

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – katedra fyziky

Problematika záznamu zvuku se zaměřením na vzdělávání

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

Autor práce: Vít Ditrich

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Rudolfově dne 26. 4. 2011

Vít Ditrich

Touto formou bych chtěl poděkovat vedoucímu práce RNDr. Petru Bartošovi, PhD., za odbornou pomoc při psaní této práce.

Dále bych chtěl poděkovat manželům Strnadovým, vedení 1. soukromé ZUŠ v Českých Budějovicích, za poskytnutí nahrávací techniky, zpřístupnění různých hudebních nástrojů a potřebné literatury.

V neposlední řadě chci poděkovat celé své rodině a známým za podporu a shovívavost při psaní této práce.

Obsah

OBSAH	4
ANOTACE	6
ABSTRACT	6
1 ZÁKLADNÍ POJMY	8
1.1 FYZIKÁLNÍ PODSTATA ZVUKU	8
1.1.1 <i>Vlnění</i>	8
1.1.2 <i>Kmity</i>	9
1.1.3 <i>Frekvence</i>	12
1.1.4 <i>Složitější kmity</i>	13
1.1.5 <i>Tlumené kmity</i>	14
1.1.6 <i>Druhy vlnění</i>	15
1.1.7 <i>Lom a odraz vlnění</i>	16
1.2 ZÁKLADY AKUSTIKY	19
1.2.1 <i>Zvuky a tóny</i>	19
1.2.2 <i>Výška tónu</i>	20
1.2.3 <i>Intenzita tónu</i>	23
1.2.4 <i>Délka tónu</i>	25
1.2.5 <i>Barva tónu</i>	26
1.3 ZDROJE ZVUKU	27
1.3.1 <i>Samozvučné hudební nástroje</i>	27
1.3.2 <i>Blanzvučné hudební nástroje</i>	28
1.3.3 <i>Dechové hudební nástroje</i>	28
1.3.4 <i>Strunné hudební nástroje</i>	29
1.3.5 <i>Elektrické hudební nástroje</i>	29
2 MIKROFONY	31
2.1 DRUHY MIKROFONŮ	31
2.1.1 <i>Dynamické mikrofony</i>	31
2.1.2 <i>Páskové mikrofony</i>	32
2.1.3 <i>Kapacitní mikrofony</i>	32
2.1.4 <i>Elektretové mikrofony</i>	33
2.1.5 <i>Kontaktní mikrofony (snímače)</i>	34
2.2 CHARAKTERISTIKY MIKROFONŮ	35
2.2.1 <i>Citlivost mikrofonu</i>	35
2.2.2 <i>Směrová charakteristika</i>	35
2.2.2.a <i>Kulová charakteristika</i>	36
2.2.2.b <i>Osmičková charakteristika</i>	36
2.2.2.c <i>Ledvinová charakteristika</i>	37
2.2.2.d <i>Měnitelná charakteristika</i>	38
2.2.3 <i>Frekvenční charakteristika</i>	39
2.2.4 <i>Impedance mikrofونů</i>	39
2.3 PŘÍSLUŠENSTVÍ MIKROFONŮ	40

3	SNÍMÁNÍ ROZŠÍŘENÝCH HUDEBNÍCH NÁSTROJŮ	41
3.1	SNÍMÁNÍ SMYČCOVÝCH NÁSTROJŮ	41
3.2	SNÍMÁNÍ JINÝCH STRUNNÝCH NÁSTROJŮ	43
3.3	SNÍMÁNÍ KLÁVESOVÝCH NÁSTROJŮ	45
3.4	SNÍMÁNÍ DECHOVÝCH NÁSTROJŮ	47
3.5	SNÍMÁNÍ BICÍCH NÁSTROJŮ	49
3.6	SNÍMÁNÍ HLASU	51
4	PRÁCE SE ZVUKEM A JEHO ÚPRAVY	52
4.1	MIXÁŽNÍ PULTY	52
4.2	ÚPRAVA ZVUKU V POČÍTAČI	55
4.3	ZÁZNAMOVÁ MÉDIA	58
4.4	ZVUKOVÉ FORMÁTY	59
5	ZÁVĚR	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:	64

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá záznamem zvuku, zejména hudebních nástrojů. Nejprve jsou objasněny fyzikální vlastnosti zvuku, základní pojmy a úvod do akustiky. Následuje kapitola o zdrojích zvuku a o tom, jak zvuk vzniká a na jakém principu fungují hudební nástroje. Dále se zaměříme na nejčastější typy mikrofonů, na jejich správné a vhodné použití.

Po nutném teoretickém základu se zaměříme na jednotlivé hudební nástroje a na to, jak který nejlépe zaznamenat, aby byl zvuk co nejvěrnější. Ke konci práce si objasníme zpracování zvuku, jak probíhá proces nahrávání a na jednoduché úpravy, které můžeme provádět v hudebních editorech. Nakonec se podíváme, jaké máme možnosti uložení nahrávky, a na to jaké zvukové formáty se v hudebním světě používají.

Abstract

This bachelor work deals with sound recording, especially with that of musical instruments. At first the physical qualities of sound, basic terms and the introduction to acoustics are explained. We will discuss sources of sound, how the sound comes up and in which way the musical instruments work. Furthermore we will solve the most used types of microphones and their correct and suitable application.

