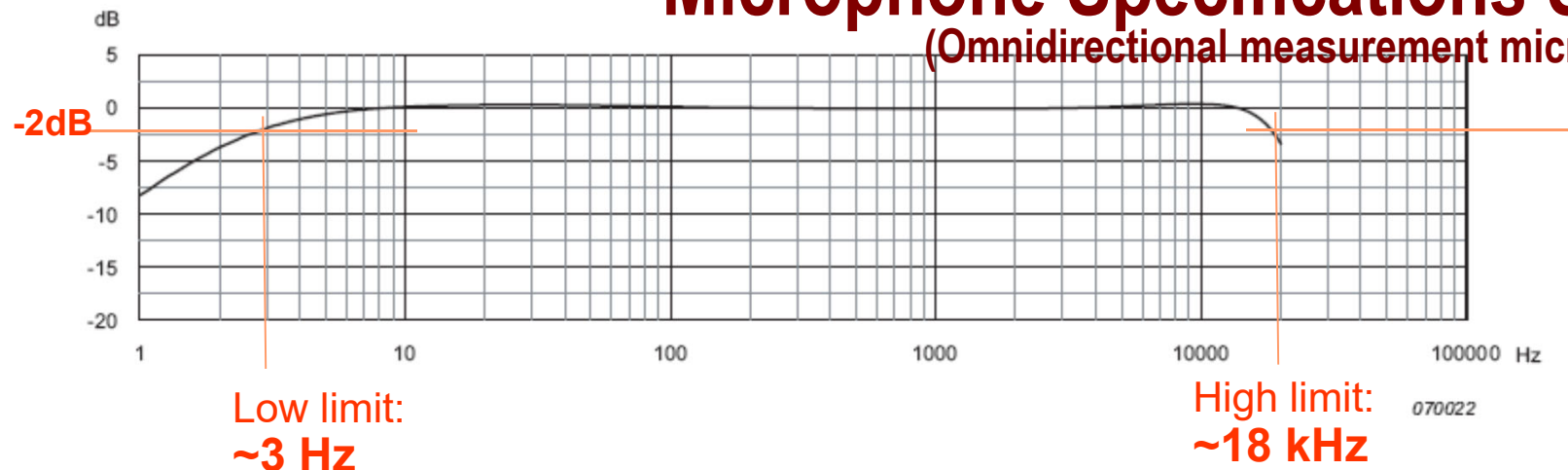


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

PŘÍKLADY SPECIFIKACÍ MIKROFONŮ

Fig. 1 Typical free-field response with protection grid



Microphone Specifications Sheet:

(Omnidirectional measurement microphone)

Specifications – ½-inch Prepolarized Free-field Microphone Type 4950

Noise level: 15.4 dB(A)

Distortion level: 142 dB

Compliance with Standards



Compliance with EMC Directive and Low Voltage Directive of the European Community



Compliance with EMC Requirements of Australia and New Zealand

Unless otherwise specified the data below is valid at 23°C, 101.3 kPa and 50% RH

Polarization Voltage: 0 V (prepolarized)

Sensitivity:

–50 mV/Pa ±2 dB (250 Hz)

–26 dB re 1 V/Pa ±2 dB (250 Hz)

Frequency Response:

Free-field response (re 250 Hz): ±2 dB, 6.5 Hz to 16 kHz

Lower Limiting Frequency: 0.5 – 5 Hz

Cartridge Capacitance: 12.5 pF

Venting: Rear vented

Cartridge Inherent Noise:

14.6 dB SPL (A)

15.4 dB SPL (Lin, 20 Hz – 20 kHz)

Combined Noise Level (with Preamplifier Type 2669):

15.4 dB SPL (A)

17.3 dB SPL (Lin, 20 Hz – 20 kHz)

Upper Limit of Dynamic Range

(3% Distortion): > 142 dB SPL (RMS)

Maximum Sound Pressure Level:

>160 dB (peak)

Diaphragm Resonance Frequency:

12.5 kHz

Equivalent Air Volume: 65 mm³ (@250 Hz)

Calibrator Load Volume (250 Hz): 208 mm³

Pistonphone Type 4228 Correction (with DP 0776): +0.02 dB

ENVIRONMENTAL

Operating Temperature Range:

–30 to +100°C (–22 to +212°F)

Mean Temperature Coefficient:

+0.005 dB/°C @ 250 Hz (–10 to +50°C) (14 to 122°F)

Pressure Coefficient: –0.02 dB/kPa

Storage Temperature:

In Microphone Box: –30 to +70°C (–22 to 158°F)

Operating Humidity Range: 0 – 100% RH without condensation

Influence of Humidity: <0.1 dB in the absence of condensation

Vibration Sensitivity (<1000 Hz): 63.5 dB equivalent SPL for 1 m/s² axial acceleration

Magnetic Field Sensitivity: 30 dB equivalent SPL @ 80 A/m, 50 Hz field

Estimated Long-term Stability:

<0.001 dB/year @ 20°C and dry air

<0.5 dB/year @ 50°C and 90% RH

DIMENSIONS AND MASS

Diameter with Grid: 13.2 mm (0.52")

Diameter without Grid: 12.7 mm (0.50")

Height with Grid: 14.9 mm (0.59")

