

**Univerzita Hradec Králové**  
**Pedagogická fakulta**  
**Katedra technických předmětů**

Záznam a online streaming didaktických materiálů

**Diplomová práce**

Autor: Pavel Fejfar  
Studijní program: N7504 - Učitelství pro střední školy  
Studijní obor: Učitelství pro střední školy - informatika  
Učitelství pro střední školy - základy techniky  
Vedoucí práce: Mgr. Václav Maněna, Ph.D.

UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ

Pedagogická fakulta

Akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel Fejfar**

Osobní číslo: **P14P0419**

Studijní program: **N7504 Učitelství pro střední školy**

Studijní obory: **Učitelství pro střední školy - informatika**

**Učitelství pro střední školy - základy techniky**

Název tématu: **Záznam a online streaming didaktických materiálů**

Zadávací katedra: **Katedra technických předmětů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem diplomové práce je seznámení odborné veřejnosti a především učitelů s možností zaznamenávat jejich vyučovací proces a sdílet ho na síti Internet. Poukázat na problematiku záznamu obrazu, zvuku a dále jeho distribuci do sítě. Praktická část práce bude zaměřena na možnosti záznamu obrazu, projekční plochy, zvuku a dalších dokumentů potřebných k pochopení předávaných informací. Hlavní cíl práce bude zaměřen na metody záznamu zvuku pro školní účely, s co možná nejvyšší kvalitou za přijatelnou cenou zařízení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**VLACHÝ, Václav. Praxe zvukové techniky. 3., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Muzikus, c2008. ISBN 978-80-86253-46-6. DRTINA, René. Možnosti a omezení elektronické podpory kvality vzdělávání. Vyd. 1. Praha: ExtraSystem, 2011, 157 s. ISBN 978-808-7570-012.**

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Václav Maněna, Ph.D.**  
Katedra informatiky

Datum zadání diplomové práce: **12. prosince 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **28. června 2016**

L.S.

doc. PhDr. Pavel Vacek, Ph.D.  
děkan

prof. Ing. Pavel Cyrus, CSc.  
vedoucí katedry

V Hradci Králové dne 12. prosince 2014

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval pod vedením Mgr. Václava Maněny, Ph.D. samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne: 18. 7. 2016

Pavel Fejfar

## **Poděkování:**

Tímto krátkým textem bych chtěl poděkovat Mgr. Václavu Maněnovi, Ph.D. za vedení této diplomové práce, jeho rady pro mě byly velmi cenné a pomohly mi celou práci dokončit. Nemalou měrou mi pomohl svým mentorováním, připomínkami a konstruktivní kritikou při psaní této práce.

Dále bych chtěl poděkovat PhDr. Ladislavu Bartůškovi a studentům Prvního soukromého jazykového gymnázia v Hradci Králové za podporu a spolupráci při měření dat a ověřování tezí výzkumu.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat doc. PaedDr. René Drtinovi, Ph.D. za zapůjčení měřicí techniky, čímž mi umožnil provést výzkum na půdě Prvního soukromého jazykového gymnázia.

## **Anotace**

FEJFAR, Pavel. *Záznam a online streaming didaktických materiálů* Hradec Králové: Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové, 2016. 124 s. Diplomová práce.

Cílem této diplomové práce je seznámení odborné veřejnosti a především učitelů s možnostmi zaznamenávat jejich vyučovací proces a sdílet ho na síti Internet. Poukázat na problematiku záznamu zvuku, obrazu a dále jeho distribuce do sítě.

Praktická část práce je zaměřena na záznam zvuku a vliv komprese na zaznamenávaný signál. Dále možnosti záznamu obrazu, projekční plochy, a dalších dokumentů potřebných k pochopení předávaných informací. Hlavní cíl práce je zaměřen na metody záznamu zvuku a jeho kompresi pro školní účely s účelem dosažení nejvyšší možné kvality při použití techniky za přijatelnou cenu zařízení.

**Klíčová slova:** Zvuk, mikrofon, směrová charakteristika, odstup signálu od šumu, typy mikrofonů, komprese, video kamera.

## **Annotation**

FEJFAR, Pavel. *Recording and online streaming of didactic materials*. Hradec Králove: Faculty of Education, University of Hradec Kralove, 2016. 124 pp. Diploma Thesis.

The goal of this thesis is to familiarise experts and especially teachers with ways how to record their educational process and share it on the internet. Another goal is to call attention to issues of recording sounds, pictures and its further distribution to the net.

The practical part is focused on sound recording and influence of compression for recorded signal. The options of how to record pictures, projection surface and other documents is needed for understanding of transferred information. The main goal of the thesis is focused on methods of recording sounds and its compression for school purposes for the highest sound quality as possible for reasonably priced devices.

**Keywords:** sound, microphone, directional characteristics, distance of signal from noise, types of microphones, compression, video camera

# Obsah

Úvod .....	11
<b>1 Záznam zvuku .....</b>	<b>12</b>
1.1 Zvuk a lidský sluch .....	13
1.2 Citlivost mikrofonu .....	14
1.3 Směrová charakteristika .....	18
1.3.1 Směrová charakteristika z hlediska konstrukce mikrofonu .....	18
1.3.2 Všesměrová (kulová) charakteristika.....	19
1.3.3 Osmičková charakteristika.....	20
1.3.4 Kardiodní (ledvinová) charakteristika .....	22
1.3.5 Mikrofony s měnitelnou směrovou charakteristikou .....	24
1.4 Frekvenční charakteristika .....	25
1.5 Impedance mikrofonu .....	26
1.6 Typy mikrofonních systémů .....	26
1.6.1 Dynamické mikrofony .....	26
1.6.2 Páskové mikrofony (RIBBON) .....	28
1.6.3 Kapacitní mikrofony .....	29
1.6.4 Elektretové mikrofony .....	31
1.6.5 Kontaktní mikrofony.....	33
1.7 Provedení mikrofonů.....	34
1.7.1 Ruční (zpěvové) mikrofony .....	34
1.7.2 Microporty (lavalier).....	35
1.7.3 Náhlavní mikrofony .....	36
1.7.4 Stolní (konferenční) mikrofony .....	36
1.7.5 Nástrojové mikrofony .....	37



1.7.6	Studiové mikrofony .....	38
1.8	Příslušenství, kabely, konektory .....	38
1.8.1	Kabely.....	39
1.8.2	Konektory .....	43
1.9	Ostatní příslušenství .....	46
1.10	Záznam zvuku .....	47
1.10.1	Digitalizace .....	47
1.10.2	Formáty záznamu zvuku.....	50
1.11	Vliv formátu na kvalitu srozumitelnosti záznamu.....	56
1.11.1	Metody výzkumu .....	56
1.11.2	Výsledky jednotlivých měření .....	59
1.12	Záznam zvuku v pedagogické praxi .....	67
1.12.1	Záznam zvuku v „domácím“ studiovém prostředí .....	67
1.12.2	Záznam zvuku v terénu.....	71
1.13	Programy pro zpracování a úprava zvuku .....	74
1.14	Základní úpravy zvuku .....	77
1.14.1	Ekvalizér .....	78
1.14.2	Kompresor .....	82
<b>2</b>	<b>Video .....</b>	<b>84</b>
2.1	Vývoj Videá nejen ve školství .....	84
2.1.1	Školní elektronická zařízení ve 20. století .....	84
2.1.2	16mm film.....	87
2.1.3	Vývoj Analogového videa .....	88
2.1.4	Vývoj Digitálního videa.....	88
2.2	Video kamera .....	89
2.3	Rozlišení videa.....	93

2.3.1	Komprese .....	94
2.4	Objektiv.....	94
2.4.1	Rybí oko.....	95
2.4.2	Sférické kamery .....	97
2.5	Editace videa .....	98
<b>3</b>	<b>Zveřejňování.....</b>	<b>101</b>
3.1	Videí na internetu .....	101
3.1.1	Videa v marketingu.....	103
3.2	YouTube.....	104
	<b>Závěr .....</b>	<b>105</b>
	<b>Použité zdroje .....</b>	<b>107</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>119</b>

# Úvod

Současné tempo vývoje v oblasti výuky je neuvěřitelné. To, co bylo pro žáky zajímavé před pěti lety, dnes často berou jako zastaralé, natož jakkoliv zajímavé. Je proto třeba inovovat i v oblasti výuky. V dnešní době Youtube a jiných streamovacích serverů je těžké zaujmout žáky pouze obrázkem se schématem (např. dataprojektoru). Pro žáky je podstatně zajímavější a zároveň poučnější video se záznamem fungujícího dataprojektoru. Proto je na učiteli, aby jim tyto, pro dnešní dobu adekvátní výukové, pomůcky zajistil. Pokud se však zamyslíme, výuková videa nejsou nic nového, vždyť již v 80. letech 20. století se ve školách vyskytovala technika, která dokázala studentům předávat obrazový i zvukový materiál. V té době však tyto výukové materiály vytvářeli odborníci a specialisté, kteří disponovali patřičným vybavením. Vytvořit takový video záznam nebylo nic jednoduchého a především levného. Až s příchodem digitální techniky se situace změnila a učitelům se tak dostal do ruky mocný výukový nástroj, se kterým mohou tvořit vlastní materiály, které budou nejen aktuálnější, ale zároveň věcnější pro jejich potřeby.

Záznamová multimedialní zařízení však mohou být i nebezpečná pro ty, kteří s nimi neumějí zacházet. Mohlo by se stát, že sebelepší myšlenka výukového videa, popřípadě záznamu, by mohla skončit fiaskem, z kterého by pramenila nechut' do další práce. Z tohoto důvodu je třeba, nebýt pouze odborníkem na svojí aprobaci, ale i znát základní znalosti v oblasti záznamu videa a zvuku.

V této práci jsem se snažil vytvořit ucelený vhled do problematiky záznamů obrazu a především zvuku, aby se učitelé po jejím přečtení dokázali orientovat alespoň v základní problematice a parametrech.

Důležitou částí této práce je i kapitola ohledně komprese a archivace nahraných souborů, která je podpořena krátkým výzkumem v oblasti vhodnosti využití zvukových formátů pro srozumitelnost řeči.

I přes to, že záznam zvuku a videa je komplexní problematikou, byla tato dvě témata pro jejich rozsáhlost rozdělena do dvou oddělených celků, pro větší přehlednost a srozumitelnost čtenáře.

# 1 Záznam zvuku

Pokud chceme studentům sdílet zvuk, je třeba jej nějakým způsobem zaznamenat. Důležité je zvolit správnou metodu záznamu. Zpravidla zvuk převedeme na elektrický proud a následně jej zdigitalizujeme. Zvuk je analogová veličina, lze jej tedy zaznamenávat analogově, ba dokonce mechanicky, v současné době by pro nás ale následná úprava a sdílení bylo složité, proto se touto metodou nebudu zabývat.

První etapou záznamu je snímání zvuku, kdy se pomocí různých měničů (mikrofony, snímače) převádí akustická energie na elektrickou (střídavý el. proud). Nejčastějším používaným měničem je mikrofon, ten se ale, na rozdíl od chytře konstruovaného lidského sluchu, nikdy nehodí pro všechny účely. Je tedy zapotřebí pro danou situaci vybrat nejvhodnější typ mikrofonu. Sluch je totiž, jako ostatní smyslové orgány člověka, natolik propracovaný a důmyslný systémem, že jeho věrné napodobení v plném rozsahu je, i v dnešním vyspělé době, prakticky nemožné [1].

Nejprve je nutné správně rozhodnout, jaký mikrofon pro daný účel použít, je třeba také vyřešit způsob co nejvhodnějšího umístění mikrofonu ve vztahu k akustickému zdroji a prostoru, ve kterém je zvuk snímán. Pro snímání zvuku existují dva základní požadavky: V prvním případě je cílem sejmout zvuk co nejvěrněji, to znamená tak, aby zněl z reproduktorů co možná nejpřesvědčivěji a co nejvíce připomínal původní zvuk, tak, jak ho slyšíme ve skutečnosti v přirozeném prostředí. Jsou však případy, kdy je naším cílem dosáhnout zcela rozdílné situace. Příkladem je snaha dosáhnout zvuku, který je daleko hutnější, živější, širší či jinak upravený oproti originálu. Typickým příkladem takové situace je snímání akustické sady bicích nástrojů z těsné blízkosti u popových či rockových nahrávek [1].

Důležité je také dbát na co nejvyšší možnou kvalitu záznamového systému. Jelikož jsou jednotlivé prvky nahrávacího řetězce řazeny do série, je, bohužel, kvalita celého systému a tím pádem i nahrávky, dána kvalitou jeho nejslabšího článku. V pedagogické praxi se nepředpokládá, že budete tvořit nahrávky s kvalitou dosahující studiové techniky, zpravidla na většinu záznamů vám bude stačit jeden mikrofon, zvuková karta a počítač, popřípadě nějaký rekordér. Zatím co ve studiu je technika v ceně několika set tisíc, až milionů korun, učitel si vystačí se zařízením v ceně několika tisíc korun. Pokud však zvolí správné metody záznamu a již při pořizování techniky bude uvažovat o tom, co

a jak chce nahrávat, může dosáhnout velmi dobrých výsledků, které se mohou přiblížit záznamům studiovým [1].

## 1.1 Zvuk a lidský sluch

Ještě před popisem jednotlivých mikrofonních systémů, bude dobré si vysvětlit princip šíření zvuku. Zvuk vzniká tehdy, když určitý předmět kmitá ve slyšitelném frekvenčním pásmu. Pokud se tyto kmity prostřednictvím vzduchu dostanou až k našim uším, způsobí shodné rozkmitání ušních bubínek, což náš mozek vyhodnocuje jako zvuk [1].

V normálním prostředí se zvuk pohybuje rychlostí přibližně 340 m za sekundu. Způsob jeho šíření je často vysvětlován na příkladu korkové zátky plovoucí ve vodě. Hodíme-li do vody kámen, zátká se houpe nahoru a dolů podle toho, jak se vlní hladina, ale zůstává jinak na místě, neboli voda samotná se od místa, kam byl vhozen kámen, nikam neposouvá. Stejně je tomu i v případě vzduchu, který se sám o sobě nikam nepohybuje, ale pouze zprostředkovává přenos zvukových vln [2].

Zvukové vlny se od zdroje zvuku šíří do všech směrů (kulově) a s rostoucí vzdáleností slábne i akustický tlak. Dvojnásobek určité vzdálenosti od akustického zdroje odpovídá útlumu 6 dB. Pro lepší představu viz Tabulka 1 závislosti akustického tlaku na vzdálenosti od zdroje zvuku [1].

Tabulka 1: Závislost poklesu akustického tlaku na vzdálenosti [1]

Vzdálenost [m]	Hladina ak. tlaku [dB]
1	0
2	-6
4	-12
32	-30
100	-40

Když zvuk narazí na nějakou překážku, dochází k jeho částečnému pohlcení a přeměně na tepelnou energii, částečně k jeho odrazu (část zvuku se rovněž šíří vibracemi např. zdí nebo prochází na druhou stranu). Tepelná energie vznikající pohlcováním zvuku je i při velmi silných úrovních zvuku prakticky zanedbatelná [1].

V běžném prostředí dochází k vícenásobným odrazům, ty přicházejí k našim uším vlivem rychlosti zvuku s různým zpožděním, v různé barvě (odrazivost rozličných povrchů mění frekvenci), v různé fázi a z různých směrů. Tento jev ucho vnímá jako přirozený dozvuk [1].

Lidský sluch je schopen teoreticky rozlišit zvuk v rozsahu frekvencí od 20 Hz do 20 kHz, a přes to, že zde jsou i určité individuální rozdíly, víceméně platí pravidlo, že za každých deset let věku jedince se sníží horní hranice slyšitelnosti o 1 kHz. Ucho však není citlivé na všechny frekvence zvukového spektra stejně (nejcitlivější je v oblasti 2 - 4 kHz). Pokud jde o dynamický rozsah, je schopno pracovat v rozpětí až 140 dB, při vyšších úrovních akustického tlaku však rozlišovací schopnost klesá [3].

Pokud je náš sluch nepoškozený, jsme poměrně přesně schopni určit směr, ze kterého zvuk přichází. Děje se tak na základě vnímání rozdílu fáze, intenzity a frekvenčního průběhu signálu mezi levým a pravým uchem [1].

Další důležitou nezanedbatelnou vlastností lidského sluchu je tzv. efekt maskování jednoho zvuku zvukem jiným. Určité zvuky, které jsou hlasitější a mají agresivnější charakter, mohou zcela zakrýt tišší zvuky (v nahrávce) včetně různých šumů. Této zdánlivé nedokonalosti lidského sluchu využívá několik digitálních systémů při kompresi dat [2].

Lidský sluch se stejně jako další smyslové orgány po určité době unaví, otupí, zvykne si. Z tohoto důvodu je nutné při práci se zvukem dělat přestávky na odpočinek, jinak se může stát, že i osoba se sebelepším sluchem tvoří velmi nekvalitní záznamy. Přestože jsou mikrofony od lidského sluchu v mnoha parametrech dokonalejší, musí splňovat jiná velmi náročná kritéria, jenž souvisejí se zpracováním zvuku v el. obvodech. Jeden z nejnáročnějších problémů je převod někdy nepatrného množství akustické energie (velmi slabého zdroje zvuku), bez zkreslení a šumu, na dostatečně velký elektrický signál [1].

## 1.2 Citlivost mikrofону

Citlivost mikrofónů se určuje měřením výstupní úrovně signálu pro určitý akustický tlak. „*Systém měření spočívá v umístění mikrofónu v akustickém poli o konstantní úrovni akustického tlaku 1 Pascalu (10 mikrobarů), přičemž se měří výstupní napětí mikrofónu /SPL = SOUND PRESSURE LEVEL = úroveň akustického tlaku/. Měření se provádí v otevřeném obvodu.*“ [1] To znamená, že výstup mikrofónů není nijak zatěžo-

ván a k měření se používá vysoko impedanční měřicí systém. Čím je vyšší citlivost mikrofону, tím je vyšší odstup užitečného signálu od šumu, jelikož pro získání potřebné úrovně napětí signálu není zapotřebí tak velké zesílení vstupního kanálu. Běžně dostupné studiové mikrofóny mají citlivost 1 -10 mV/Pa [1].

Akustický tlak jednoho pascalu lze vyjádřit i v decibelech ( $1 \text{ Pa} = 94 \text{ dB SPL}$ ). Jelikož nemusí být každému zcela jasné, jak se k takové hodnotě došlo, vysvětleme si ve stručnosti systém jednotek vyskytujících se při měření v akustice [1].

### **Akustický tlak** [Newton/m<sup>2</sup>, Pascal, mikrobar]

- veličina vyjadřuje zvýšení nebo snížení tlaku oproti klidovému stavu.

$$1 \text{ N/m}^2 \approx 1 \text{ Pa} \approx 10 \text{ } \mu\text{bar}$$

### **Akustický výkon** [Watt]

- energie vyzařená zdrojem za časovou jednotku.

### **Akustická intenzita** [Watt/m<sup>2</sup>]

- je množství akustické energie, která projde plochou 1 m<sup>2</sup> za 1 sekundu.

### **Hladina akustického tlaku** [decibel]

- Výzkumem bylo zjištěno, že práh slyšení začíná na hodnotě akustického tlaku  $2 \times 10^5 \text{ Pa}$  (pro kmitočet 1 kHz), to odpovídá prahové intenzitě  $10^{12} \text{ W/m}^2$ ). V případě, že je tato hodnota vyjádřena jako vztažná úroveň 0 dB, je možné i hladinu akustického tlaku vyjádřit v dB. Důvodem upřednostnění této jednotky je zejména to, že většina ovládacích prvků a měřících systémů na el. přístrojích má stupnice oceňované v dB. Tato jednotka je výhodná i z toho hlediska, že 1 dB odpovídá zhruba právě slyšitelné změně úrovně hlasitosti [1].

Jelikož lidský sluch není citlivý na všechny kmitočty stejně silně, existují rovněž jednotky pro vyjádření subjektivní hlasitosti. Ty sice mají vztah k velikosti akustického tlaku, zároveň však zahrnují i měnící se citlivost sluchu v celém zvukovém spektru. Základem pro vznik těchto jednotek byly rozsáhlé analýzy frekvenčního průběhu lidského sluchu v závislosti na intenzitě zvuku. Na základě těchto měření byly vytvořeny

tzv. Fletcher-Munsonovy křivky a později nově korigované křivky ISO. Z těchto vztahů vznikly další jednotky [1].

### **Hladina hlasitosti [fón]**

Tato hodnota odpovídá hladině akustického tlaku vyjádřené v dB pouze na referenčním kmitočtu 1 kHz, zároveň však bere v úvahu proměnnou citlivost sluchu v celém akustickém pásmu [4].

### **Hlasitost [son]**

Hodnot son umožňuje na rozdíl od jednotek pro hladinu hlasitosti jednoduše určit hlasitost několika zvuků najednou [5].

**Tabulka 2: Vztah mezi jednotkami fón a son [5]**

<b>son</b>	1	2	4	8	16	32	64
<b>fón</b>	40	50	60	70	80	90	100

Po nahlédnutí do grafu Fletcher-Munsonových křivek, zjistíme, že při vyšší intenzitě zvuku jsou křivky vyrovnanější, zatímco při vyšších hladinách akustického tlaku se práh vnímání hlubokých a vysokých tónů zhoršuje. Z toho vyplývá, že pro vyrovnaný poslech při tišší hlasitosti je zapotřebí zvýšit úroveň basů a výšek. Z tohoto důvodu bývají některé přístroje vybavené fyziologickým regulátorem hlasitosti, který alespoň částečně tento nedostatek odstraňuje [1].



**Tabulka 3: Vyjádření hladiny akustického tlaku pro některé běžné zvuky [1]**

	akustický tlak [dB]	akustický tlak [Pa]
práh slyšitelnosti	0	$2,0 \times 10^{-5}$
hladina šumu v dobře izolovaném studiu	20	$2,0 \times 10^{-4}$
tíkot hodin	30	$6,3 \times 10^{-4}$
tichá ulice	40	$2,0 \times 10^{-3}$
šeptání ve vzdálenosti 10 cm	50	$6,3 \times 10^{-3}$
akustická kytara (klasický styl) ve vzdálenosti 40 cm	60	$2,0 \times 10^{-2}$
piano (hra v pp - 1 m)	70	$6,3 \times 10^{-2}$
akustická kytara (akordy hrané plektrem - 40 cm)	80	$2,0 \times 10^{-1}$
saxofon (40 cm)	90	$6,3 \times 10^{-1}$
hlasitý zpěv (15 cm)	100	2,0
konga (3 cm)	110	6,3
kotle (3 cm)	120	20,0
hlasitý výkřik přímo před ústy (práh bolestivosti)	130	63,0
velký buben (3 cm od blány)	140	200,0
vzlet tryskáče	190	20 000,0

## Elektrický šum

Další parametr, který je udáván ve specifických údajích daného mikrofonu, je elektrický šum. Výrobci je označován jako ekvivalent SPL. Jde o úroveň externího zvuku, který by vytvořil stejnou úroveň signálu na výstupu dokonalého bezšumového mikrofonu [1].

Měření šumu se provádí buď pomocí měřicího přístroje s rovnou frekvenční charakteristikou (20 Hz – 20 kHz), nebo systémem, který má frekvenční charakteristiku přizpůsobenou průběhu lidského sluchu. (kompenzace rozdílů v citlivosti ucha při různých frekvencích). Druhá metoda měření má zpravidla příznivější výsledek. Odečtením elektrického šumu mikrofonu (SPL) od maximální hodnoty SPL, kterou je mikrofon schopen přenést bez většího zkreslení, získáme dynamický rozsah mikrofonu [1].

## 1.3 Směrová charakteristika

Měření citlivosti mikrofonu se z pravidla provádí v celém pásmu frekvencí v různých úhlech natočení mikrofonu k zdroji zvuku. Tím se zjišťuje, jakým způsobem mikrofon reaguje na zvuky přicházející z jiných směrů než v jeho ose. Měření probíhá za přesně definovaných akustických podmínek (mrtvá komora). Měření probíhá tak, že se mikrofon namontuje na pevný otočný testovací stojan. V dané vzdálenosti od otáčivého talíře je umístěn akustický zdroj zvuku (zpravidla reproduktorový systém). Dříve se výstup mikrofonu připojil přes předzesilovač s obvodem pro měření úrovně k zapisovacímu přístroji, který se otáčel synchronizovaně s mikrofonem, zatímco zapisovací jehla se pohybovala podle výstupní úrovně signálu z mikrofonu. V dnešní době tuto technologii nahradily počítače. Výstup mikrofonu se připojuje k měřicí zvukové kartě, která zaznamenává úroveň výstupního signálu v čase a výsledky měření se kompletují až v počítači. Ty jsou interpretovány v kruhovém diagramu (POLAR PATTERN), který se nazývá směrová charakteristika. Najdeme ji v každé slušné mikrofonní dokumentaci. Protože se předpokládá, že levá a pravá polovina diagramu bude symetrická, využívá se někdy, z důvodu větší přehlednosti, každá polovina pro jiné kmitočty [6].

### 1.3.1 Směrová charakteristika z hlediska konstrukce mikrofonu

Jelikož nikdo do této chvíle nevymyslel mikrofonní systém, který by převáděl akustický tlak přímo na elektrický proud, využívají všechny dostupné mikrofony nějaký typ membrány, která se pohybuje dle pohybu kmitajícího zvuku. Kolísání tlaku vzduchu v blízkosti membrány způsobuje její pohyb, který se převádí na elektrický signál. Způsobů převodu mechanického kmitání je několik, závisí konkrétně na typu mikrofonu. Ve všech případech je výsledek tohoto procesu elektrický signál. Výstupní napětí stoupá nebo klesá v závislosti na snímaném zvuku [1].

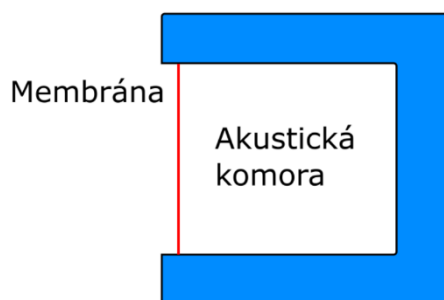
Ne všechny mikrofony však snímají zvuk stejným způsobem. Některé typy mikrofonů snímají zvuk rovnoměrně, bez ohledu na to, z jakého přichází směru. Jiné jsou však konstruovány tak, aby reagovaly pouze na zvuky přicházející z jednoho či ze dvou směrů. Všechny směrové charakteristiky používané v záznamovém procesu mají svůj název a vycházejí ze způsobu konstrukce mikrofonního systému [6].

### 1.3.2 Všesměrová (kulová) charakteristika

#### OMNI-DIRECTIONAL

Mikrofon s kulovou neboli všesměrovou charakteristikou snímá zvuky přicházející mimo osu mikrofonu stejnou citlivostí, jako zvuk přicházející v ose mikrofonu. Mikrofony s kulovou charakteristikou se zpravidla vyznačují jednoduchou konstrukcí a mívají celou řadu výhod, zároveň však i nevýhod. Mají například výrazně menší odolnost vůči zpětné vazbě než mikrofony s kardioidní či superkardioidní směrovou charakteristikou. Asi největší výhodou mikrofonů s kulovou směrovou charakteristikou je prakticky absence proximity efektu. To je vlastnost, při níž narůstá hladina spodních frekvencí se snižující se vzdáleností mikrofonu od zdroje zvuku, dále jsou méně náchylné na manipulační hluky a často jsou schopné zpracovat i vyšší akustický tlak [7].

Na obrázku (Obr. 1) je znázorněn princip mikrofonu s kulovou směrovou charakteristikou. Mikrofon (reaguje přímo na změny tlaku vzduchu). Membrána tohoto mikrofonního systému je upevněna na okraji vzduchotěsné, uzavřené dutiny, takže tlak vzduchu na zadní část membrány je konstantní, zatímco v přední straně membrány se tlak mění v závislosti na zvukových vlnách. Změny tlaku v okolí membrány probíhají bez ohledu na to, ze kterého směru zvuk přichází, proto je takový mikrofon všesměrový [1].



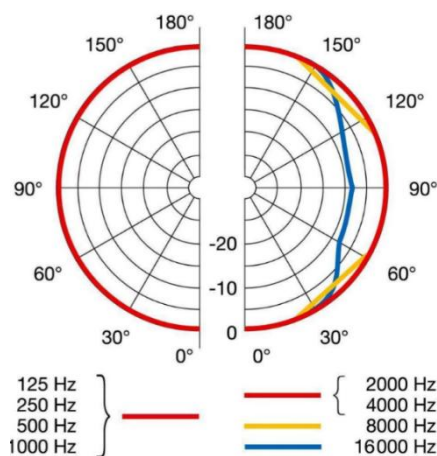
Obr. 1: Konstrukce všesměrového (tlakového) mikrofonu

Všesměrová charakteristika je často ne zcela dokonalá z toho důvodu, že rozměry samotného mikrofonu z části brání ideálnímu přístupu zvukových vln, zvláště na vyšších frekvencích. Výsledkem pak bývá snímaná citlivost na výškách ze zadní strany a z boků o něco horší než v ose mikrofonu. Čím je však mikrofon menší, tím je na tom v tomto ohledu lépe [1].



Obr. 2: Schéma snímání všesměrového mikrofonu [8]

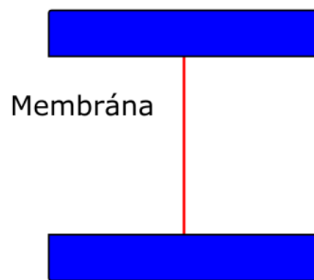
Tyto typy mikrofonů se asi nejvíce uplatní při různých besedách a konferencích, kdy se snímá větší skupina lidí jedním mikrofonem, nebo v oblasti nahrávání klasické hudby, kdy je třeba snímat do značné míry i prostředí koncertního sálu. Dokonce i v situacích, kdy je odstranění přeslechů primárním požadavkem, je možné argumentovat tím, že všesměrové typy dávají přirozenější výsledek, protože se jakékoli zvuky přicházející ze směrů mimo osu snímají věrněji než když jsou zkesleny nedokonalou frekvenční charakteristikou, což je právě případ většiny kardioidních mikrofonů [1].



Obr. 3: Typická všesměrová charakteristika (AKG C 414) [9]

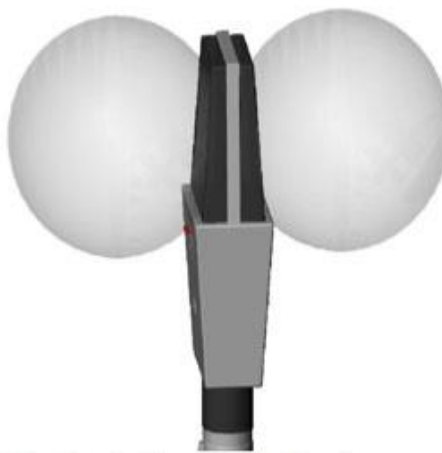
### 1.3.3 Osmičková charakteristika

Na Obr. 4 vidíte princip konstrukce mikrofonu s osmičkovou charakteristikou. Tento systém má membránu uchycenou takovým způsobem, že přístup zvukovým vlnám je umožněn z obou stran. Zvuk je tedy rovnoměrně snímán v ose mikrofonu zepředu i zezadu, zatímco z boků je tento systém necitlivý. Jelikož zvuková vlna dopadá na přední i zadní stranu membrány zároveň. Jelikož nenastane žádný rozdíl v tlaku vzduchu působící na membránu, nepohybuje se [1].



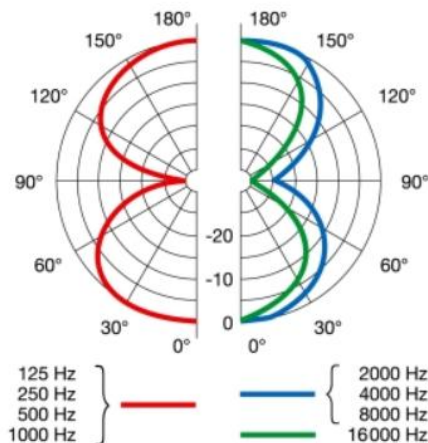
**Obr. 4: Konstrukce mikrofonu s osmičkovou charakteristikou**

Jedna z nevýhod tohoto systému je, že je ovlivňován (stejně jako kardioidní mikrofon) efektem narůstání basů, když je zdroj zvuku příliš blízko mikrofonu. Touto vlastností jsou ovlivněny všechny systémy, které fungují na principu rozdílu tlaků, protože délka dráhy zvuků, které dopadají na přední a zadní stranu membrány není úplně stejná. Čím je menší vzdálenost mezi zdrojem zvuku a mikrofonem, tím více se tento rozdíl drah projeví. Vzhledem k fázovému rozdílu mezi oběma signály vzniká toto charakteristické zesílení signálu na spodních frekvencích. Někdy se však této nedokonalosti využívá záměrně ve prospěch hlasatele nebo zpěváka, jelikož basové frekvence přidávají hlasu určitou sytost. Někteří výrobci mikrofonů mají vliv proximity efektu zakreslený i v kmitočtové charakteristice [1].



**Obr. 5: Schéma snímání osmičkového mikrofonu [10]**

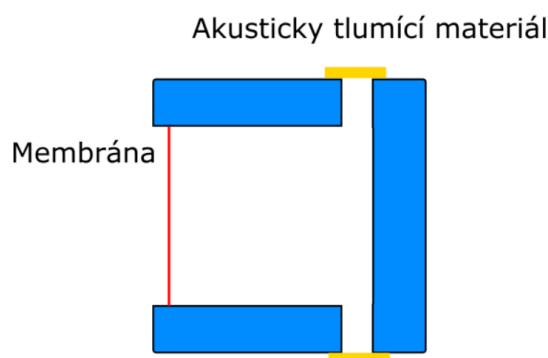
Mikrofony s osmičkovou charakteristikou se dnes využívají pouze ve speciálních aplikacích. Dříve se však často používaly i při živém hraní pro snímání dvou proti sobě stojících zpěváků či muzikantů, často se s nimi lze setkat v rozhlasových studiích [6].



Obr. 6: Typická osmičková charakteristika (AKG C 414) [11]

### 1.3.4 Kardiovídní (ledvinová) charakteristika

Mikrofon s kardiovídní charakteristikou je z hlediska konstrukce obdobou osmičkového typu. Konstrukce je rozdílná v tom, že k zadní straně membrány přichází zvuk zpožděný, oproti přímému zvuku, pomocí speciálně konstruovanému zvukovodu. Systém funguje tak, že zvuky přicházející na mikrofon zepředu způsobují rozdíl tlaku mezi přední a zadní stranou membrány, zatímco zvuky přicházející zezadu a ze stran působí tlak po obou stranách membrány zhruba stejný. V reálné situaci jsou však snímány zvuky přicházející i ze stran mikrofonu, ty ale nejsou snímány tak účinně jako zvuky zepředu. Směrová charakteristika takového mikrofonu má tvar srdce, proto se jí říká kardiovídní [1; 12].



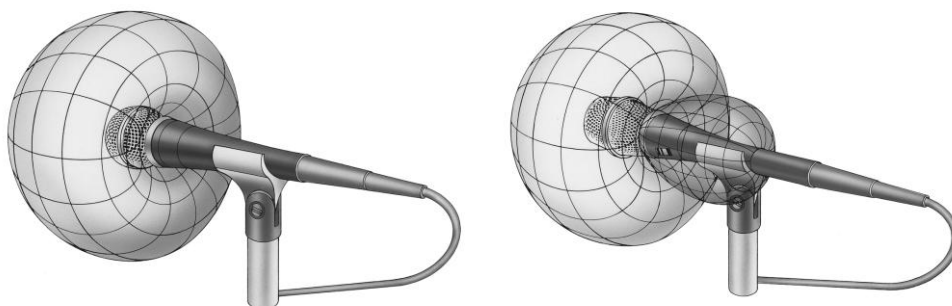
Obr. 7: Konstrukce kardiovídního mikrofonu

Z kardiovídní charakteristiky mikrofonu vychází úzce směrový superkardiovídní nebo hyperkardiovídní systém. Ten eliminuje signály z boků na úkor toho, že se snímá část zvuku ze zadní strany mikrofonu v ose. Extrémním příkladem hyperkardiovídy je interferenční trubicová konstrukce, na jejíž zadní část je upevněna mikrofonní kapsle [1].