We will focus on each musical instrument and on ways how to write down sound to be the best. Then we will clear up the sound processing, how the process of recording goes and its easy adjustment, which can be used in musical editors. We will finish looking at the possibilities of saving the records and which audio file formats are mainly used by musicians.

1 Základní pojmy

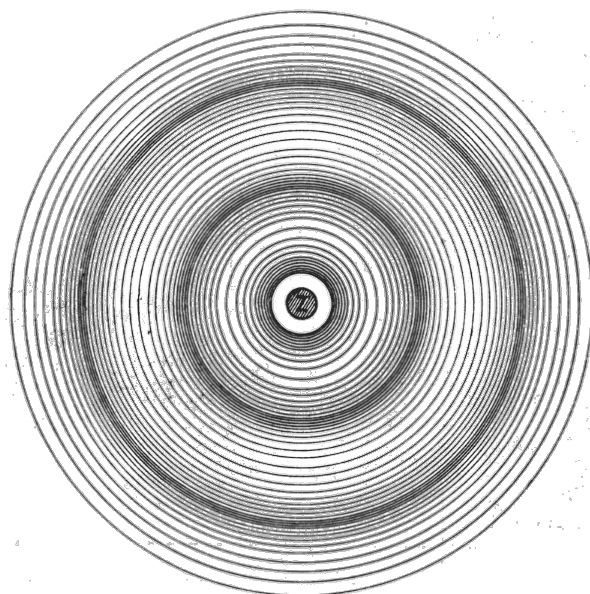
Jako zvuk označujeme mechanické vlnění, které můžeme slyšet. Znamená to tedy, že se samozřejmě vyskytuje i vlnění, které je podobné zvuku, ale naše ucho ho nezaznamená. Takový zvuk zpravidla označujeme buď jako ultrazvuk (nad 16 000 Hz), nebo jako infrazvuk (pod 16 Hz). Slyšitelné mechanické vlnění se pohybuje v rozmezí frekvencí 16 Hz až přibližně 16 000 Hz. [3]

Tyto hodnoty jsou ale hodně orientační a v průběhu života se tyto hodnoty u jednotlivců mění. Obzvláště starší lidé mají horní hranici slyšitelnosti rapidně sniženu i na 8000 Hz [1]. Abychom zde neuváděli jen čísla, povíme si něco o vlnění, kmitech a dalších jevech z praxe.

1.1 Fyzikální podstata zvuku

1.1.1 Vlnění

Představme si klidnou letní vodní hladinu, do které vhodíme kámen. Každý jsme to jistě alespoň jednou v životě učinili, a tak si to určitě všichni dovedeme představit. Jak vidíme na obrázku 1.1, od zdroje (kámen) se nám v kruzích šíří vlny a poloměr kruhů se nám s časem zvyšuje. Vlny se šíří vodivým prostředím. Tyto vlny vznikají periodicky se opakujícím kmitáním částic.



Obrázek 1.1: Šíření vln v homogenním prostředí [1]

Kámen vhozený na hladinu rozkmital částice, předal jim část své kinetické energie, kterou si částice mezi sebou předávají. Vlnění se rozšiřuje a v důsledku toho nám postupně klesá energie vlnění, až dojde k jeho zastavení.

Představme si zdroj mechanického vlnění, pro příklad to může být reproduktor od televize či rádia. V předchozím případě byl takovým zdrojem kámen. V reproduktoru kmitá membrána, kterou rozkmital elektrický proud v magnetickém poli, a tato membrána předává část své energie, tentokrát částicím vzduchu. Opět si částice mezi sebou předávají energii, opět kmitáním, a působí, že se šíří vlny, právě podobně jako vlny na vodní hladině. Zde opět můžeme v praxi pozorovat, že se nám vlny nešíří od zdroje zvuku do nekonečna. Sami dobře víme, že když se budeme od televize vzdalovat a nebudeme u toho zesilovat zvuk – to znamená, že membrána bude částice rozkmitávat s konstantní vlnou – bude se snižovat i hlasitost.

1.1.2 Kmity

Pro objasnění pojmu kmit se velmi často používá závaží zavěšené na pružině. Nebudeme výjimkou, jelikož to považuji za velmi dobrý a všem snadno představitelný příklad kmitu.

Soustavu pružina – závaží (obrázek 1.2) můžeme označit za mechanický oscilátor, jelikož kmitá bez vnějšího působení. Na pružinu umístíme závaží. Pružina se nám prodlouží a po čase oscilátor zaujme rovnovážnou polohu. Pokud závaží vychýlíme z rovnovážné polohy směrem dolů a závaží pustíme, začne nám oscilátor kmitat. Po čase se oscilátor opět ustálí v rovnovážné poloze. Na těleso působí dvě hlavní síly. Dokud bylo těleso v rovnovážném stavu, na těleso působily dvě stejně velké opačně orientované síly. Síla F_g , tedy síla tíhová, a také síla, kterou na těleso působí samotná pružina. Říkáme jí síla pružnosti a označujeme ji F_p . Jakmile jsme těleso vychýlili z rovnovážné polohy, zvětšila se síla F_p , a právě po uvolnění tato síla způsobila samotné kmitání. Na těleso také působí odporová síla F_o , která způsobuje přirozený odpor okolního prostředí. Ve výsledku nám způsobuje to, že se těleso zastaví v rovnovážném bodě, odkud jsme zahájili kmitavý pohyb.