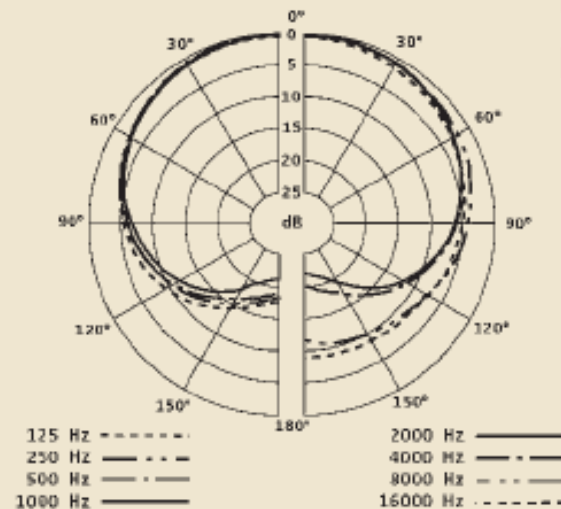
Height without Grid: 14.0 mm (0.55")

Thread for Preamplifier Mounting:

11.7 mm – 60 UNS

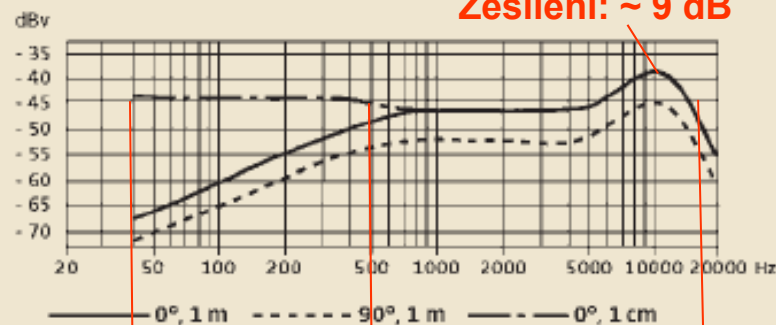
Weight: 7.8 g (0.28 oz.)

Microphone Specifications Sheet: (Cardioid headworn microphone)



Úroveň šumu: **37 dB(A)**

Horní mez SPL: **150 dB** (Velikost zkreslení neuvedeno)



Zesílení: ~ 9 dB

Dolní mez:
~40 Hz or ~ 500 Hz
(pro 1cm a 1 m vzdálenost!)

Horní mez:
~18 kHz

Specifications	HSP 4
Frequency response	40 – 20,000 Hz $\pm$ 3 dB
Pick-up pattern	cardioid
Nominal impedance (at 1 kHz)	1000 Ω
Min. terminating impedance	4.7 k Ω
Sensitivity	4 mV/Pa
Diameter of mic capsule	8.4 mm
Max. sound pressure level	150 dB
Equivalent noise level	37 dB (A)
Supply current	250 μ A
Power supply	4.5 – 15 V
Cable length	1.6 m
Diameter of boom arm	2.0 mm
Weight of boom arm	4.8 g
Connector	see Product Variants
Weight of neckband	4.4 g



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



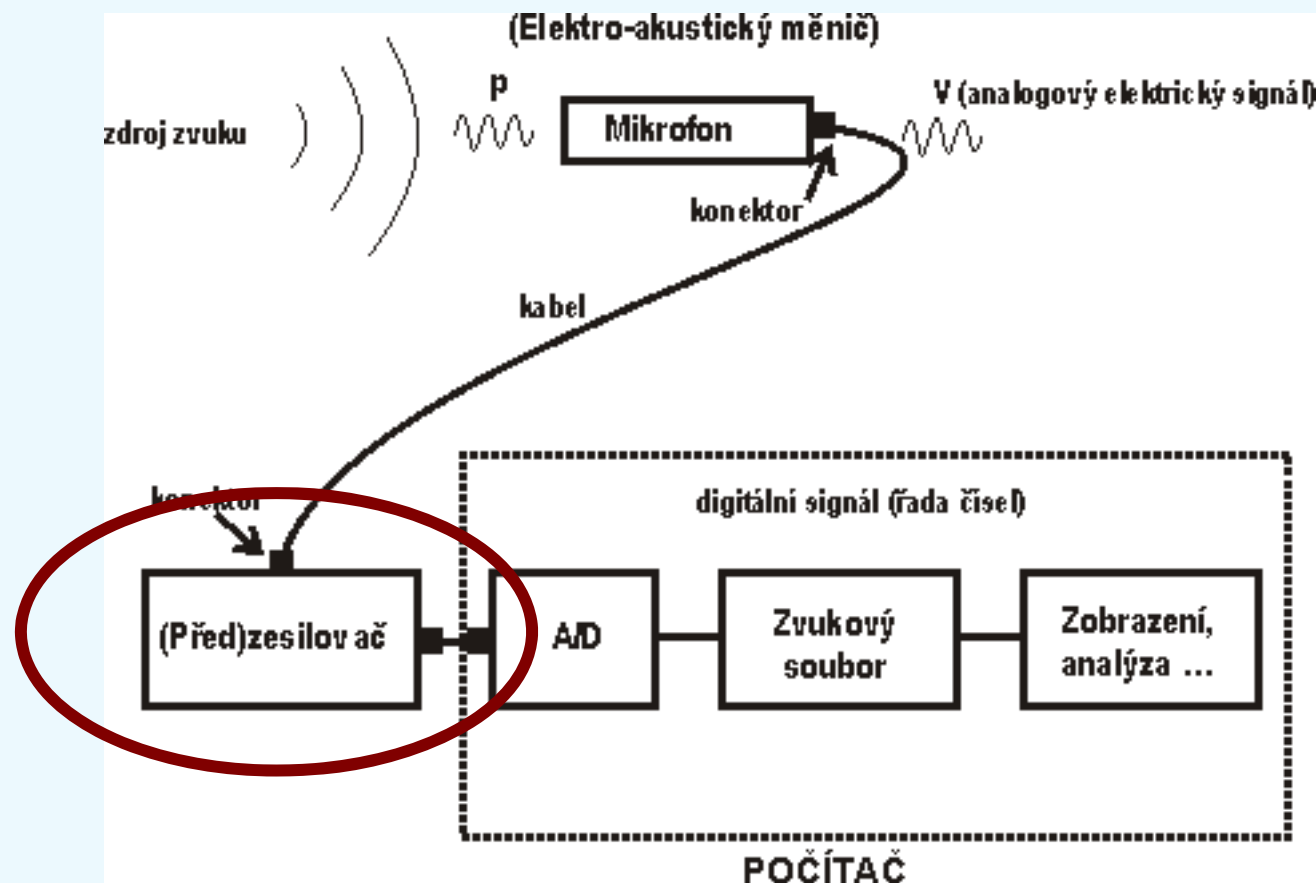
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁZNAM HLASU A ŘEČI: PŘÍSTROJOVÉ USPOŘÁDÁNÍ