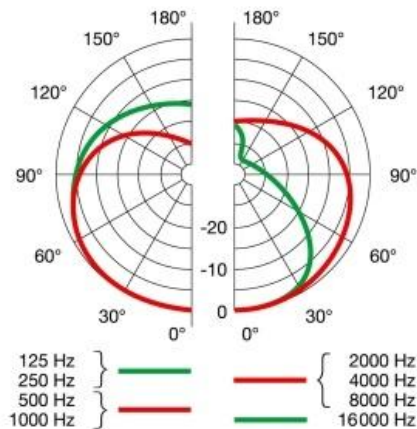
**Obr. 8: SENNHEISER MKH418 [13]**

Interferenční trubicové mikrofony se využívají zejména pro bodové snímání míst, kam není umožněn přístup (nahrávání zvířat v přírodě, jeviště, atd.). Krom filmové praxe se tyto mikrofony prakticky nepoužívají, neboť mají velmi malou účinnost na hlubokých frekvencích a žádné jiné výhody, které by odůvodňovaly využití oproti jiným typům mikrofonů [1].



**Obr. 9: Schéma snímání kardioidního a hyperkardioidního mikrofonu [14]**

Všechny typy směrových mikrofonů se využívají zejména v situacích, kdy chceme potlačit zvuky, které přicházejí na mikrofon mimo jeho osu, na minimum, to může nastat např. při záznamech v nepříteliš dobře znějící místnosti. Jsou nezbytné také vždy, kdy je za potřebí snížit přeslech z ostatních nástrojů na minimum nebo eliminovat okolní hluk. I přes to, že směrové mikrofony mohou značně ovlivnit směr snímaného zvuku, je třeba si uvědomit, že i sebelepší směrový mikrofon bude stále snímat přeslechy ostatních zdrojů zvuku, byť v nepatrné míře a tento přeslech má navíc nepříjemný vliv na frekvenční zbarvení zvuků přicházejících ze směrů mimo osu mikrofonu [12].



Obr. 10: Typická kardioidní charakteristika (AKG C 414) [15]

### 1.3.5 Mikrofony s měnitelnou směrovou charakteristikou

Mikrofony s touto vlastností se dají rozdělit v podstatě do dvou hlavních skupin. První vychází z možnosti měnit mikrofonní kapsle, neboť každý mikrofonní systém je v nějaké kapsli zabudován. U určitých typů (většinou kapacitních mikrofonů) je kapsle snadno vyměnitelná pro 2 - 3 charakteristiky, tím se značně zvyšuje využitelnost mikrofonu [1].

Druhá skupina jsou mikrofony s přepínatelnou charakteristikou. I přes to, že teoreticky lze vytvořit přepínatelný mikrofon i s dynamickým systémem, jsou tyto mikrofony většinou kapacitní konstrukce. Z části je to dáno z toho důvodu, že kapacitní kapsle má ucelenou a jednoduchou koncepci, a hlavně proto, že je možné měnit jednotlivé charakteristiky změnou polarizace napětí. U laciných elektretových mikrofonů nelze bohužel polarizaci napětí měnit, z toho důvodu u nich nelze přepínat ani směrové charakteristiky [1].

Proměnné směrové charakteristiky je docíleno buď v kombinaci dvou kardioidních systémů obrácených zadní stranou k sobě, nebo kombinací osmičkové a kulové charakteristiky. „Při dvou kardioidních systémech lze vytvořit přepínáním polarizace jednoho ze systémů všechny běžné směrové charakteristiky. Smícháním výstupních signálů z obou kapslí, v různém množství a s různou fází v obvodech předzesilovače, se vytváří požadovaná charakteristika. Rovným součtem obou kardioidních signálů vzniká kulová charakteristika, při vypnutí jedné z kardioid zůstává samozřejmě charakteristika kardioidní, součtem kardioid v protifázi se dosáhne charakteristiky osmičkové. Změnou výstupní úrovně jedné z kapslí se dají navíc vytvářet další tvary těchto charakteristik (široká kardioida, hyperkardioida) [1].

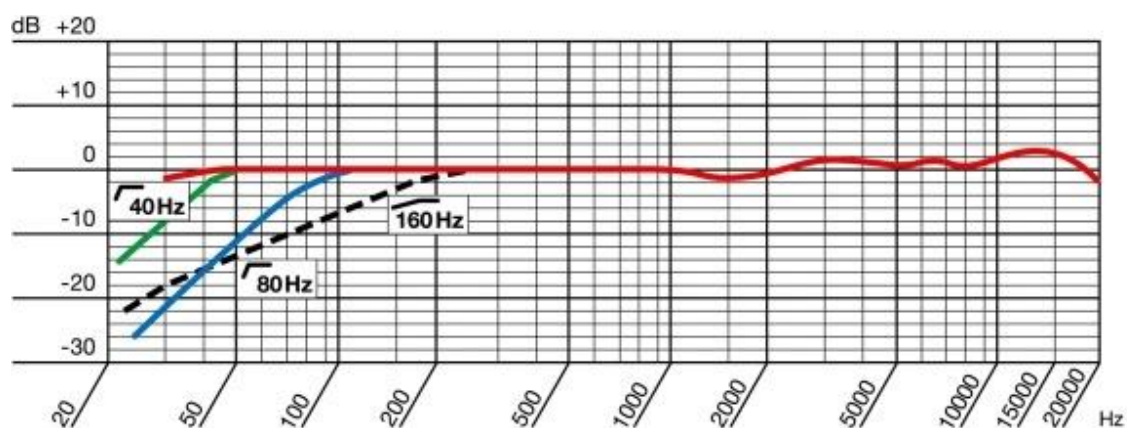


*Kombinací osmičkové a kulové charakteristiky lze vytvořit dobře znějící kardioidu, vypnutím jednoho ze systémů vznikne osmička a koule. [1]“*

Přepínat mikrofonní charakteristiky u některých mikrofonů lze dálkově.

## 1.4 Frekvenční charakteristika

Kromě směrového diagramu pro různé frekvence lze nalézt u každého modelu i frekvenční charakteristiku měřenou v ose mikrofonu. Vodorovná osa interpretuje frekvence pro celé zvukové spektrum, zatímco na svislé je uvedena úroveň výstupního signálu v dB. Jelikož se u jednotlivých kusů může frekvenční průběh mikrofonu nepatrně lišit, měří často firmy každý vyrobený mikrofon individuálně a frekvenční charakteristiku zpracovanou zapisovacím měřicím systémem přikládají k danému kusu do obalu. To se však děje pouze u velmi drahých mikrofonů. Většina výrobců u většiny modelů uvádí frekvenční charakteristiku pro všechny mikrofony stejnou [7].



Obr. 11: Frekvenční charakteristika (AKG C 414) pro kardioidní nastavení vložky [15]

## 1.5 Impedance mikrofonu

Mikrofony se konstruují buď jako vysoko impedanční nebo nízko impedanční (150 - 600 Ohm). U některých typů mikrofonů se impedance výrazně mění s frekvencí, proto se ve specifických údajích často uvádí, při jaké frekvenci je hodnota impedance udávána (většinou 1 kHz). Tento údaj je ještě někdy doplněn doporučenou minimální zatěžovací impedancí, která bývá o něco vyšší [1].

Vysoko impedanční mikrofony mají sice na výstupu silnější signál, jsou však náchylnější na elektromagnetická rušení a daleko více ovlivňovány kapacitou kabelu. Z těchto důvodů se využívají spíše pro domácí komerční přístroje, nebo jiné neprofesionální aplikace, kde postačí relativně krátké kabely (2 - 3 m). Výhodou je možnost použití jednoduššího mikrofonního předzesilovače, vzhledem k vyšší signálové úrovni [2].

U profesionální techniky se používají výhradně nízko impedanční typy mikrofonů.

## 1.6 Typy mikrofonních systémů

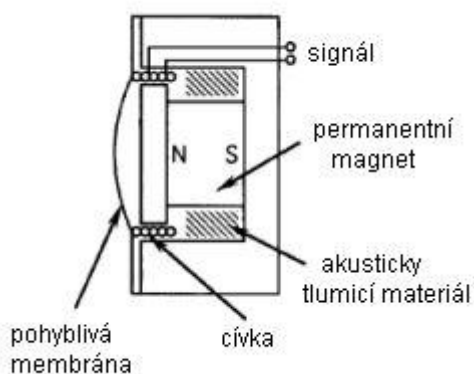
V dnešní době se některé z dražších kapacitních mikrofonů hodně přibližují k požadavkům na ideální mikrofon, který by fungoval perfektně pro všechny účely. Bohužel jsme zpravidla nuceni sáhnout k určitým kompromisům, protože tyto mikrofony jsou z ekonomického hlediska neúnosné. Podle způsobů, jakým se převádí akustická energie na elektrický signál, se dělí klasické mikrofony na dynamické a kapacitní. Oba tyto systémy mají ještě několik modifikací a kromě těchto zmíněných typů se vyrábějí i různé speciální mikrofony pro kontaktní využití. V následujících kapitolách si jednotlivé systémy představíme blíže, nejen z konstrukčního hlediska, ale popíšeme si i jejich vlastnosti, seznámíme se s jejich nedostatky a zmíníme se krátce o jejich využití [1].

### 1.6.1 Dynamické mikrofony

Princip konstrukce dynamického mikrofonu je v mnohém podobný konstrukci reproduktoru. Základem celého systému je lehká membrána vyrobená z tenkého plastu, mechanicky spojená s magnetickou cívkou z velmi jemného drátu, ta se pohybuje v mezeře permanentního magnetu. Membrána kmitající v důsledku změn akustického tlaku v jejím okolí převádí tyto kmity na cívku a pohybem vodiče v magnetickém poli v závitech cívky indukuje elektrický proud. Jak víme, tento proud je velice slabý, proto je třeba jej

zesílit na potřebnou úroveň např. mikrofonním předzesilovačem, který může být součástí samotného mikrofonu nebo na vstupu mixážního pultu nebo zvukové karty [16].

Jedním ze základních faktorů ovlivňující parametry tohoto systému je hmotnost a velikost membrány. Větší membrána je lepší z hlediska šumu, neboť signál vzniká tlakem většího počtu molekul vzduchu, čímž lze v praxi dosáhnout lepšího výsledku. S velikostí ale stoupá i hmotnost membrány, tím získá vyšší setrvačnost, což se projevuje poklesem frekvenčního rozsahu na vyšších frekvencích. Další nevýhoda velké membrány je v tom, že zvuky přicházející na membránu ze směru mimo osu dosáhnou jedné strany membrány dříve než druhé, tím se některé vyšší frekvence kombinují mimo fázi. To samozřejmě výrazně narušuje kvalitu přenosu zvuku vyšších tónů, jenž přicházejí mimo osu mikrofonu. Čím je membrána větší, tím také narůstá hluk při manipulaci s mikrofonem (HANDLING NOISE). Větší rozměr membrány znamená také zvětšení rozměrů celého mikrofonu, což má nepříznivý vliv na dobrý přístup vyšších frekvencí z ostatních směrů na membránu. Výhodou velké membrány je zase nižší rezonanční kmitočet, a tím lepší přenos nízkých frekvencí. Dáme-li si všechny tyto aspekty dohromady, je velikost membrány dynamického mikrofonu zpravidla záležitostí kompromisu, i když je jedním ze základních parametrů, které určují využití určitého mikrofonu [1; 16].



**Obr. 12: Princip konstrukce dynamického mikrofonu [17]**

Další faktor ovlivňujícím využitelnost mikrofonu je hmotnost cívky (počet závitů, typ použitého vodiče). Vysoká hmotnost cívky, stejně jako vysoká hmotnost membrány, brání celému systému v rychlém pohybu, což má opět za následek pokles účinnosti na vyšších frekvencích. To je hlavní důvod, proč mají dynamické mikrofony horší frekvenční rozsah než např. kondenzátorové mikrofony. Počet závitů cívky lze razantně snížit použitím silnějšího magnetického pole. Proto má hodně moderních dynamických

mikrofonů magnet z neodymu, což umožňuje zkonstruovat systém fungující až do 20 kHz [18].

Dynamické mikrofony mají před ostatními typy několik výhod: jsou relativně nenákladné na výrobu, vyznačují se mechanickou odolností, což je předurčuje k využití nejen ve studiu, ale i při živých záznamech v terénu. Snášejí extrémně vysoké úrovně zvukového tlaku a nevyžadují žádné napájení, protože samotný mikrofon neobsahuje žádné elektronické obvody [1].

Jednou z nevýhod dynamických mikrofonních systémů je to, že dávají relativně slabý výstupní signál, tím pádem je potřeba tento signál více zesílit na vstupním předzesilovači, čímž se rychle zvyšuje šum. Z toho vyplývá, že tyto mikrofony jsou určeny zejména pro snímání hlasitějších zvuků z menších vzdáleností. Při nahrávání tichých akustických nástrojů by musel být dynamický typ mikrofonu umístěn v těsné vzdálenosti od zdroje zvuku, čímž je ve většině případů vyloučeno věrné sejmání barvy a charakteru nástroje [16].

Dynamické mikrofony se konstruují ve všech třech směrových charakteristikách, nejběžnějším typem jsou však kardioidní systémy. Všechny modely většinou nabízejí pouze jednu snímací charakteristiku, neboť použití více než jedné membrány je u tohoto systému dosti nepraktické. Volba typu dynamického mikrofonu je vždy záležitostí konkrétního nástroje nebo hlasu. Typy s větší membránou a dobrou účinností na basách se hodí dobře ke snímání silnějších basových nástrojů a velkého bubnu [1].

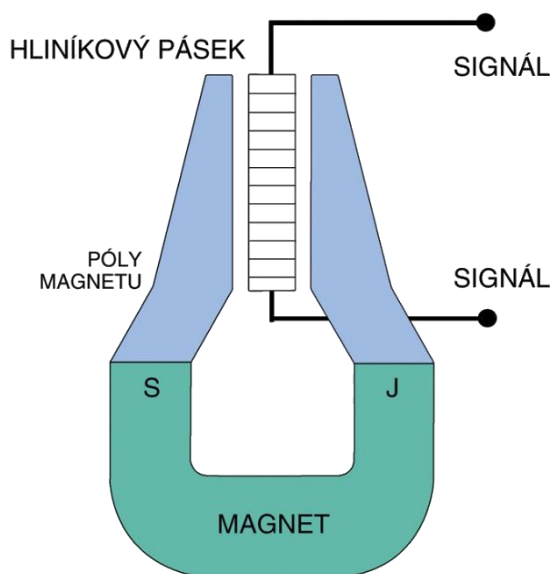
V nabídce výrobců jsou speciální typy mikrofonů s oddělenými systémy pro vyšší a nižší frekvence (lepší frekvenční rozsah) nebo kompenzační cívkou pro lepší odstup signálu od šumu. Kapacitní systémy mikrofonů mívají zpravidla širší využití, dynamické mikrofony jsou většinou vyhrazeny pro konkrétní účel. Vyrábějí se i velmi laciné plastové modely pro komerční využití v ceně několika desítek korun, u nichž je kabel s mono Jackem (konektor) součástí mikrofonu (XLR konektor by vyšel draž než celý mikrofon). Mezi oblíbené výrobce dynamických mikrofonů pro profesionální využití patří firmy Shure, AKG, Beyer, Sennheiser, Electro-Voice atd [1].

### **1.6.2 Páskové mikrofony (RIBBON)**

Páskový mikrofon funguje v podstatě na stejném principu, jako princip dynamického mikrofonu, pouze s tím rozdílem, že membrána a cívka jsou v tomto případě nahrazeny

tenkým vodivým páskem. Jde vlastně o ekvivalent dynamického mikrofonu s jediným závitem cívky, proto je vznikající el. napětí velmi slabé a je třeba jej přizpůsobit na standardní hodnotu prostřednictvím zabudovaného transformátoru [1].

I přes to, že tento typ mikrofonu není příliš rozšířený, má oproti dynamickým a kapacitním systémům jisté výhody. Páskový mikrofon může dosahovat frekvenčního rozsahu často až přes 20 kHz, přičemž frekvenční průběh je velmi vyrovnaný. V dřívějších dobách byly páskové mikrofony méně spolehlivé kvůli své křehkosti, ale moderní mikrofony jsou již poměrně robustní, především modely, kde byl kovový pásek nahrazen tenkou kovovou vrstvou napařenou na plastické membráně [19].



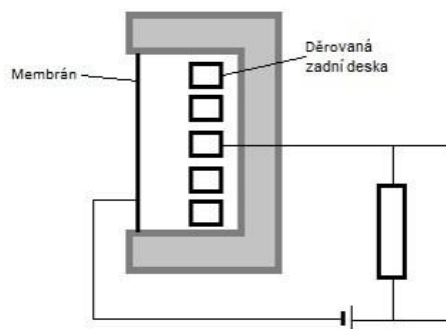
Obr. 13: Princip konstrukce páskového (RIBBON) mikrofonu [20]

Tyto mikrofony bývají k dispozici v různých směrových charakteristikách a někteří zvukaři je používají i při nahrávání klasické hudby, dechů ale i zpěváků s ostrými sykavkami, neboť mají subjektivně příjemnější zvuk než ostatní typy. Nezanedbatelnou záležitostí je i nižší cena oproti kapacitním systémům a absence napájecího zdroje [1; 19].

### 1.6.3 Kapacitní mikrofony

Kapacitním mikrofonním systémům se často říká kondenzátorové, neboť fungují na stejném principu jako kondenzátor (pár paralelních vodivých destiček uchovávajících elektrický náboj, oddělené izolátorem). Celý princip je založen na faktu, že pokud se mění kapacita kondenzátoru, tím že se změní vzdálenost mezi oběma deskami, změní se

mezi nimi i napětí. Připojíme-li mezi napájecí napětí a kapacitu definovaný odpor, můžeme na něm v závislosti na protékajícím proudu odvodit určité napěťové změny, ty se přivádějí na vstup vysoko impedančního zesilovače, kde je detekován signál [1].



Obr. 14: Princip konstrukce kapacitního mikrofonu

U kapacitního mikrofonu je jedna strana systému pevně uchycena (s dírami pro průchod vzduchu), zatímco druhá polovina má podobu pružné plastické membrány, na které je napařena velmi tenká kovová vrstva (nejčastěji zlato). Je-li na obou deskách systému přítomen příslušný elektrický náboj, způsobuje jakýkoli pohyb membrány změnu kapacity a na odporu se snímá napětí, které odpovídá těmto změnám [21].

Jelikož celý systém funguje pouze za přítomnosti el. náboje na deskách, musí se do mikrofonní kapsle přivést externí napětí (tzv. fantomové napětí). Aby nedocházelo k úbytku náboje, musí mít předzesilovač velmi vysokou impedanci, což se zajišťuje použitím tranzistorů FET nebo elektronek [1].

Některé starší elektronkové modely kondenzátorové mikrofony se dodnes velmi cení, neboť mají určité charakteristické zabarvení, pro které jsou u některých zvukařů značně oceňované. „Fetové“ systémy jsou podstatně lacinější a konstrukčně méně náročné (odpadá žhavení a mohou být napájeny přímo z fantomového systému) [21].

Při srovnání s dynamickými mikrofony jsou kapacitní typy konstrukčně složitější, což se projevuje i v jejich ceně. Mají však při studiové práci řadu nesporných výhod (některé jsme již ve stručnosti zmínili v souvislosti se směrovými charakteristikami). Současná technologie umožňuje vyrobit plastickou pokovenou membránu velmi tenkou (několik mikronů) a tedy i lehkou. Jelikož má membrána minimální hmotnost a tím pádem i setrvačnost, může reagovat na mnohem vyšší frekvence než jsou schopné dynamické systémy [1].

Kapacitní mikrofony jsou ze všech klasických systémů nejvíce citlivé a za předpokladu kvalitního předzesilovače, mají i velmi nízký šum. Jejich kmitočtová charakteristika je vyrovnaná a na obou koncích spektra běžně překračuje hranice lidského sluchu. Směrové charakteristiky lze snadno přepínat (dvě membrány). Některé modely jsou sice poměrně křehké, ale vyrábějí se i typy robustnější, určené pro živá vystoupení a časté transporty [1].

Kapacitní mikrofony mají jednu malou nectnost, o které ne každý ví. Při použití mikrofону ve vlhkém prostředí dochází vlivem vlhkosti k vodivému spojení a částečnému vybíjení náboje na deskách. Důsledkem tohoto jevu je nižší citlivost mikrofónu (v extrémních případech může dojít k úplné ztrátě signálu). U některých typů může docházet k tomuto jevu nejen vlivem vzdušné vlhkosti prostředí, ve kterém pracuje, ale při menší vzdálenosti může tyto poklesy citlivosti způsobit i vlhký dech zpěváka [21].

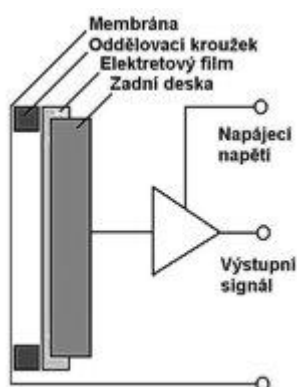
*„U klasicky konstruovaných mikrofónů se vzhledem k nesymetricky provedené mikrofónní kapsli projevuje také určité intermodulační zkreslení (toto zkreslení vzniká u všech prvků, které jsou v jakémkoli smyslu nelineární). Výsledkem intermodulačního zkreslení je vznik součtových a rozdílových frekvencí, které výrazně ovlivňují celkové vnímání kvality zvuku i při velmi nízkých úrovních, což způsobuje, že i jinak dobré mikrofony mohou znít hrubě a nepřírozeně. Proto některé firmy konstruují lineárně provedenou kapsli, která se skládá ze dvou děrovaných desek, z nichž jedna je před membránou a druhá za ní. Taková kapsle je elektricky i akusticky symetrická a kromě nižšího intermodulačního zkreslení mají tyto mikrofony i menší šum než jejich klasické protějšky [1].“*

#### **1.6.4 Elektretové mikrofony**

Elektretové mikrofony vycházejí z kapacitního systému, el. náboj však není na membránu přiváděn z napájecího zdroje, ale je její pevnou součástí. Toho se docílí již při výrobě tím, že materiál na výrobu membrány má velice dobré izolační vlastnosti. V podstatě je to kondenzátorový mikrofón, který je od výroby přednabitý na celou dobu jeho životnosti. Aby bylo možné získat z mikrofónu nějaký signál, je součástí elektretové kapsle i předzesilovač s vysokým vstupním odporem FET, tento předzesilovač je většinou napájený z tužkové baterie, jež je umístěna v rukojeti mikrofónu. Tyto mikrofony se rozšířily zejména jako součásti přenosných kazetových magnetofónů, neboť i přes velmi nízkou výrobní cenu dávají relativně kvalitní signál [1; 22].

## Back-elektretové mikrofony

Jedna z velkých nevýhod klasických elektretových mikrofonů je to, že membrána nesoucí elektrický náboj je výrazně těžší než například membrána u kapacitního systému, což v důsledku má vliv na účinnost systému při vyšších frekvencích (vyšší setrvačnost membrány). Za dobu vývoje tohoto systému sice došlo k dílčím vylepšením, zásadní změna přišla až teprve s mikrofony typu BACK-ELECTRET (zadní). U těchto modelů je materiál nesoucí trvalý náboj připevněn k nepohyblivé zadní desce, a proto je možné vyrábět membránu ze stejných materiálů jako u kapacitních mikrofonů [1; 22].



Obr. 15: Schéma back-elektretového systému [23]

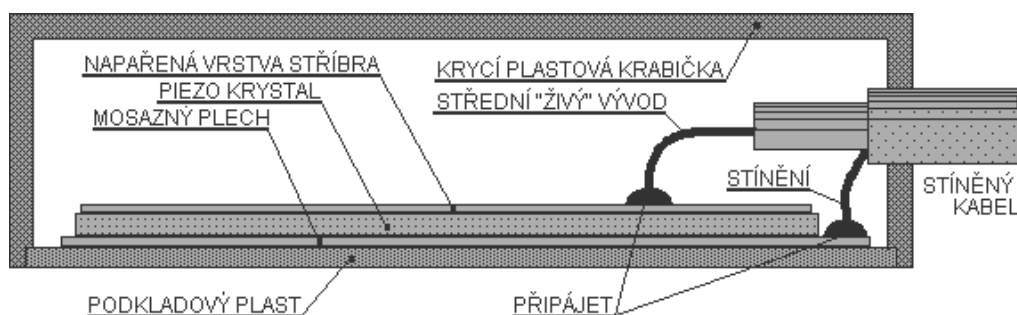
Náročný vývoj back-elektretové technologie přinesl celou sérii kvalitních a zároveň laciných mikrofonů, které se nezdáka přibližují svými vlastnostmi kapacitním systémům, i když v profesionální nahrávací technice zatím nenašly výraznější uplatnění [1].



## 1.6.5 Kontaktní mikrofony

Tyto mikrofony se využívají zejména v situacích, kdy je zpětná vazba nebo přeslech vážným problémem a je nutné vyhledat jinou variantu snímání, ta ale, bohužel, přináší určitý kompromis mezi kvalitou snímaného zvuku a jeho oddělením od ostatních nástrojů. Tyto mikrofony fungují na principu snímání povrchové vibrace některé části nástroje. Membrána se tedy nepohybuje se změnou akustického tlaku vytvořené nástrojem, ale má přímý kontakt s povrchem nástroje (housle, ozvučnice u kytary, korpus bubnu atd.). Vibrace z nástroje se mechanicky přenáší na krystal, který po deformaci vytváří el. napětí. To je například princip piezoelektrického snímání zvuku, jiné systémy fungují na principu tenzorových pásků nebo pohyblivé cívky [1].

Piezoelektrické kontaktní mikrofony (snímače) mají velice vysokou výstupní impedanci, proto je nutné do jejich blízkosti zapojit vhodný vysoko impedanční předzesilovač nebo alespoň direkt box, který upraví impedanci na úroveň mikrofonního vstupu. Hlavní součástí tohoto systému je krystalová substance, která vykazuje při deformaci určité napětí. Povrch tohoto krystalu je pokovený, aby bylo možné odvádět toto napětí do předzesilovače. Na Obr. 16 vidíte princip konstrukce krystalového snímače. Zde je piezo - krystal nalepený přímo na plastový podklad, který se přikládá (lepí) na tělo nástroje. Frekvenční průběh těchto snímačů není příliš dokonalý, proto jsou ve většině případů nezbytnou součástí předzesilovače různé korekční obvody [1; 24].



Obr. 16: Schéma piezoelektrického snímače [25]

Kontaktní mikrofony mají využití zpravidla při živých aplikacích, zvláště u nástrojů s velmi tichými zvuky, které se musejí snímat v blízkosti hlučnějších nástrojů (dechových či bicích). V případech, kdy je parazitní zvuk z okolí tak vážný problém, že klasický mikrofon u nástroje nelze použít, je dokonce nezbytnou volbou. Někteří výrobci vestavují tyto snímače přímo do nástrojů, nebo jsou dodávány samostatně ve formě různých destiček z plastické hmoty se samolepicí hmotou pro uchycení. U některých modelech akustických kytar bývají tyto snímače přímo součástí kobyly [1].

Hlavní nevýhoda tohoto systému je v tom, že snímá vibrace pouze z jedné části nástroje. Ani u sebelepšího nástroje nelze věrně přenést jeho skutečný zvuk pouze z jednoho bodu na nástroji, je proto za potřebí nalezení vhodného místa pro snímač, neboť vždy dochází k jistému zvukovému kompromisu. Propracovanější systémy využívají při kontaktním snímání kombinaci miniaturního mikrofonu a snímače [1].



Obr. 17: Piezo snímač (Shadow 3001) [26]

## 1.7 Provedení mikrofonů

S principem jednotlivých mikrofonů a směrovými charakteristikami jsme se již seznámili. Mikrofony se však vyrábí v několika provedeních a každé z nich je specifické při využití. Většina typů provedení se i vyrábí v různých směrových charakteristikách a mechanickém provedení. Nedá se tedy jednoznačně říct, že jedno provedení mikrofonu je pouze s jednou určitou mikrofonní kapslí. Pojdme se tedy seznámit s provedením jednotlivých typů mikrofonů, se kterými se můžete setkat v pedagogické praxi.

### 1.7.1 Ruční (zpěvové) mikrofony

Provedení tohoto mikrofonu je asi nejznámější. Je uzpůsobený k držení v ruce, popřípadě k umístění ve stojanu. Jak již název napovídá, využívá se především pro záznam zpěvu nebo mluveného slova. Tento typ mikrofonů se vyznačuje ochranným molitanem před mikrofonní kapslí, aby nedocházelo k navlhnutí kapsle, popřípadě až k jejímu poťísnění slinami. Molitan též chrání proti větru a rázovému přefouknutí agresivními sla-

bikami (p, b, d). Každý větší výrobce má specifický desing svých mikrofonů, takže je lze zpravidla poznat na první pohled (Obr. 18).

Tento mikrofon by se měl držet pouze za tělo a ne za krycí mřížku mikrofonu, jak je tomu, bohužel, vidět u mnoha interpretů hudby. Tento nešvar je nejvíce vidět u Raperů. Tímto nesprávným držením je velmi ovlivněna frekvenční charakteristika a vlastnosti mikrofonu.



Obr. 18: Mikrofon Shure SM58 [27]

### 1.7.2 Microporty (lavalier)

Jedná se o typ personálního mikrofonu, který se připíná na část oblečení snímané osoby. Tento mikrofon může být velmi malý, až nepostřehnutelný. Zpravidla se používá v bezdrátovém provedení, osoba tak není vázaná na délku kabelu. V případě, že je, ku příkladu, zaznamenávána debata, kde všichni zúčastnění pouze sedí, lze využít i mikrofon drátový. Tento typ mikrofonu lze často vidět v televizi pro svojí nenápadnost a nerušivý vizuální charakter. Nespornou výhodou tohoto mikrofonního provedení je, že snímaná osoba má volné ruce.



Obr. 19: Příklad umístění microportu (Shure MX150) [28]

### 1.7.3 Náhlavní mikrofony

Náhlavní mikrofony jsou velice blízké mikroportům s tím rozdílem, že jsou umístěny zpravidla pomocí drátové konstrukce přímo na hlavě snímané osoby. Mikrofonní kapsle je umístěna přímo před ústy, popřípadě v koutku úst řečníka. Výhodou tohoto systému je, že i když řečník otáčí hlavou, nedochází k poklesu akustického tlaku na membránu v závislosti změny vzdálenosti kapsle od zdroje zvuku. Tato krátká vzdálenost je však i nevýhodou, protože často je v hojné míře snímán i dech, kašlán a jiné nešvary, které se dají s ručním mikrofonem eliminovat odkloněním mikrofonu. Hlavní výhodou tohoto provedení je volnost účinkujícího. Tyto mikrofony jsou často využívány při předvádění různých sportů (zumba, aerobic), ale i při vystoupeních zpěváků, kdy jejich divoké choreografie znemožňují využít klasický mikrofon.



Obr. 20: Možnost umístění náhlavního mikrofonu (Pronomic HS-0211S) [29]

### 1.7.4 Stolní (konferenční) mikrofony

Tento typ mikrofonů je často vidět na konferencích u řečnického pultu nebo v kostelech kde je využíván pro náběr řeči faráře. Jde o úzký mikrofon na „husím krku“, aby mohla být snadno upravena jeho poloha a výška. Výhoda tohoto mikrofonu je zpravidla v jeho velikosti, jelikož nepřekáží ve výhledu na samotného řečníka a není třeba pro každého řečníka vlastní mikrofon, jak je tomu u náhlavních a klipových mikrofonů. Tyto mikrofony jsou zpravidla vyráběny v kardioidní a superkardioidní směrové charakteristice, aby nedocházelo k přeslechům od signálů přicházejících mimo osu mikrofonu. Tyto

mikrofony mohou být zabudovány do řečnického pultu nebo mají základnu, která jim zajišťuje stabilitu.



Obr. 21: Konferenční mikrofon Sennheiser ME 36 [30]

### 1.7.5 Nástrojové mikrofony

Tyto mikrofony se vyrábějí v mnoha formách. Mohou svojí stavbou i velmi připomínat mikrofony zpěvové. Molitan před mikrofonní kapslí zde neplní ochranu proti slinám, ale je zde z důvodu ochrany proti větru. Nástrojové mikrofony se vyrábějí v mnoha specializovaných provedeních, kdy je, ku příkladu, jejich součástí klip pro umístění na nástroj, například trumpetu (Obr. 22).



Obr. 22: mikrofon DPA d:vote 4099 připnutý k trumpetě [31]

### 1.7.6 Studiové mikrofony

Nedá se jednoznačně říci, že je tento typ mikrofonů určený pouze do studia. S úspěchem se pro nahrávání ve studiu využívají všechny typy mikrofonů. Je pravdou, že co se týká studiového nahrávání, vévodí v užívání velkomembránové kondenzátorové mikrofony, hlavně pro záznam hlasu. Jak již bylo řečeno, kondenzátorové mikrofony jsou pokládány za nejkvalitnější. Vyznačují se vysokou kvalitou záznamu, frekvenční vyrovnaností a často i nastavitelnou směrovou charakteristikou. To je předurčuje k studiovým záznamům, kdy je většinou naším cílem dosáhnout co možná nejkvalitnějšímu a nejvěrnějšímu záznamu. Na Obr. 23 je legendární studiový mikrofon Neumann U 87.



Obr. 23: Neumann U 87 [32]

### 1.8 Příslušenství, kabely, konektory

Mikrofon se neskládá pouze z mikrofonní kapsle, je vybaven většinou také nějakou ochrannou mřížkou (někdy s molitanovou výplní), aby se alespoň částečně omezily nárazy vzduchu přicházející od úst zpěváka, a rukojetí, do které bývá vestavěna elektronika [1].

V rukojeti bývají často k dispozici různé přepínače na nastavení funkcí mikrofonu. U typů určených do terénu můžeme často najít vypínač, kterým se mikrofon vyřadí z činnosti. Tento vypínač bývá někdy doplněn aretačním zařízením, kterým se dá vypínání zablokovat, aby nedocházelo k nechtěným výpadkům při snímání. Další přepínače mohou sloužit pro odřezání hlubokých frekvencí (někdy i vícestupňové), nastavení směrové charakteristiky mikrofonu nebo nastavení možnosti snížení citlivosti (zpravidla o 10 až 20 dB), což se využívá při snímání velmi hlasitých zdrojů zvuku [1].

Součástí těla mikrofonů je také konektor pro připojení kabelu (většinou XLR), u některých laciných modelů může být kabel přímo pevnou součástí mikrofonu (zpravidla nesymetrický) [1].

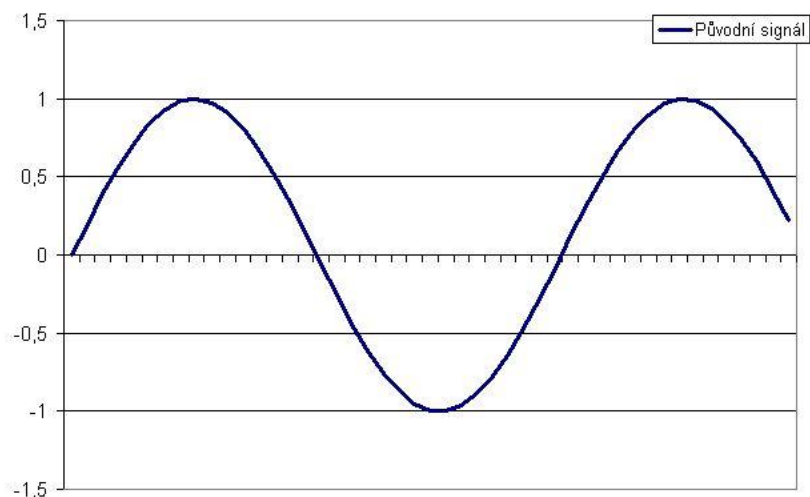
### **1.8.1 Kabely**

Kabely používané pro připojení mikrofonu musí být stíněné vzhledem k tomu, že výstupní signál má velmi nízkou úroveň, tím pádem je poměrně náchylný na elektromagnetické rušení. Takto vyrobený kabel se skládá z izolovaného středového vodiče, který je obklopený stíněním (zemní vodič) spleteným z jemných drátků. Povrch kabelu je opatřen ochranou gumovou či syntetickou izolací. Tento typ kabelu sice zajišťuje jistou ochranu proti rušení, mnohem účinnější je však systém symetrického vedení signálu. Zde se nevyužívá pouze jednoduchého středového vodiče, ale páru vodičů ve společném stínění [1].