Pokud se zaměříme na dynamiku kmitavého pohybu, budeme vycházet z druhého Newtonova zákona. Tedy platí, že:

$$F = m \cdot a \qquad \text{Rovnice 1.1: Newtonův pohybový zákon}$$

kde m je hmotnost závaží a a je zrychlení kmitavého pohybu. Zrychlení určíme dle vztahu:

$$a = -\omega^2 y$$

Rovnice 1.2: Zrychlení harmonického kmitavého pohybu

Po dosazení nám vznikne pohybová rovnice harmonického kmitavého pohybu, která je známa ve tvaru:

$$F = -m\omega^2 y$$

Rovnice 1.3: Harmonický kmitavý pohyb[2]

Základním parametrem pružiny je její tuhost označovaná k , která se vypočítá dle:

$$k = \frac{F}{\Delta l} \quad \text{Rovnice 1.4: Tuhost pružiny}$$

kde Δl je prodloužení pružiny po zavěšení závaží, které na pružinu působí silou F . Jestliže začneme s oscilátorem kmitat, mění se síla pružnosti a tíhová síla zůstává stálá. Celková síla F se pak rovná jejich součtu. Po dosazení do rovnic zjistíme, že na těleso působí proměnlivá síla:

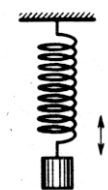
$$F = -k \cdot y$$

Rovnice 1.5: Síla působící na oscilátor

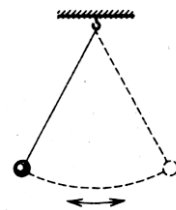
Tato síla směřuje stále do rovnovážné polohy a je příčinou kmitavého pohybu oscilátoru. Jestliže tuto sílu dosadíme do rovnice 1.3 a vyjádříme odtud ω , získáme úhlovou frekvenci volně kmitajícího oscilátoru:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{Rovnice 1.6: Úhlová frekvence oscilátoru}$$

Samozřejmě pružina a závaží nejsou jediným druhem mechanického oscilátoru, na kterém si můžeme ukázat kmitání. Stejně dobře nám pro představu může posloužit kulička zavěšená na pevném vlákně (obrázek 1.3). Zde bychom kuličku vychýlili z rovnovážné polohy směrem ze svislého směru. Tedy doleva nebo doprava. Takovému oscilátoru říkáme kyvadlo. Zde je důvodem kmitání pohybová složka tíhové síly F_g .



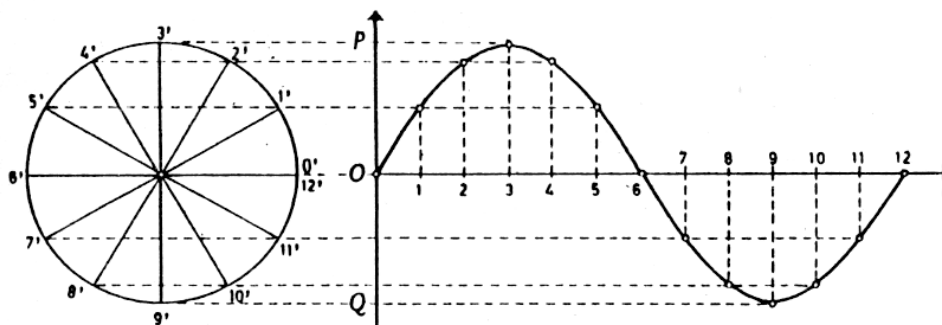
Obrázek 1.2: Závaží na pružině [2]



Obrázek 1.3: Kulička na vlákně [2]

Vraťme se nyní k pružině se závažím. Pokud bychom sledovali závaží, které kmitá v čase, pozorovali bychom, že závaží opisuje křivku. Tato křivka se nazývá sinusoida. Podíváme-li se na obrázek 1.4, vidíme kružnici a osový kříž s vyznačenou křivkou. Představme si, že na ose y kmitá závaží z bodu Q přes rovnovážnou polohu O do bodu P . Začneme-li

křivku zaznamenávat při průchodu bodem O směrem k bodu P , a budeme-li nanášet jednotlivé body v čase, vyjde nám právě sinusoida, jak je na obrázku naznačeno. Na stejném obrázku také vidíme, co je to jeden kmit. Za jeden kmit se označuje stav, než se těleso vrátí do výchozí pozice. Tedy opustí bod O do bodu P , navrátí se do bodu O , pokračuje do bodu Q a navrátí se zpátky do výchozího bodu O .