“Počítačová zvuková karta:” zahrnuje předzesilovač a A/D převodník



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

MIKROFONNÍ PŘEDZESILOVAČ

Nastavení zesílení: upravuje úroveň signálu mikrofону (mikrovolty) na standardní úroveň záznamu (volty)

Většinou je obsažen v rekordéru, zvukové kartě počítače, či externí zvukové kartě

Poskytuje napájení mikrofону (5 V pro PC mikrofony, nebo 48V tj. tzv. „**fantomové napájení**“ pro profesionální mikrofony)

Předzesilovač by měl být sladěn s mikrofonom (speciální mikrofony mohou vyžadovat speciální předzesilovače – je třeba dodržet doporučení výrobce mikrofону)

DŮLEŽITÉ PARAMETRY:

Dynamický rozsah (cca. 60 – 120 dB, podle kvality)

Frekvenční rozsah (cca. 20 – 20 000 Hz)

Vstupní impedance (měla by být rovna či větší než doporučená minimální zátěžová impedance mikrofону – viz literatura)

PŘI MĚŘENÍ SE VYHÝBÁME:

Automatické nastavení zesílení (Automatic gain control, AGC), komprese, potlačení šumu, speciální efekty,...





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



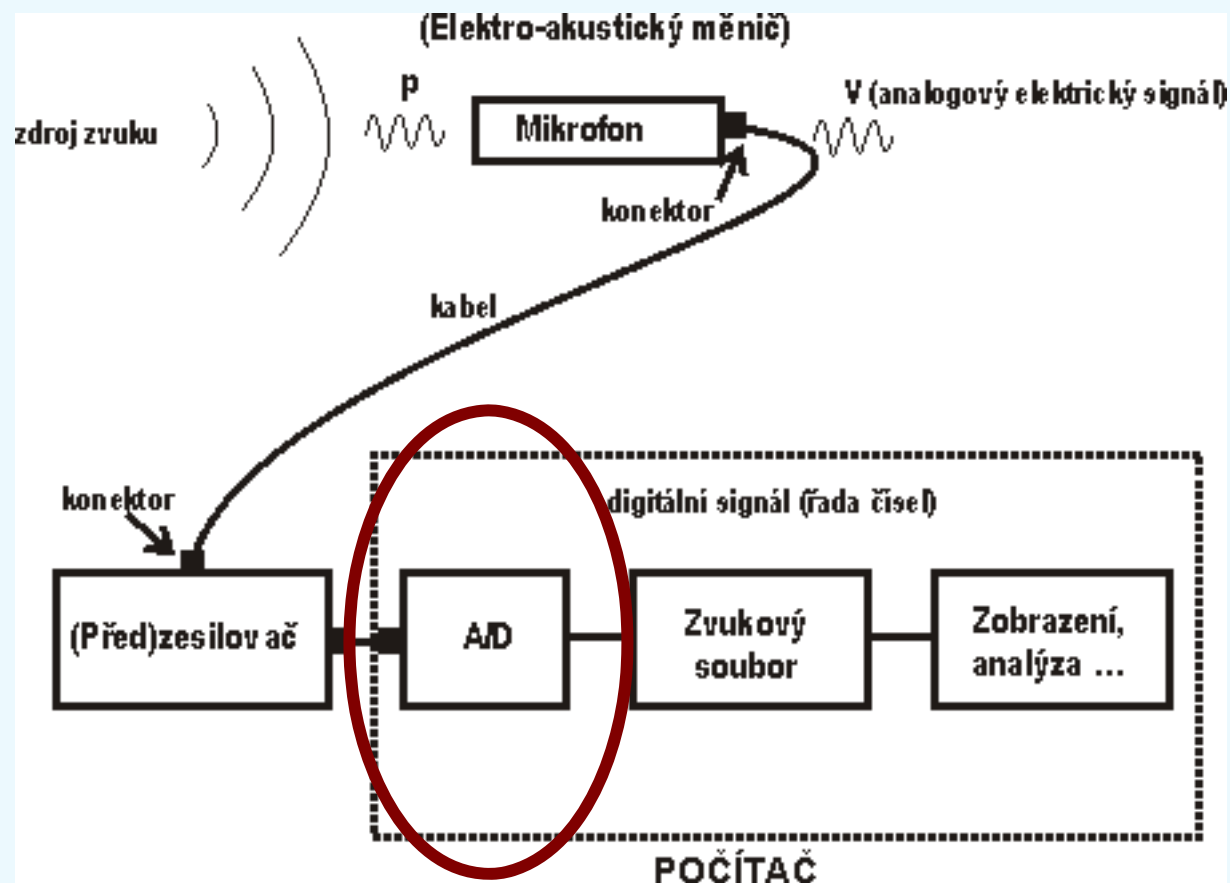
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