### **Symetrické vedení signálu**

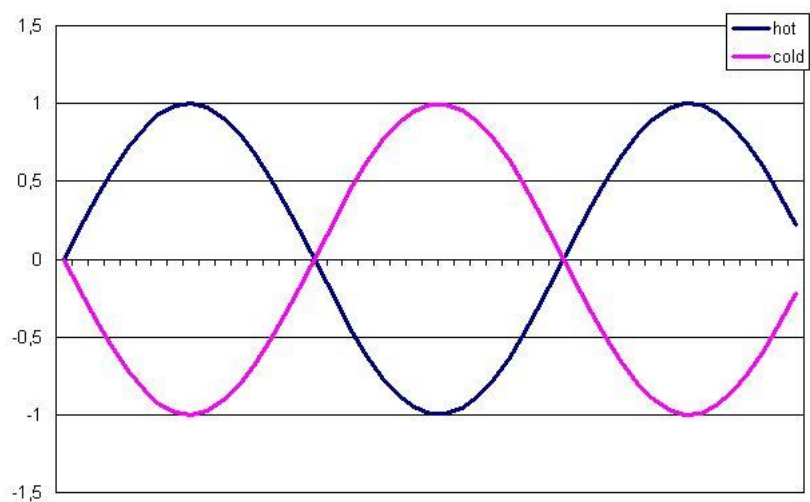
Výhodou symetrického vedení signálu je, že rušivé signály se indukují na oba vodiče stejně a výsledný rozdíl signálů se rovná původnímu signálu.

Jak již bylo řečeno, symetrické vedení signálu se tedy skládá z původního signálu HOT(+), jeho „obrazu“ COLD(-) a stínění propojeného se zemí. Numerická hodnota signálu COLD(-) se dá matematicky vyjádřit jako inverze signálu HOT(+). Běžný analogový signál se skládá z hodnot kladných i záporných, ty se pravidelně střídají podle nějakého vzoru. Pro ilustraci je nejjednodušší použít sinusový signál (Obr. 24) [33].



Obr. 24: Původní signál přivedený do vodiče [33]

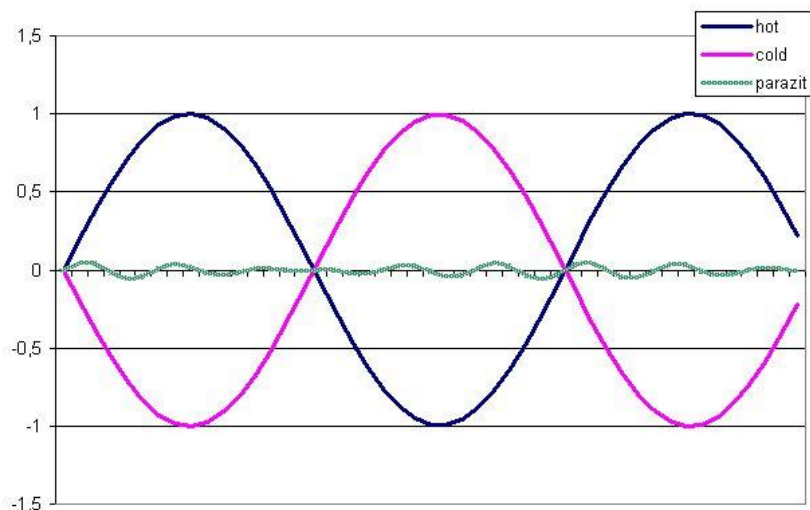
Obr. 25 demonstruje, jak je na základě původního signálu **HOT (+)** vytvořen obraz signálu **COLD(-)** [33].



Obr. 25: Původní signál (hot) s inverzním signálem (cold) [33]

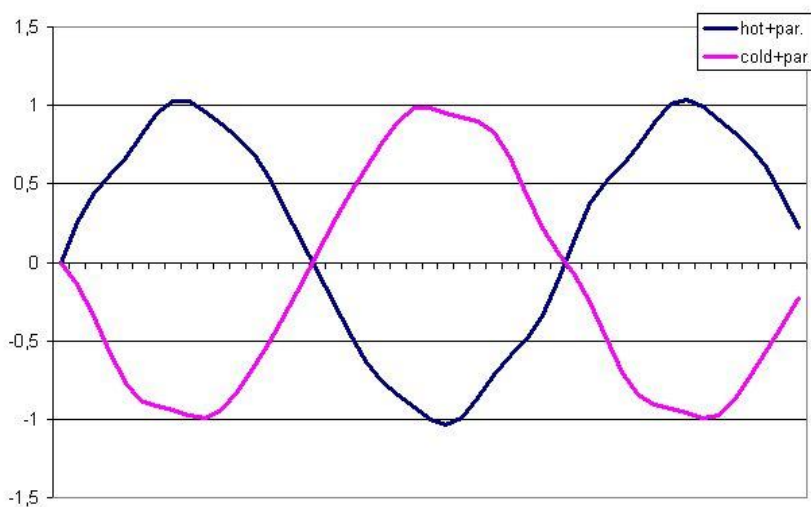
V praxi je velké riziko výskytu různých parazitních elektromagnetických rušení (např. signály mobilních telefonů, brum síťových vodičů nebo stmívacích jednotek v sále). Všechny tyto jevy mohou ovlivnit signál vedený v kabelu. Na Obr. 26 je znárodněn příklad rušivého parazitního signálu. Ten je sice mnohem slabší, než požadovaný signál vedený v kabelu, jeho vliv na samotný signál však není zcela zanedbatelný. Zvláště při profesionálním použití (ozvučování akcí, nahrávání hudby, vedení signálu na velkou vzdálenost, atd.) nebo při náročných domácích poslechových systémech, je vliv parazitních signálů velmi nežádoucí a je nutné je eliminovat [33].





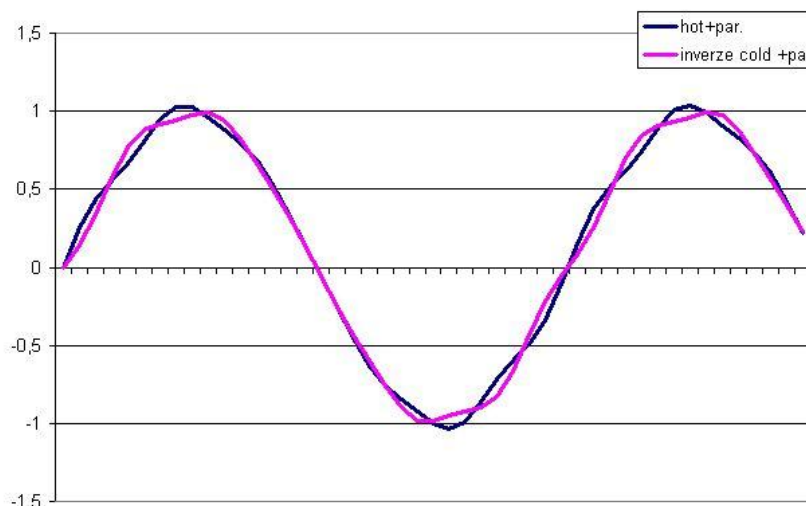
**Obr. 26: Symetrický signál s naindukovaným parazitním signálem [33]**

Obr. 27 představuje oba signály ovlivněné parazitním signálem. Za povšimnutí stojí, že parazitní signál se přičetl k oběma signálům se stejnou polaritou. Tzn. v čase, kdy první signál má hodnotu +1 a druhý -1, jsou ovlivněny oba stejně signálem o velikosti např. +0,03. Budou mít tedy hodnoty HOT: +1,03 a COLD: -0,97 [33].



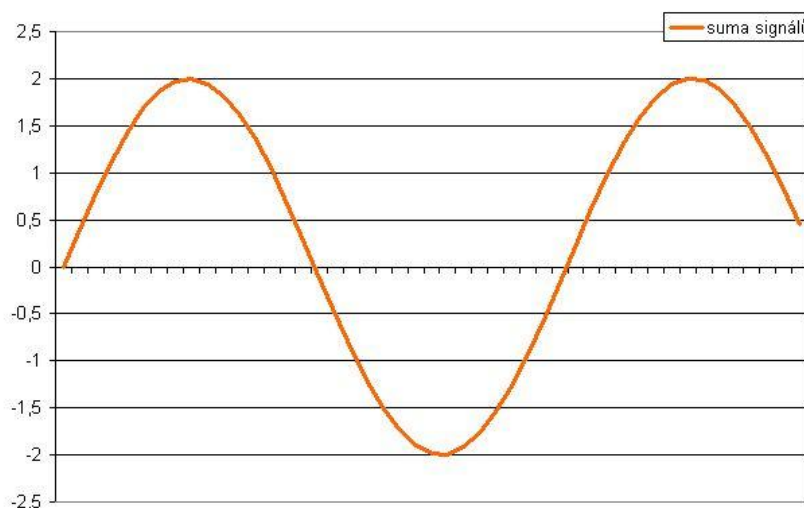
**Obr. 27: Součet signálů HOT, COLD [33]**

Po průchodu symetrickým kabelem je signál v cílovém zařízení přiveden do obvodu, který ze signálů ovlivněných parazitním rušením, vytvoří jeden kvalitní signál. Funkce tohoto tvoří dva úkoly. Prvním z nich je zpětná inverze signálu COLD(-). Tedy v čase, kdy první signál má hodnotu +1,03, druhý bude mít hodnotu +0,97 [33].



Obr. 28: Inverze signálu COLD [33]

Poslední krok v přenosu signálu symetrickým vedením je jednoduché sečtení přijatého signálu HOT a invertovaného signálu COLD. To v reálu znamená, že v čase, kdy první signál má hodnotu +1,03 a druhý +0,97, jejich součet bude +2,00. Výsledný signál tedy bude v každém čase dvojnásobkem původního signálu, který není ovlivněn rušením parazitního signálu, který se parazitně naindukoval v symetrickém vedení (Obr. 29) [33].



Obr. 29: Šum signálů v symetrickém vedení [33]

Stíněných kabelů se vyrábí velká spousta typů v různém provedení, tloušťkách, kvalitě i ceně. Lepší ochranu proti interferencím nabízejí kabely, které jsou hustěji spřádané, než typy, kde stínění pouze ovíví středový vodič. Symetrické provedení mikrofonních kabelů s gumovým pláštěm určené pro profesionální využití mají často navíc pevné bavlněné vlákno místo jedné žíly vodiče, které celkově zvyšuje pevnost kabelu [1].

Dalším, velmi důležitým, parametrem kabelů je jeho kapacita, ta se nepříznivě projevuje zejména u typů s větší impedancí. Čím je délka kabelu větší, tím je větší i jeho kapacita, což vede ke zvýšení útlumu na vyšších frekvencích. Jelikož průměrný mikrofonní kabel může mít kapacitu řádově až stovky pF/m, není tato vlastnost bezvýznamná. Při nízké impedanci mikrofonu je možné použít kabely až o délce několika desítek metrů (pro 50 m je ztráta na nejvyšších frekvencích akustického pásma zhruba 1 dB). Samotný odpor kabelu je i pro větší délky oproti jeho impedanci zanedbatelný a většinou se neuvádí [1].

## 1.8.2 Konektory

Konektory v akustických aplikacích jsou nedílnou součástí celého procesu. V současnosti se z pravidla vyskytují pouze ve třech variantách (XLR, Jack a Cinch). Z historického hlediska bylo konektorů v tomto oboru využíváno podstatně víc, ale těmi se nebudeme zabývat.

### **XLR**

Konektor XLR je typ elektrického konektoru určený především pro profesionální audio, video a osvětlovací zařízení. Konektory jsou kruhového tvaru a obsahují 3 až 7 pinů. Nejčastěji jsou používány konektory 3 - pinové, ty zajišťují symetrické vedení audio signálu, ale využívají se při ovládní osvětlení pomocí sběrnice DMX. XLR konektory jsou k dispozici od řady výrobců nejznámější. Dle mého soudu nejkvalitnější konektory vyrábí lichtenštejnská sopečnost Neutrik. Slangově je často tento konektor nazýván „cannon“ podle jednoho z původních výrobců, firmy ITT/Cannon. Menší verze, Mini XLR konektor, je používána u menších zařízeních, která jsou fyzicky omezena velikostí [34].



Obr. 30: XLR konektor Neutrik (samice, samec) [35]

## Jack

Jack konektor vychází z tzv. telefonního kolíku, používaného v telefonních ústřednách již kolem roku 1890. Jeho historie je tedy více než sto let stará. Provedení tohoto konektoru je jak monofonní, tak stereofonní popřípadě symetrické. Jack je nejrozšířenější konektor pro připojení přenosných sluchátek a domácích reproduktorů. Nejběžněji je v provedení velikosti 3,5 mm používané u sluchátek. V profesionální technice se však využívá jeho větší původní bratříček o velikosti 6,3 mm. Monofonní (nesymetrické) provedení je dvoukontaktní. První kontakt od krytu konektoru je zem. V případě, že je konektor celokovový, bývá tento kontakt vodivě spojen s krytem konektoru. Druhý kontakt, špička konektoru se zúžením pro zajištění, je živý pól konektoru. Stereofonní (symetrické) provedení je tří kontaktní. První kontakt od krytu konektoru je jako u monofonního provedení zem. Prostřední kontakt je určený pro pravý kanál (u symetrického zapojení COLD). Poslední kontakt, špička konektoru, je určený pro levý kanál stereofonního signálu (popřípadě signál HOT). Používají se i vícepinová provedení, například u sluchátek s mikrofonem, popřípadě pro přenos obrazu i zvuku najednou [36].

Rozměr 6,3 mm se používá jako výstup hudebních nástrojů, například pro připojení elektrické kytary, baskytary, elektrických kláves, přehrávačů nebo pro připojení profesionálních sluchátek [36].



Obr. 31: Konektor JACK 6,3 mm TRS; Konektor JACK 6,3 mm TS [37]

## Cinch

Cinch konektor (RCA) je standard pro připojení audio, video nebo digitálního signálu. Cinch se rozděluje na samce neboli vidlici a samici (zdířku). Samice je většinou zabudována v zařízení nebo prodlužovacím či propojovacím kabelu a vidlice je koncovka, která se do konektoru vsouvá. Cinch na rozdíl od Jack konektoru vede maximálně jeden pár kontaktů a oproti Jacku má ve stereo režimu duplicitně propojenou zem. U audio zařízení se značí pro levý (bílý / černý) a pravý (červený) kanál, video je vedeno konektory žluté barvy a digitální audio oranžovou. Jejich nejčastější použití je u televizí, audio, video přehrávačů a větších (středních) reproduktorů. Velkou výhodou oproti Jacku je, že lze zvukové kanály libovolně zaměnit. Nevýhodou je větší množství kabelů a horší orientace mezi nimi. Konektor CINCH může mít vynikající elektrické vlastnosti, záleží však na použitých materiálech [38].



Obr. 32: Levý a pravý Cinch konektor; Jack 3,5 mm [39]

## 1.9 Ostatní příslušenství

Firmy zabývající se výrobou mikrofonů, záznamem a ozvučením, většinou nabízejí i bohaté příslušenství. K základní nabídce patří různé typy mikrofonních stojanů, držáků pro uchycení (někdy v otřesuvzdorném provedení), kabelů různé délky, konektorových redukcí, fantomových napáječů, mikrofonních předzesilovačů a řada filtrů proti nárazům vzduchu (POP FILTERY) [1].

### Stojany

Jak už název napovídá, mikrofonní stojany se využívají pro uchycení mikrofonu v požadovaném místě záznamu signálu. Stojanů na trhu je velké množství a velikostí, od stojanů na stůl až po stojany dosahující několikametrové výšky. Mikrofonní stojany jsou zpravidla vyrobeny z trubek důmyslně pospojovaných tak, aby se dala nastavit výška a úhel mikrofonu při zachování co největší skladnosti stojanu. Firem zabývajících se výrobou stojanů je velké množství a kvalita se tedy může velmi lišit.

### Pop filter a Windschutz

Windschutz jsou většinou molitanové návleky na mikrofon sloužící k ochraně mikrofonu před větrem ve volném prostředí. Proudící vzduch rozkmitává membránu mikrofonu a ten tyto kmity snímá. V podstatě získáváte záznam větru. Tento návek slouží k turbulentnímu rozptýlení proudu větru a zamezení těchto nechtěných jevů. Tyto filtry ale nemusí sloužit pouze jako protivětrné kryty, ale také jako ochrana proti „přefouknutí“ mikrofonu hláskami „P“ a „B“. Jelikož je tento efekt poměrně častým a nepříjemným jevem, pojďme se ve stručnosti zmínit o tom, jak mu předcházet [1].

I toto slyšitelné silné bouchnutí na hlubokých frekvencích je způsobeno nárazem vzduchu na membránu mikrofonu, ale na rozdíl od větru je vytvářené ústy zpěváka nebo moderátora, při všech souhláskách explozivního charakteru. Na rozdíl od venkovních prostor se k odstavení těchto nežádoucích jevů používají tzv. POP-filtry. Jejich funkce je podobná jako u Windschutz s tím rozdílem, že brání dopadání proudů vzduchu pouze v jednu směru. Oproti obyčejným molitanovým filtrům jsou však mnohem účinnější. Ve studiu se používá plastická nebo kovová gáza napnutá přes kovový rám o průměru zhruba 20 cm. Profesionálně vyrobené POP filtry jsou hodně drahé, ale dají se plně nahradit nylonovou punčochou napnutou na nějakém rámu ve vzdálenosti asi 15 cm od

mikrofonu. Některé firmy dodávají POP-filtr ve formě jemné kovové sítě, která se připevní přímo k mikrofonu. Přefouknutí mikrofonu se dá sice částečně odstranit při následném zpracování signálu, prevence ve formě POP filtru je však mnohem jednodušším a dokonalejším řešením [1].



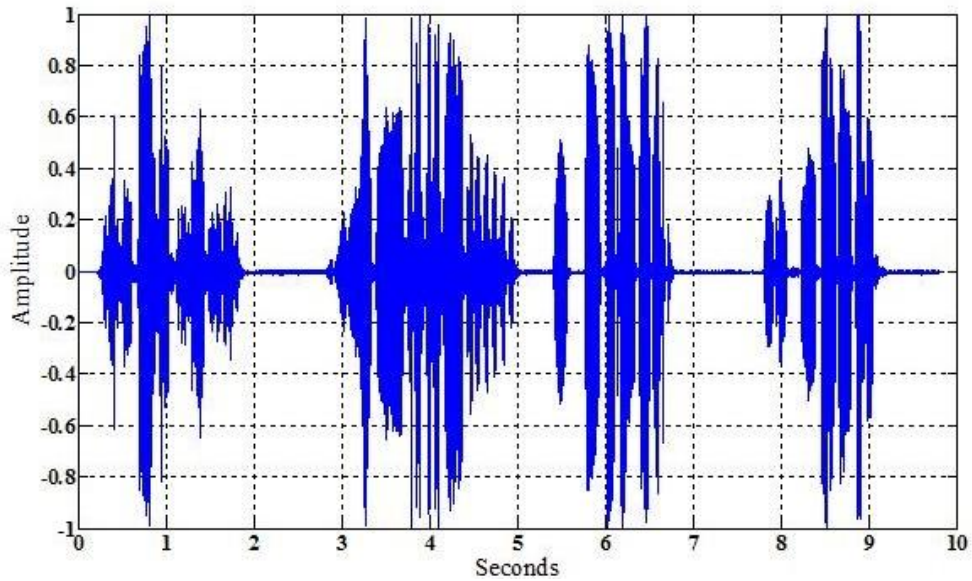
Obr. 33: Pop filtr firmy Se electronics v podobě kovové mřížky i punčošky [40]

## 1.10 Záznam zvuku

V předchozích kapitolách jsme si popsali, jakým způsobem převádíme akustické vlnění vzduchu na elektrický signál. V této kapitole si řekneme, jak jej zaznamenat. I po převodu tohoto vlnění na el proud je tento signál stále analogový. Máme metody, jak tento signál zaznamenat již v takto surovém stavu, jistě by to pro kvalitu záznamu bylo velmi prospěšné. V minulosti, před vznikem digitálních technologií, ani jiná možnost nebyla a zvuk se znamenával na voskové ruličky, magnetofonové desky a do poslední chvíle na magnetické pásy. V dnešní době je, ač velmi kvalitní, metoda analogového záznamu pro nás i velmi omezující. S analogovým signálem se musí dále pracovat i analogově a tím pádem se připravujeme o velké množství úprav a sdílení, které v dnešní době probíhají pouze v digitální podobě. Ač analogová práce se zvukem je krásný obor, pro pedagogickou praxi v 21. století je více méně zbytečně složitý a svým potenciálem nevyužitelný.

### 1.10.1 Digitalizace

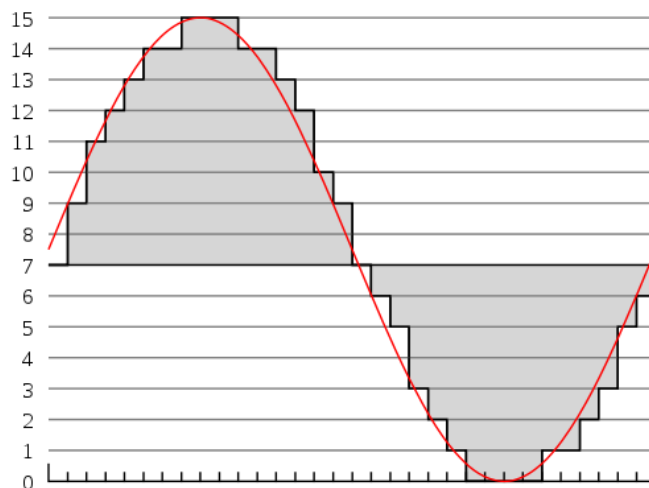
Zvuk převedený do podoby el. napětí vypadá zobrazený pomocí grafu či osciloskopu, kde svislá osa (Y) představuje napětí a vodorovná (X) čas, viz Obr. 34 [41].



Obr. 34: Příklad audio signálu [42]

Změříme-li okamžitou vzdálenost křivky na ose Y na časové osy v co nejpravidelnějším intervalu rozmístění bodů na ose X, dostaneme řadu čísel, která umožní celý graf zpětně rekonstruovat [41].

Čím větší počet bodů získáme, tím přesněji jsme schopni zaznamenat průběh analogového signálu, a tím pádem i zpětná rekonstrukce signálu je dokonalejší. Této metodě se říká vzorkování (sampling), úroveň analogového signálu je měřena v přesně definovaných intervalech a převáděna do numerických hodnot (Obr. 35) [41; 43].

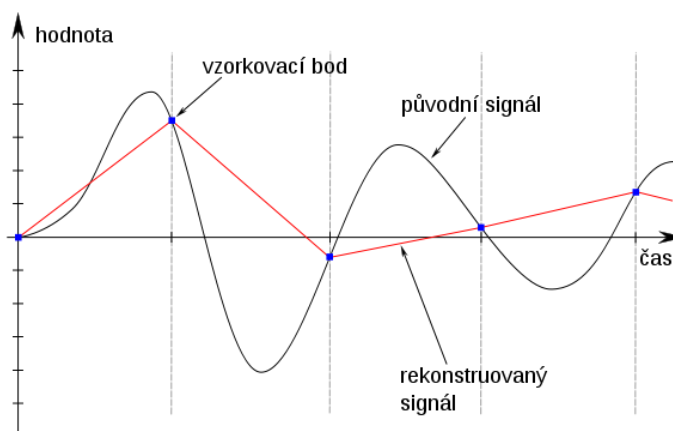


Obr. 35: Princip vzorkování spojitého signálu. [44]

Počet těchto měření za sekundu se nazývá vzorkovací frekvence - čím je vyšší, tím věrnější zvuk pak z digitálního záznamu zase dostaneme. Vzorkovací frekvence se udává v počtech za sekundu, tedy v hertzech, v našem případě v kilohertzech (kHz). Výsled-

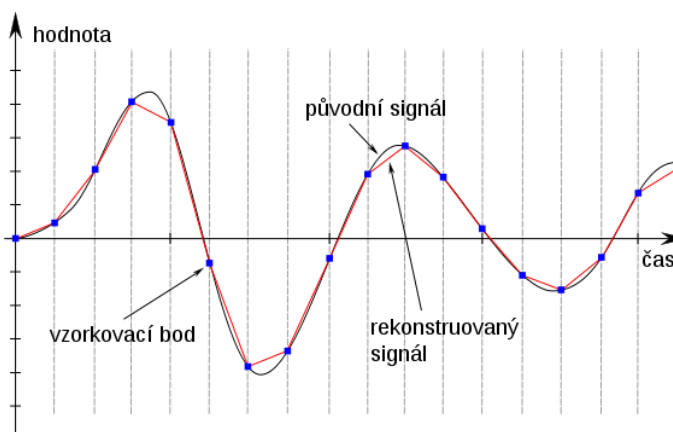


kem je dlouhá řada čísel zakódovaná v binární soustavě vhodná pro ukládání a zpracování v počítači [43].



**Obr. 36: Příliš nízká vzorkovací frekvence nevystihne průběh signálu [45]**

Bohužel, při příliš nízké vzorkovací frekvenci se mohou v dekódovaném signálu dokonce objevit kmitočty, které v původním signálu vůbec nebyly. Tento jev se nazývá aliasing. Aby k němu nedocházelo, musí být podle Nyquistovy vzorkovací věty vzorkovací frekvence vyšší než dvojnásobek maximální frekvence zaznamenávaného signálu [45].



**Obr. 37: Vyšší frekvence vzorkování umožňuje věrnější rekonstrukci původní signálu [45]**

Rozlišení hodnot určuje přesnost hodnot v jednotlivých bodech. Obvykle se používá rozlišení 8 nebo 16 bitů (tedy 256, resp. 65536 možných hodnot v jeden okamžik) někdy až 32 bitové a vzorkovací kmitočty až do 192 KHz [46]. Určení hodnoty signálu v daném čase se nazývá kvantování. Každé kvantování zanáší do signálu kvantizační šum, jehož úroveň s rostoucím rozlišením klesá. Při příliš nízkém rozlišení digitalizovaného zvukového signálu je kvantizační šum slyšitelný [45].

Tento způsob převodu analogového signálu na digitální se nazývá **PCM** (Pulse-code modulation – pulzně kódovaná modulace) [45].

### **1.10.2 Formáty záznamu zvuku**

Jelikož všechny informace v digitálním světě musí mít nějaký formát, aby je mohl počítač číst, popřípadě zapisovat, vznikly i u záznamu zvuku formáty souborů. Ty se v podstatě dělí na dvě základní kategorie, na komprimované a nekomprimované formáty, z nich vznikly soubory se ztrátovou anebo bezztrátovou kompresí.

Přímou lineární pulzní kódovou modulaci využívá formát souborů WAV. Jde o formát souboru, kterým je uložena hudba na Audio CD (standart Red Book) na dvou kanálech s vzorkovací frekvencí 44,1 kHz a rozlišením 16 bitů. V této podobě zabere jedna minuta záznamu  $44\,100 \times 16 \times 2 \times 60 : 8 = 10\,584\,000$  byte (cca 10,5 MB). Na osobních počítačích se proto pro ukládání zvuků používají úspornější formáty MP3, WMA, nebo Vorbis, které jsou oproti PCM schopny díky ztrátové kompresi dosáhnout více než desetinásobné úspory místa při jen malém zhoršení subjektivní kvality. Také se využívá bezztrátová komprese FLAC či APE, které ovšem nedosahují takové úspory místa, zato zvuk není nijak měněn a jeho kvalita je shodná s původním PCM vzorkem [45].

### **Ztrátová komprese**

Ztrátová komprese už ze svého názvu říká, že po dekompresi (rozbalení) jakýchkoliv dat nedostaneme naprosto stejnou informaci o stejné velikosti, ale informaci o něco pozměněnou, zpravidla ochuzenou. Jak již bylo řečeno, do skupiny nejznámějších ztrátových formátů v oblasti komprese hudby patří MP3, MP3Pro, OGG Vorbis, dále potom AAC, AACplus, WMA a několik dalších, ne tak rozšířených nebo již téměř zapomenutých formátů. Původní formát MP3 už nějakou dobu nepatří mezi nejefektivnější způsoby komprese zvuku, je ale stále považován za nejrozšířenější [47].

S rostoucí kapacitou úložného prostoru v počítačích i v osobních přehrávačích se někteří náročnější posluchači začali od ztrátové komprese hudby odvracet a přešli na formáty jiné. Jsou jimi například Monkey's Audio, Apple Lossless, WavPack, mp3HD, prostě k některé z bezztrátových odnoží jinak ztrátových kompresních formátů. Mezi nejrozšířenější bezztrátové formáty však rozhodně patří FLAC. Pokud chcete patřit mezi příznivce těchto formátů, musíte samozřejmě počítat s několikanásobně většími soubory. Kompresní algoritmy, které by byly tak kvalitní a dokázaly by snížit multimediální data

s tak různorodým obsahem bez ztráty kvality na desetinu původního obsahu, či ještě více, do dnešního dne nikdo nevymyslel [47].

**Tabulka 4: Orientační přehled velikosti hudebního souboru při různých datových tocích a s nimi související omezení frekvenční charakteristiky oproti originálu (PCM WAV 44,1 kHz/16b) [47]**

Formát komprese	Velikost souboru [MB]				Omezení frekvenční charakteristiky [kHz]			
	48 kb/s	80 kb/s	96 kb/s	128 kb/s	48 kb/s	80 kb/s	96 kb/s	128 kb/s
MP3	1,02	1,70	2,04	2,72	7,5	13,1	15,1	16,0
MP3Pro	1,02	1,70	2,04	-	16,2	neomezuje	neomezuje	-
OGG Vorbis	0,94	1,57	1,87	2,42	14,1	15,9	16,6	17,4
AAC	1,06	1,73	2,06	2,73	8,7	15,2	15,2	17,2
AACplus	1,02	1,69	2,03	2,71	neomezuje	neomezuje	neomezuje	15,8
WMA	1,05	1,73	2,07	2,75	11,9	13,2	15,5	15,5

Kvalita zvuku komprimovaných záznamů je samozřejmě závislá na použitém formátu komprese a zvoleném datovém toku. V tomto ohledu vždy platí, že čím vyšší datový tok souboru si zvolíme, tím bude výsledný objem dat větší, ale především výsledná nahrávka kvalitnější, jelikož kompresní algoritmus nemusí odstranit tolik dat z komprimovaného záznamu. V tabulce (Tabulka 4) je velmi dobře patrné, jakým způsobem jednotlivé kompresní algoritmy ovlivňují velikost hudebního souboru při různých datových tocích a na jakém kmitočtu začínají omezovat frekvenční charakteristiku [47].

**Tabulka 5: Orientační přehled velikosti hudebních souborů dle různých žánrů při datovém toku 48 kb/s a souvisejícího omezení frekvenční charakteristiky oproti originálu (PCM WAV 44,1 kHz/16b) [47]**

Formát komprese	Velikost souboru [MB]				Omezení frekvenční charakteristiky [kHz]			
	rock	jazz	elektronická hudba	klasika	rock	jazz	elektronická hudba	klasika
MP3	1,02	1,44	1,74	1,47	7,5	7,5	7,5	7,3
MP3Pro	1,02	1,44	1,74	1,47	16,2	16,2	16,2	16,1
OGG Vorbis	0,94	1,24	1,86	1,19	14,1	15,1	15,1	14,2
AAC	1,06	1,49	1,79	1,52	8,7	8,5	8,4	8,5
AACplus	1,02	1,45	1,76	1,49	neomezuje	20,4	20,4	20,3
WMA	1,05	1,47	1,78	1,50	11,9	12,0	12,0	12,0

Jak ukazuje Tabulka 4 a Tabulka 5, je zjevné, že mezi současnými algoritmy si při nižším datovém toku nejhůře vede nejstarší formát MP3. Ten při datovém toku 48kb/s ořezává všechny vyšší frekvence již od 7,5 kHz. Nahrávka komprimovaná tímto způsobem

je pak samozřejmě velmi nekvalitní. Modernější formát MP3Pro při totožném datovém toku zachovává frekvence až po 16 kHz, a to bez zvýšení velikosti výsledného souboru. Na tomto příkladu je velmi dobře vidět výhoda formátu MP3Pro, který má oproti původnímu MP3 navíc technologii SBR určenou speciálně pro kódování frekvencí s vyššími kmitočty. Pohlédnete-li na srovnání podrobněji, můžete snadno vyčíst, který z uvedených kompresních algoritmů má nejlepší poměr velikosti souboru vůči kvalitě výsledné nahrávky. Dojdeme tedy k závěru, že OGG Vorbis je na tom s kvalitou komprese nejlépe [47].

Účinnost algoritmů se však také razantně odvíjí od struktury dat, které hudební soubor nese. Zjednodušeně se dá říci, že pokud zvolíme pro kompresi hudby stejný kompresní algoritmus i stejný datový tok, bude se velikost výsledného souboru významně lišit podle obsahu souboru (stylu hudby). S jiným vstupním datovým souborem (žánrem) se zásadně mění zastoupení frekvenčních složek a jejich relativní důležitost pro kvalitní reprodukci. Jak ukazuje Tabulka 5, velikost souboru může být například při kompresi elektronické hudby i o téměř 100% vyšší než v případě rockové hudby [47].

Velmi zajímavý pohled na problematiku nabízí série grafů, které ukazují omezování frekvenčních charakteristik u elektronické a klasické hudby při kompresi různými algoritmy a různém datovém toku (Příloha A) [47].

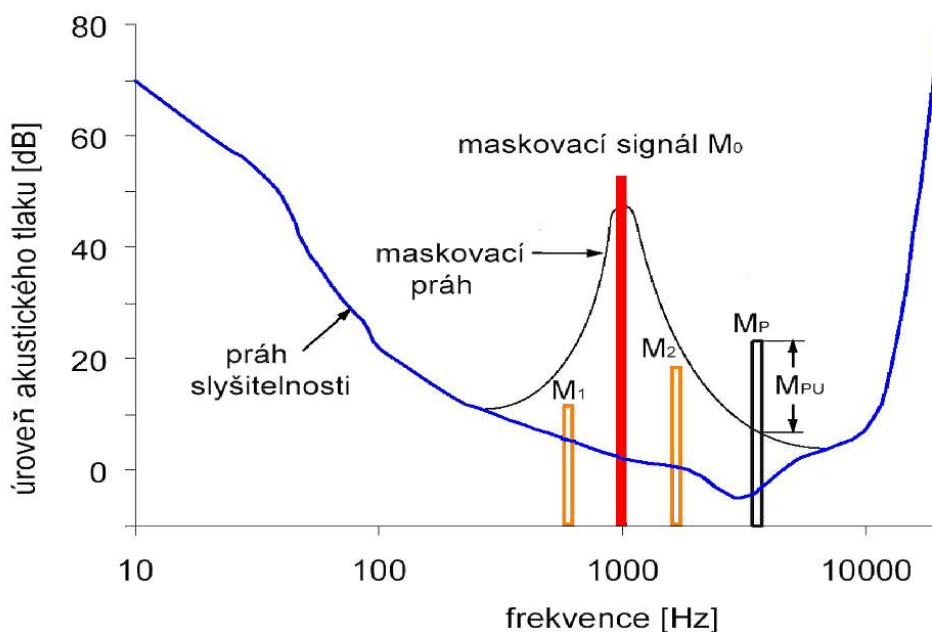
## **Základní princip kompresních algoritmů**

Před příchodem poměrně revolučního formátu MP3 již existovaly ztrátové kompresní algoritmy, jejich poměr velikosti souboru (nebo datového toku) a kvality zvuku však nebyl nijak převratný. Revoluce začala až v Německu roku 1987 na Fraunhoferově institutu, kde se vývojem formátu MP3 začali zabývat a o 4 roky jej zdárně dokončili. Celý proces kódování algoritmu je matematicky poměrně složitý, nicméně hlavní kompresní mechanismy není až tak složité pochopit [48].

Dalo by se říci, že veškeré principy ztrátových kompresních algoritmů fungují na obdobném principu. Všechny vychází z tzv. psycho akustického modelu, kdy se ze vstupního signálu odebírají pouze ty informace, které člověk neslyší nebo si je vůbec neuvědomuje, nebo je slyší pouze minimálně. Lidské ucho nedokáže rozlišit veškeré složky reprodukováného zvuku a k tomu ještě má omezené vnímání frekvenčního spektra. I vnímání intenzity zvuku je závislé na jeho frekvenci. To je zřejmé z křivky prahu

slyšitelnosti (Obr. 38). Tato křivka vzešla z rozsáhlého empirického výzkumu lidského sluchu, z pečlivého a rozsáhlého měření, je jakousi hranicí, kterou musí akustická energie překročit, aby byl tón dané frekvence v nehlukném prostředí slyšet [48]. Průběh křivky je značně proměnlivý a je z ní patrné, že lidský sluch má nejvyšší rozlišovací schopnost na frekvenci mezi 1– 5 kHz. Při využití této teorie lze pro kompresi audio formátů využít maskování ve dvou úrovních – časové a frekvenční [47].