Obrázek 1.4: Průběh kmitu v čase t – sinusoida[2]

Rovnice harmonického kmitu je známa ve tvaru:

$$y = y_m \sin \omega t$$

Rovnice 1.7: Harmonický kmit [2]

Veličina y nám představuje okamžitou výchylku, y_m nám představuje maximální výchylku, tedy v našem případě vzdálenost $|OP|$ (výška amplitudy), ω je úhlová frekvence a t je doba kmitu. Úhlová frekvence ω je definována jako:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

Rovnice 1.8: Úhlová frekvence [2]

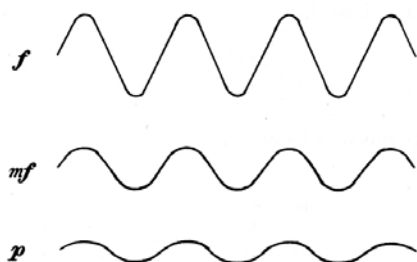
Rovnice 1.1 ovšem řeší pouze kmitavý pohyb z rovnovážné polohy. Velice často ovšem nastane situace, kdy těleso nepočíná svůj kmit v rovnovážné poloze. Pokud tato situace nastane, zavádíme veličinu φ_0 , kterou nazýváme počáteční fáze. Tato veličina nám určuje hodnotu okamžité výchylky. Rovnice má pak tvar:

$$y = y_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Rovnice 1.9: Okamžitá výchylka [2]

Pro nás je ovšem důležité, co v praxi znamená výška amplitudy. Jednoduše řečeno se jedná o hlasitost zvuku. Čím vyšší amplituda, tím vyšší hlasitost. Pokud použijeme hudební názvosloví, tak nízká amplituda je **p** piano, střední amplituda je **mf** mezzoforte a vysoká amplituda je **f** forte. Na obrázku 1.5 si všimněte, že křivky mají stejný počátek a že jsou ve stejné fázi – to znamená, že všechna minima i maxima amplitud a zároveň i rovnovážné

polohy jsou u všech tří křivek ve stejném čase. To nám naznačuje, že se jedná o stejný tón. O tónech si povíme v kapitole pojednávající o základech akustiky (kapitola 1.2).



Obrázek 1.5: Velikost amplitudy v praxi [1]

Velikost amplitudy závisí na množství energie, s níž je těleso vychýlováno z rovnovážné polohy do mezní polohy, tím pádem určuje intenzitu – sílu působení vln (kapitola 1.2.3).

1.1.3 Frekvence

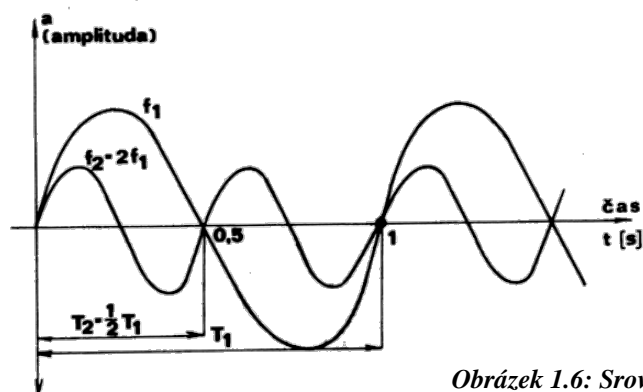
Nyní se podíváme na pro nás prozatím nejzajímavější fyzikální veličinu, a tou je frekvence. Prozatím jsme se nezabývali tím, jak mají být sinusoidy „dlouhé“, či „krátké“, nějakým způsobem jsme je v čase znázornili. Ale v hudbě je frekvence téměř stěžejní věcí. Určuje nám totiž výšku samotného zvuku, tónu. Čím je frekvence vyšší, tím je vyšší i zvuk. Frekvence se značí písmenem f a její jednotkou je Hz – Hertz (jednotka Si). Frekvence je úzce spjata s dobou periody T , je její převrácenou hodnotou.

$$f = \frac{1}{T}$$

Rovnice 1.10: Frekvence

Z tohoto vyplývá, že jestliže za dobu t_1 , těleso vykoná 2x víc kmitů než za dobu t_2 , těleso v čase t_1 kmitá s 2x vyšší frekvencí. To platí samozřejmě v případě, že časy t_1 a t_2 jsou stejné.

Na obrázku 1.6 vidíme dvě sinusoidy, z nichž jedna kmitá s dvojnásobnou frekvencí než druhá. Zároveň však má nižší amplitudu. Kdybychom poslouchali takto zakreslené zvuky, vnímali bychom je jako dva zvuky, z nichž jeden je silnější a hlubší (f_1), a ten druhý jako slabší, ale vyšší (f_2). Pokud se jedná o dvojnásobnou frekvenci, jedná se o stejný tón, ale znějící o oktávu výš (kapitola 1.2.2).

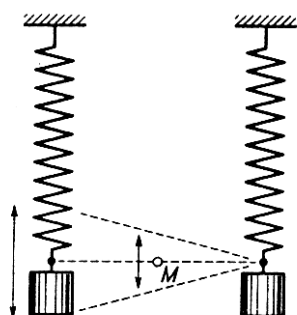


Obrázek 1.6: Srovnání frekvence f_1 a f_2 [3], [1]