ZÁZNAM HLASU A ŘEČI: PŘÍSTROJOVÉ USPOŘÁDÁNÍ



“Počítačová zvuková karta:” zahrnuje předzesilovač a A/D převodník



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

ANALOGOVĚ-DIGITÁLNÍ PŘEVODNÍK

Převádí elektrický signál na digitální signál, t.j. na řadu čísel

Obsažen v digitálním rekordéru či zvukové kartě počítače

DŮLEŽITÉ PARAMETRY:

Frekvence vzorkování – určuje horní mez frekvenčního rozsahu – **LZE VOLIT**

Bitová hloubka – určuje dostupný dynamický rozsah v dB – **LZE VOLIT** (u většiny zařízení)

Maximální úroveň vstupního signálu (**PEVNĚ DÁNA** – většinou kolem 1 voltu) – určuje jak je třeba signál (před)zesílit

ANALOGOVĚ-DIGITÁLNÍ PŘEVOD

FREKVENCE VZORKOVÁNÍ (angl. sampling rate)

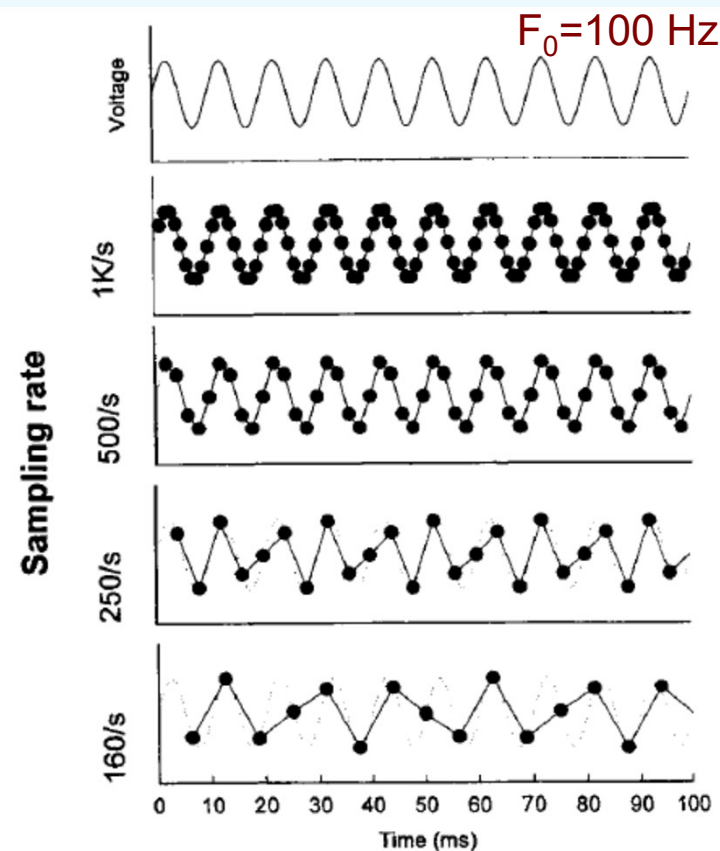
Jak rychle je třeba vzorkovat?

Nyquistův teorém:

*Frekvence vzorkování musí být alespoň
dvakrát vyšší než nejvyšší frekvence
obsažené ve spektru signálu*