Křivka prahu slyšitelnosti (Obr. 38) definuje mez, při které jsou jednotlivé zvuky slyšet a má smysl je v záznamu zachovat. Všechny frekvence pod touto křivkou se tím pádem nemusí přenášet a ze zdrojového zvukového souboru mohou být odstraněny. Další úsporou dat přináší maskovací práh, jehož princip je také v zásadě jednoduchý [48].

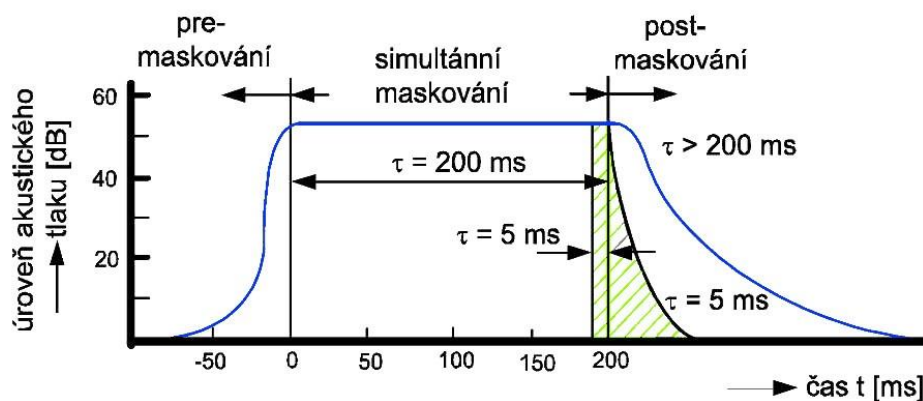


Obr. 38: Křivka prahu slyšitelnosti a vliv maskovací frekvence [47]

V případě, že se kdekoliv ve vnímaném frekvenčním rozsahu objeví intenzivní tón (Obr. 38 -  $M_0$  o frekvenci 1000 Hz), vytvoří se v jeho okolí oblast tvořená křivkou (maskovací práh). Když je tón dostatečně silný, tak zamaskuje všechny ostatní méně intenzivní tóny v jeho blízkosti. Tóny, které jsou pod úrovní této maskovací křivky, se opět nemusí přenášet. Takový signál se nazývá maskovací signál. Signál označený  $M_P$  vystupuje nad maskovací práh, ten je ale vnímán jen z části ( $M_{PU}$ ), pro jeho přenos tedy stačí menší množství bitů. V realitě si to můžeme představit na příkladu zvuku sirény sanitky. Ten svou intenzitou spolehlivě překryje veškeré, do té doby, slyšitelné zvuky blízké frekvence. Pokud je ve frekvenčním spektru přítomno více silných maskovacích

signálů, vytvoří si každý svou maskovací křivku, z nichž se po té sestaví jedna společná maskovací křivka [47].

## Časového maskování



Obr. 39: Princip časového maskování [47]

Časové maskování bylo poprvé plně využito právě u MP3. Jeho princip spočívá v tom, že intenzivní tón neomezí vnímání „slabších“ tónů jen ve frekvenčním spektru, ale i v časové oblasti. Pokud zazní silný signál, ucho omezí vnímání dalších zvuků na několik desítek až stovek milisekund i po jeho doznění a slabší signály opět nevnímá. Doba dozívajícího maskovacího efektu je závislá na době, po kterou intenzivní signál zněl. Pokud zněl krátce (např. 5 ms), je kratší i dozívající maskovací efekt (Obr. 39). Tato metoda se nazývá post-maskování, ale díky „komplikovanosti“ našeho mozku lze použít i tzv. pre-maskování, kdy je na několik milisekund maskován slabší signál, ještě před zazněním intenzivnějšího [47].

## Přehled neznámějších hudebních formátů

### Ztrátová komprese

<http://www.makeuseof.com/tag/audio-file-format-right-needs/>

**MP3** – nejrozšířenější zvukový formát ztrátové komprese, jenž podporuje prakticky jakýkoliv multimediální přehrávač. Založen je na kompresním algoritmu MPEG-1 s kódovacím schématem layer 3, z něhož vychází i samotný název.

Pro kompresi mluveného slova se příliš nehodí. Popsané maskování a potlačování tónů způsobuje, že u mluveného slova může být ve slově potlačena počáteční nebo koncová slabika. Mohou být také zkracovány pauzy mezi jednotlivými slovy, což působí u mluveného slova značně rušivě [49].

**MP3Pro** – Jde o další generaci formátu MP3, ten přinesl především technologii SBR (Spectral Band Replication). Ta vylepšuje kvalitu zvuku především ve vyšším frekvenčním spektru a odstraňuje nežádoucí efekty při použití úspornějších datových toků. Jednoduše by se dalo říci, že v sobě nese dvě stopy, standardní MP3 a druhou, ve které kóduje pouze vyšší frekvence [47].

**OGG Vorbis** – ztrátový open-source audio kodek, při jeho vzniku měl ambice nahradit právě MP3, na rozdíl od MP3 využívá modernější akustické modely i matematické principy. Pro stejnou úroveň kvality zvuku potřebuje zhruba poloviční datový tok. Podporuje možnost vícekanálového zvuku, bohužel však neobsahuje synchronizaci ani ochrany proti chybám [49].

**AAC (Advanced Audio Coding)** – další navržený rozšířený nástupce Mp3. Podporuje využití multikanálového zvuku ve standartu MPEG-2 i MPEG-4. Na vývoji spolupracovali Fraunhoferův institut, Dolby Labs, Bell Labs, Sony a Nokia. Nejedná se o jednotný formát, ale existuje celá řada modifikovaných enkodérů lišících se zejména zvukovou kvalitou. Používán a podporován je mimo jiné celou řadou zařízení od Applu, PlayStation od Sony, některými telefony Nokia, atd [49].

**AACplus** - označován také jako HE-AAC (High-Efficiency Advanced Audio Coding). Představuje rozšíření standardní AAC o velmi pokročilé kompresní technologie včetně SBR v oblasti vysokých kmitočtů (10 -20 kHz) pro ještě lepší kvalitu zvuku při nízkých datových tocích [47].

**WMA (Windows Media Audio)** – kompresní zvukový formát z dílny Microsoftu. Vývojem času vzniklo více různých variant úzce specializovaných kodeků, například pro kompresi hlasu a elektronických knih (WMA Voice), archivaci v bezztrátové podobě (WMA Lossless) či kódování vícekanálového zvuku (WMA Pro) [47].

### **Bezeztrátová komprese**

**FLAC (Free Lossless Audio Codec)** – Další kompresní formát rodiny open-source, vytvořený však výhradně pro bezztrátovou kompresi. Pro konverzi zvuku na nižší datový obsah využívá lineární predikci a samotný princip by se dal přirovnat k fungování univerzálních komprimačních programů jako WinRAR či WinZip. Velikost komprimovaného zvukového souboru je rovna zhruba 50 – 60% originálu [47].

**ALAC** – Společnost Apple vyvinula tento kodek za účelem bezztrátové komprese audia, s využitím lineární predikce, podobně jako u FLAC. Odpovídající je i velikost komprimovaných souborů. Obvykle mají příponu m4a a jsou samozřejmě podporovány přehrávači iPod [49].

**Monkey's Audio** – Velikost komprimovaných souborů je zhruba poloviční oproti originálu, ale v porovnání s konkurencí je o něco pomalejší. Soubory tohoto formátu mají příponu ape [47].

**WavPack** – volně šiřitelný open-source kodek, za jehož vývojem stojí David Bryant. Zvládne zpracovat vícekanálový zvuk kompresí vysokých frekvencí, umožňuje i tzv. hybridní kompresi, ta pro kompresi vytvoří dva soubory. Jeden využívá ztrátovou kompresi, je poměrně malý (přípona ww) a může být přehráván samostatně. Druhý soubor je korekční (přípona wvc), obsahuje rozdílová data, která byla ztrátovou kompresí zahozena. Pokud dojde ke kombinaci těchto dvou souborů, vznikne původní bezztrátová nahrávka. Není příliš rozšířen, vyjma univerzálního firmwaru Rockbox pro mnoho přehrávačů značek Apple, Archos, Cowon, iRiver, Sandisk a několika dalších [47].

**mp3HD** – společnost Thomson před několika lety zakoupila patent na formát MP3 a uvedla novinku v podobě bezztrátové varianty, ta je však zpětně kompatibilní s původním formátem MP3. Zpětná kompatibilita je zaručena jakýmsi rozdělením obsahu, který se opět sestává ze ztrátové a bezztrátové části. Ve stávajících přehrávačích tak bude přehrávána ztrátová část a v moderních bezztrátová [47].

## 1.11 Vliv formátu na kvalitu srozumitelnosti záznamu

I přes to, že formát Mp3 má velmi silnou konkurenci na poli archivace zvuku, je světově nejvíce rozšířeným formátem. I přes to, že není příliš vhodný pro ukládání mluveného slova, je k těmto účelům využíván. Vliv formátu Mp3 na kvalitu srozumitelnosti obsahu může být až destruktivní, obzvláště při nízkém datovém toku. Pokusil jsem se zjistit, do jaké míry je ovlivněna srozumitelnost obsahu vlivem snižování kvality komprimovaného záznamu.

### 1.11.1 Metody výzkumu

Jako vstupní data pro zjištění vlivu komprese na srozumitelnost a tím pádem i didaktickou hodnotu informace jsem zvolil testy logatomické poznatelnosti pro zjišťování kvality akustického prostředí, konkrétně srozumitelnosti (v posluchárnách a učebnách). Tyto



vzorky logatomických testů vznikly pod vedením doc. Drtiny v rámci specifického výzkumu srozumitelnosti řeči pro zvukové a výukové materiály z potřeby mít kvalitní referenční signály, jelikož původní logatomické testy z 60. a 70. let jsou nedohledatelné [50]. Při tvorbě těchto se vycházelo z metody vyvinuté pracovníky VÚZORT Praha. Osloveno bylo studio ČRo HK pro vytvoření těchto logatomických testů. Byly vytvořeny 3 zkrácené testovací sady (sto slabik (pět slabik po dvaceti slabikách) od třech řečníků (ženský hlas, mužský vyšší hlas a hluboký mužský hlas). Zkrácené testovací sady byly vytvořeny proto, že úplný logatomický test se skládá z jednoho tisíce slabik rozděleného do dvaceti bloků po 50 slabikách a je velmi zdlouhavý a náročný [3].

**Tabulka 6: Logatomická tabulka pro test slabikové srozumitelnosti**

1. strach	21. to	41. te	61. nu	81. vln
2. po	22. tvař	42. dým	62. sí	82. ted'
3. lé	23. ho	43. sí	63. du	83. ví
4. di	24. pad	44. tec	64. le	84. ně
5. pla	25. lou	45. něž	65. sko	85. žnou
6. ste	26. sbí	46. li	66. stří	86. smrt
7. a	27. což	47. je	67. tom	87. a
8. mo	28. se	48. krk	68. u	88. dě
9. zdě	29. ry	49. ta	69. ja	89. te
10. já	30. ru	50. sné	70. šu	90. ho
11. vů	31. o	51. vždy	71. již	91. za
12. ca	32. má	52. ne	72. to	92. lo
13. ve	33. de	53. vás	73. kdo	93. ma
14. ko	34. kra	54. čí	74. šli	94. bem
15. str	35. dy	55. ši	75. zba	95. la
16. žeš	36. štěš	56. bych	76. vu	96. od
17. ner	37. kvů	57. tí	77. be	97. náct
18. ní	38. ně	58. snad	78. ce	98. pl
19. ba	39. pa	59. tak	79. na	99. nel
20. ce	40. ur	60. žá	80. ak	100. pou

K dispozici byly všechny tři nahrávky stoslabilových logatomických testů (Tabulka 6). Kvalita testů odpovídala kvalitě záznamu CD tedy vzorkovací frekvence 44,1 kHz a rozlišení 16 bitů. Testy byly nahrány po 20 slabikách v pěti blocích. Mezi každou testovací slabikou byla jedna vteřina pauza a mezi každým blokem 20 vteřinová pauza. Jeden test tedy zabíral cca. 4 minuty. Jelikož se počítalo s tím, že test bude probíhat na žácích gymnázia, byla doba mezi slabikami upravena na 2 sekundy. Dále byly tyto testy rozděleny na 5 testovacích vzorků po 60 slabikách. Každý test tedy obsahoval třikrát dvacet slabik s dvouvteřinovým rozestupem a dvaceti vteřinovou pauzou mezi každým blokem. Složení testu bylo: vyšší mužský hlas, ženský hlas, hlubší mužský hlas.

K tomuto rozdělení jsem se rozhodl pro komplexnější testování jednotlivých vzorků. Všechny vzorky od sebe byly rozdílné, aby nedošlo k zapamatování si pořadí jednotlivých slabik a tím k ovlivnění testu. Těchto 5 vytvořených vzorků bylo zkomprimováno různou úrovní komprimace (viz Tabulka 7), pomocí programu Audition CC 2015 od společnosti Adobe. Šestý vzorek je totožný s pátým vzorkem.

**Tabulka 7: Míra komprese jednotlivých vzorků a následná velikost**

<b>Číslo vzorku:</b>	<b>Vzorkovací frekvence:</b>	<b>Datové rozlišení:</b>	<b>Velikost souboru:</b>
Vzorek 1 - kontrolní (Wav)	44 100 Hz	16 bit	17 239 562 bajtů (16,4MB)
Vzorek 2 (Mp3)	44 100 Hz	16 bit (192 Kbps)	4 731 127 bajtů (4,51MB)
Vzorek 3 (Mp3)	44 100 Hz	8 bit (96 Kbps)	2 453 662 bajtů (2,33MB)
Vzorek 4 (Mp3)	44 100 Hz	8 bit (56 Kbps)	1 397 263 bajtů (1,33MB)
Vzorek 5 (Mp3)	16 000 Hz	8 bit (16 Kbps)	411 493 bajtů (401kB)
Vzorek 6 (Mp3)	8 000 Hz	8 bit (8 Kbps)	217 381 bajtů (212kB)

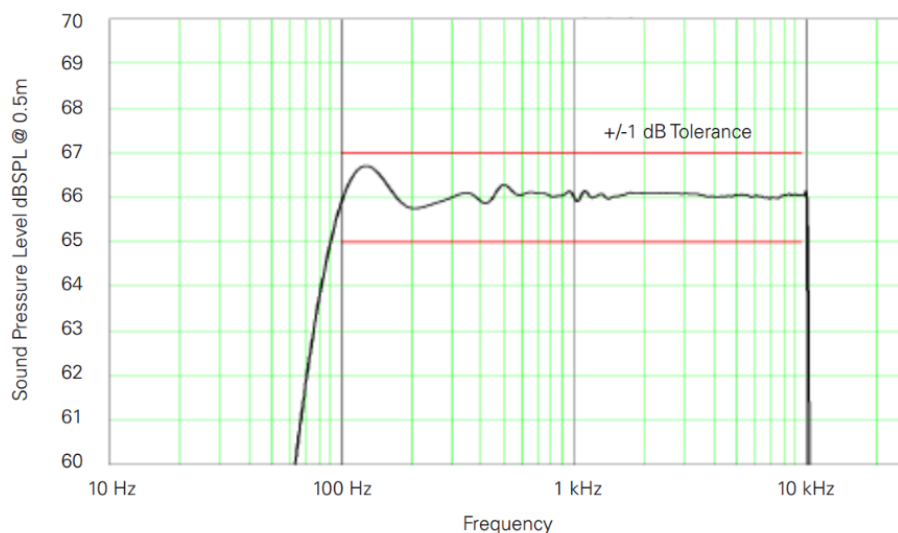
Jak vyplývá z tabulky (Tabulka 7), komprese druhého vzorku je oproti prvnímu poměrně razantní. Při zachování původní vzorkovací frekvence a rozlišení je velikost souboru 3,6× menší než původní vzorek.

Výzkum proběhl na půdě Prvního soukromého jazykového gymnázia Hradec Králové v počítačové učebně. Pokusu se účastnilo 9 žáků (7 chlapců a 2 dívky) ve věku 14 – 16 let. Všichni vyplňovali záznam logatomických slabik do předpřipravené Excelové tabulky.

Pro přenos logatomických testů byl využit referenční reproduktor od firmy NTi Talk-Box, aby nedošlo k ovlivnění vzorku nedefinovaným zdrojem zvuku. Frekvenční průběh referenčního reproduktoru NTi Talk-Box je v rozmezí 100 Hz – 10 kHz ± 1 dB (Obr. 40), což zaručuje kvalitní přenos informace.

Přes to, že NTi Talk je box s autonomním zařízením, byl pro jednoduchost pokusu signál distribuován z počítače pomocí zvukové karty PRESONUS Audiobox. Ta obsahuje 24 bitové audio převodníky podporující vzorkovací frekvenci 44,1 a 48 kHz, zkreslení

audio výstupu výrobce uvádí 0,002 %/1 kHz, takže kvalita signálu by neměla být nijak ovlivněna [52]. Vlastní hluk místnosti byl na hladině 32dB (C). Střední hladina akustického tlaku při testu byla nastavena na hodnotu 65 dB ve vzdálenosti 1 m od referenčního zdroje. Akustický zdroj byl umístěn ve výšce 155 cm od podlahy ke středu reproduktoru, což je přibližná výška úst, odpovídající velikosti průměrného učitele.

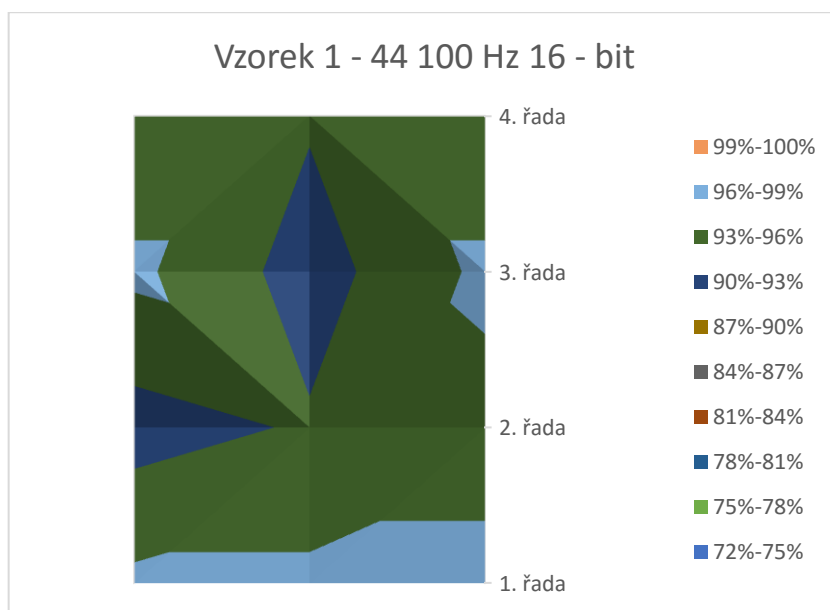


**Obr. 40: Frevenční charakteristika referenčního zdroje NTi Talk-box [51]**

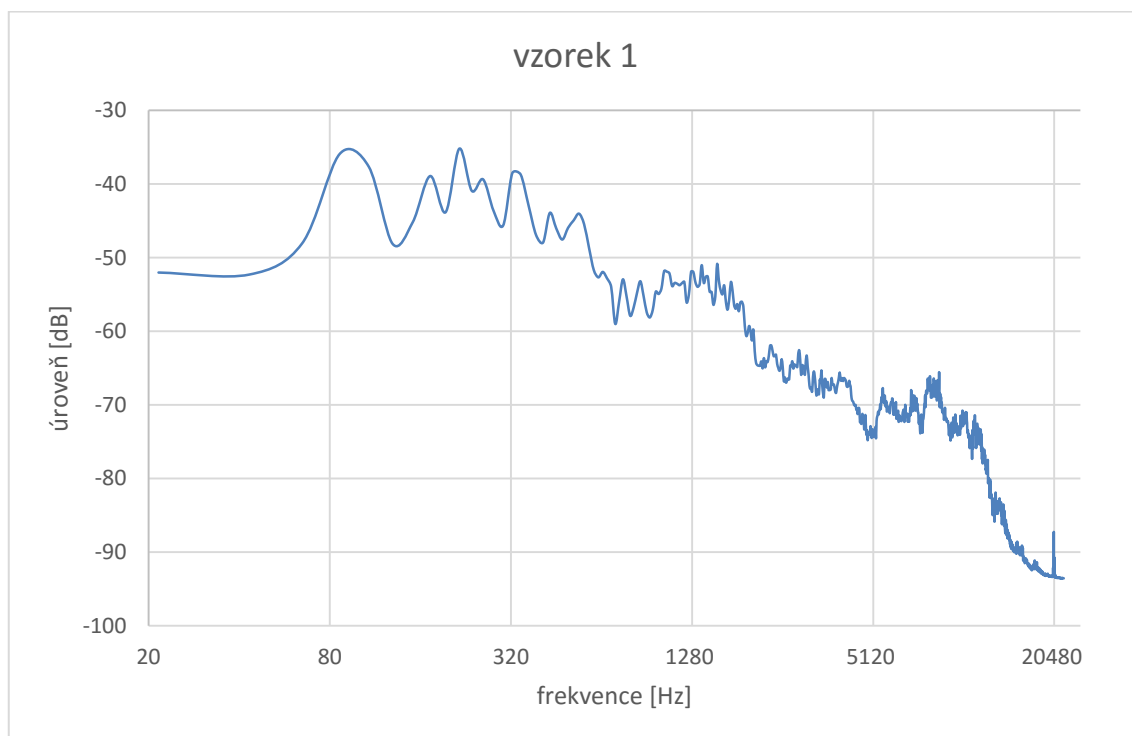
Žáci byli rozmístěni po třídě podle možností třídy tak, aby byla pokryta plocha celého auditoria. Studenti byli nejprve poučeni, jak při testu postupovat a byli seznámeni s metodou zadávání do předpřipravené tabulky. Následně jim bylo puštěno všech 6 logatomických testů s postupně se snižující kvalitou. Jelikož logatomické testy jsou náročné na udržení pozornosti, měli žáci mezi každým testem pětiminutovou pauzu, aby si odpočinuli a zkoncentrovali své síly, došlo tím tak k omezení chyb vyplývajících z únavy žáků. Tento čas byl využitý na diskusi o subjektivních pocitech z testovaných vzorků.

### 1.11.2 Výsledky jednotlivých měření

První testovací vzorek byl kontrolní, bez využití jakékoliv komprese. Vyplynula z něj průměrná 94 % srozumitelnost v celé třídě (Obr. 42). Kvalita byla nejspíše ovlivněna akustickým prostorem třídy, který bohužel nebyl změřen.

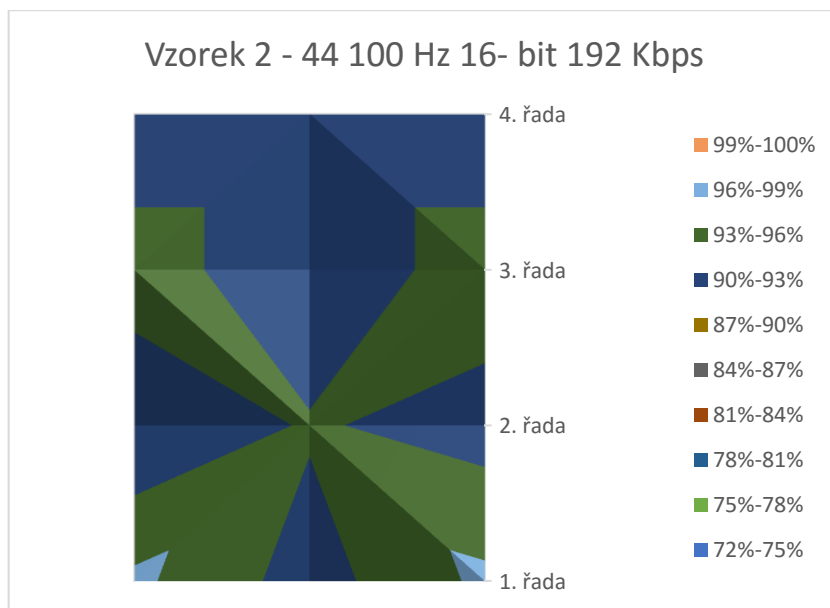


Obr. 41: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 1)

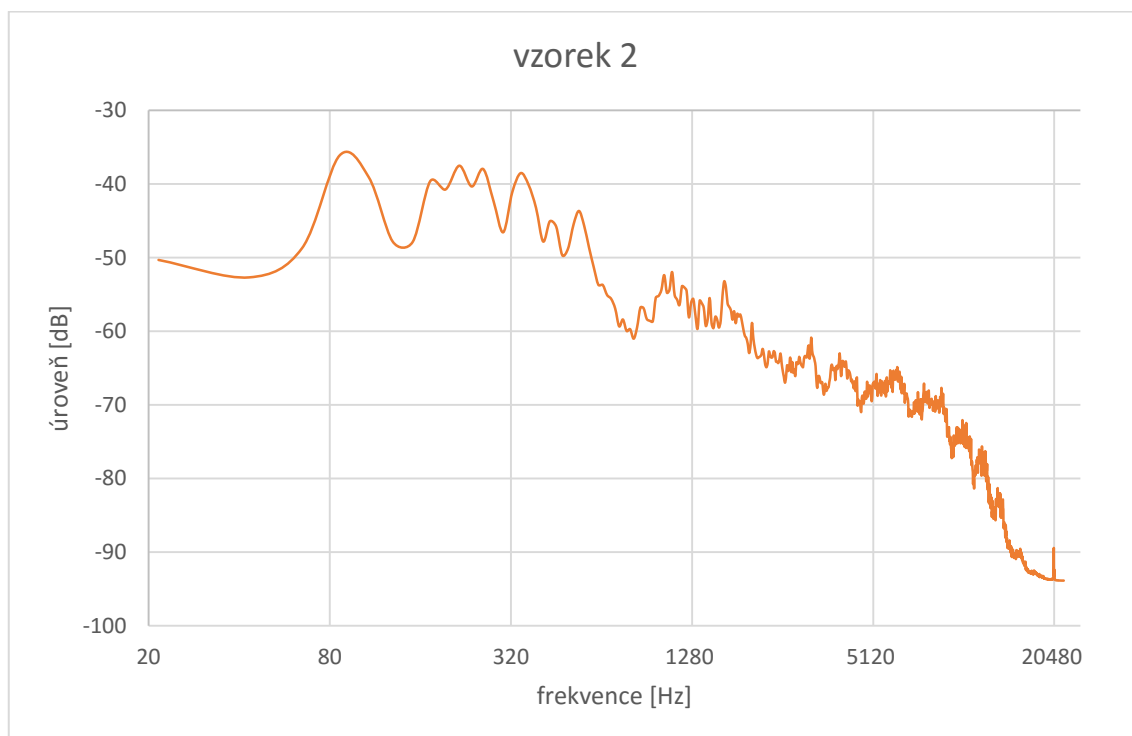


Obr. 42: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 1. testovacího vzorku

Na druhý testovací vzorek již byl využit kompresní algoritmus Mp3 s vzorkovací frekvencí 44 100 Hz a rozlišením 16 bitů (192 kbps). Celková průměrná srozumitelnost klesla na 92%, což není příliš markantní zhoršení oproti prvnímu testovacímu vzorku. K poklesu srozumitelnosti došlo nejmarkantněji v zadních řadách učebny (Obr. 43). Na frekvenční analýze není vidět razantní omezení frekvenčního rozsahu (Obr. 44).

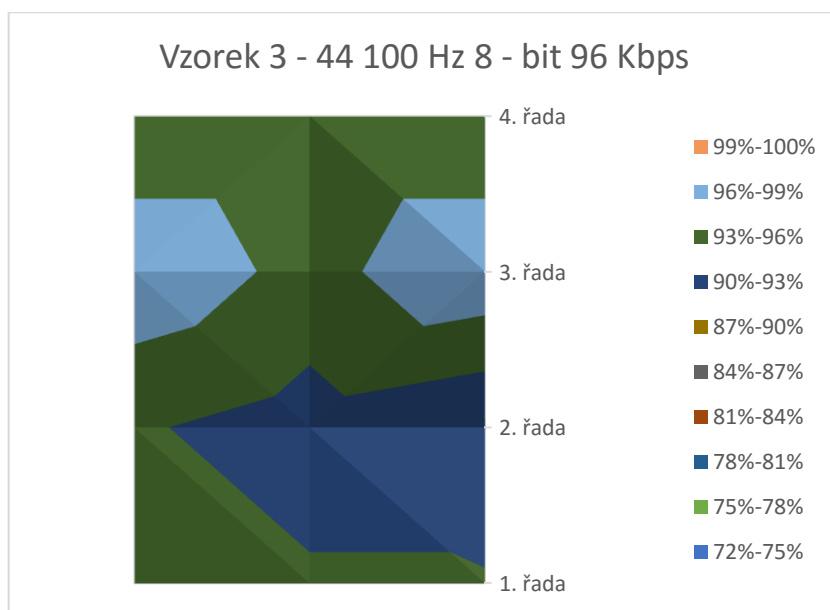


Obr. 43: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 2)

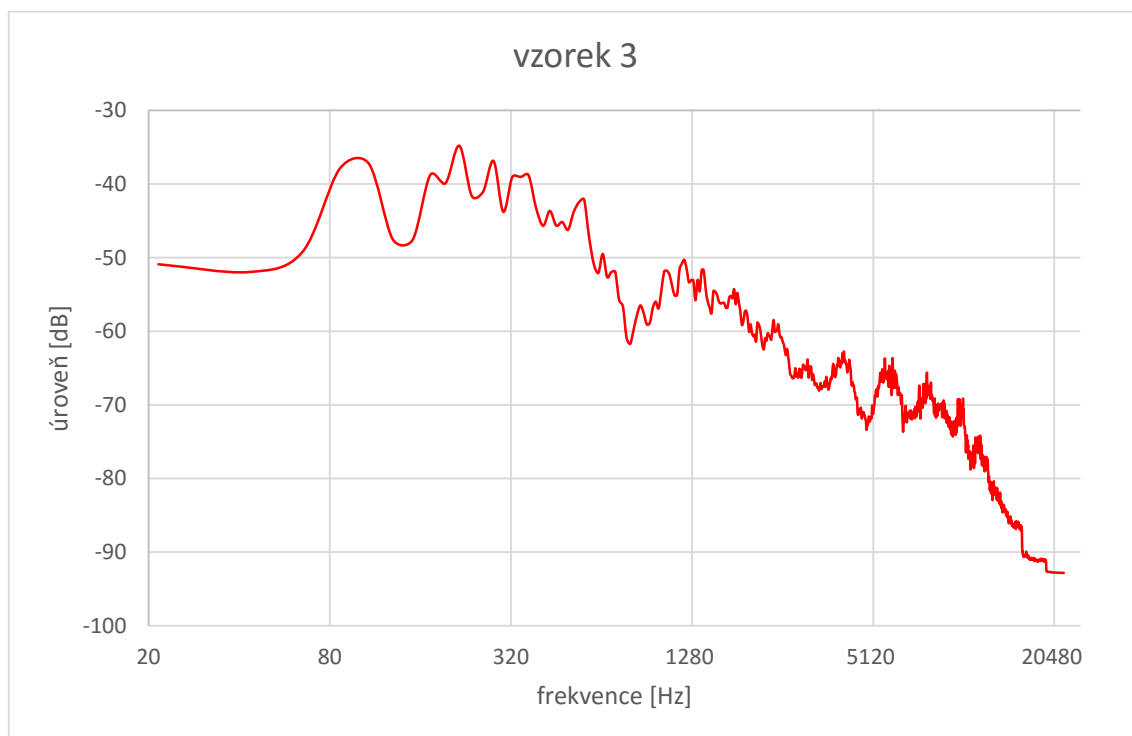


Obr. 44: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 2. testovacího vzorku

Třetí testovací vzorek byl komprimován s vzorkovací frekvencí 44 100 Hz a rozlišením 8 - bit (96 Kbps). Dosažená průměrná srozumitelnost stoupla na 94 % (Obr. 45), tento jev bych přisuzoval velmi příznivému náhodnému uspořádání slabik, které měly sami o sobě dobrou srozumitelnost s kombinací faktoru, že komprese vzorku není nijak vysoká a k frekvenčnímu omezení dochází až na 16 kHz, což je u většiny lidí reálná hladi- na slyšitelnosti (Obr. 46).

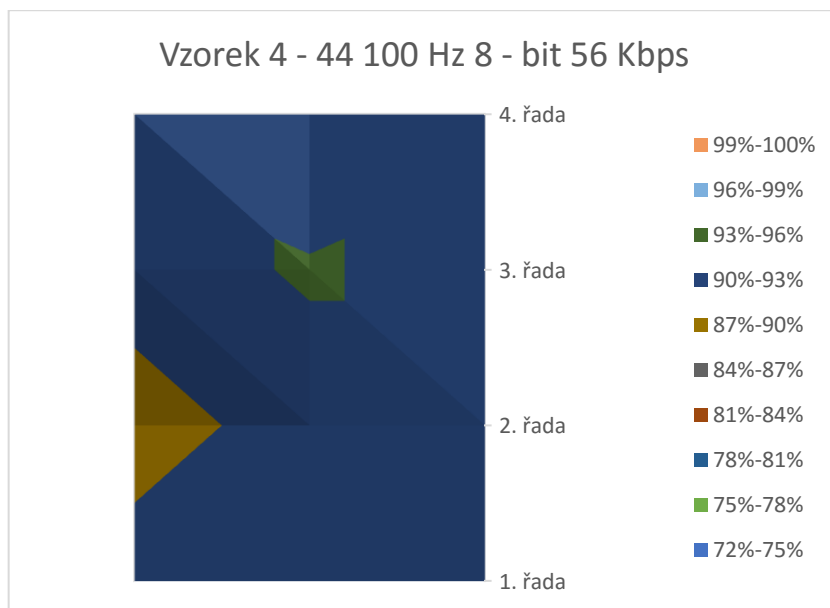


Obr. 45: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 3)

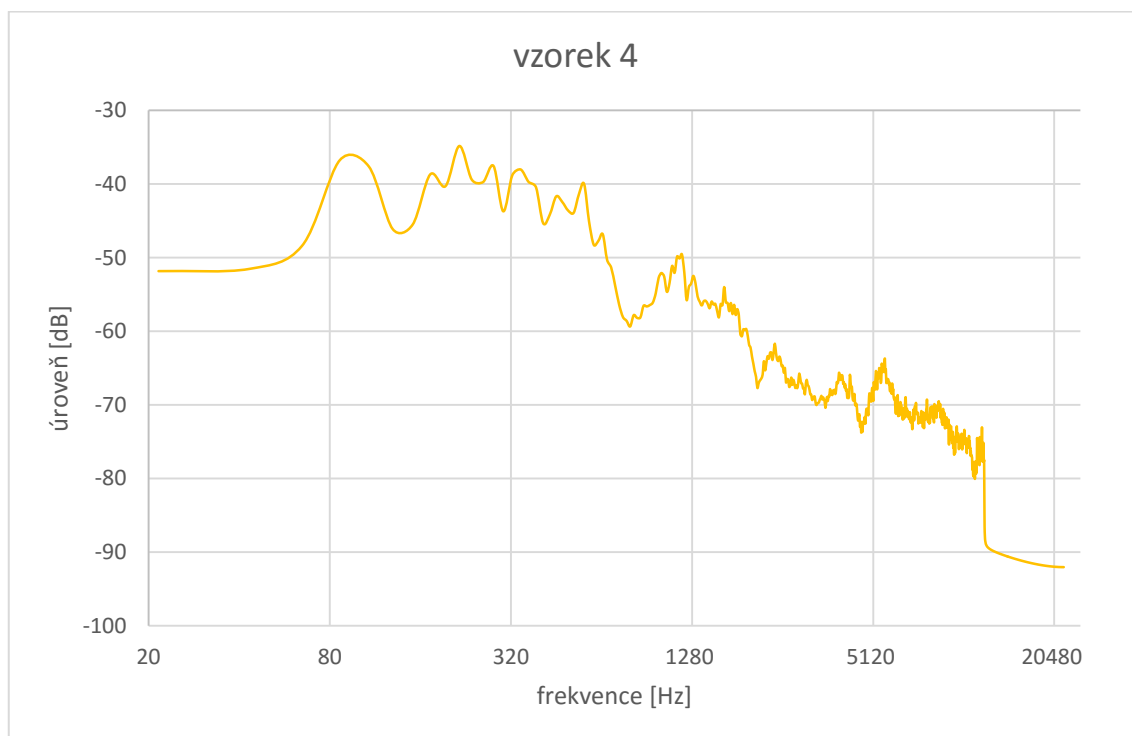


Obr. 46: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 3. testovacího vzorku

Čtvrtý vzorek prošel kompresí o hodnotě 44 100 Hz 8 - bit 56 Kbps. Průměrná srozumitelnost tohoto vzorku byla 91 % (Obr. 47). U tohoto vzorku je zřetelně jasný pokles na 12 kHz (Obr. 48). Jelikož tato frekvence ještě příliš nezasahuje do řečového pásma, nebyl výsledek logatomického razantně ovlivněn, došlo k poklesu srozumitelnosti o 3 % od prvního kontrolního vzorku.