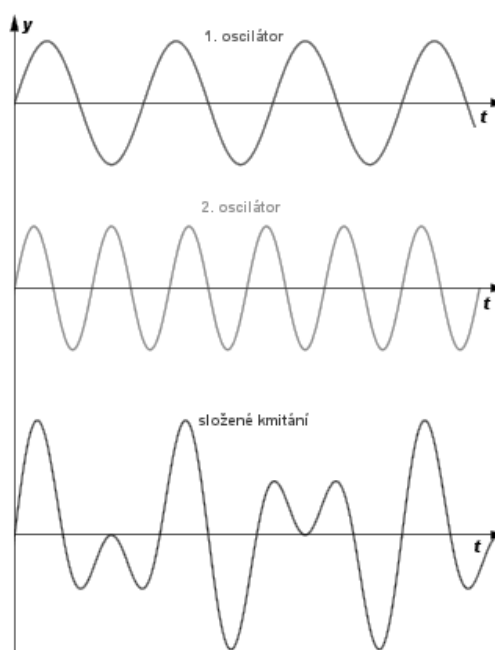
1.1.4 Složitější kmity

Prozatím jsme řešili pouze jednoduché křivky – sinusoidy. V praxi je tento zvuk příliš čistý, fádňí, bezbarvý. Zdrojem takového zvuku může být tónový generátor, kde si nastavíme exaktní frekvenci, a na výstupu se nám objeví krásná křivka. S takovým zvukem se setkáme v běžném životě málokdy.

Jak už jsme zmiňovali, zvuk je vlnění. Prozatím jsme uvažovali jeden zdroj zvuku. Když si vzpomeneme na úplný začátek kapitoly, dávali jsme za příklad kámen vhozený na vodní hladinu (obrázek 1.1). Nyní si představme, že na vodní hladinu dopadnou kameny dva. Od obou zdrojů se nám začnou kruhově šířit vlny. A pokud budou zdroje dostatečně blízko u sebe, začnou spolu vlny vzájemně interferovat (vzájemně se ovlivňovat). Demonstrovat si to můžeme jednoduchým pokusem. Vezmeme dvě pružiny se závažím a vzájemně je spojíme gumovým vláknem. Střed vlákna můžeme zdůraznit kusem polystyrenu. Kmitá-li jen jeden oscilátor, začne střed vlákna kmitat dle frekvence kmitajícího oscilátoru. Jestliže však budou oscilátory kmitat současně, vznikne složené kmitání [2]. Můžeme si to prohlédnout na uvedených obrázcích:



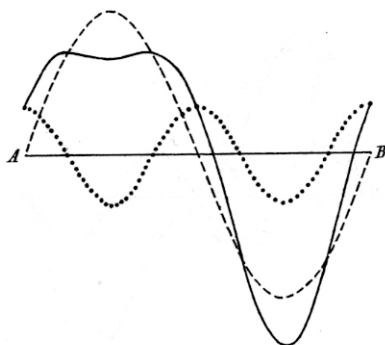
Obrázek 1.7: dvě pružiny [2]



Obrázek 1.8: Ukázka složeného kmitání

Vezměme v úvahu, že interferující vlny mohou být vůči sobě různě posunuty ve svých fázích, mohou být směrově shodné, kolmé, nebo jinak odlišné, mohou mít různou frekvenci, různé výšky amplitud [1]. Výsledkem bude poměrně složitý složený kmit. Funguje to tak, že výšky amplitud se vzájemně sčítají či odčítají. V určitém případě se může stát i to, že pokud se setká ve stejné fázi amplituda s výškou A a amplituda s výškou $-A$, vzájemně se kmity vyruší.

Na obrázku vidíme čárkovaný kmit f a tečkovaný kmit $2f$ (dvojnásobná frekvence). Plnou čarou máme naznačen výsledný kmit, který by nám vznikl, kdyby se takto vlny potkaly. Fáze tohoto kmitu jsou posunuté, ale stejnosměrné.



Obrázek 1.9: Složený kmit [3]

V reálném životě se opravdu setkáváme s více zdroji zvuku, který nakonec vytvoří výsledný zvuk. Například struna na kytáře, která se chvěje a rozkmitává tím částice, se nechvěje jen celou svou délkou, ale chvěje se zároveň i v polovině, čtvrtině... (Obrázek 1.14). Když všechny tyto kmity sečteme, dostaneme zvuk, který slyšíme.

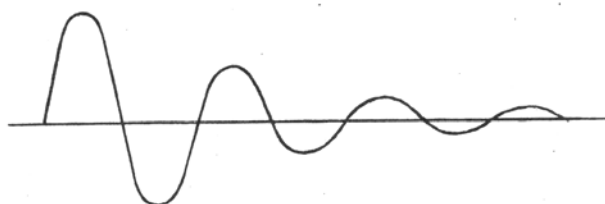
Pro hudbu jsou významné hlavně dva případy skládání základní frekvence (v hudebním názvosloví ji nazýváme jako první harmonickou frekvenci). Jsou to buď její sudé násobky, nebo její liché násobky [1].

Když nám kmitá struna, nekmitá například pouze na frekvenci 440 Hz, ale zároveň i na frekvenci všech jejích harmonických kmitů. Zpravidla to nejsou vždy jen její násobky, ale frekvence blízké násobkům. Právě tyto nesrovnalosti ve frekvenci mají za následek výsledný neperiodický průběh.

1.1.5 Tlumené kmity

Doposud jsme uvažovali kmity netlumené, amplituda se s časem nezmenšovala, na kmitající tělesa nepůsobily vnější síly. V praxi ale takového stavu nedosáhneme. Žijeme v gravitačním poli, žijeme v prostředí s určitou hustotou a jsme obklopeni částicemi, které na sebe působí silami. Stejně tak částice a vnější síly působí na mechanické kmitání a vlnění, tedy i na zvuk.