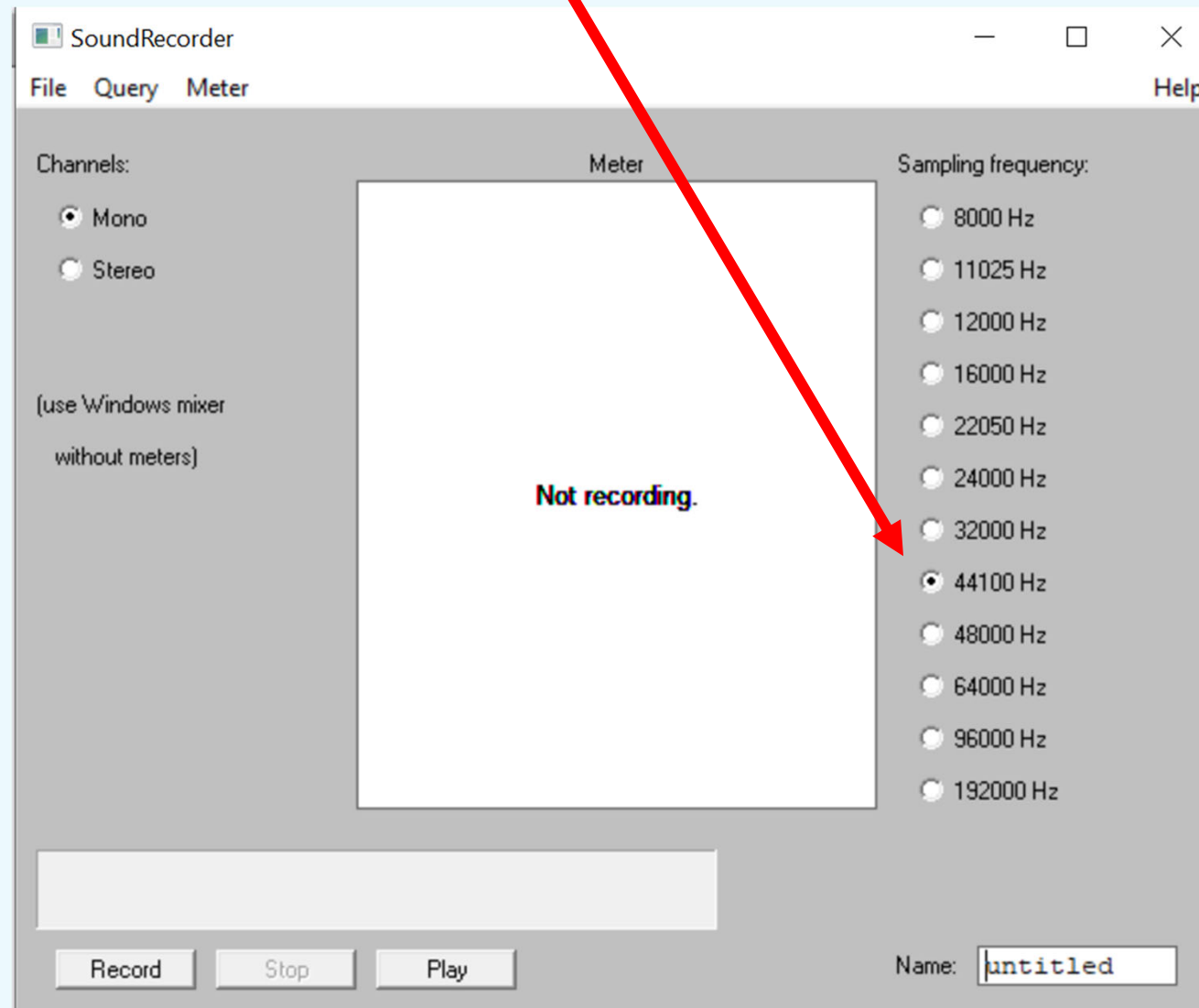
*Důsledek: Pokud chceme zaznamenat
spektrální frekvence do 5000 Hz,
potřebujeme vzorkovací frekvenci
nejméně 10 000 Hz.*

*Standardní frekvence vzorkování
používané pro CD či DVD audio záznamy
jsou 44 100 Hz či 48 000 Hz. Pro velmi
kvalitní záznamy a přesná měření
frekvencí jsou k dispozici i vyšší
vzorkovací frekvence.*



Baken & Orlikoff (2000): p. 80, Fig. 4-23

SELECTING SAMPLING FREQUENCY IN PRAAT



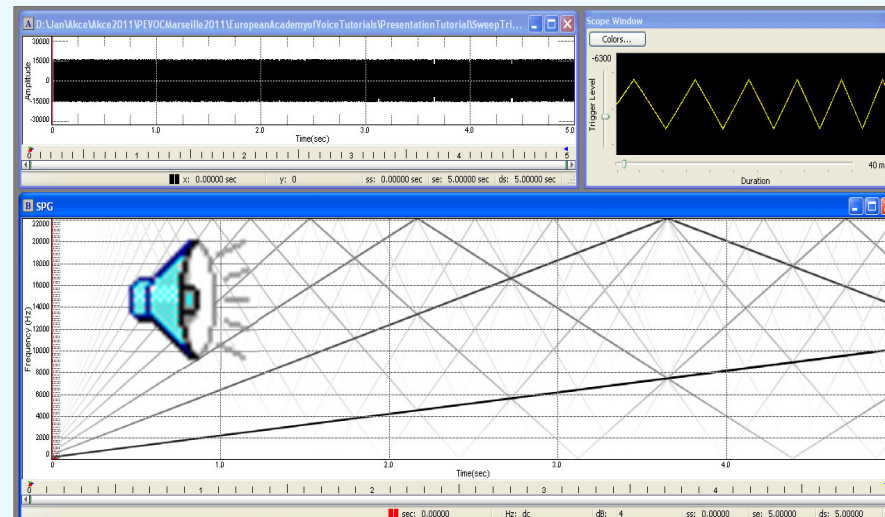
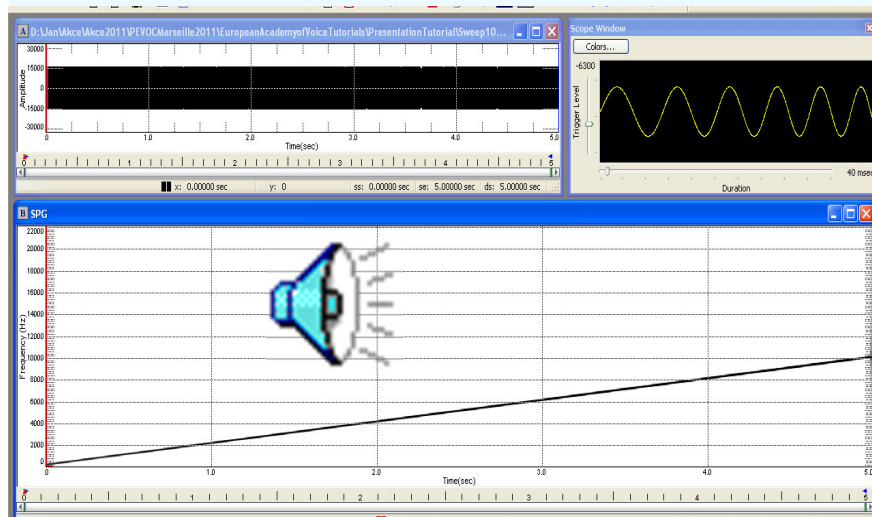
ANALOGOVĚ-DIGITÁLNÍ PŘEVOD