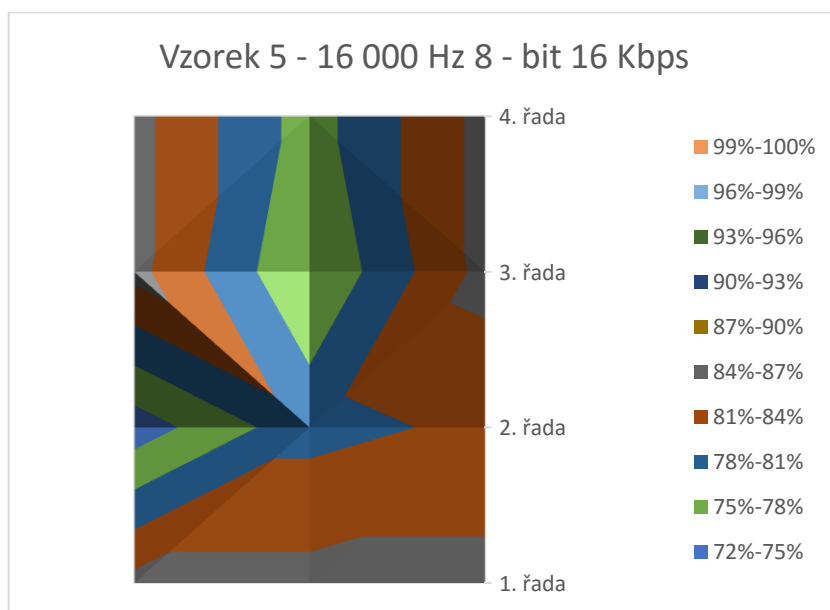


Obr. 47: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 4)

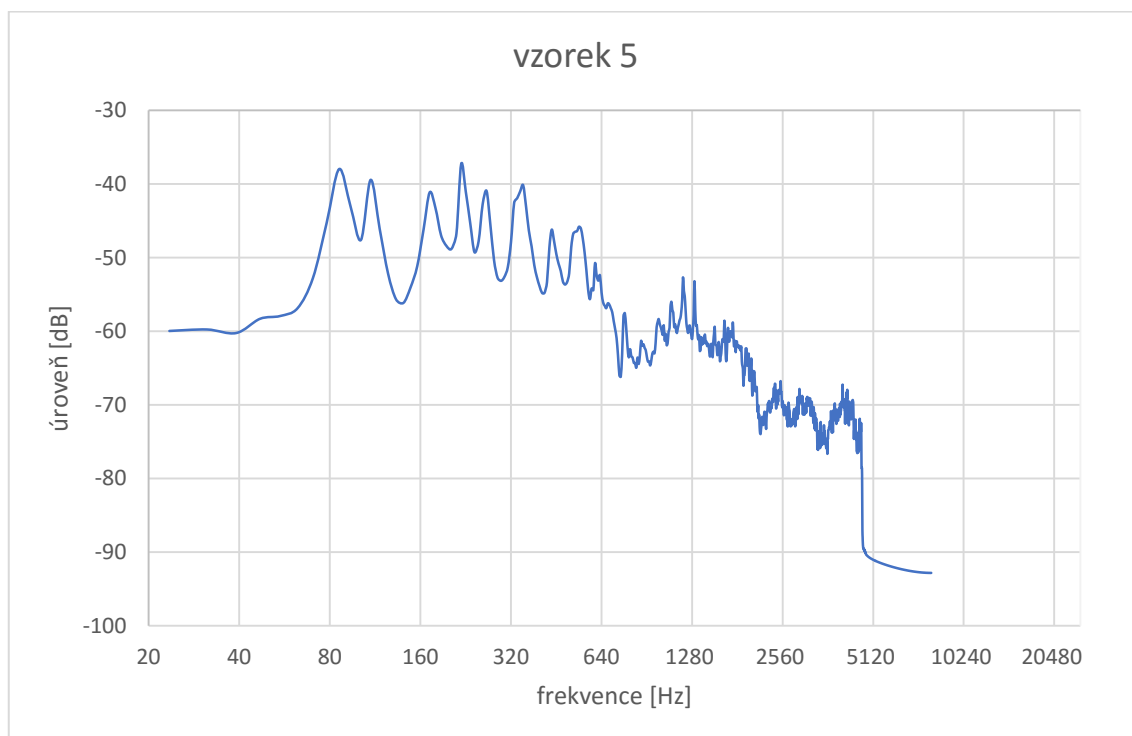


Obr. 48: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 4. testovacího vzorku

Vzorek již byl převzorkován na frekvenci 16 000 Hz rozlišení 8 - bit a datový tok 16 Kbps. Průměrná dosažená srozumitelnost razantně klesla na 81 % (Obr. 49). Jak je vidět z Obr. 50 frekvenční rozsah je rapidně omezen na frekvenci 4,7 kHz. Tyto frekvence se výrazně podílejí na přenosu informace v mluveném slovu a výsledky logotomických testů v 5. testovací sadě nejsou příliš překvapivé.



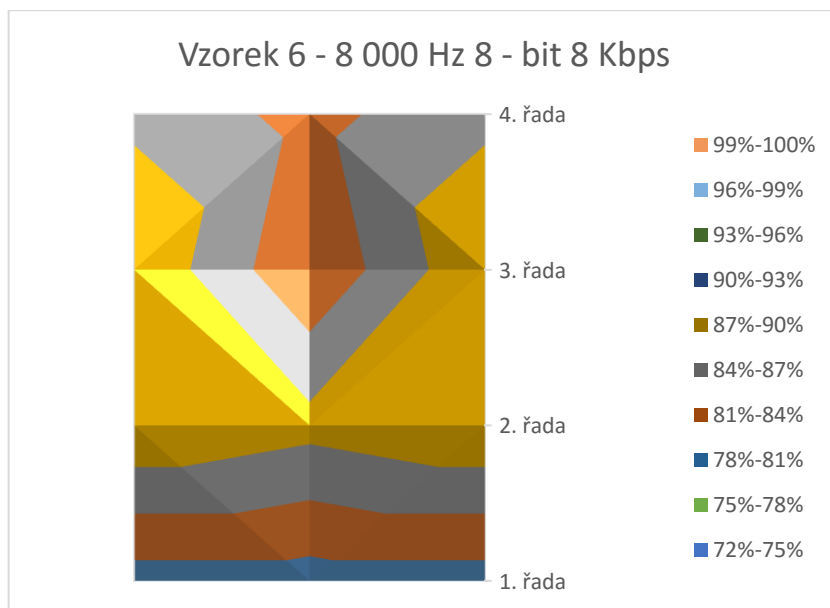
**Obr. 49: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 5)**



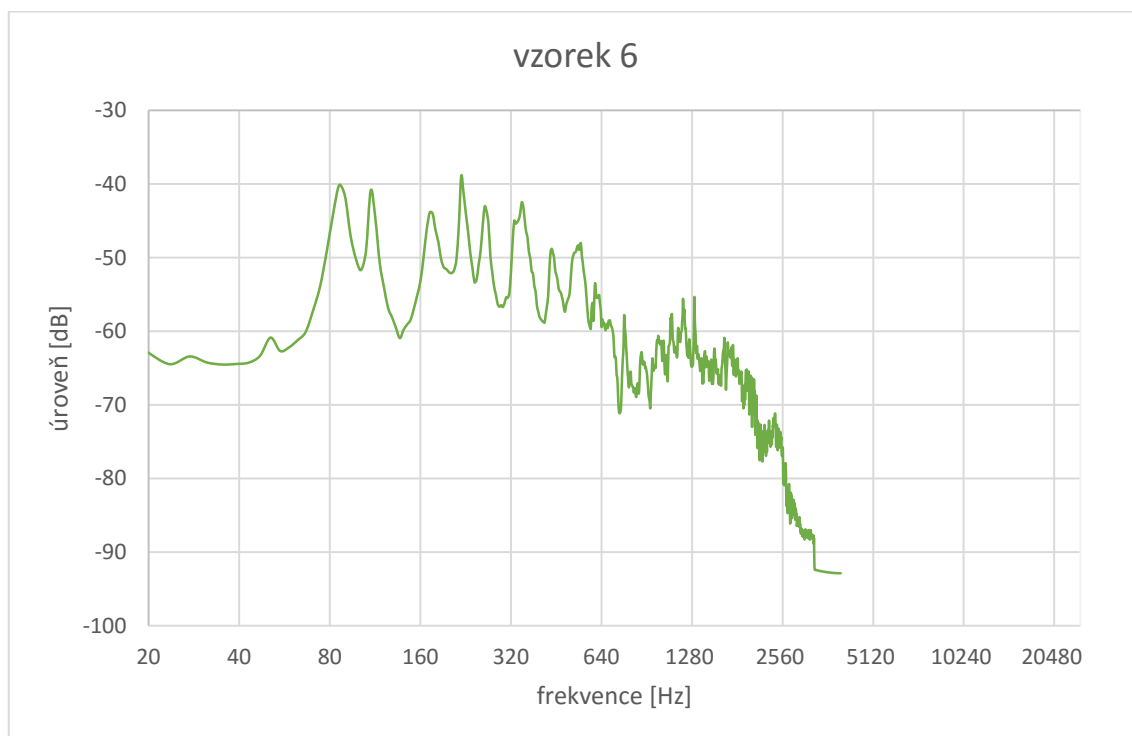
**Obr. 50: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 5. testovacího vzorku**

Šestá testovací sada byla vytvořena dodatečně, pro ještě rapidnější kompresi akustického signálu, zde došlo již k fatální destrukci signálu. Komprimace proběhla při hodnotách vzorkovací frekvence 8 000 Hz, rozlišení bylo 8 bit a datový tok 8 Kbps. Srozumitelnost v tomto testu klesla až na 67 %. Zajímavé v tomto testu je, že srozumitelnost v druhé řadě byla vyšší než v řadě první (Obr. 51). Frekvenční rozsah signálu klesl na hranici 3,3 kHz, zde nastal rapidní útlum všech vyšších frekvencí.



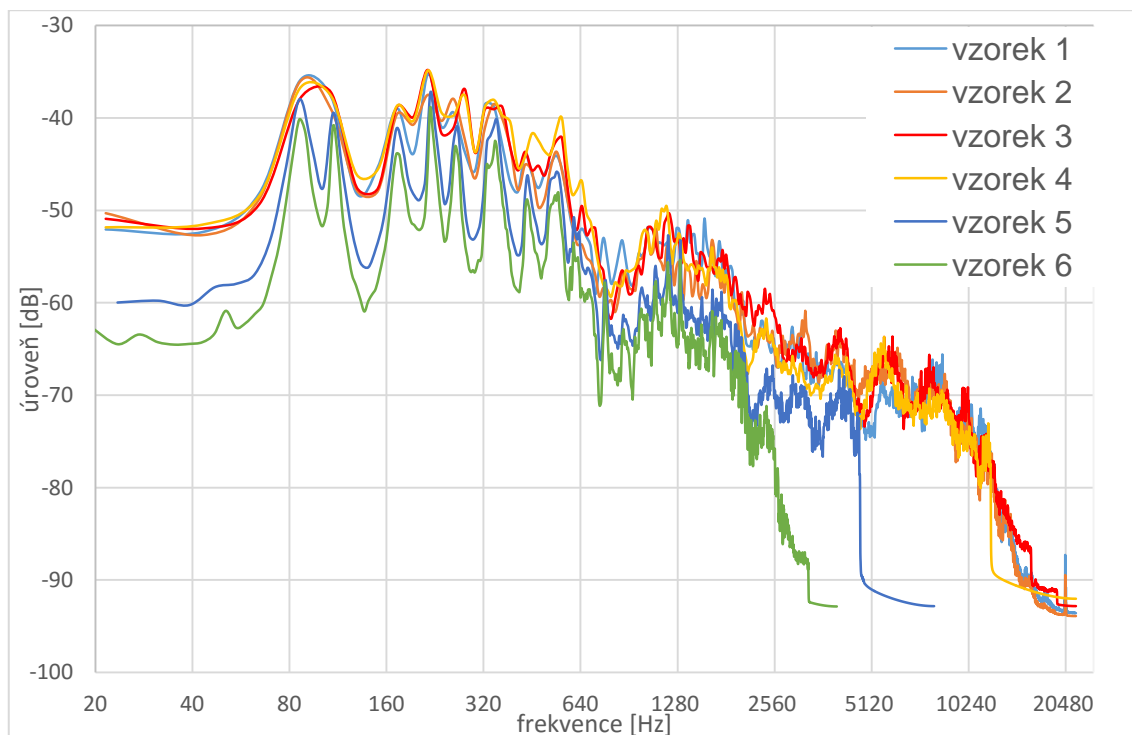


Obr. 51: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 6)



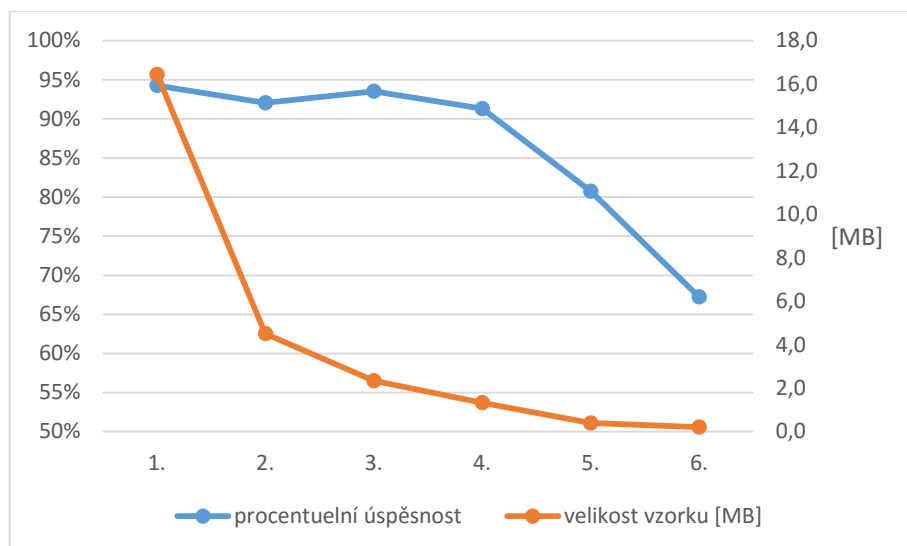
Obr. 52: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 6. testovacího vzorku

Na Obr. 53 je znázorněná frekvenční charakteristika všech šesti vzorků s různým ovlivněním kompresí. Je zde vidět propast vytvářená horní hraniční frekvencí, kterou již Mp3 nepřenášejí.



**Obr. 53: Průnik vrcholových hodnoty frekvenční analýzy vzorku 1 – 6**

Při využití dostatečného datového toku je souborový formát Mp3 využitelný pro přenos mluveného slova, nesmí však dojít k frekvenčnímu omezení pásma nebo pouze v malé míře, aby nedocházelo k degradaci akustického signálu.



**Obr. 54: Vliv závislosti srozumitelnosti na velikosti vzorku**

I při využití razantní komprese je 4. vzorek srovnatelný s kontrolním vzorkem, při tom bylo dosaženo razantního snížení velikosti ( $13,4 \times$  oproti kontrolnímu vzorku) (Obr. 54). Využití formátu Mp3 se tedy prokázalo jako použitelné při zachování dostatečného

datového toku. Subjektivní pocity žáků z tohoto vzorku však již nebyly nijak kladné. Pozitivní hodnocení naposledy dostal vzorek č 3.

## **1.12 Záznam zvuku v pedagogické praxi**

V předchozích kapitolách jsme probrali principy fungování zařízení, mikrofonů a metody ukládání zvuku. V této kapitole se budeme zabývat potřebou učitelů předávat studentům multimodální obsah.

Tato potřeba je čím dál vyšší a to nejen z důvodů samostudia, ale aby též mohlo docházet k vzájemné interakci na určité téma. Jakýkoliv multimediální obsah předávaný studentům je pro ně podstatně atraktivnější než informace stroze napsané na papíru či v elektronické podobě. Většina přenosu informace ve výuce i v edukačních videích je předávána zvukem. Obraz zpravidla dokresluje akustické informace, proto je třeba na kvalitu záznamu zvuku klást nemalé nároky. Ne všechny metody záznamu se hodí pro všechny situace. Dalo by se říci, že se tato problematika dělí na dvě základní situace.

Záznam v (domácím/studiovém prostředí) kdy máme k dispozici počítač a můžeme pořízený záznam rovnou upravovat, opravovat a přetáčet, kdy nepovedené části nahrávky máme možnost opravit a nahrát znovu. Nebo jde o záznamy v terénu, kdy chceme předat informace studentům, ale nemáme komfort v neomezeném přístupu el, energie, potřebujeme být mobilní a na samotný záznam máme pouze jeden pokus. Tato práce je zaměřena na pedagogické aspekty, proto zde nebudeme řešit metody studiového záznamu, kde kvality a možnosti dosahují zase úplně jiných úrovní, které vlastně pro naše využití všech možných záznamů ani nepotřebujeme.

### **1.12.1 Záznam zvuku v „domácím“ studiovém prostředí**

Pro malé domácí studio potřebujete 3 základní stavební komponenty, počítač, mikrofon a zvukovou kartu. Nahrávání v „domácím / školním“ studiu je v dnešní době velkým trendem. Vybavení je mnohem dostupnější a i levnější studiová technika dokáže vytvořit relativně vysokou kvalitu záznamu, minimálně pro školní potřeby více než dostačující [53].

#### **Počítač**

Základem takového malého studia je PC nebo notebook. Požadovaný výkon pro střih zvuku v několika málo stopách není nijak závratný, zcela postačí procesor s taktovací

frekvencí 2GHZ a vyšší a paměť alespoň 2GB RAM. Pokud však chcete stříhat a upravovat vyšší množství zvukových stop najednou (deset a více), budete potřebovat o poznání výkonnější přístroj, minimálně co se operační paměti týká.

Jelikož počítače a notebooky stavěné na kancelářskou práci nepočítají s úpravou a střihem zvukových souborů, nejsou vybaveny příliš kvalitními zvukovými kartami, které ani nepodporují připojení mikrofону pomocí standartního konektoru XLR nebo Jack, je téměř nezbytné pořízení kvalitnější zvukové karty. Výhody nabízí externí zvuková karta.

## **Zvuková karta**

Externí zvuková karta je krabička, kterou snadno připojíte k počítači přes USB nebo FireWire. Primární funkce zvukové karty je převod analogového signálu do digitální podoby a následná distribuce do PC [54].

Specializované zvukové karty nejsou pouze kvalitnější zvukové převodníky, mají také vhodné vstupy pro připojení nástrojů i mikrofónů, jsou vybaveny předzesilovači, které upravují signál v adekvátním zesílení, aby se co nejlépe využilo kvality převodníků při záznamu signálu [55].

Při pořizování zvukových karet se není třeba obávat nákupu příliš nákladných zařízení, kterým nebudete rozumět a nebudete vědět, jako ho připojit nebo ovládat. Nabídka zvukových karet je velmi široká, od jednoduchých jedno až dvouvstupových karet s cenou v řádech tisíců se zcela intuitivním ovládáním, až po profesionální zvukové karty s až 26 různými vstupy, ale i cenou v řádech staticích korun. Většina zvukových karet se připojuje pomocí kabelu USB a mnohé jsou typu plug'n'play, takže je hned po připojení počítač sám rozpozná [55].

Nejjednodušší karty nabízejí CD kvalitu, tedy frekvenci vzorkování 44,1 kHz, popřípadě 48 kHz při šestnáctibitové hloubce rozlišení, kvalitnější mají frekvenci vzorkování 96 kHz a špičkové až 192 kHz. Zatímco frekvence 44,1 nebo 48 kHz obvykle postačí, bitovou hloubku, která rozhoduje o kvalitě digitalizace, je lepší volit v úrovni alespoň 24 bitů. 24 bitové převodníky mají vyšší rozlišení a kvalitně převádí i tišší zvuky. [55].

Při výběru zvukové karty je třeba si položit otázku, kolik potřebujete nahrávat zvukových stop najednou (začátečníkovi pro většinu běžných aplikací dvě zvukové stopy bohatě stačí), kolik potřebujete audio výstupů a jak požadujete kvalitní převodníky. Není

dobré se při výběru těchto zařízení řídit pouze cenou. Při zakoupení levné zvukové karty snadno zjistíte, že vám její kapacita nestačí.

Dále by měla mít karta alespoň jeden mikrofonní vstup s fantomovým napájením, to je důležité pro napájení kondenzátorových mikrofonů, alespoň jeden nástrojový vstup pro záznam kytar, baskytar, nebo klávesových nástrojů a dva linkové vstupy pro nahrávání ve stereu. Tyto podmínky splňuje mnoho zvukových karet, např. FOCUSRITE Scarlett 2i2, která je jednou z nejpoblárnějších zvukových karet pro nenáročné uživatele [54].



Obr. 55: Popis zvukové karty FOCUSRITE Scarlett 2i2 [56]

## Mikrofony

S mikrofony je to trochu složitější. Jak z předchozích kapitol víte, je jich nepřehledné množství, v kterém není úplně snadné se orientovat. Pro úplný začátek si však bez problémů vystačíte pouze s jedním mikrofonem. Univerzální kondenzátorový mikrofon dokáže snímat prakticky cokoliv – mluvné slovo, zpěvy, akustické nástroje, kytarové aparáty, ale také zvuky přírody, atd. Mezi cenově dostupné a přitom kvalitní kondenzátorové mikrofony patří např. RH SOUND HSMC 001W, MXL 2006, nebo profesionálnější Audio-Technica AT2020, Rode NT1, atd. Ke kondenzátorovému mikrofonu je samozřejmě nutné pořídit vhodný kabel s konektory XLR a doporučuje se rovněž pop filtr [54].



Obr. 56: Rode NT1 s popfiltrem [57]

Speciální kategorií jsou potom USB mikrofony. Zvuková karta je přímo součástí mikrofonu a připojují se pomocí USB přímo k PC. Odpadá tak nutnost pořizování zvukové karty, zároveň se ale připravujete o možnost vícekanálového záznamu, kvalitního výstupu zvukové karty do reproduktorů i sluchátek a v neposlední řadě záznamu elektrických nástrojů. Pokud však víte, že budete potřebovat najednou zaznamenat pouze jednu stopu záznamu a to jen s použitím mikrofonu, může to být správná a cenově přívětivá volba.



Obr. 57: USB mikrofon M-AUDIO Vocal Studio [58]

### 1.12.2 Záznam zvuku v terénu

Záznam zvuku v terénu je poměrně široký pojem, jako terén si můžete představit posluchárnu ve vedlejší budově, nebo podzemní šachtu v uhelných dolech. Oboje je prostě jinde než v našem vybudovaném studiu a oboje prostředí mají svá specifika. Pokud budete pro nahrávání využívat notebooku a zvukové karty s mikrofonem, popřípadě mikrofon s USB můžete dosáhnout jisté mobility zařízení. Jste však stále omezeni na výdrž baterie v notebooku, celé zařazení je v rozloženém stavu poměrně neskladné a pro rychlé přesuny nepraktické. Záznam exkurze je prakticky nemožný. Pro tyto účely jsou vymyšleny rekordéry.

#### Rekordéry

Rekordér je zařízení vyvinuté z diktafonu pro nahrávání v terénu. Většina těchto zařízení funguje na tužkové AA baterie, takže pokud se vybijí, dají se jednoduše vyměnit a můžete pokračovat v nahrávání. I u tohoto zařízení se můžete setkat s velkým množstvím výrobců, kvality a provedení. Většina těchto zařízení je vybavena dvěma mikrofony ve stereo systému XY (dva mikrofony svírající uhel 90° nahrávající zvlášť zvuk přicházející z levé a pravé strany). Některá vyspělejší zařízení nabízejí možnost připoje-

ní dalších mikrofonů tak, že dovedou nahrávat do 4 až 8 stop najednou. Ty úplně nejvyšší systémy dovolují vyměňování základních mikrofonů, za mikrofony s kulovou, osmičkovou nebo úzce směrovou charakteristikou. Samozřejmě s možnostmi funkcí roste i cena zařízení. Nejjednodušší zařízení se dá pořídit od dvou tisíc korun až po profesionální zařízení, které se pohybuje v řádech desetitisíců. Většina těchto zařízení však slouží pouze k nahrávání zvuku, editace se musí dělat v PC.



Obr. 58: Zoom H6 [59]

## **Záznam mobilním telefonem**

Mobilní telefony v našem světě již zastupují mnoho funkcí a i v oblasti záznamu zvuku tomu není jinak. Každý mobilní telefon disponuje minimálně jedním mikrofonem (některé mají mikrofonů více pro lepší odstranění šumu). Tyto mikrofony však nejsou nijak výrazně kvalitní. Počítá se s využitím pro telefonování, popřípadě pro záznam zvuku při natáčení videa. Jsou však i rozšiřující mikrofony, které vylepší kvalitu záznamu mobilního telefonu na využitelnou úroveň.

Prvním verze mikrofonu pro mobilní telefony využívává integrovaného převodníku pro kabelové handsfree. Při zkoumání této problematiky jsem našel dva použitelné typy mikrofonů (pochybná řešení od neznámých značek s pochybnou kvalitou jsem nebral v potaz). První je verze od Rode (RODE SmartLav+). Tento mikrofon je v podobě klo-



pového (lavalier) všesměrového mikrofonu, který na konci svého kabelu má 4 pinový (TRRS ) 3,5mm Jack.



**Obr. 59: Lavalier mikrofon RODE SmartLav+ [60]**

Druhá varianta je řešení od společnosti Mic W, která vytvořila sérii kvalitních mikrofonů pro záznam zvuku pomocí mobilního telefonu. Tyto mikrofony se také připojují pomocí 3,5mm TRRS Jacku. Nevýhodou je, že ceny těchto mikrofonů jsou srovnatelné s levnějšími značkovými rekordéry, které podporují stereo záznam.



**Obr. 60: MicW i456 [61]**

Druhá varianta mikrofonu je specializovaná na zařízení od společnosti Apple. Mnou nalezený mikrofon je opět od společnosti Zoom a to model iQ6. K zařízení se připojuje pomocí Apple lighting konektoru. Toto zařízení má totožné stereo mikrofony jako všechny rekordéry značky Zoom a je vybaven 16 bitovým převodníkem o vzorkovací frekvencí 44,1 a 48 kHz. Dalo by se říci, že jde o plnohodnotnou náhradu kvalitního rekordéru.



Obr. 61: Zoom IQ6 propojený do Iphonu [62]

Záznam zvuku do mobilního telefonu přináší určitou výhodu, a to v tom, že zvuk můžete do jisté míry přímo upravovat, míchat a sdílet, což v dnešní době sociálních sítí může být pro spoustu lidí zajímavé. Stinná stránka tohoto způsobu nahrávání může být v tom, že kapacita baterií mobilních telefonů není příliš velká a od ní se přímo odvíjí reálná doba záznamu zařízení.

### 1.13 Programy pro zpracování a úprava zvuku

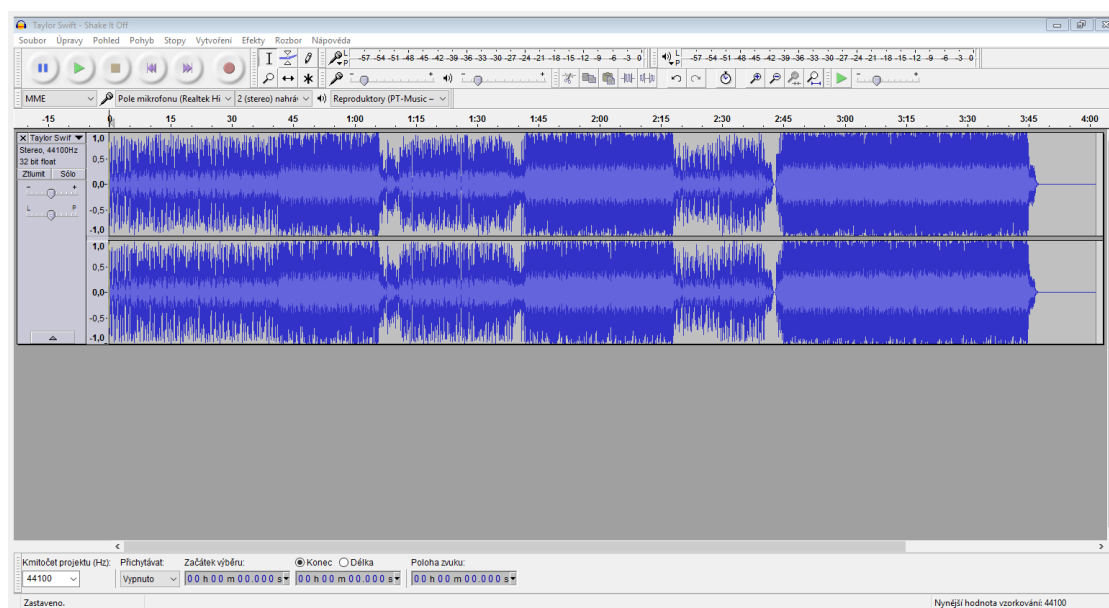
K úpravě zvuku se používají takzvané DAW neboli Digital Audio Workstation. Pod tímto sofistikovaným pojmem se ukrývají všechny počítačové programy, které se používají pro práci a editaci hudby v počítači. Studiovým standardem je program Cubase, programů pro úpravu zvuku je však podstatně víc. Některé jsou zdarma, některé si musíte pro jejich využívání koupit. K většině zvukových karet však dostanete od výrobce nějaký ovládací DAW, tento software nebývá plnohodnotným programem jako při koupi jeho krabicové verze, na základní editaci zvuku však postačí.

Postupně si představíme několik nejznámějších zástupců programů na záznam a úpravu zvuku.

#### **Audacity**

Nejprve začneme programem, který je nabízen v licenci freeware. Tedy zdarma. Zdarma však v tomto případě rozhodně neznamená kompromisy ve funkčnosti a vybavenosti. Audacity umožňuje zvuky nahrávat, přehrávat, editovat, importovat a exportovat WAV, AIFF, MP3 formáty a další. Ovládá základní operace důležité k editaci zvuko-

vých souborů (vyjmout, kopírovat, vložit, neomezená historie provedených změn, mixování, různé efekty). Obsahuje také konfigurovatelný spektrogram, analýzu frekvence, bass boost efekty, odstranění šumu, podporu VST pluginů, atd. [63].

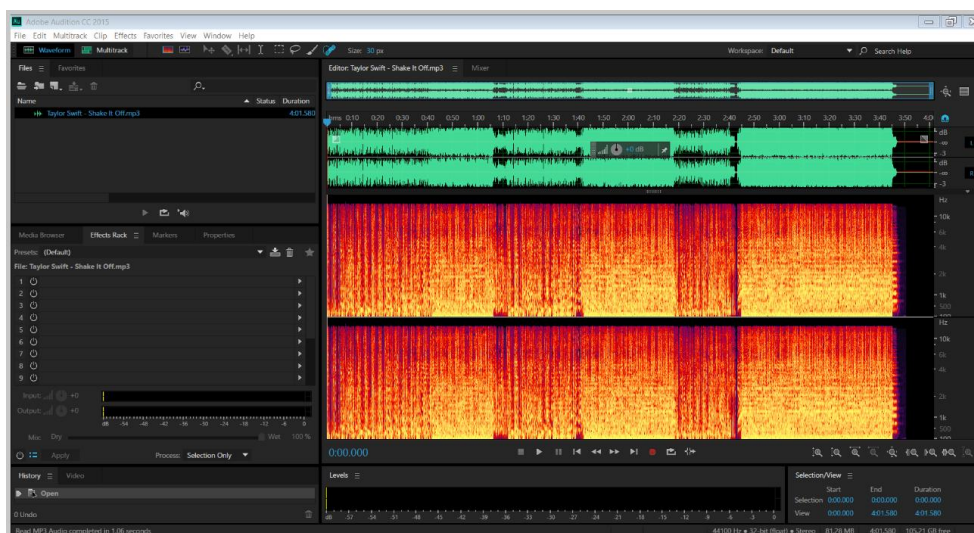


Obr. 62: Prostředí programu Audacity

Mezi hlavní plasy tohoto programu patří především jednoduchost, intuitivnost, a multiplatformita, která z programu činí atraktivní nástroj i mimo systém Windows. Program na stránkách GigaManie naleznete i v užitečné portable verzi [63].

## Adobe Audition

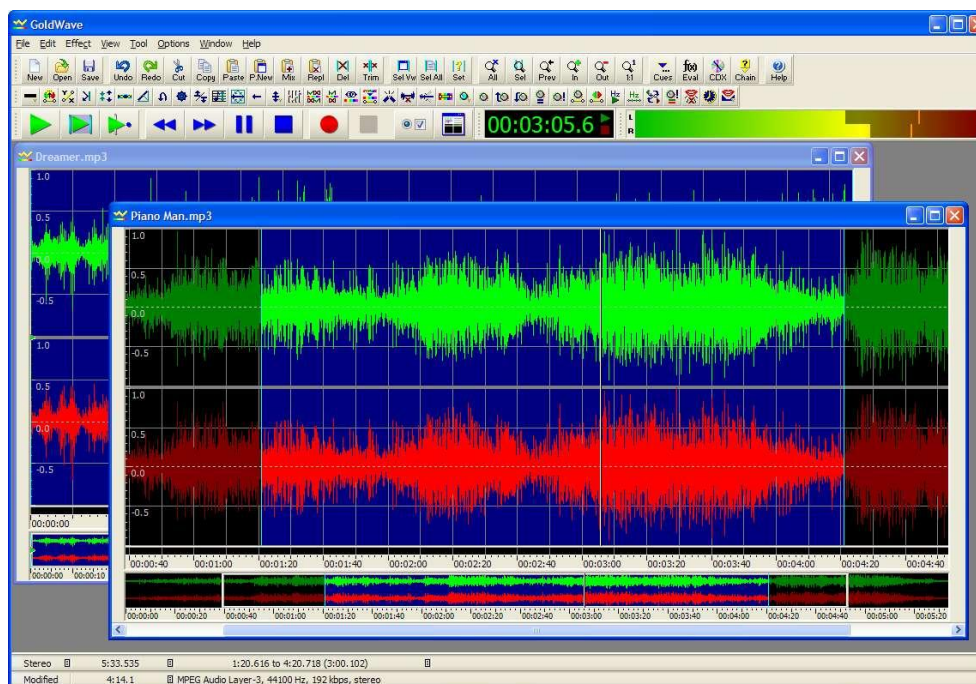
Jako placenou, ale pokročilejší alternativou k Audacity je Adobe Audition, dříve známý pod jménem Cool Edit Pro. Jedná se o profesionální nástroj k editaci audia, jeho záznamu, strihu, očištění od šumu a vkládání velkého množství efektů. K nalezení tu je také zautomatizování parametrů pro nahrávání (hlasitost, ztišení) a kontrola hardwaru, dále pak možnost převádět zvuk do prostorové podoby a především, velká spousta výstupních formátů [63]



Obr. 63: Prostředí programu Adobe Audition

## GoldWave

GoldWave je komplexní digitální audio editor, který je však také placený. Přehrává, edituje, mixuje a analyzuje audio. Podporuje speciální efekty jako například slábnutí, ekvalizér, dopplerův efekt, ozvěnu, reverse, atd. Můžete si nahrát staré písničky z kazet, desek, rádií a podobně a pomocí GoldWavu vyčistit od šumu a praskání. Konvertuje soubory z/do různých formátů (wav, mp3, ogg, aiff, au, vox, dokonce i čistá binární data) [63].



Obr. 64: Prostředí programu GoldWave

## Cubase

Tento software prošel dlouhým vývojem (jeho počátky se datují na konec 80. let minulého století) a těší se velké oblibě u domácích hudebníků i v profesionálních nahrávacích studiích. Přestože na „dokončovací práce“, jako je finální mix, se ve velkých studiích častěji používají jiné systémy, Cubase ke své tvorbě využívá velké množství hudebníků po celém světě. Starší generace Cubase představovaly spíše konzervativní přístup k věci, nicméně od Cubase 4 se vývojáři snaží držet krok s dobou a vybavují tento software tím nejlepším, cena tohoto programu se pohybuje okolo 10 000 Kč. [64].