Tlumené kmity jsou neperiodické a s časem klesá jejich amplituda. To si můžeme prohlédnout na obrázku 1.10. Časem se díky vnějším vlivům kmitání úplně zastaví.



Obrázek 1.10: Tlumený kmit [1]

Pokud bychom přeci jen uvažovali kmity, kde bychom zanedbávali vliv vnějšího prostředí, energie kmitání by zůstávala neměnná a vypočítali bychom ji například podle vztahu:

$$W = \frac{1}{2}mv^2 = 2\pi^2mf^2A^2$$

Rovnice 1.11: Energie příčného kmitání [1]

1.1.6 Druhy vlnění

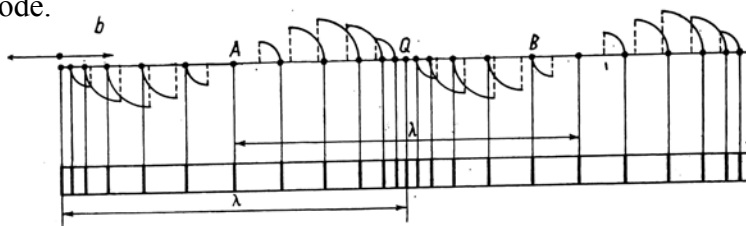
Rozlišujeme dva základní druhy postupného vlnění. Je to vlnění podélné a příčné. Postupné vlnění vzniká tak, že kmitající předmět předává část své energie částicím ve svém okolí, a ty ji předávají zase dalším částicím v bezprostřední blízkosti. Zdroj kmitání může kmitat buď kolmo na postup vlny anebo podélně. Podle toho také rozlišujeme druhy vlnění. Zdroj postupného příčného vlnění kmitá kolmo na vznikající vlnu. S postupnou příčnou vlnou jsme se již setkali, byla to právě naše sinusoida. Délku takové vlny lze vypočítat dle vztahu:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Rovnice 1.12: Vlnová délka [2]

Vlnová délka je λ , c je rychlost v prostředí, kde se vlna šíří, a f je frekvence vlnění.

V druhém případě máme vlnění, kde zdroj nekmitá kolmo k vlně, ale kmitá podélně. (Částice kmitají podél řady). Takovému vlnění říkáme vlnění podélné. Vlnění vypadá tak, že se prostředí zhušťuje a zředňuje. To si můžeme naznačit na obrázku 1.11. Charakteristickým prvkem tohoto vlnění je jedno zhuštění a jedno zředění v jedné vlnové délce, v jedné periodě.

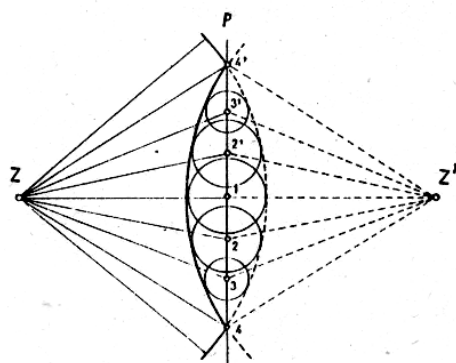


Obrázek 1.11: Podélné vlnění [1]

Zvláštním druhem vlnění je vlnění stojaté, které vzniká převážně mezi dvěma pevnými body. Takovým případem je například struna na kytáře. Stojatá vlna vzniká odrazem vlnění na pevných koncích a je charakteristická kmitnami a uzly, o kterých si povíme v další kapitole.

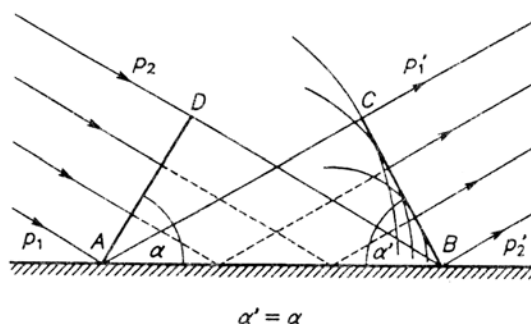
1.1.7 Lom a odraz vlnění

Naše vlnění se prozatím vždy šířilo prostředím, kde byla stejná hustota, a tím se vlnění šířilo do všech směrů stejnou rychlostí. Může se ale stát, a v praxi se s tím setkáváme běžně, že zvuková vlna narazí buď na překážku nebo na prostředí, kde je hustota menší nebo větší. Proces, který se odehrává na hraně, vysvětluje Huygensův princip. Zvukovou vlnu, která dopadla na překážku, lze považovat za elementární zdroj dalšího vlnění. Pokud utvoříme dle Huygensova principu obálku elementárních zdrojů, dostaneme tvar vlnoplochy, který vidíme na obrázku 1.12. Vlnoplocha (množina bodů v prostoru, které kmitají se stejnou fází), má takový tvar, jako by vlnění zdánlivě vycházelo z protějšího zdroje. [2]



Obrázek 1.12: Lom vlnění [2]

Zákon odrazu u mechanického vlnění je obdobný jako zákon odrazu u světelného paprsku. Úhel dopadu se rovná úhlu odrazu, přičemž odražený paprsek leží v rovině dopadajícího paprsku. Musíme si ovšem uvědomit, že na odraznou plochu nám nedopadá jen jednoduchý paprsek, ale vlnoplocha. Pokud si to představíme, jeden kraj vlnoplochy dopadne dříve, než kraj druhý. To vidíme na obrázku 1.13.