DEMONSTRACE:

Signál se stoupající F_0 od 100 do 10 000 Hz
Standardní frekvence vzorkování 44 100 Hz

Sinusový signál
(žádné harmonické)
V POŘÁDKU

Trojúhelníkový signál
(řada lichých harmonických složek)
PROBLÉM – tzv. ALIASING:
SIGNÁL NESPLŮJE NYQUISTŮV VZORKOVACÍ TEORÉM



Software Multispeech (Kay Pentax)

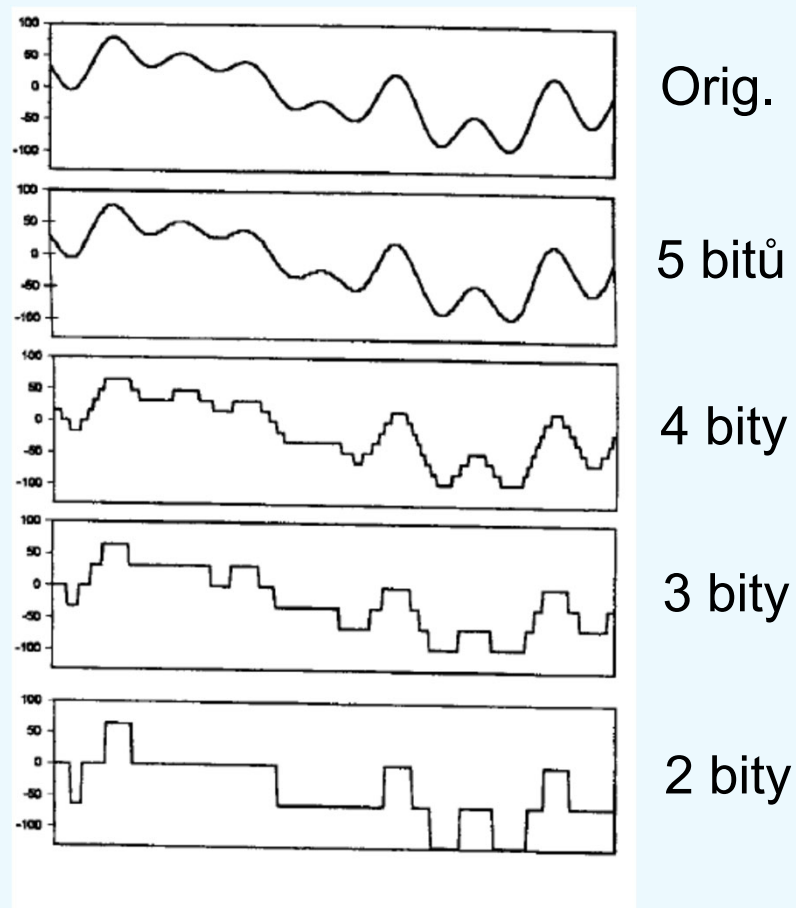
ANALOGOVĚ-DIGITÁLNÍ PŘEVOD

VLIV BITOVÉ HLOUBKY

Určuje dostupný dynamický rozsah

Kvantizační šum – způsoben výsledným nehladkým průběhem

Čím větší je bitová hloubka, tím přesnější je digitalizace signálu



Baken & Orlikoff (2000): p. 78, Fig. 4-22

ANALOGOVĚ-DIGITÁLNÍ PŘEVOD

Bitová hloubka a dostupný dynamický rozsah

Bitová hloubka BH	Počet dostupných hladin N	Dostupný dynamický rozsah** DR
1	$2^1 = 2$	6 dB
2	$2^2 = 4$	12 dB
4	$2^4 = 16$	24 dB
8	$2^8 = 256$	48 dB
12	$2^{12} = 4096$	72 dB
16	$2^{16} = 65\,536$	96 dB
24	$2^{24} = 16\,777\,216$	144 dB