Obr. 65: Prostředí Cubase [65]

### 1.14 Základní úpravy zvuku

Když máte zvuk nahraný, je často potřeba ho upravit tak, aby odpovídal vašim představám. Pro to vlastníte nějaký DAW, abyste tyto úpravy mohli provést. Vesměs všechny tyto programy na úpravu zvuku umí základní operace stejně, liší se až ve složitějších operacích a v možnostech, které nabízejí na poli rozšířených funkcí. Všechny programy s jistotou umí stopu oříznout, kopírovat, vkládat, vytvářet obálky (plynulé přechody mezi zvuky). Dále zvuk ekvalizovat, komprimovat, normalizovat, zařadit gate a spousty a spousty dalších možností. My se však zaměříme jen na tři nejzákladnější úpravy zvuku.

Velká část úprav zvuku, které jsou dnes využívány při záznamu a následném mixu zvuku vychází z analogových operací se zvukem. V dnešní době je možnost provádět tyto operace digitálně dle určitých algoritmů, ale historicky se o to staraly chytrě navržené elektronické obvody, které zvuk dokázaly upravit již na analogové úrovni a to často

lépe než v dnešní digitalizované době. Jelikož zvuk je analogový, tak i analogové úpravy jsou pro průběh zvuku šetrnější, to je také jeden z důvodů, proč v mnoha nahrávacích studiích stále pracují s analogovými zařízeními.

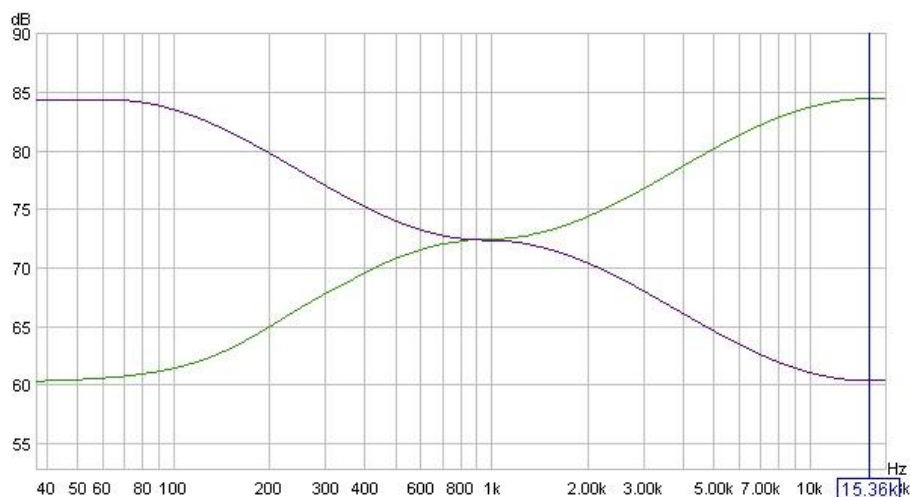
Jelikož výrobci softwaru při tvorbě DAW vycházeli z již dlouho existující technologie, zaimplementovali tyto funkce do programu stejným způsobem, jako byste pracovali na analogovém zařízení. Pro zjednodušení si tedy popíšeme tato analogová zařízení s tím, že stejně budou tyto operace probíhat i v digitálním světě.

Důležité je nakonec zmínit, že i přes to, že máte nepřehledné množství možností, jak upravovat zvuk, není nezbytně nutné všechny využít. Naopak i v tomto odvětví často platí, že čím méně, tím lépe, pokud se nejedná o umělecký záměr, tak je dobré zachovat co nejpřirozenější barvu nahraného zvuku.

### **1.14.1 Ekvalizér**

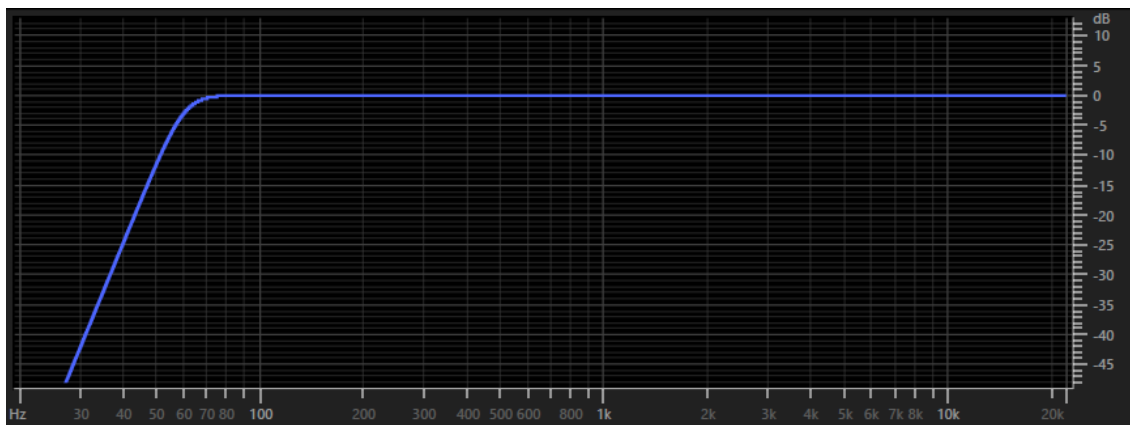
Ekvalizér je zařízení sloužící k úpravám frekvenční charakteristiky zvukového signálu, zesílením či potlačením některých částí akustického spektra, tedy tzv. pásem. První ekvalizéry byly velmi jednoduché a pracovaly jen jako jednoduchá tónová clona umožňující jen změnit stupeň odříznutí výšek. První opravdový ekvalizér, který byl přijat, postavil pan P. J. Baxandall. Ten již dokázal odděleně ovládat basy a výšky, přičemž obojí bylo možné zeslabit nebo zesílit. To znamenalo, že se ovládací prvky musely nastavit do střední polohy, pokud měl signál procházet zařízením beze změn [1].

Při obyčejném řízení úrovně signálu (hlasitosti) se přidává nebo ubírá celý signál beze změny barvy. Dá se tedy říci, že všechny frekvence obsažené v signálu se přidávají nebo ubírají stejně. Obvod, který pracuje tímto způsobem, má rovný frekvenční průběh. Na rozdíl od tohoto ekvalizér ovlivňuje úroveň některých frekvencí více než ostatních. Např. ovládní výšek způsobí zdvih nebo pokles úrovně pouze vysokých frekvencí, ale nižší frekvence nechává teoreticky nezměněné. V realitě však mají všechny ekvalizéry určitou strmost (SLOPE). Znamená to, že např. při potlačení nebo zesílení frekvencí nad 4 kHz o několik dB nenechává frekvence ležící pod tímto bodem úplně beze změny. V následujícím grafu je znázorněn průběh výšek a basů Baxandallova ekvalizéru (Obr. 66) [1].



Obr. 66: Baxandallův equalizer [66]

Strmost filtru je obvykle definována v dB na oktávu (dvojnásobný, resp. poloviční kmitočet) a běžné ekvalizéry pro hudební využití mají strmost 6 nebo 12 dB/oct. Při požadavku odfiltrovat např. subsonické frekvence pod 50 Hz, nebo velmi vysoké frekvence nad 20 kHz, se používá vyšší strmost (24 dB/oct) a filtry jsou navrženy tak, že se jejich křivky nenarovnávají. Takové filtry nazýváme horní a dolní propustí, protože umožňují procházet buď vysokým, nebo nízkým frekvencím. Na Obr. 67 vidíte typický průběh horní propusti [1].



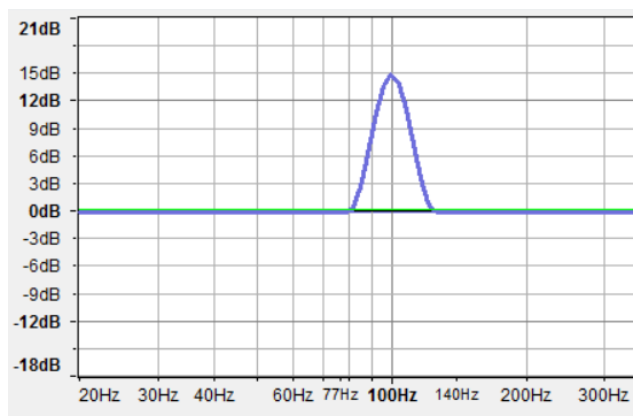
Obr. 67: Typický průběh filtrů typu horní propust

## Pásmová propust

Kombinací horní a dolní propusti lze získat tzv. pásmovou propust (BANDPASS), které se též podle charakteristického tvaru křivky říká ekvalizér typu BELL (zvon). Tento korekční obvod působí pouze na určité pásmo frekvencí a na frekvence ležící nad nebo pod tímto pásmem v podstatě nemá vliv. Na Obr. 68 vidíte, jak vypadá charakteristika typického pásmového filtru při zesílení frekvence v okolí 3 kHz. Čím je křivka širší, tím je ovlivňováno širší pásmo frekvencí [1].

Pokud vydělíte frekvenci ve středu křivky šířkou pásma, dostanete číslo známé jako  $Q$  (jakost obvodu). Čím vyšší je  $Q$ , tím je filtr ostřejší. Je možné postavit filtry s tak vysokým  $Q$ , že ovlivňují pásmo frekvencí užší než jeden půltón [1].

Vzhledem ke schopnosti těchto filtrů ovlivňovat pouze určité pásmo frekvencí, využívají se pásmové ekvalizéry často pro ovládání středů a mohou být konstruovány buď jako jedno, nebo vícepásmové. Tyto obvody mohou být nastaveny ve všech svých parametrech. U basů a výšek lze zpravidla nastavit charakteristiku se zvonovou křivkou (BELL) nebo na křivku s mírným sklonem (SHELVING), to může za jistých okolností přinášet subjektivně lepší výsledek. Když má například basová sekce střed frekvence okolo 80 Hz, to je dobré pro zdůraznění basové kytary a velkého bubnu. Tímto způsobem je možné vytvořit „pevnější“ zvuk než při používání ekvalizérů typu SHELVING, které zesilují celé pásmo basů bez omezení [1].



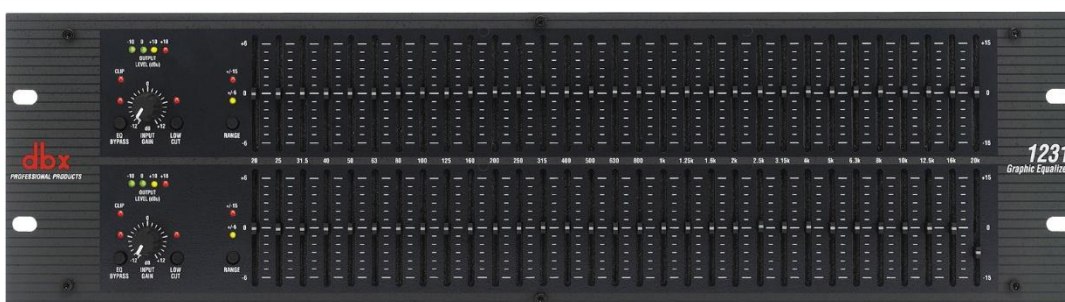
Obr. 68: Typická průběh pásmové propusti

Maximální potlačení nebo zesílení je u ekvalizérů při nahrávání omezeno na hodnotu zhruba 12 až 15 dB. Větší zesílení by vedlo k příliš velkému zvýšení úrovně jednotlivých frekvencí a možnosti zkreslení. Signál ve špičkách by pravděpodobně překročil možnou přebuditelnost obvodu [1].



## Vícepásmový grafický ekvalizér

Svůj název získal grafický ekvalizér podle přístrojů osazených tahovými potenciometry, které bývají umístěny vedle sebe tak, že jejich polohy určují body pomyslného grafu frekvenční charakteristiky. Každý potenciometr určuje jedno pásmo (tedy frekvenční oblasti okolo své centrální frekvence), které taky ovládá. Součet všech pásem rozdělených v ekvalizeru pokryje celé akustické pásmo. Při zakreslení do grafu s osou kmitočtů s logaritmickým měřítkem by měla být všechna pásma zhruba stejně velká [67].



Obr. 69: Profesionální grafický ekvalizer DBX 1231 [68]

V případě trojpásmových ekvalizérů se používají pojmy basy, středy a výšky. U vícepásmových je pak každé pásmo jednoznačně definováno svou centrální frekvencí. V praxi se můžete setkat s ekvalizéry o 10 až 31 pásmech. Ty bývají rozdělené podle šířky pásem (třetino-oktávové, půl-oktávové a čtvrt-oktávové) [67].

## Parametrický ekvalizér

Parametrické ekvalizéry se používají zvláště u korekcí úzkopásmových útlumů či zdůraznění. Každé pásmo úprav je možno upravit pomocí obvodů o třech parametrech:

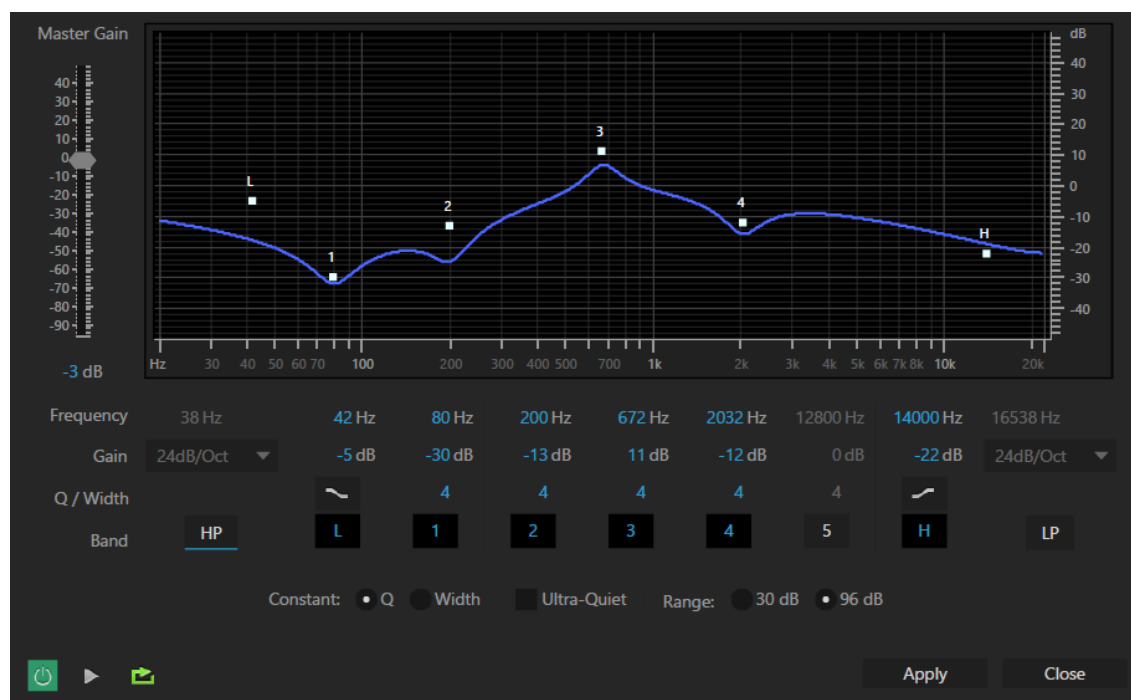
**Frekvence** - prvním parametr nastavuje centrální kmitočť upravovaného pásma.

**Kvantita (gain)** - druhý parametr nastavuje zesílení či potlačení daného pásma, stejně jako u grafického ekvalizéru.

**Kvalita (Q)** - třetím parametr je Q (činitel jakosti) se volí šířku ovlivňovaného pásma

Tyto ekvalizéry jsou obvykle 3 až pět pásmové. Také se používají korektory pseudoparametrické, kde bývá činitel jakosti nastavený napevno.

Pomocí tohoto ekvalizéru s několika parametry je možné upravit signál poměrně zásadním způsobem. Nevýhodou pro laiky je však příliš vědecký přístup a nutnost pochopení o něco hlubšího teoretického základu, než u grafického ekvalizéru [67].



Obr. 70: Parametrický ekvalizér v programu Adobe Audition

## 1.14.2 Kompresor

Kompresor (compressor) je zvukový procesor, který snižuje rozdíly mezi nejslabším a nejsilnějším signálem zvukové stopy. Zjednodušeně řečeno, pomáhá vyrovnat nahrávku tak, aby zněla ve všech částech přibližně stejně hlasitě. A to tak, že nejhlasiťší místa ztlumí dle vámi zvolených parametrů, zatímco slabá místa nechá nedotčená. Můžete ho použít jak na jednotlivé stopy, tak na celkový mix. Pro pochopení kompresoru je důležité nejprve popsat základní typy nastavení [69].

### Threshold (Hranice)

Threshold parametr nastavení hranice signálu, při které se zapíná kompresor. Například to může být  $-10$  dB. Hlasiťší signál bude ztlumen dle nastavení poměru. Signál může být měřen pomocí jeho hlasitosti (Peak level) nebo lidskému uchu podobněji pomocí celkové akustické síly (RMS level). Některé kompresory lze tedy přepnout na toto měření [69].

### Ratio (Poměr)

Je to poměr, dle kterého bude signál ztlumen (1:n) nebo zesílen (n:1). Tento poměr ovšem nemusí být lineární [69].

### Knee (Tvar křivky)

Jedná se o tvar křivky. Může být lineární (hard knee) až logaritmický (soft knee). Některé kompresory mají také možnost simulovat křivky ze starých lampových kompresorů a tak simulovat jejich zvuk. [69].

### Attack (rychlost náběhu)

Doba od momentu, kdy signál do kompresoru vstoupil, až do doby než kompresor začne reagovat. Docílíme tak více přirozeného zvuku [69].

### Release

Je to doba, za kterou přestane kompresor působit po té, co signál klesne pod nastavenou hodnotu treshold [69].

### Holdtime

Jedná se o prodloužení působení kompresoru i po tom, kdy hodnota signálu klesne pod úroveň treshold [69].



Obr. 71: Ukázka kompresoru a jeho nastavení [69]

## 2 Video

### 2.1 Vývoj Videá nejen ve školství

Páskové filmy vynalezené roku 1912 prošly dlouhým vývojem až k dnešnímu digitálnímu videu. V polovině 90. let se stal přelom ve využívání videokamer a to ten, že se staly dostupné veřejnosti. Kvalita ale nebyla zdaleka dokonalá a postprodukční zpracování bylo drahé a zdlouhavé. Dnes si může každý pořídit kameru v HD kvalitě za přijatelnou cenu, s velikostí do dlaně. Díky moderním programům a chytrým počítačům není problém ani s kvalitní úpravou a využitím videí pro prezentaci, či výuku.

#### 2.1.1 Školní elektronická zařízení ve 20. století

Až do 80. let 20. století patřily mezi nejpoužívanější školní výukovou elektrotechniku gramofony, magnetofony a diafonové soupravy, které synchronizovaly diaprojektor s magnetofonem, tvořily tak ucelený zvukový a obrazový vjem. Dále se využívaly jazykové laboratoře, 16mm zvukové projektory a rozhlasový a televizní přijímač. Právě díky tomuto přijímači bylo možné zpřístupnit žákům televizní vysílání pro školy (TVŠ), které přinášelo nové, těžko dostupné obrazové materiály a jazykové vzdělávací programy. Za tehdejší špičkovou videotechniku byl považován uzavřený černobílý okruh, který přenášel detailní názorné ukázky z výuky, převážně chemických a fyzikálních pokusů [70].

Kladný přínos multimediálních didaktických technologií je v procesu výuky nepopíratelný. To vše se ztotožňuje s Komenského didaktickou zásadou názornosti, na kterou je kladen velký důraz [71].

*„Požaduje učit všemu ve spojení slova a názoru, první druhé signální soustavy. Vše, čemu učíme, je nutno předložit smyslům, tj. zraku, sluchu, hmatu, kinestetickým receptorům, chuti nebo čichu, aby žák vše viděl, slyšel, ohmatal a prožil. Pak teprve uvažujeme o podstatě jevů [72].“*

Proto měly školy vlastní, na svou dobu kvalitní vybavení, které bylo možné jednoduše a efektivně využívat. V učebnách, kde byla technická zařízení trvale instalována, byla jejich obsluha poměrně snadná a rychlá. Při přesunu techniky z učebny do učebny ale vznikaly velké časové prodlevy a byla narušena pozornost a soustředěnost žáků [70].

V roce 1985 schválila československá vláda dlouhodobý komplexní program elektronizace ve výchově a vzdělávání v oblasti školství. Program měl zabezpečit moderní technické vybavení škol, dostatečně vyškolené pedagogy, kteří by žákům poskytli nejvyšší úroveň technického vzdělání [71]. Vznikaly tak první počítačové učebny a špičková technika se z vysokoškolských pracovišť a výzkumných ústavů dostala do škol [70].

Do vzdělávacího procesu byly začleněny nové mikropočítače a audiovizuální systémy. Školám se otevřely nové možnosti vzdělávání s novým magnetickým záznamem obrazu. Ten zpřístupňoval videorekordér Philips VM-6465, který ukládal materiál ve formátu VHS a byl znám pod názvem magnetoskop. Oproti klasickému filmu šlo o systém, jehož použití bylo rychlé a snadné [70].

První výukové videokazety, které byly dodávány do škol, byly kopie starších 16mm filmů. Kvalita těchto kopií byla ale nízká a šlo spíše o předvádění nově nabyté technologie. Obraz 16mm filmu byl promítán na plátno velikosti 200x147 (úhlopříčka 248 cm). Oproti tomu, byly obrazovky televizorů v poměru 14x menší, než promítaný obraz (Obr. 72) [70].



Obr. 72: Porovnání velikostí obrazu, [70]

Tabulka 8 poskytuje porovnání vlastností jednotlivých typů obrazového materiálu. Je zde patrný krok zpět ve vývoji filmové kvality. Obraz byl neostrý a text nebylo možné přečíst. Zvýšilo se ale používání obrazového materiálu ve výuce. Nekvalitní obraz byl kompenzován jednoduchou obsluhou [70].

Tabulka 8 Rozdíly mezi 16mm a VHS [70]

Parametr	16mm film	Video VHS
Rozlišení	600 řádků	Max 250 řádků
Rozměr obrazu	200x147 cm	53x40 cm
Úhlopříčka obrazu	248 cm	67 cm
Plocha obrazu	2,94 m <sup>2</sup>	0,212 m <sup>2</sup>
Pozorovací vzdálenost	3-12 m	* 3-5 m
Zatmění	nutné	** není nutné
Kontrast obrazu ***	> 1:100	1:5 až 1:10
* doporučená pozorovací vzdálenost je 2-3,5 m		
** doporučuje se přitměnění učebny		
*** poměr osvětlení černá/bílá na projekční ploše nebo na ploše obrazovky		

## 2.1.2 16mm film

Na konci 80. let 18. století, vyvinul Hannibal Goldwin pružný a průhledný materiál a George Eastman tvrdou želatinovou emulzi. Spojením těchto dvou materiálů, vznikla fólie, kterou začala společnost Eastman vyrábět jako 35 mm filmovou pásku. Díky tomuto materiálu Alva Edison sestavil první kinematograf (filmová kamera) a tzv. kinetoskop (promítací stroj) [73].



Obr. 73: Edisonův Kinetoskop o šířce 22 mm z roku 1912, [74]

První velké úspěchy na trhu amatérských filmů měl v roce 1912 kinetoskop přizpůsobený šířce 22 mm filmu (Obr. 73). Ještě tentýž rok představila společnost Pathé formát 28 mm filmu, který měl také velice kladné ohlasy. Negativním faktorem prvních filmů byl ale fakt, že byly zaznamenány na hořlavém podkladu. Mezi další video formáty používané od roku 1923 jsou 11 mm, 15 mm, 21 mm a 22 mm [73].

V roce 1916 probíhaly pokusy s reverzibilním způsobem promítání obrazu. Ukázalo se, že díky tomuto postupu lze docílit jemnějšího zrna a prosvětlenějšího obrazu. Dále se hledala optimální velikost rámu filmové pásky, aby byl obraz v co nejlepší kvalitě. Proběhly pokusy na 1/4, 1/6 a dokonce 1/8 velikosti standardní 35 mm rámu. Bylo zjištěno, že optimální velikost je 1/6 velikosti 35 mm rámu, který vycházel na rozmezí mezi od 7,5 mm do 10mm. Po přidání 3mm perforace na každé straně rámu vyšla výsledná velikost 16 mm filmové pásky. Zavedení formátu 16 mm započalo novou éru v oblasti filmu [73].

### **2.1.3 Vývoj Analogového videa**

Filmové pásy byly postupně nahrazovány analogovými systémy. Nejznámější domácí verzí se stal systém půlpalcové magnetické pásky uložené v kazetě s názvem VHS - Video Home System. Jak již bylo zmíněno, rozlišení systému VHS bylo 240 bodů na řádek a vertikální počet řádků byl 576. Šlo tedy o menší rozlišení, než u 16mm filmu, ale obraz měl stále slušnou kvalitu. [75]

### **2.1.4 Vývoj Digitálního videa**

Od příchodu digitálního videa na trh, se technologie neustále zlepšuje a výrobci přichází neustále s novými zdokonalenými produkty. Pod pojmem "digitální video" se skrývá hned několik významů, které lze dělit podle jednotlivých procesů, ke kterým dochází [76].

1. Tvorba digitálního videa - tvorba záznamu, jeho zpracování a uložení na analogové, nebo digitální médium
2. Digitální video, přenášené digitální cestou - digitální vysílání, přenos digitálních formátů a médií jako DVD, Blue-Ray a další paměťová média
3. Digitální video určené k distribuci a šíření na internetu

První význam zahrnuje samotné tvoření a formování digitálního videa. Zbylé dva případy představují pouze rozdílné šíření a distribuci. V těchto dvou případech nemusela být videa zaznamenána digitálně, například analogově, pouze tak byla šířena a přenášena.

Analogové záznamy obrazu a zvuku, jsou převáděny do elektronické podoby pomocí magnetických částic. Ty se podle určitého systému seskupují na pásce a vzniká tak záznam. Digitální videa tyto informace převádí do elektronické podoby za pomoci bitů. Informace o jasu a barvě jsou ve videokameře převedeny na čísla při procesu "vzorkování". Vzorkování je snímání jednotlivých barev, které jsou pomocí binárních signálů o čtyřech prvcích přenášeny dál. Všechny skupiny informací, které nesou hodnotu barev a jasu jsou pomocí binárního kódu ukládány na nosič nebo paměťové zařízení [77].





Obr. 74: Ilustrativní sestava pracoviště pro zpracování digitálního videosignálu, [78]

Při tvorbě záznamu je třeba vědět, k jakému účelu bude video využíváno a přizpůsobit jeho kvalitu standardům. Ty se většinou vztahují ke konkrétním geografickým polohám států. Jednotlivé standardy se od sebe liší snímkovou frekvencí, kvalitou barev i obrazu [79].

Pro Českou republiku byl dlouhou dobu aktuální standard nazývaný PAL. Obraz byl prokládán dvěma půl snímky za vteřinu se snímkovou frekvencí 25 a složen z 625 řádků. Mezi podobné standardy patří například NTSC, který se využívá v Americe a SECAM, který je rozšířený v různých částech světa. S příchodem digitálního videa mezi hojně využívané standardy patří HDTV 720 a HDTV 1080. Ty představují nejkvalitnější standard, který se používá v televizním vysílání [79].

## 2.2 Video kamera

Video kamery jsou v dnešní době dobře dostupné a v poměru s historickými kamerami velice malé. Používají se zpravidla digitální kamery, jejichž hlavní částí jsou tak zvané CCD prvky (Charge Couple Device). Tento prvek má za úkol rozložit zaostřený obraz do elektronické podoby, která je dále upravovaná uvnitř kamery podle individuálního nastavení, jako například stabilizace obrazu, korekce jasu a barev, nebo třeba digitální efekty. Všeobecně přitom platí, že čím více digitálních bodů je na snímaném obrazu, tím ostřejší a kvalitnější záznam se vytvoří. Poté jsou obraz i zvuk rozloženy do formátu pro záznam a uloženy [80].

Pro úpravy videí v počítači existuje řada programů a funkcí, které se neustále vylepšují a aktualizují. Programy pro základní potřebu střihu videa bývají v počítači jako příslušenství operačního systému, nebo zdarma ke stažení. Programy, které jsou profesionálnější, a očekáváme od nich editaci na vyšší úrovni, se cenově pohybují v úrovni tisíců až desetitisících korun [80].

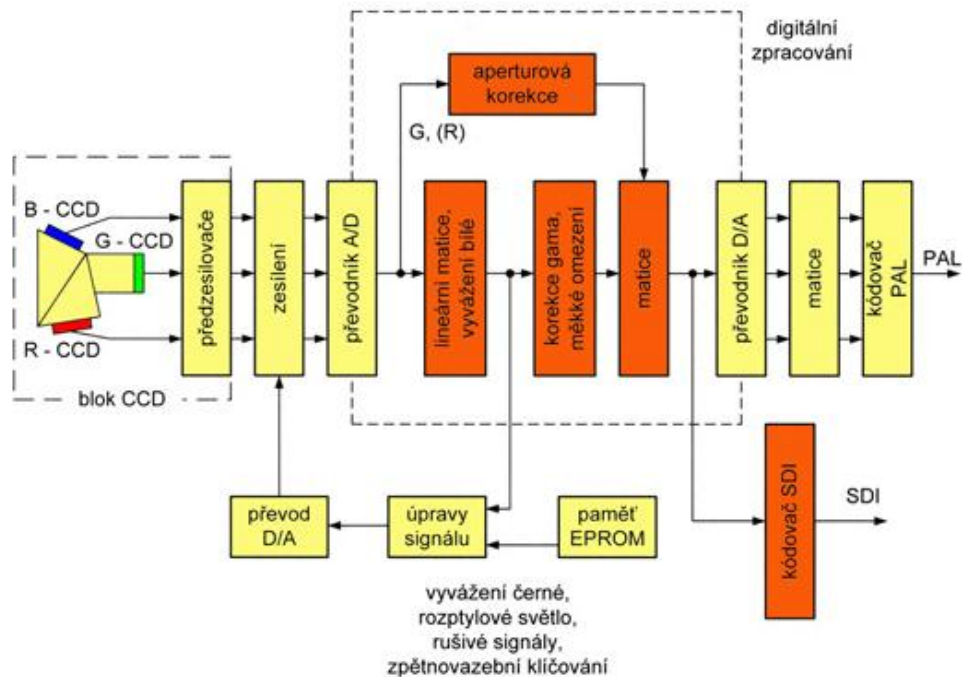
Podle technického provedení, se dělí kamery na dva typy. První typ má pouze jeden snímací čip CCD, druhý typ je vybaven hned třemi čipy.

### **Jednočipové kamery**

Do běžných amatérských videokamer, kde je na prvním místě pořizovací cena, jsou montovány jednočipové systémy. Obraz procházející optikou dopadá na jediný CCD prvek, před kterým se nachází mozaikově uspořádaný barevný filtr obsahující tři základní barvy. Pomocí frekvenční filtrace se ze signálu snímacího prvku vytváří barevný obraz. Lidské oko není na všechny barvy stejně citlivé. Nejvíce vnímáme rozdíly v zelených odstínech. Filtry přidělují jednotlivé body čipu konkrétním barvám **podle klíče R-G-B-G-R-G-B**. Tím je ale rozlišení obrazu nižší a mezi jednotlivými body dochází ke vzájemnému ovlivňování. Nevýhoda této konstrukce se nejvíce projeví při natáčení za zhoršených světelných podmínek. Obraz začne "šumět" a barvy vykazují posun spektra. Pro běžné domácí video je toto řešení vzhledem k výrazně nižší ceně dostačující, ale pro práci budoucích grafiků nedostatečné.

### **Tříčipové kamery**

U profesionálních kamer se pro snímání barevného obrazu používají tři samostatné CCD čipy. Za objektivem je umístěna soustava hranolů, která rozloží obraz na jednotlivé složky (RGB). Každý čip pak zpracovává pouze jednu barevnou složku obrazu. Barevné složky jsou zpracovávány samostatně a signál ze všech tří čipů tvoří celkový plnohodnotný obraz. Výhoda tohoto systému spočívá ve vynikající kvalitě obrazu i při snížených světelných podmínkách a ve věrnějším barevném podání obrazu. Nevýhodou je technologická náročnost při výrobě precizních optických součástí a z toho vyplývající vysoká cena těchto zařízení (Obr. 75) [80].



Obr. 75: Přehledové schéma tříčipové digitální kamery [81]

## Ostření (fokus)

Stejně jako většina fotoaparátů mají i amatérské videokamery obvody (procesor) pro automatické zaostřování. Podle konstrukce rozlišujeme buď aktivní autofokus, pracující na principu měření odraženého paprsku od objektu, nebo pasivní systém, vyhodnocující kontrast snímaného obrazu. V některých případech je však manuální ostření nezbytné, a proto by ho měla obsahovat každá videokamera [82].

## Vyvážení bílé (white balance)

Správné zobrazení barev v kameře je závislé na druhu osvětlení záběru. Různé světelné zdroje září v odlišných částech viditelného spektra a způsobují charakteristické zabarvení obrazu. V kamerách se používají dva základní filtry: denní světlo (barevná teplota 5600K) a umělé světlo (barevná teplota 3200K). U amatérských videokamer většinou spoléháme na automatické vyvážení bílé, které ve většině případů funguje spolehlivě. Potíže nastávají při smíšeném osvětlení. Proto jsou kamery pro tyto případy vybaveny přepínačem WHITE BALANCE s polohami:

- **AUTO** (automatické nastavování);
- **INDOOR** - případně symbol žárovky (umělé osvětlení);
- **OUTDOOR** - vyjádřeno často symbolem sluníčka (přirozené sluneční světlo).

V extrémních případech je možné pevně nastavit hodnotu barevného podání záběru. Kvalitnější přístroje převzaly úplné manuální nastavení z profesionálních kamer. Toto nastavení se provádí pomocí čisté bílé plochy, na kterou dopadá požadované osvětlení, což může být papír nebo čistá bílá zeď. Při každé změně osvětlení je nutné toto nastavení zopakovat [82].

### **Clona (IRIS, EXPOSURE)**

Clona určuje množství světla dopadajícího na čip. Při velkém jasu se clona zavírá až na minimální otvor ve středu objektivu. Při minimálním osvětlení se naopak postupně otvírá až po maximum. Při normálních světelných podmínkách pracuje v kameře clona automaticky. Při záběrech v protisvětle, kdy filmovaná osoba stojí před velkým oknem, je třeba clonu korigovat. Nejjednodušeji to provedeme stlačením tlačítka BACKLIGHT (protisvětlo), kterým jsou vybaveny i ty nejlevnější kamery. Dražší kamery jsou pro tyto případy vybaveny ruční clonou, která umožňuje zaclonit objektiv přesně podle požadků kameramana [82].

### **Rychlost závěrky (SPEED SHUTTER)**

Ze základních principů videa vyplývá, že jeden pulsníček (v normě PAL) trvá 1/50 sekundy. Padesát pulsníčků vytvoří sekundový záznam. Pro běžné záběry to postačí, ale při velmi rychlých pohybech je 1/50 s tak dlouhý čas, že se záznam rozmazává. Proto jsou kamery vybaveny elektronickou závěrkou, která umožňuje snímací čas zkrátit, třeba až na 1/16000 s. Počet pulsníčků se tím ale nezvyšuje. Stále je jich jen 50, ale CCD čip snímá obraz jen tuto zkrácenou dobu. Snímací čip však vyžaduje určité množství světla, proto je třeba tento kratší čas kompenzovat více otevřenou clonou. Výsledkem jsou dokonale ostré záběry velmi rychle se pohybujících objektů. Ze vzájemné závislosti času a clony vyplývá hloubka ostrosti. Předmět v určité vzdálenosti od objektivu je potřeba zaostřit. Obraz je však dostatečně zaostřený vždy v určitém rozsahu. Například při vzdálenosti 3 metry může být za určitých okolností obraz ostrý od 4 m až po 4,20 m. Hloubka ostrosti je tedy v tomto případě 20 cm. Tuto hloubku ostrosti můžeme ovlivnit právě společným nastavením času a clony. Hloubka ostrosti je tím menší, čím méně je zavřená clona objektivu. Pokud potřebujeme při filmování neostré pozadí za osobami, můžeme snížit hloubku ostrosti otevřením clony. Přesvětlený obraz pak kompenzujeme vhodným zkrácením času elektronické závěrky [82].