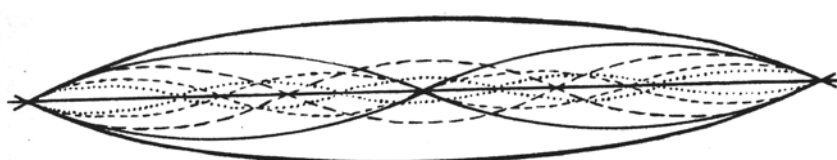


Obrázek 1.13: Odraz vlnění [2]

Když se podíváme konkrétně na postupnou vlnu, kde je překážka dostatečně tuhá, odrazí se vlna s opačnou fází. Pokud by vlnění dopadlo na překážku kolmo, odrazí se zpět do protisměru. Opět zde nastane interference, vlnění se budou vzájemně ovlivňovat. Bod na překážce, kde dochází k obrácení fáze, říkáme uzlu, a tento bod je neustále v rovnovážné

poloze. Uzlů se může vyskytovat více - a to v případě, kdy se setkají vlnění stejné frekvence, stejného směru, stejné amplitudy, ale opačné fáze. Na druhé straně pokud existují místa s klidovou polohou, existují i místa s polohou maximální. Těmto místům říkáme kmitny. Tyto dva klíčové body se střídavě vyskytují na stejných místech. [1]

Právě kmitny a uzly jsou klíčovými jevy u strunných hudebních nástrojů a stojatých vln. Zmíněná struna na kytaru má uzly na obou koncích, ale i v polovině, třetině, čtvrtině. Stejně tak se i střídají kmitny. To si můžeme prohlédnout na obrázku:



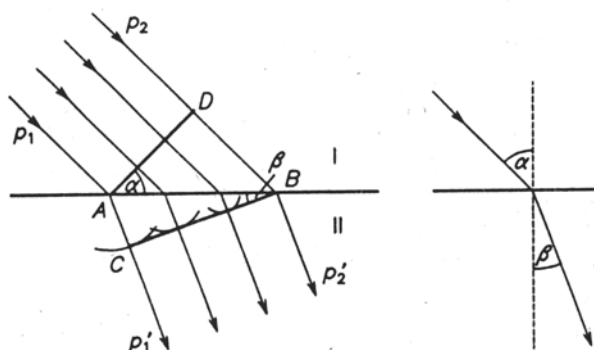
Obrázek 1.14: Kmitání struny [1]

Analogii se světelným zářením nalezneme i u lomu mechanického, tedy i zvukového vlnění. Projevuje se tedy změnou směru po přechodu z jednoho prostředí do druhého. Zároveň si musíme uvědomit, že při změně hustoty prostředí se nám nebude měnit jen směr, ale také rychlost šíření vlnění. Opět se jedná o vlnoplochu, kde jeden kraj vlnoplochy dorazí na rozhraní dvou prostředí dříve než kraj druhý. Původní vlnění dopadne na rozhraní rychlostí v_1 a pod úhlem α a lomené vlnění bude pokračovat rychlostí v_2 s úhlem β . Pokud známe tyto hodnoty, můžeme vypočítat index lomu n , jednotlivých prostředí dle známého vztahu:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$$

Rovnice 1.13: Index lomu mechanického vlnění [2]

Nyní se můžeme podívat na obrázek 1.15, kde si příklad takového lomu můžeme prohlédnout.



Obrázek 1.15: Lom mechanického vlnění [2]

Neméně důležitý jev je i ohyb vlnění, ke kterému dochází při dopadu na malou překážku. Můžeme pozorovat, že vlnění dospělo i za překážku. Opět nám k vysvětlení pomůže Huygensův princip. Každý bod vlnoplochy, který se dostal na překážku, je zdrojem elementárního záření. A jelikož jsme si na začátku kapitoly řekli, že se vlnění od zdroje šíří v kruzích, je jasné, že na hraně překážky se vytvořil zdroj, který způsobuje právě zmíněný ohyb. [2]

Všechny tři zmíněné jevy jsou důležité pro akustiku. V nahrávacích studiích je nežádoucí, aby se zvuk odrážel a dopadal zpět k nahrávacímu aparátu se zpožděním i s případnou deformací. Proto mají studia speciální stěny, které se snaží zvuková vlnění pohlcovat a minimalizovat odrazy vlnění zpět do místnosti.