Nejvíce
doporučeny pro
záznam hlasu a
řeči

** Dynamický rozsah lze přibližně spočítat z rovnice: $DR = 20 * \log_{10} (2^{BH}) = 6 * BH$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

PROPOJOVACÍ KABELY:

Hrají důležitou roli v přístrojovém uspořádání

Špatný audio kabel může úplně zkazit měření

**Důležité je stínění – zamezuje znečištění
signálu šumem**

***Rada: Před nahráváním a během nahrávání je
dobré si signál zobrazit a poslechnout !***



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



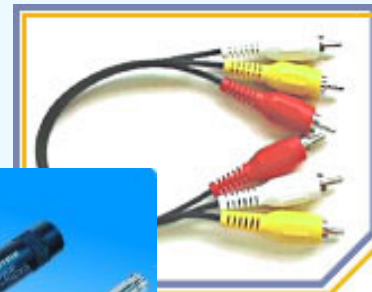
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

VYBRANÉ TYPY AUDIO KONEKTORŮ:

1) RCA (neboli cinch)
konektory

1)



2) Konektory "jack" (1/4"), a
"minijack" (1/8")

2)



3) XLR konektory („Canon“)

4) BNC konektory



3)

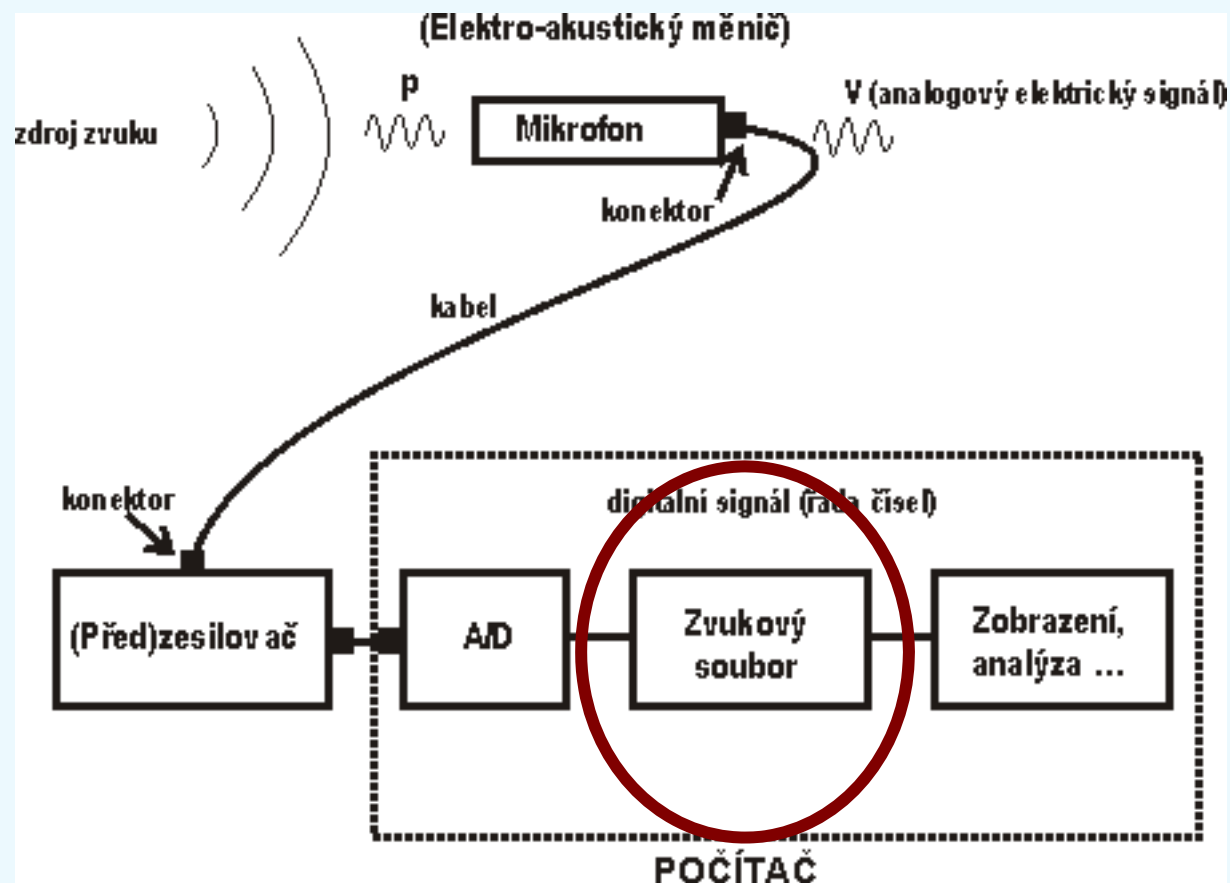
Existují adaptéry
propojující tyto rozdílné
konektory (ale je třeba být
opatrný, neboť někdy
mohou být problémy s
dobrým kontaktem)

4)



POVAŽOVÁNY ZA NEJSPOLEHLIVĚJŠÍ

ZÁZNAM HLASU A ŘEČI: PŘÍSTROJOVÉ USPOŘÁDÁNÍ



“Počítačová zvuková karta:” zahrnuje předzesilovač a A/D převodník

ZVUKOVÉ (AUDIO) SOUBORY:

Audio soubory obsahují:

- ☞ Digitalizovaný audio signál (řadu čísel)
- ☞ Informaci o frekvenci vzorkování a bitové hloubce
- ☞ Další informace: metoda komprese dat, použitý kodek, atd.