## **Stabilizace obrazu**

Jedná se o systém, s jehož pomocí se částečně eliminuje chvění ruky držící kameru. Toto chvění se zvětšuje s větším přiblížením pomocí transfokátoru. Kvalitní staviv je jedním z hlavních řešení, ale za určitých okolností je značně neskladný, proto se již standardním vybavením videokamer stává stabilizátor obrazu [82].

### **Elektronická stabilizace**

Běžné amatérské videokamery jsou vybaveny elektronickou stabilizací obrazu. Obraz snímáný CCD čipem je větší než ukládaný snímek. Elektronicky je obraz vyhodnocen a porovnán s předchozím snímkem. Analýzou je zjištěn posun obrazu vlivem chvění a nakonec se vytvoří výřez z celkového obrazu tak, aby se eliminovalo chvění. Tento systém je jednoduchý a pro výrobce se jedná o levnou variantu. Nevýhodou je ale snížení počtu aktivních bodů, které se podílejí na výsledném obrazu.

### **Optická stabilizace**

Optická stabilizace je oproti elektronické účinnější, ale také výrobně náročnější, tudíž i dražší. Pracuje na bázi vychylování optických prvků přímo v objektivu kamery. Chvění přímo působí na vychylovací optickou soustavu, složenou z pohyblivých optických prvků, oddělených kapalinou s podobnými vlastnostmi skla. S optickým stabilizátorem nedochází ke zhoršení obrazu, který je pak velmi kvalitní.

## **2.3 Rozlišení videa**

Rozlišení videa se podobně jako jeho kvalita řídí standardy. Rozlišení se dělí na dvě složky horizontální a vertikální. U televizních standardů se dbá především na vertikální rozlišení (počet řádků), které zůstává neměnné. Naopak rozlišení horizontální je možné měnit a udává, jak detailní obraz bude. Standardy jsou uváděny v počtech řádků, ale na obraz má významný vliv také počet pixelů, který může být různorodý [83].

Analogové standardy se staly díky nejednotnému zavádění nepřehledné a chaotické. U HD videa se můžeme setkat maximálně se čtyřmi možnými rozlišeními. HD video je možné tvořit ve dvou rozměrech, 1280x720 bodů a 1920x1080 bodů. U těchto rozměrů se dále rozlišuje, zda se jedná o prokládaný, nebo neprokládaný obraz a jaký počet snímků za vteřinu je na videu zaznamenán. Prokládané systémy mají nižší vertikální rozlišení [83].

**Tabulka 9: přehled rozlišení HD videa [83]**

1280x720/50p	Formát HD1 s 50 neprokládanými snímky
1920x1080/50p	Formát HD2 s 50 neprokládanými snímky za sekundu
1920x1080/50i	Efektivní rozlišení se blíží formátu HD1, snímky jsou prokládané, proto má asi o 1/3 nižší vertikální rozlišení
1920x1080/25p	Frekvence 25 neprokládaných snímků za sekundu také snižuje kvalitu

### 2.3.1 Komprese

Digitální kompresí jsme se již zabývali v předchozích kapitolách. Ve světě videokamer funguje na podobném principu jako u nahrávání zvuku. Pouze si ve zkratce zopakujeme hlavní pojmy. V dnešní době, může mít každá videokamera, která umí tvořit záznam ve vysoké kvalitě. Data je ale pro přenos třeba komprimovat. Přenosová komprimace se týká barev a jasů záznamu, snížení datové náročnosti docílíme také nastavením frekvence a obrazové interpolace. Správné využívání komprese umožňuje využívat potenciál videa. Pro úpravu a přenos natočeného videa je komprese nezbytná, protože běžné počítače by neměly dostatečný výkon pro zpracování těchto záznamů [77].

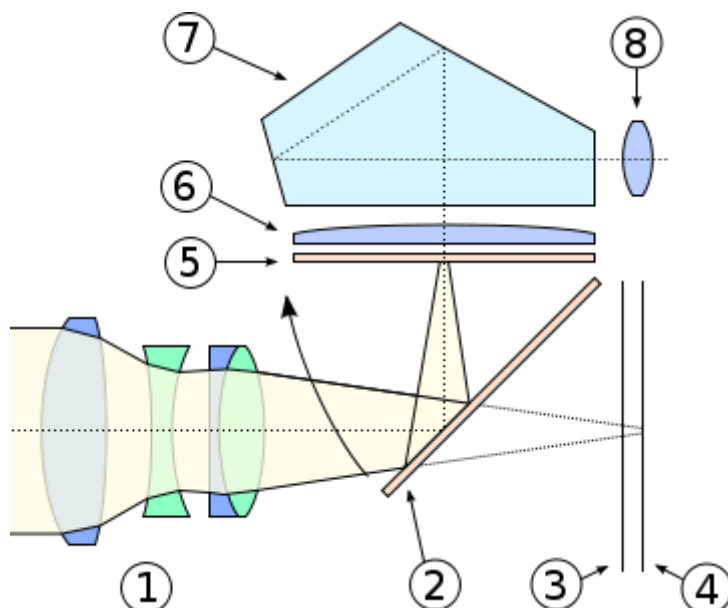
Jak již bylo řečeno, kompresi dělíme na ztrátovou a bezztrátovou, rozlišuje se kompresním poměrem. Komprese, u kterých změny nejsou postřehnutelné lidským zrakem, jsou komprese bezztrátové. Naopak pokud lze postřehnout sníženou kvalitu obrazu, jedná se o kompresi ztrátovou [77].

## 2.4 Objektiv

Pro tvorbu kvalitní a ostré fotografie je třeba zvolit správný objektiv. Objektiv je čočka, nebo soustava čoček, která opticky mění obraz před dalším zpracováním. Využívá se například k soustředění světla na senzor ve fotoaparátu, nebo na filmové pásky. Objektivy fotoaparátu, videokamery či dalekohledu jsou ve svém principu stejné. Liší se pouze svou konstrukcí [84].

U normálního objektivu je úhel záběru okolo  $50^\circ$ , podobně naše okolí vnímají naše oči. Širokoúhlé objektivy mohou mít menší ohniskovou vzdálenost, proto vzniká i širší záběr obrazu. Extrémem tohoto zobrazení je objektiv zvaný Rybí oko.

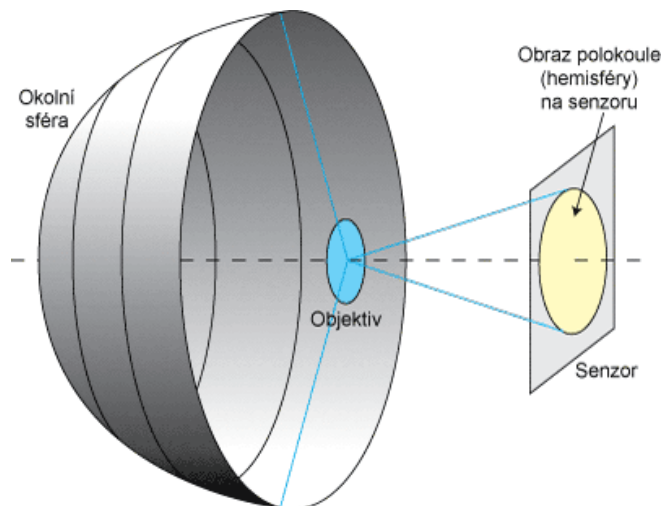
Jak je vidět na Obr. 76 je znázorněný boční řez optickou soustavou jednooké zrcadlovky. Světlo procházející objektivem (1), se odráží od zrcadla (2) na matnici (3). Spojná čočka (6) koncentruje paprsky do pětibokého optického hranolu (7), odkud se odráží do hledáčku (8). Při expozici se zrcadlo zvedne, otevře se závěrka (3) a světlo se promítně na senzor (4). Vytvoří tak stejný obraz, jako v hledáčku [84].



Obr. 76: Boční řez optickou soustavou jednooké zrcadlovky [85]

### 2.4.1 Rybí oko

Objektivy typu rybí oko, byly primárně navrženy pro vědecké účely. V astronomii velký úhel záběru umožňoval sledovat celou oblohu pomocí jednoho přístroje. Díky těmto vlastnostem se staly širokoúhlé objektivy populární i v amatérské tvorbě. Nejčastěji se tímto objektivem fotografují krajiny, architektura, abstrakce a podobně [86].



**Obr. 77: Objektiv typu cirkulární rybí oko, který zachytí výřez 180° všemi směry [87]**

Tyto objektivy pracují na odlišném principu, než běžné objektivy, které používají plošná zobrazení. Jejich velikost se pohybuje kolem 6 -16 mm. Objektiv rybí oko  $f = 16$  mm vykrojí mnohem větší úhel, než normální objektiv s  $f = 15$  mm. Rybí oka umí zobrazovat úhel kolem 180°, některé druhy i 220°. Pokud zobrazuje úhel 180° ve všech směrech, vytvoří obraz do kruhu. Hloubka obrazu je tak velká, že automatické ostření zde nemá smysl, a proto zde většinou chybí [86].

Rybí oko existuje ve dvou verzích a to v cirkulární verzi speciálně určenou pro vědecké účely a diagonální oko. Diagonální oko realizuje obdélníkový výřez obrazu produkovaného cirkulárním rybím okem a tím dosahuje zorného úhlu 180° jen diagonálně. Ořezem obrazu získaného cirkulárním rybím okem je možné plnohodnotně simulovat obraz získaný diagonálním rybím okem [88].



**Obr. 78: Srovnání obrazu cirkulárního rybího oka a diagonálního rybího oka [89]**



Tento druh objektivů je dnes snadno dostupný, nicméně jeho cena je stále ještě dost vysoká. Nej kvalitnější objektivy rybiho oka jsou vybaveny redukcí odlesků a dovedou vytvořit ostré a hluboké fotografie.

### 2.4.2 Sférické kamery

Moderní doba jde stále dopředu a staré fotografie a videa jsou dávno překonány. Takzvané sférické kamery dnes umí vytvořit 360° obraz. Sférické kamery se skládají z minimálně dvou objektivů (rybiích ok), kterým snímají své okolí v rozsahu téměř 360°. Po natočení videa, či vyfocení fotografie, software skládá jednotlivé obrazy dohromady, a poté je možné celé dílo spustit a prohlédnout. V tomto záběru se pak pozorovatel může volně otáčet buď pomocí mobilního telefonu a speciálních brýlí (např. Google cardboard) nebo pomocí myši [90].



Obr. 79: Obrázky dvou typů sférických kamer [91]

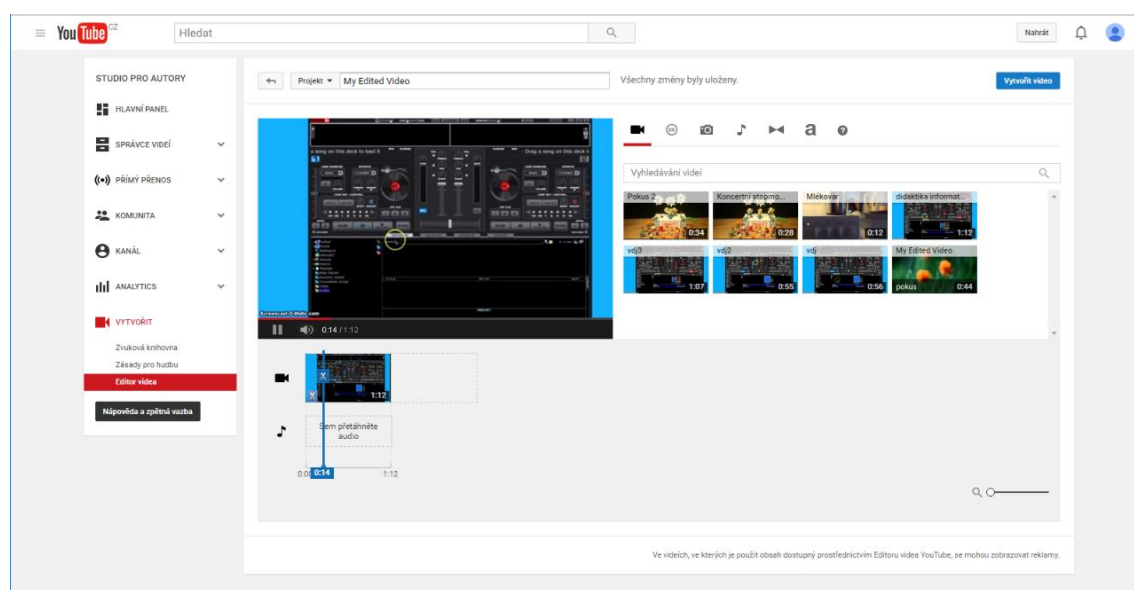
Existují podobné záznamy obrazu, například Street View, kdy jsou snímky nafocené v určitém časovém intervalu a následně pospojovány do jednoho celku. Vznikne tak fotografický záznam okolí, který je možné prohlédnout si ze všech stran a z místa. U videí vzniklých pomocí sférických kamer je to jiné. Video je stále v pohybu a vy se máte možnost dívat na různé strany. Také je možné video zastavit a podívat se na okolí v tom daném okamžiku a přibližovat si detaily, a to jak u zastaveného videa, tak u přehrávaného [90].

## 2.5 Editace videa

Pro úpravu videí v počítači existuje široká škála programů od těch zdarma, po programy za desetitisíce korun. Pro základní úkony jako je stříh, přidání hudby, nebo zpomalení či zrychlení videa běžnému uživateli stačí programy zdarma. Pokud má video sloužit k prezentaci, reklamě, nebo jen chcete, aby bylo dokonalé, je třeba počítat s finančními nároky, ale také s větší složitostí programů a větším počtem jejich funkcí. Jako inspirace je zde uvedeno několik programů na úpravu videí [92].

### YouTube.com/editor

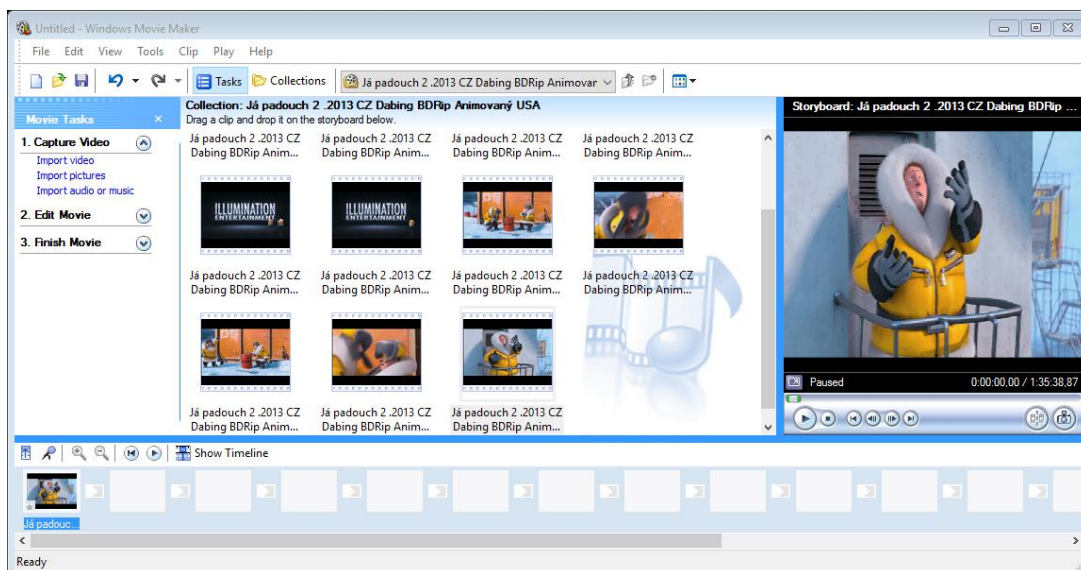
YouTube neslouží pouze pro nahrávání videa, ale také k jejich editaci. Zajímavé na tomto editoru je, že je online a nic se za něj neplatí. Je zde umožněna základní editace, jako stříh, doplnění titulků, prolínání obrazu nebo například úprava jasu a kontrastu. Pro plynulejší video je zde možné využít funkci stabilizace obrazu [92].



Obr. 80: Youtube editor videa

### Windows Movie Maker

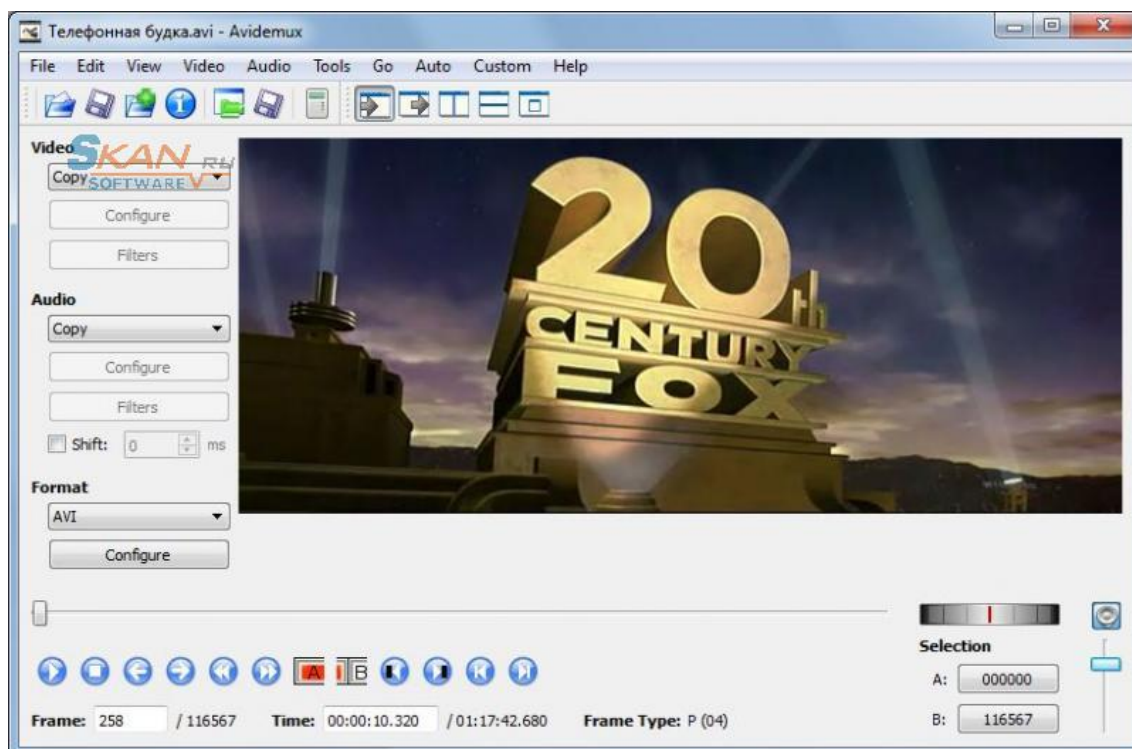
Jedním z nejpopulárnějších programů na úpravu videí v počítači zdarma, je Windows Movie Maker, který je k nalezení v balíku Microsoft Essentials. Je to jednoduchá střižna pro domácí užití, která je plně dostačující. Program je cílen na základní úpravy videí, zvládne import videí z různých zdrojů, stříhání, úpravy rychlosti, barevného spektra, nastavení prolínání, zvuku titulků a podobně. Nechybí zde ani stabilizace obrazu. Z tohoto programu lze video exportovat do různých formátů, nebo nahrávat na web [93].



Obr. 81: Window movie maker

## AviDemux 2.6

Je další z programů zdarma a také velice oblíbený. Avidemux je multiplatformní (Windows, Linux, Mac OS X, BSD) a opensoursový editor videa [93]. Slouží k úpravám videa, stříhu, ozvučení a konverzi videa. Nabízí možnost desítky různých filtrů a obsahuje všechny potřebné kodeky pro velkou škálu funkcí. Tvoří videa různého formátu a umí převádět do filmového formátu DVD [92].



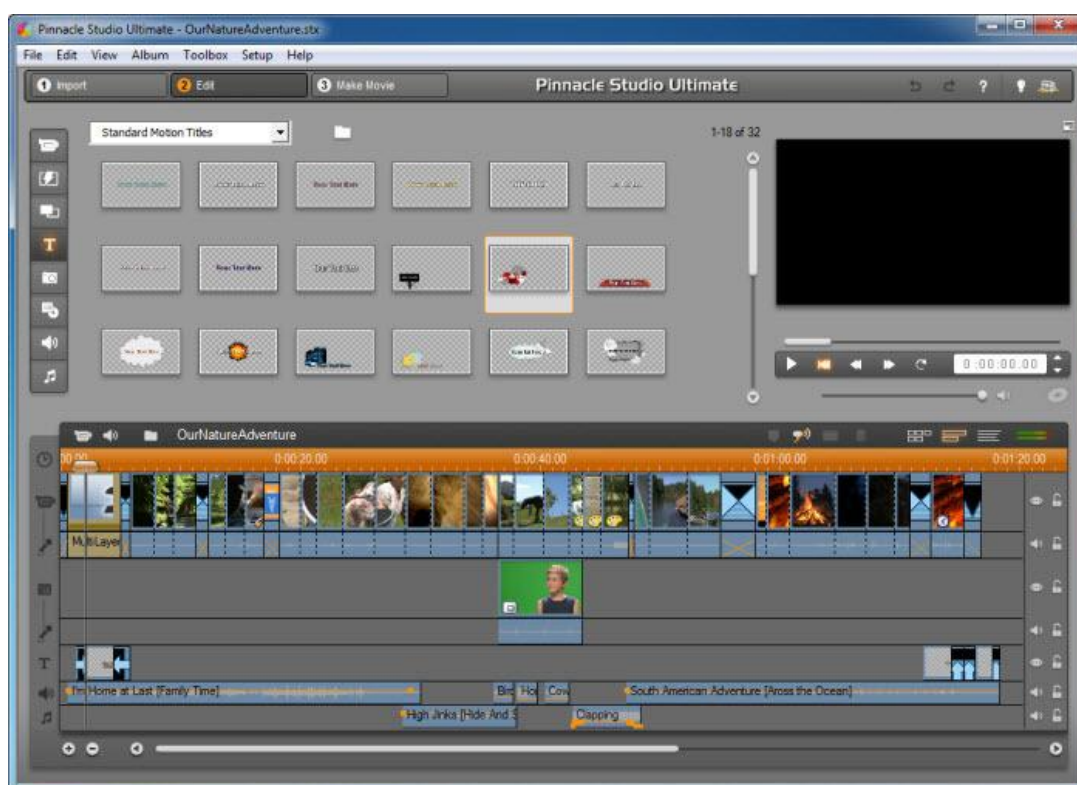
Obr. 82: Avidemux

## Final Cut Pro X

Tento program už není pro laiky, ale pro začínající profesionály. Nabízí 30 denní trial na zkoušku. Program vyvinul Apple pro Mac OS X. Umí pracovat s více kanály zvuků a nechybí mu ani filmový pás pro editaci, sdílení finálního produktu a pod. [92].

## Pinnacle Studio 17.5

Jedním z nejrozšířenějších placených programů je Pinnacle Studio 17.5. Nabízí uživateli stovky šablon a efektů, které můžete aplikovat do svého videa. Svou popularitu získal díky dlouhodobé tradici řady programů a také intuitivním prostředím [93]. Podporuje práci s prostorovým zvukem a snadno opraví nedokonalosti videa. Video lze přímo z programu nahrávat na server YouTube, nebo jej lze uložit v různých formátech do počítače [92].



Obr. 83: Prostředí Pinnacle Studio [94]

## 3 Zveřejňování

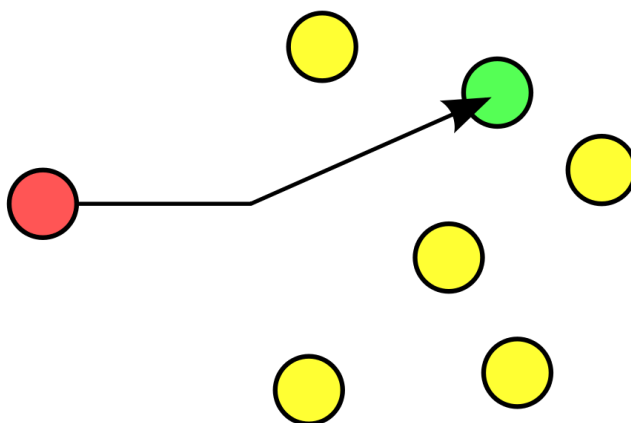
### 3.1 Videí na internetu

Důvodem vzniku internetu, bylo sdílení dat. Tato celosvětová síť propojuje počítače po celém světě a přirozeně se tak během let vyvinuly různé formy sdílení dat.

Existuje několik variant, jak šířit videa a data s dalšími uživateli. Jedním ze způsobů může být nahrání na vlastní přístupný server nebo například streamování na internetových stránkách a serverech k tomu určených. Dále záleží také na tom, s kolika uživateli má být data sdílena. Z toho vychází následný krátký výčet.

#### Unicast

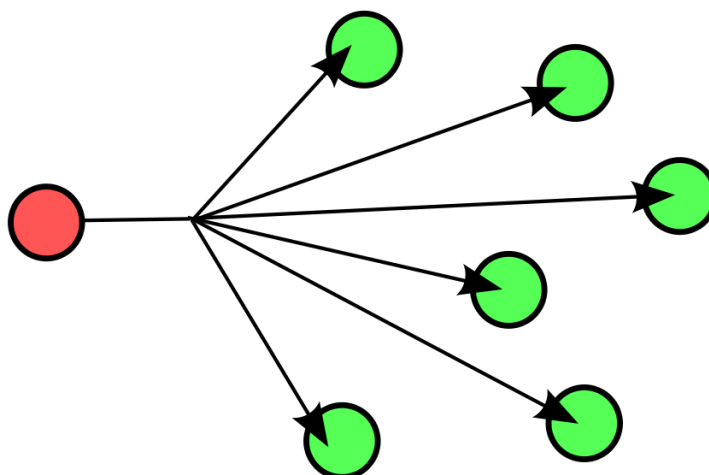
Označuje v počítačové síti zasílání paketů pouze jedinému uživateli. Užívá se pro přímou komunikaci mezi dvěma uzly v internetové síti [95].



Obr. 84: Unicast, spojení dvou uzlů [95]

#### Broadcast

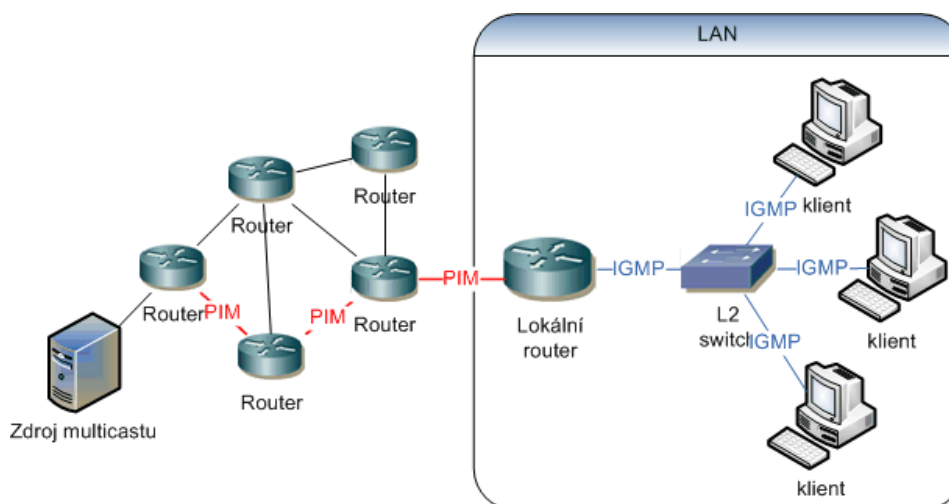
Je pravým opakem unicastu. Jde o systematické vysílání dat do všech uzlů na síti současně. Užívá se v případě, že je třeba doručit stejná data více uživatelům (uzlům) najednou. Tímto způsobem se šíří zvuk, videa, konferenční hovory a podobně. Pokud ale není síť vhodným způsobem chráněna, mohou broadcasty zahltit síť [96].



Obr. 85: Broadcast, propojení se všemi uzly [96]

## Multicast

Multicast je metoda elektivní komunikace jednoho odesílatele informací a více příjemců. Na tomto principu funguje například internetové rádio, kdy ve stejnou dobu, přijímá více příjemců stejná data. V praxi se tyto přenosy často řeší tak, že jsou vytvořena jednotlivá spojení pro každého příjemce. Vzniká velké množství duplicitních dat, která zatěžují server. Pomocí multicastu je jedna informace přenášena současně několika příjemcům najednou a kopie se tvoří pouze na místech, kde dochází k rozdělení cest toku informace [97].



Obr. 86: Znázornění Multicastové sítě. [98]

Vysílač, který je zároveň i zdrojem dat odesílá pakety na multicastovou adresu. Na routerech se pak paket odesílá do všech směrů. Mezi jednotlivými routery se multicast pakety přenáší pomocí směrovacího protokolu PIM. Ten vytváří následný distribuční strom díky internetové síti a provádí převod paketů uživatelům [97].

### **3.1.1 Videá v marketingu**

Hlavním způsobem využití jsou každodenní reklamy, které známe už desítky let. Způsob této prezentace ale vyžaduje profesionální zpracování a vysoký finanční obnos. Jedno odvysílání reklamy, která zabere 30 sekund, stojí podnik statisíce korun [99].

S rozvojem internetu začalo být umísťování videí na web novým způsobem marketingového využití. Tyto reklamy už totiž nepředstavují pro podnik tak velikou finanční zátěž, jako televizní reklamy [99].

Pro vysokou účinnost umísťují marketingoví specialisté firem čím dál častěji multimediální obsah, který zahrnuje i poutavá videa. Dalšími způsoby jak využít virtuální videa a reklamy je šíření výhradně internetovými stránkami, jako jsou například portály YouTube.com, nebo Stream.cz a podobně. Denně si na tyto portály přijdou shlédnout videa stovky tisíc lidí [100].

Tento způsob reklamy a marketingu je přijímán stále větším počtem uživatelů. Předpokládá se dlouhodobý nárůst uživatelů, kteří sledují videa na internetu. Na dvou nejvýznamnějších portálech s videi, se od roku 2009 počet unikátních návštěvníků za den zdvojnásobil [99].

## 3.2 YouTube

Největší současný internetový server pro sdílení video souborů byl založen roku 2005 zaměstnanci PayPalu a v roce 2006 byl odkoupen společností Google za 1,65 miliardy dolarů [101].

Jde o službu pro hostování a sdílení videa. Prohlížení videí je zcela bez podmínek, registrace je nepovinná, ale je vyžadována pro nahrávání videí, hodnocení a psaní komentářů. Každý registrovaný uživatel YouTube, může nahrát video dlouhé 15 minut. Ověření uživatelé mohou nahrávat videa dlouhá až 12 hodin. Existuje v 76 jazykových verzích a v roce 2015 byla spuštěna placená verze YouTube s názvem YouTube Red, která umožnila blokování reklamy a zhlédnutí obsahu navíc. Přes svou popularitu ve světě, je tato webová stránka v některých zemích terčem kritiky, a proto je na těchto místech blokována [102].

YouTube je centrem dění mladých lidí, kteří se snaží prosadit tvorbou vlastních videí, získání fanoušků a odběratelů. Jde o takzvané YouTubery, kteří se svou úspěšností na internetu stávají celebritymi. Tito YouTuberi získávají za počet odběratelů svých videí tzv. Play Button, což jsou ocenění za množství skalních fanoušků [103].

Každou minutu přibývá na YouTube 300 hodin nového videa (v přepočtu na dny 12,5 dne). Z tohoto důvodu si se dvěma miliardami přístupů denně YouTube zasloužil druhé místo v kategorii nejnavštěvovanější web světa (první místo zaujímá Google, majitel portálu YouTube) [104].



## Závěr

Tato práce byla psána s cílem osvěty pedagogů v oblasti záznamu, úpravy, komprimace a sdílení audio vizuálních materiálů. Především se zaměřila na záznam zvuku, který bývá často v oblasti amatérských a poloprofesionálních záznamů opomíjen. Přitom při edukačním procesu je třeba dbát na to, aby byly co nejkvalitněji stimulovány všechny smysly. Navíc většina informací v edukačním procesu je k žákovi přenášena právě sluchem (asi 80%).

Pro komplexní pochopení záznamu multimediálních materiálů však bylo nutné rozebrat celou problematiku od vstupních signálů, až po výstupní data a alespoň na chvíli se zastavit u každé části řetězu záznamového procesu.

Multimediální technologie, ač již dlouho využívané v edukaci, jsou dle mého názoru stále na vzestupu a na svoji kulminaci v oblasti pedagogiky budou ještě dlouho očekávat. Dostáváme se do doby, kdy standartní metody výuky procházejí reformou, hledají se nové cesty zaujetí a motivace žáků. Zda je tato cesta tvorby výukových videí, záznamem vyučování a sdílení jej, správným krokem, to ukáže až čas. Ale jelikož je to zdánlivě velmi nadějná a zajímavá metoda, bylo by škoda ji zavrhnout již v zárodku, při jejím možném potenciálu.

V současné době se omezujeme na záznamy videa a promítání na 2D, moderní nastupující technologie však umožňují snímat obraz ve 3D, a to dokonce sféricky, s možností pohybu obrazu uživatelem. K tomu všemu mu stačí pouze chytrý telefon. Této technologie by se dalo využít jako virtuální prohlídky budov, národních parků, zámků a to v pohodlí školy. Například, když bude učitel probírat stavební slohy, celá třída se může pomocí technologie přemístit třeba do sixtinské kaple a virtuálně si jí projít a prohlédnout.

Nebo můžeme zajít ještě dál, například děje, které probíhají v miniaturním světě a nejsou pouhým okem viditelné, například pohyby elektronů v atomech, jsou pro studenty těžce pochopitelné (musí si je dokázat představit). Tak proč studenty nevtáhnout pomocí multimediálních technologií přímo doprostřed atomu, kde si mohou celé jádro i valenční elektrony prohlédnout a téměř si i na ně sáhnout.

Pokud tato publikace dopomůže alespoň jednomu pedagogovi k pochopení a k tvorbě vlastních multimediálních materiálů a k využívání správných kompresních formátů, nebyla má práce zbytečná.