VYBRANÉ TYPY ZVUKOVÝCH SOUBORŮ:

Typ „wav” – nejuniverzálnější zvukový soubor, lze přehrát ve většině počítačů a většinou softwarů pro záznam a zpracování zvuku (lze uložit zvuk bez komprese dat a beze ztráty informace).

Typ „aiff” – analogie formátu wav pro počítače platformy Apple (lze uložit zvuk bez komprese dat a beze ztráty informace).

Typ „mp3” – univerzální zvukový soubor dostupný ve většině počítačů a přehrávačů. Zvuk je komprimován, aby obsahoval pouze informace, které slyšíme, což umožňuje zmenšit velikost – dostačující pro poslech, nedoporučuje se pro přesná měření.

Typ „wma” – formát „windows media audio” - od Microsoftu, podobný MP3, ale často s menší kompatibilitou. Nedoporučuje se pro měření.

Speciální typy – formáty, které jsou určeny pouze pro použití speciálním softwarem. Např. typ „nsp” - speciální bezztrátový formát používaný softwarem od firmy Kay Pentax (např., Multi Speech, CSL). Mohou obsahovat informace, které nelze uložit v univerzálním formátu (třeba informace o kalibraci).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

SHRNUTÍ: DOPORUČENÍ



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DOPORUČENÍ:

1) ŠUM:

Úroveň šumu by měla být nejméně 10 dB níže než úroveň nejtišších zvuků (šum mikrofonu, místnosti, dalších zařízení,...)

Důsledky pro šum místnosti a mikrofonu:

Přirozená řeč ve vzdálenosti 30 cm : cca 60 dB(A) → šum ≤ 50 dB(A)

Nejtišší fonace ve vzdálenosti 30 cm: 35 dB(A) → šum ≤ 25 dB(A) !!!

Nejtišší hlas ve vzdálenosti 5 cm: 50 dB(A) → šum ≤ 40 dB(A)

Umístění mikrofonu blízko úst je výhodnější z hlediska odstupu od šumu (hlavový mikrofon). Ale je třeba jej umístit bokem od proudu vzduchu, jinak to způsobuje artefakty.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DOPORUČENÍ:

2) HORNÍ MEZ DYNAMICKÉHO ROZSAHU:

Signál nejhlasitějších zvuků nemá být ořezán/přebuzen.

Důsledek 1: Je důležité dobře nastavit úroveň (před)zesilovače. Nejhlasitější zvuky by se měly blížit ale nepřesahovat úroveň přebuzení.

Důsledek 2: Požadavky na mikrofony

Pro hlasitou řeč ve vzdálenosti 30 cm:

Očekáváno cca. 100 dB → max. hladina mikrofonu (3 % THD úroveň) ≥ 100 dB

Extrémně hlasité fonace (křik, operní zpěv) ve vzdálenosti 30 cm :

Očekáváno až 130 dB → max. hladina mikrofonu (3 % THD) ≥ 130 dB !!!

Extrémně hlasité fonace (křik, operní zpěv) ve vzdálenosti 5 cm :

Očekáváno až 145 dB → (3 % THD úroveň) ≥ 145 dB !!!



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DOPORUČENÍ:

3. Dolní frekvenční mez audio zařízení (mikrofon, předzesilovač,...) má být nižší než nejnižší vytvořená základní frekvence hlasu (t.j., ≤ 50 Hz, extrémní rozsah ≤ 10 Hz).

4. Horní frekvenční mez audio zařízení (mikrofon, předzesilovač,...) má být vyšší než nejvyšší zajímavé spektrální složky hlasu a řeči (e.g., ≥ 8000 Hz, extrémní rozsah $\geq 16\,000$ Hz).

*Důsledek: **Vzorkovací frekvence** digitálního záznamu má být nejméně 2x vyšší než tato horní frekvenční mez (standardní frekvence vzorkování 44100, 48000 či vyšší jsou vhodné).*

DOPORUČENÍ:

5. Frekvenční charakteristika audio zařízení (mikrofon, předzesilovač,...) mezi dolní a horní frekvenční mezí má být rovná (t.j., odchylky méně než 2 dB).

Důsledek 1: Velké množství mikrofonů nemá rovnou frekvenční charakteristiku a mění spektrum (barvu hlasu). Tyto neumožňují přesná ale pouze přibližná měření!

Důsledek 2: Je třeba minimalizovat vliv místnosti, která může měnit spektrum (mikrofon je třeba umístit ve vzdálenosti menší než $\frac{1}{2}$ poloměr dozvuku místnosti, tlumení místnosti je vhodné)

6. Opatrnost při používání směrových mikrofonů.



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

DOPORUČENÍ:

6. SMĚROVÉ MIKROFONY

- Měly by být používány ve vzdálenosti při které je jejich frekvenční charakteristika rovná.

Pokud tato vzdálenost není jasně známa (uvedena výrobcem), takový mikrofon neumožňuje přesné změření hladiny akustického tlaku a spektrálních úrovní (důsledek „proximity efektu“).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

KONEC DÍLU