## Použité zdroje

- [1] VLACHÝ, Václav. *Praxe zvukové techniky*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Muzikus, 2000. ISBN 8086253058.
- [2] POLÁŠKOVÁ, Věra. *Zvuková technika pro 3. ročník technického oddělení střední průmyslové školy filmové, studijní zaměření Obrazová, zvuková a přenosová technika*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1980.
- [3] DRTINA, René. *Auditoriologie učeben nejen pro učitele*. Praha: Extrasystem Praha, 2015. ISBN 9788087570296.
- [4] Fón. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-07-02]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/F%C3%B3n\\_\(jednotka\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/F%C3%B3n_(jednotka))
- [5] Son. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-07-02]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Son\\_\(akustika\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Son_(akustika))
- [6] ŠUPKA, Ondřej. *Měření směrových charakteristik mikrofonů*. Praha, 2014. Bakalářská práce. České vysoké učení technické. Vedoucí práce František Rund.
- [7] ZÁSTĚRA, Jan. Směrové a frekvenční charakteristiky mikrofonů. In: *Janz audio* [online]. Praha, 2006 [cit. 2016-07-03]. Dostupné z: <http://www.janzaudio.com/clanky/smerove-a-frekvencni-charakteristiky-mikrofonu.html>
- [8] Ryan People [online]. *b.r.* [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://ryanpeoples.com/introductiontomicrophones>
- [9] AKG [online]. *b.r.* [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.akg.com/pro/p/c414xls>

- [10] MAKHOLM, Henning. Bi-directional figure-of-eight microphone. In: Mathematics [online]. 2011 [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://math.stackexchange.com/questions/90337/equation-for-the-sensitivity-pattern-of-a-bi-directional-microphone>
- [11] AKG, . Figure-eight C 414 XLS. In: AKG [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.ake.com/pro/p/c414xls>
- [12] SIGISMONDI, Gino. AUDIO SYSTEMS GUIDE: *MUSIC EDUCATORS* By Gino Sigismondi [online]. USA, 2016 [cit. 2016-07-04]. Dostupné z: [http://cdn.shure.com/publication/upload/401/us\\_pro\\_audiomusiceducators\\_ea.pdf](http://cdn.shure.com/publication/upload/401/us_pro_audiomusiceducators_ea.pdf)
- [13] SENNHEISER, . MKH 418-S. In: *Sennheiser* [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://en-us.sennheiser.com/stereo-shotgun-microphone-condenser-mkh-418-s>
- [14] SHURE, . Cardioid (Unidirectional) Microphone; Supercardioid Microphone. In: Shure [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: [http://cdn.shure.com/publication/upload/401/us\\_pro\\_audiomusiceducators\\_ea.pdf](http://cdn.shure.com/publication/upload/401/us_pro_audiomusiceducators_ea.pdf)
- [15] AKG, . Cardioid C 414 XLS. In: AKG [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.ake.com/pro/p/c414xls>
- [16] HEIL, Bob. IT ALL STARTS WITH THE MICROPHONE: things you were never told [online]. USA: HSL, 2012 [cit. 2016-07-04]. Dostupné z: <http://www.heilsound.com/pro/images/mic-primer/MicPrimer2012.pdf>
- [17] Dynamické mikrofony. In: Janzaudio [online]. 2006 [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.janzaudio.com/clanky/principy-a-typy-mikrofonnich-systemu.html>
- [18] ZÁSTĚRA, Jan. Principy a typy mikrofonních systémů. In: Janzaudio.com [online]. 2006 [cit. 2016-07-04]. Dostupné z: <http://www.janzaudio.com/clanky/principy-a-typy-mikrofonnich-systemu.html>

- [19] ŠAFAŘÍK, Jan. Páskové mikrofony: Technologie nalezená na půdě aneb utahování pásků na zvukařský způsob. *Music Store* [online]. 2013, 2013(04) [cit. 2016-07-04]. Dostupné z: <http://www.music-store.cz/clanky/paskove-mikrofony>
- [20] ŠAFAŘÍK, Jan. Srdcem vložky páskového mikrofону. In: *Musicstore* [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.music-store.cz/clanky/paskove-mikrofony>
- [21] BORÉ, Gerhart a Stephan PEUS. Microphones: Methods of Operation and Type Examples [online]. *Berlin*: Georg Neuman GmbH, 1990 [cit. 2016-07-04]. Dostupné z: [https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKewjzjfri49rNAhVFvBoKHagKAucQFgg3MAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.neumann.com%2Fdownload.php%3Fdownload%3Ddocu0002.PDF&usg=AFQjCNEVhqLEzgQ9Tidi49yV9Skf3\\_jm9Q&sig2=34r5sTKYhzVqR-c5NdrFA&bvm=bv.126130881,d.d24&cad=rja](https://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKewjzjfri49rNAhVFvBoKHagKAucQFgg3MAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.neumann.com%2Fdownload.php%3Fdownload%3Ddocu0002.PDF&usg=AFQjCNEVhqLEzgQ9Tidi49yV9Skf3_jm9Q&sig2=34r5sTKYhzVqR-c5NdrFA&bvm=bv.126130881,d.d24&cad=rja)
- [22] ČERNÝ, Petr. KONSTRUKCE MIKROFONŮ. *Elektroakustika.cz* [online]. Brno, b.r. [cit. 2016-07-05]. Dostupné z: [http://www.elektroakustika.cz/types\\_microphones.html](http://www.elektroakustika.cz/types_microphones.html)
- [23] ELEKTROAKUSTIKA, . Back-elektretový mikrofón. In: *Elektroakustika* [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: [http://www.elektroakustika.cz/types\\_microphones.html](http://www.elektroakustika.cz/types_microphones.html)
- [24] ČERNÝ, Petr. Návod na výrobu levného a přitom kvalitního snímače pro akustické hudební nástroje. *Elektroakustika.cz* [online]. Brno, b.r. [cit. 2016-07-05]. Dostupné z: <http://www.elektroakustika.cz/snimac.html>
- [25] ELEKTROAKUSTIKA, . Schéma piezoelektrického snímače. In: *ELEKTROAKUSTIKA* [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.elektroakustika.cz/snimac.html>

- [26] Shadow SH3001. In: Thomann [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <https://www.thomann.de/pics/prod/162353.jpg>
- [27] SHURE, . SM58. In: Shure [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.shure.eu/products/microphones/sm58#>
- [28] ZZOUNDS, . Shure MX150. In: Zzounds [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.zzounds.com/item--SHUMX150>
- [29] KIRSTEIN, . Pronomic HS-0211S. In: Kirstein [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: [http://www.kirstein.de/out/pictures/master/product/2/5e36cec79606416aee8c9d3aba8da00e\\_2.jpg](http://www.kirstein.de/out/pictures/master/product/2/5e36cec79606416aee8c9d3aba8da00e_2.jpg)
- [30] SENNHEISER, . ME 36. In: Sennheiser [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: [http://en-us.sennheiser.com/img/3595/x1\\_desktop\\_sennheiser-adn-3.jpg](http://en-us.sennheiser.com/img/3595/x1_desktop_sennheiser-adn-3.jpg)
- [31] DPAMICROPHONES, . D:vote 4099. In: Dpamicrophones [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.dpamicrophones.com/microphones/dvote/4099t-instrument-microphone-for-brass>
- [32] NEUMANN, . Neumann U 87 Ai. In: Neumann [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: [https://www.neumann.com/?lang=en&id=current\\_microphones&cid=u87\\_description](https://www.neumann.com/?lang=en&id=current_microphones&cid=u87_description)
- [33] Symetrické vedení signálu. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): *Wikimedia* Foundation, 2001 [cit. 2016-07-05]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Symetrick%C3%A9\\_veden%C3%AD\\_sign%C3%A1lu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Symetrick%C3%A9_veden%C3%AD_sign%C3%A1lu)
- [34] XLR konektor. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): *Wikimedia* Foundation, 2001 [cit. 2016-07-05]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/XLR\\_connector](https://en.wikipedia.org/wiki/XLR_connector)

- [35] DMMUSIC, . XLR Male; Female. In: Dmmusic [online]. b.r. [cit. 2016-07-16].  
Dostupné z:  
[http://www.dmmusic.com/media/catalog/product/cache/1/image/650x650/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/n/e/neutrik\\_xlr.jpg](http://www.dmmusic.com/media/catalog/product/cache/1/image/650x650/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/n/e/neutrik_xlr.jpg)
- [36] Jack (konektor). In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-07-05]. Dostupné z:  
[https://cs.wikipedia.org/wiki/Jack\\_\(konektor\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Jack_(konektor))
- [37] NP2X. In: Neutrik [online]. b.r. [cit. 2016-07-17]. Dostupné z:  
<http://www.neutrik.com/en/audio/plugs-and-jacks/px-series/np2x>
- [38] Cinch. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-07-05]. Dostupné z:  
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Cinch>
- [39] Jack - Cinch. In: Exasoft [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z:  
[https://www.exasoft.cz/crono-kabel-propojovaci-jack-cinch-stereo-jack-3-5mm-samec-2x-cinch-samec-1-8m\\_ie250708.jpg](https://www.exasoft.cz/crono-kabel-propojovaci-jack-cinch-stereo-jack-3-5mm-samec-2x-cinch-samec-1-8m_ie250708.jpg)
- [40] SE ELECTRONICS, . Dual Pro Pop Filter. In: SE electronics [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.seelectronics.com/accessories/>
- [41] SODOMKA, Václav. Digitalizace obrazu. Aztip.cz [online]. 2011 [cit. 2016-07-07].  
Dostupné z: <http://video.aztip.cz/nataceni-a-strih-vidoa/digitalni-video/digitalizace-obrazu>
- [42] Audio signal. In: Fluent [online]. 2013 [cit. 2016-07-16]. Dostupné z:  
<http://chimera.labs.oreilly.com/books/1234000001552/ch04.html>
- [43] Digital Audio Basics: Sample Rate and Bit Depth. Presonus [online]. USA, b.r. [cit. 2016-07-07]. Dostupné z: <http://www.presonus.com/news/articles/sample-rate-and-bit-depth>

- [44] Px\_pcm. In: AV navody [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: [http://www.avnavody.cz/?sekce=vrch\\_kodekyzvuku](http://www.avnavody.cz/?sekce=vrch_kodekyzvuku)
- [45] Pulzně kódová modulace. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): *Wikimedia* Foundation, 2001 [cit. 2016-07-07]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pulzn%C4%9B\\_k%C3%B3dov%C3%A1\\_modulace](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pulzn%C4%9B_k%C3%B3dov%C3%A1_modulace)
- [46] Digitální zvuk. Home.zcu.cz [online]. b.r. [cit. 2016-07-07]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~wiesner/digitalizace.html>
- [47] ŠVEC, Jiří. Kompresce zvuku? Jen podvod na uši!. AVmania [online]. 2009 [cit. 2016-07-07]. Dostupné z: <http://avmania.e15.cz/kompresce-zvuku-jen-podvod-na-usi>
- [48] HACKER, Scot. MP3: the definitive guide [online]. 1st ed. Sebastopol [Calif.]: *O'Reilly*, 2000 [cit. 2016-07-08]. ISBN 15-659-2661-7. Dostupné z: <http://pop-sheet-music.com/Files/6102add569a352211564c52aefd5040.pdf>
- [49] 10 Common Audio Formats Compared. Makeuseof [online]. 2016 [cit. 2016-07-08]. Dostupné z: <http://www.makeuseof.com/tag/audio-file-format-right-needs/>
- [50] DRTINA, René, Martin SCHLOSSER, Lukáš ČÁKORA, Jan KONVALINA a Lukáš VRBA. Testy srozumitelnosti řeči pro zvukové výukové materiály. Media4u [online]. 2015, 12(1), 19-27 [cit. 2016-07-08]. ISSN 1214-9187. Dostupné z: <http://www.media4u.cz/mm012015.pdf>
- [51] NTi AUDIO, . OPERATING MANUAL: NTi Audio TalkBox. Dostupné také z: <http://www.nti-audio.com/Portals/0/data/en/TalkBox-Manual.pdf>
- [52] PRESONUS, . AudioBox™ USB: Owner's Manual [online]. USA: presonus, 2012 [cit. 2016-07-11]. Dostupné z: [http://www-media-presonus.netdna-ssl.com/downloads/products/pdf/AudioBoxUSB\\_OwnersManual\\_EN1.pdf](http://www-media-presonus.netdna-ssl.com/downloads/products/pdf/AudioBoxUSB_OwnersManual_EN1.pdf)
- [53] Jak postavit domácí studio. Kytary.cz [online]. Praha, b.r. [cit. 2016-07-13]. Dostupné z: [http://kytary.cz/jak\\_postavit\\_domaci\\_studio/](http://kytary.cz/jak_postavit_domaci_studio/)



- [54] VELKÁ, Petra. DOMÁCÍ STUDIO (TÉMĚŘ) PRO KAŽDÉHO. Frontman.cz [online]. 2013 [cit. 2016-07-13]. Dostupné z: <http://frontman.cz/domaci-studio-temer-pro-kazdeho>
- [55] Jak vybrat zvukovou kartu. Kytary.cz [online]. b.r. [cit. 2016-07-13]. Dostupné z: [http://kytary.cz/jak\\_vybrat\\_zvukovou\\_kartu/](http://kytary.cz/jak_vybrat_zvukovou_kartu/)
- [56] FOCUSRITE Scarlett 2i2. In: Kytary [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <https://media.kytary.com/resources/Media/65457941.jpg>
- [57] RODE, . Rode NT1A. In: RODE [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.ode.com/microphones/nt1-a>
- [58] M-AUDIO Vocal Studio. In: Kytary [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://kytary.cz/m-audio-vocal-studio/HN107965>
- [59] ZOOM, . ZOOM H8. In: ZOOM [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: [https://www.zoom-na.com/sites/default/files/products/downloads/images/H6\\_XY\\_slant.jpg](https://www.zoom-na.com/sites/default/files/products/downloads/images/H6_XY_slant.jpg)
- [60] RODE, . SmartLav+ [online]. In: . b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.ode.com/microphones/smartlav>
- [61] I456. In: MicW [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.mic-w.com/product.php?id=24>
- [62] ZOOM, . IQ6. In: ZOOM [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <https://www.zoom.co.jp/products/handy-recorder/iq6-xy-stereo-microphone-ios>
- [63] KRAUS, Josef. Nejlepší program pro editaci, střih i mixování audia. Žive.cz [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-07-14]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/nejlepsi-program-pro-editaci-strih-i-mixovani-audia/sc-3-a-153943/default.aspx>

- [64] SOBOTKA, František. DAW na počítač 2. Muzikus [online]. 2013 [cit. 2016-07-14]. Dostupné z: <http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-clanky/DAW-na-pocitaci-2-tema-mesice~10~unor~2013/>
- [65] Cuabse [online]. In: . b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.steinberg.net/en/products/cubase/start.html>
- [66] Baxandall equalizer. In: Inguzaudio [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://inguzaudio.com/img/baxandall-a-like.jpg>
- [67] Ekvalizér. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-07-14]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ekvaliz%C3%A9r>
- [68] 1231. In: DBX [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://dbxpro.com/en-US/products/1231>
- [69] Audio Kompresor. Music-production [online]. b.r. [cit. 2016-07-14]. Dostupné z: <http://www.music-production.cz/audio-kompresor/>
- [70] DRTINA, René. Možnosti a omezení elektronické podpory kvality vzdělání. Praha: Extrasystem Praha, 2011.
- [71] CAHA, Z. Elektronizace ve výchově a vzdělání. Úvodník. 1986, , 133-136.
- [72] LUBOMÍR, Mojžíšek. Didaktita I. - Vzdělání, vyučovací proces, zásady a činitelé vyučovacího procesu. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979, s. 73.
- [73] Www.film16mm.pl. Historia filmu 16mm i innych amatorsich formatów filmowych [online]. b.r. [cit. 2016].
- [74] Edison Kinetoskop. In: Film16mm [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.film16mm.pl/images/historia/kinetoscope22-1.jpg>

- [75] SEDLÁK, Pavel. Malý video kurz. Videoprodukce [online]. b.r. [cit. 2016].  
*Dostupné z:* <http://www.videoproduce.cz/videokurz.htm>
- [76] KŮST, František. Digitální video v žurnalistické praxi. Dostupné z [www:](http://www.tvfreak.cz/art_doc1991EA75AF8E755CC125727C0059D7BC.html)  
<[http://www.tvfreak.cz/art\\_doc1991EA75AF8E755CC125727C0059D7BC.html](http://www.tvfreak.cz/art_doc1991EA75AF8E755CC125727C0059D7BC.html)>.  
1998.
- [77] LONG, Ben a Sonja SCHENK. Velká kniha digitálního videa. 1. vyd. Brno: CP  
*Books*, 2005.
- [78] Ilustrativní sestava pracoviště pro zpracování digitálního videosignálu. In:  
Elektrorevue [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z:  
<http://www.elektrorevue.cz/clanky/02062/Image7.jpg>
- [79] TELEVIZE, Česká. ČT Stanovisko České televize k volbě kódovacího systému pro  
digitální televizní vysílání DVB-T [online]. 1996 [cit. 2016]. Dostupné z:  
<<http://www.ceskatelevize.cz/vse-o-ct/technika/obraz/stanoviskoceske-televize-k-volbe-kodovaciho-systemu-pro-digitalni-televizni-vysilani-dvbt/?glossaryChar=I>>.
- [80] KASAL, Jaroslav. Cesta do hlubin digitální kamery - jak pracuje digitální kamera.  
PCWorld [online]. 2002 [cit. 2016]. Dostupné z: <http://pcworld.cz/hardware/cesta-do-hlubin-digitalni-kamery-jak-pracuje-digitalni-kamera-12943>
- [81] Přehledové schéma tříčipové digitální kamery. In: Elektrorevue [online]. b.r. [cit.  
2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/02062/Image1.jpg>
- [82] JELÍNEK, Petr. Videokamery. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2003. ISBN 80-251-  
0077-4.
- [83] SEDLÁK, Pavel. Základy TV technologie, základní pojmy, formát obrazu,  
komprese. Malý video kruz [online]. 2010 [cit. 2016]. Dostupné z: [www:](http://videoproduce.cz/tv_zaklady.htm)  
<[http://videoproduce.cz/tv\\_zaklady.htm](http://videoproduce.cz/tv_zaklady.htm)>.
- [84] WIKIPEDIE, . Objektiv. Wikipedie Otevřená encyklopedie [online]. b.r. [cit. 2016].  
*Dostupné z:* <https://cs.wikipedia.org/wiki/Objektiv>

- [85] MODR, Vlastimil. Cburnett. In: Photo-modr [online]. b.r. [cit. 2016-07-16].  
*Dostupné z:* <http://www.photo-modr.estranky.cz/clanky/zaklady-fotografovani/konstrukce-a-princip-fotoaparatu.html>
- [86] ČISTOTOVÁ, Tereza. Objektiv rybí oko. Katalog fotoaparátů [online]. 2007 [cit. 2016].  
*Dostupné z:* <http://clanky.katalogfotoaparatu.cz/199-objektiv-rybi-oko/>
- [87] Objektiv typu cirkulární. In: Digimanie [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z:  
<http://www.digimanie.cz/s-rybim-okem-na-krete-i/2268/img/body-7.3DBE.jpg>
- [88] PIHAN, Roman. S rybím okem na Krétě: I. Digimanie [online]. 2008 [cit. 2016].  
*Dostupné z:* <http://www.digimanie.cz/s-rybim-okem-na-krete-i/2268>
- [89] Rybí oko. In: Digimanie [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z:  
<http://www.digimanie.cz/s-rybim-okem-na-krete-i/2268/img/body-9.3974.jpg>
- [90] ČÍŽEK, Jakub. Sférické video: Zapomeňte na Street View. Toto je jízda. Živě [online]. 2014 [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/sfericke-video-zapomente-na-street-view-toto-je-vetsi-jizda/sc-3-a-172634/default.aspx>
- [91] Sférická kamera. In: Svetandroida [online]. 2014 [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <https://www.svetandroida.cz/media/2014/06/360cam-6.jpg>
- [92] DVOŘÁK, Jakub. V čem stříhat video? Přehled klasických i on-line aplikací. Technet.cz [online]. 2014 [cit. 2016]. Dostupné z: [http://technet.idnes.cz/v-cem-strihat-video-0o0-/software.aspx?c=A140806\\_184728\\_software\\_dvr](http://technet.idnes.cz/v-cem-strihat-video-0o0-/software.aspx?c=A140806_184728_software_dvr)
- [93] KRAUS, Josef. 7 nejlepších programů pro domácí střih videa. Živě [online]. 2013 [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/7-nejlepsich-programu-pro-domaci-strih-videa/movie-maker-2012/sc-3-a-168246-ch-86142/default.aspx#articleStart>
- [94] Pinnacle studio. In: Screenshots [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://screenshots.en.sftcdn.net/en/scrn/54000/54518/pinnacle-studio-26.jpg>

- [95] WIKIPEDIE, . Unicast. Wikipedie Otevřená encyklopedie [online]. 2013 [cit. 2016]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Unicast>
- [96] WIKIPEDIE, . Broadcast. Wikipedie Otevřená encyklopedie [online]. 2014 [cit. 2016]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Broadcast>
- [97] BOUŠKA, Petr. TCP/IP - skupinové vysílání IP Multicast a Cisco. Samuraj [online]. 2009 [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.samuraj-cz.com/clanek/tcpip-skupinove-vysilani-ip-multicast-a-cisco/>
- [98] Multicast. In: Samuraj-cz [online]. b.r. [cit. 2016-07-16]. Dostupné z: <http://www.samuraj-cz.com/gallery2/000811.gif>
- [99] ČERNÝ, Martin. Proměny a vývoj digitálního videa, Bakalářská práce. Praha: deposit in [Vysoká škola ekonomická v Praze], Fakulta informatiky a statistiky, 2011.
- [100] SMEJKALOVÁ, Zuzana. Moderní trendy v oslovování zákazníků prostřednictvím komerčních komunikací. Diplomová práce. Praha: deposit in [Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta mezinárodních vztahů], 2007.
- [101] MASHABLE, . Google Buys YouTube. Mashable [online]. 2006 [cit. 2016]. Dostupné z: <http://mashable.com/2006/10/09/confirmed-google-buys-youtube/#XZYqs.L.eSqj>
- [102] WIKIPEDIE, . YouTube. Wikipedie Otevřená encyklopedie [online]. 2016 [cit. 2016]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/YouTube#cite\\_note-1](https://cs.wikipedia.org/wiki/YouTube#cite_note-1)
- [103] PETIŠKA, Eduard. Tahle "televize" je pro mladý. *Česká pozice* [online]. 2014 [cit. 2016]. Dostupné z: [http://ceskapozice.lidovky.cz/vize-youtube-televize-pro-mlade-daj-/tema.aspx?c=A141015\\_225825\\_pozice-tema\\_kasa](http://ceskapozice.lidovky.cz/vize-youtube-televize-pro-mlade-daj-/tema.aspx?c=A141015_225825_pozice-tema_kasa)

- [104] TUHÁČKOVÁ, Petra. Za deset let se stal YouTube druhou nejnavštěvovanější stránkou. *Česká televize* [online]. 2015 [cit. 2016]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/media/1527110-za-deset-let-se-stal-youtube-druhou-nejnavstevovanejsi-strankou>

# Seznam obrázků

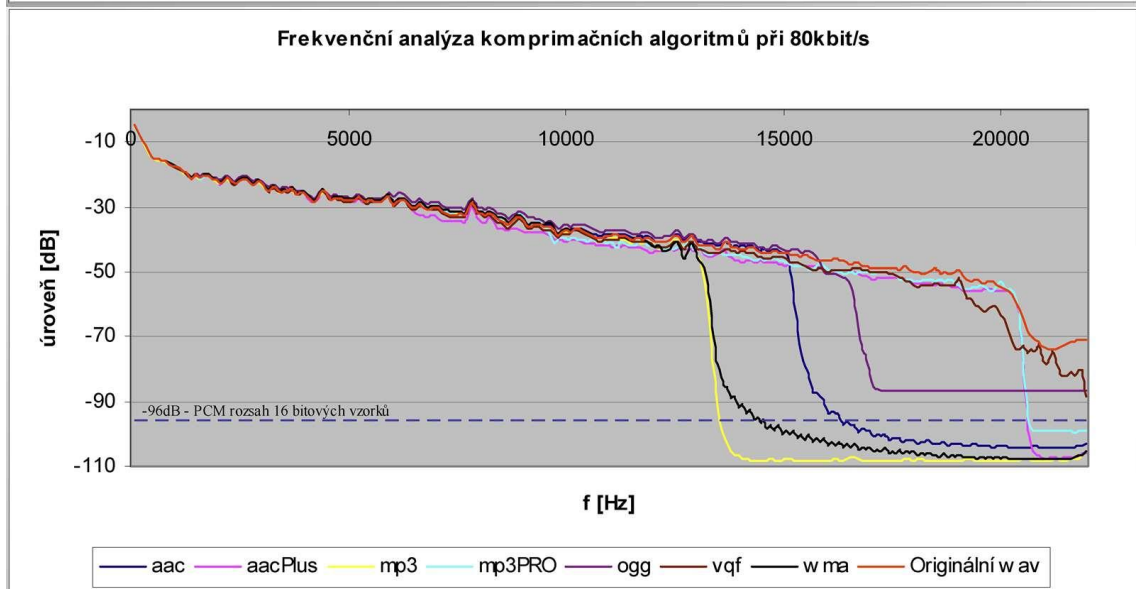
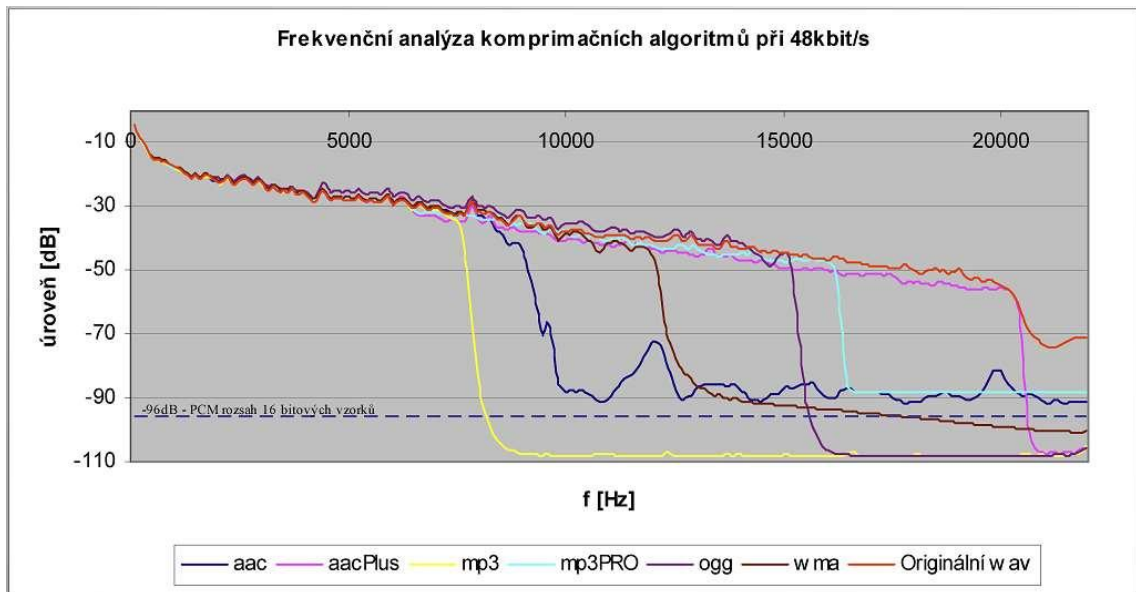
<i>Obr. 1: Konstrukce všesměrového (tlakového) mikrofonu .....</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 2: Schéma snímání všesměrového mikrofonu .....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 3: Typická všesměrová charakteristika (AKG C 414) [9] .....</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 4: Konstrukce mikrofonu s osmičkovou charakteristikou .....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 5: Schéma snímání osmičkového mikrofonu .....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 6: Typická osmičková charakteristika (AKG C 414) .....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 7: Konstrukce kardioidního mikrofonu .....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 8: SENNHEISER MKH418 .....</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 9: Schéma snímání kardioidního a hyperkardioidního mikrofonu .....</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 10: Typická kardioidní charakteristika (AKG C 414) .....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 11: Frekvenční charakteristika (AKG C 414) pro kardioidní nastavení vložky .....</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 12: Princip konstrukce dynamického mikrofonu .....</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 13: Princip konstrukce páskového (RIBBON) mikrofonu .....</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 14: Princip konstrukce kapacitního mikrofonu .....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 15: Schéma back-elektretového systému .....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 16: Schéma piezoelektrického snímače .....</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 17: Piezo snímač (Shadow 3001) .....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 18: Mikrofon Shure SM58 .....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 19: Příklad umístění microportu (Shure MX150) .....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 20: Možnost umístění náhlavního mikrofonu (Pronomic HS-0211S) .....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 21: Konferenční mikrofon Sennheiser ME 36 .....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 22: mikrofon DPA d:vote 4099 připnutý k trumpetě .....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 23: Neumann U 87 .....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 24: Původní signál přivedený do vodiče .....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 25: Původní signál (hot) s inverzním signálem (cold) .....</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 26: Symetrický signál s naindukovaným parazitním signálem .....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 27: Součet signálů HOT, COLD .....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 28: Inverze signálu COLD .....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 29: Šum signálů v symetrickém vedení .....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 30: XLR konektor Neutrik (samice, samec) .....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 31: Konektor JACK 6,3 mm TRS; Konektor JACK 6,3 mm TS .....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 32: Levý a pravý Cinch konetor; Jack 3,5 mm .....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 33: Pop filtr firmy Se electronics v podobě kovové mřížky i punčošky [39] .....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 34: Příklad audio signálu .....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 35: Princip vzorkování spojitého signálu. ....</i>	<i>48</i>

<i>Obr. 36: Příliš nízká vzorkovací frekvence nevystihne průběh signálu .....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 37: Vyšší frekvence vzorkování umožňuje věrnější rekonstrukci původní signálu.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 38: Křivka prahu slyšitelnosti a vliv maskovací frekvence.....</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 39: Princip časového maskování .....</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 40: Frevenční charakteristika referenčního zdroje NTi Talk-box .....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 41: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 1) .....</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 42: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 1. testovacího vzorku.....</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 43: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 2) .....</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 44: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 2. testovacího vzorku.....</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 45: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 3) .....</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 46: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 3. testovacího vzorku.....</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 47: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 4) .....</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 48: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 4. testovacího vzorku.....</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 49: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 5) .....</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 50: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 5. testovacího vzorku.....</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 51: Plocha dosažené srozumitelnosti (vzorek 6) .....</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 52: Vrcholové hodnoty frekvenční analýzy 6. testovacího vzorku.....</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 53: Průnik vrcholových hodnoty frekvenční analýzy vzorku 1 – 6 .....</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 54: Vliv závislosti srozumitelnosti na velikosti vzorku .....</i>	<i>66</i>
<i>Obr. 55: Popis zvukové karty FOCUSRITE Scarlett 2i2 .....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 56: Rode NT1 s popfiltrem.....</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 57: USB mikrofon M-AUDIO Vocal Studio .....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 58: Zoom H6.....</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 59: Lavalier mikrofon RODE SmartLav+ .....</i>	<i>73</i>
<i>Obr. 60: MicW i456.....</i>	<i>73</i>
<i>Obr. 61: Zoom IQ6 propojený do Iphonu .....</i>	<i>74</i>
<i>Obr. 62: Prostředí programu Audacity.....</i>	<i>75</i>
<i>Obr. 63: Prostředí programu Adobe Audition .....</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 64: Prostředí programu GoldWave .....</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 65: Prostředí Cubase .....</i>	<i>77</i>
<i>Obr. 66: Baxandallův equalizer .....</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 67: Typický průběh filtrů typu horní propust.....</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 68: Typická průběh pásmové propusti .....</i>	<i>80</i>
<i>Obr. 69: Profesionální grafický ekvalizer DBX 1231 .....</i>	<i>81</i>
<i>Obr. 70: Parametrický ekvalizér v programu Adobe Audition.....</i>	<i>82</i>
<i>Obr. 71: Ukázka kompresoru a jeho nastavení.....</i>	<i>83</i>
<i>Obr. 72: Porovnání velikostí obrazu, .....</i>	<i>85</i>
<i>Obr. 73: Edisonův Kinetoskop o šířce 22 mm z roku 1912 .....</i>	<i>87</i>

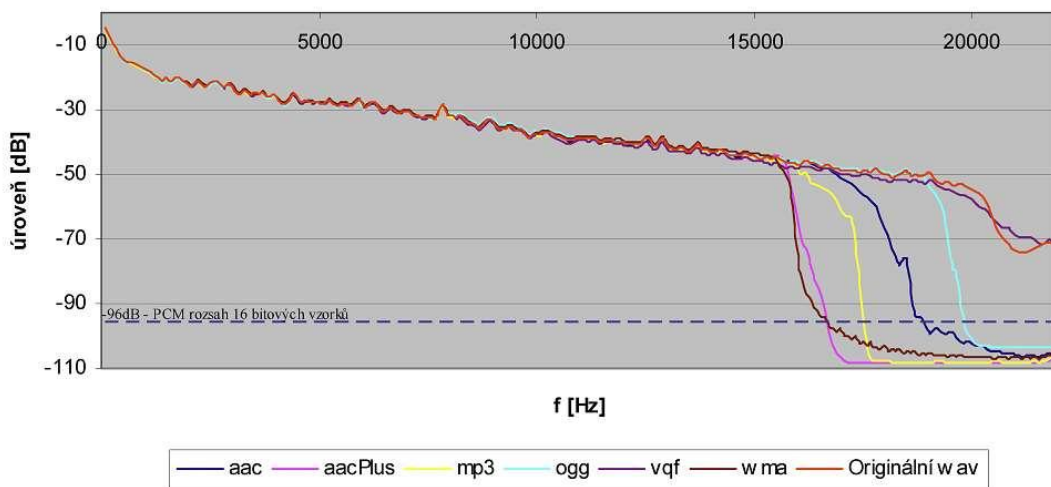


<i>Obr. 74: Ilustrativní sestava pracoviště pro zpracování digitálního videesignálu,.....</i>	<i>89</i>
<i>Obr. 75: Přehledové schéma tříčipové digitální kamery .....</i>	<i>91</i>
<i>Obr. 76: Boční řez optickou soustavou jednooké zrcadlovky .....</i>	<i>95</i>
<i>Obr. 77: Objektiv typu cirkulární rybí oko, který zachytí výřez 180° všemi směry.....</i>	<i>96</i>
<i>Obr. 78: Srovnání obrazu cirkulárního rybího oka a diagonálního rybího oka.....</i>	<i>96</i>
<i>Obr. 79: Obrázky dvou typů sférických kamer .....</i>	<i>97</i>
<i>Obr. 80: Youtube editor videa .....</i>	<i>98</i>
<i>Obr. 81: Window movie maker .....</i>	<i>99</i>
<i>Obr. 82: Avidemux .....</i>	<i>99</i>
<i>Obr. 83: Prostředí Pinnacle Studio .....</i>	<i>100</i>
<i>Obr. 84: Unicast, spojení dvou uzlů.....</i>	<i>101</i>
<i>Obr. 85: Broadcast, propojení se všemi uzly .....</i>	<i>102</i>
<i>Obr. 86: Znárodnění Multicastové sítě. ....</i>	<i>102</i>

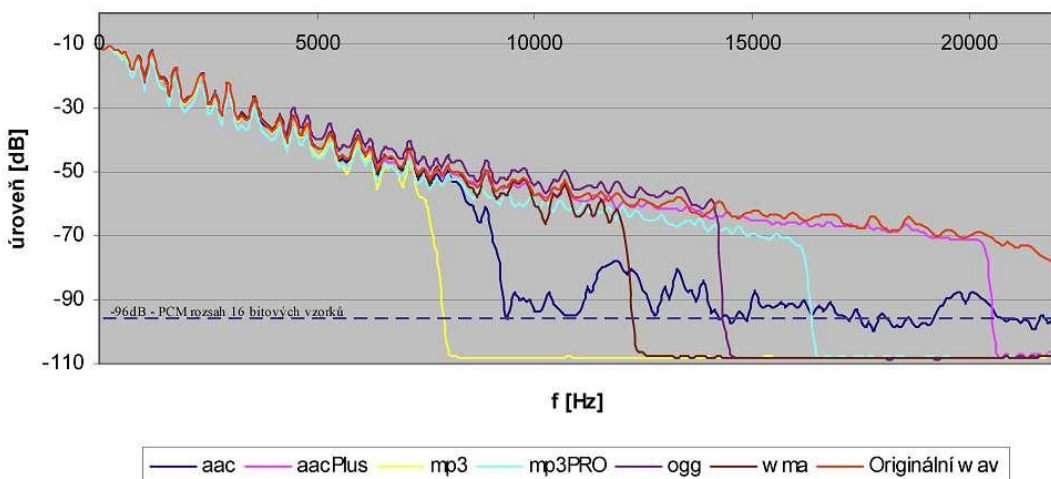
# Příloha A



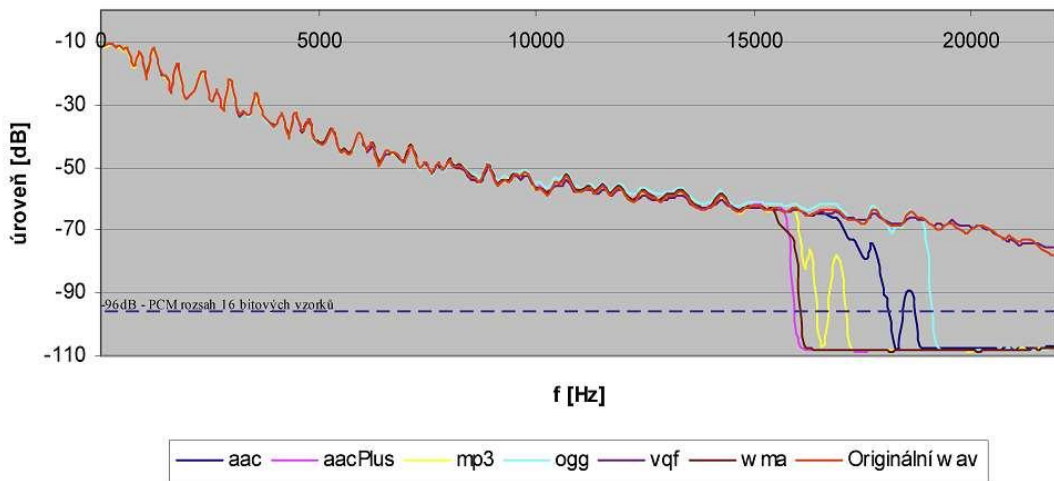
Frekvenční analýza komprimačních algoritmů při 128kbit/s



Frekvenční analýza komprimačních algoritmů při 48kbit/s



Frekvenční analýza komprimačních algoritmů při 128kbit/s



Frekvenční analýza komprimačních algoritmů při 80kbit/s