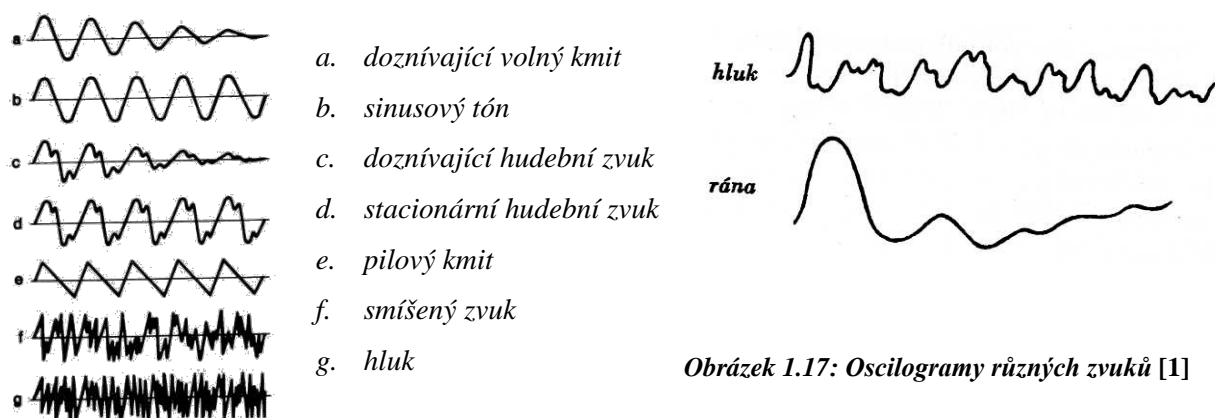
Obrázek 1.16: Zvuková izolace ve studiích

1.2 Základy akustiky

1.2.1 Zvuky a tóny

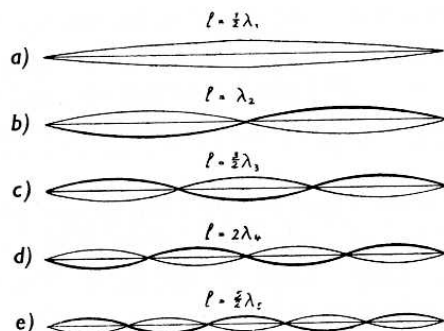
Zvuky vnímáme všude, obklopují nás a život bez nich si dokážeme jen těžko představit. Ne všechny zvuky jsou ale příjemné či použitelné v hudbě. Jak jsme již na samém počátku práce zmínili, jako zvuk se označuje mechanické vlnění s určitou frekvencí. Dále se zaměříme na slyšitelný zvuk, tedy takový zvuk, který dokáže vnímat lidské ucho, a to jak po stránce výšky – frekvence, tak po stránce hlasitosti – výška amplitudy.

Zaměříme se také jen na určitou část zvukového spektra. Víme, že slyšíme různé zvuky z různých zdrojů. My se zaměříme na periodické vlnění, na tóny, na zvuky generované hlasovým aparátem či hudebním nástrojem. Různé zvuky mají různé křivky. Jako příklad si zde uvedeme záznamy z oscilogramu, kde jsou zaznamenány různé zvuky od kmitu až po hluk. Jako hluk označujeme nehudební zvuk, který je neperiodický. Příkladem hluku mohou být různé rány či městský a jiný ruch.[3]



Obrázek 1.17: Oscilogramy různých zvuků [1]

Sinusový tón v hudbě běžně nepotkáme, vydávají ho ladičky či tónové generátory. Z hudebních nástrojů se tomuto tónu asi nejvíce podobají flétny a píšťaly. Mnohem častěji ale slycháme tóny, kde nezní pouze základní frekvence, ale také frekvence vyšších svrchních tónů. Pokud se podíváme na již vyobrazenou strunu na obrázku 1.14, vidíme tam naznačené různé frekvence. Pokud bychom obrázek překreslili, dostali bychom obrázek 1.18.



Obrázek 1.18: Detailní kmitání struny

Všechny vyobrazené frekvence se odvozují od základní frekvence, jsou to její přibližné násobky. Složení všech těchto vln dohromady nám dá výsledný zvuk, který slyšíme. Samozřejmě nemůžeme tvrdit, že zní vždycky všechny násobky původní frekvence. Záleží to hlavně na materiálu, z kterého je nástroj vyroben, a na konstrukci nástroje. Většinou je to tak, že znějí buď liché anebo sudé násobky frekvencí základního tónu (kapitola 1.1.4).

Tón může být charakterizován čtyřmi vlastnostmi. Jsou to výška tónu, intenzita tónu, délka tónu a barva tónu. O každé z nich si řekneme podrobněji.

1.2.2 Výška tónu

Vyšší frekvence vnímáme jako vyšší zvuk. Stejně tak jsme schopni sluchem odlišit, zdali nám tón zní výš anebo níž. A zde na řadu přicházejí intervaly, což jsou vzdálenosti dvou různých tónů.

Pokud dáme do poměru dva různé tóny (jejich frekvence), dostaneme číslo, které nám vyjadřuje interval. Pokud si za základní tón zvolíme komorní a_1 , které má frekvenci 440 Hz, a za druhý tón a_2 , které má dle přirozeného ladění frekvenci 880 Hz, dostaneme se podle vztahu k číslu 2, které nám značí, že se jedná o oktávu. Číslo jedna nám pak bude značit to, že se jedná o tentýž tón. Bohužel v hudbě není nic jednoduché, a tak se musíme smířit i s tím, že přirozené ladění není jediné ladění. Ve světě existují různé tónové soustavy, které se více či méně používají. Většinou se ladění odvíjí od kultury, kde skladba či hudba vznikala. A tak existují ladění, které se odvíjí od výšky tónu natažené struny, která se vždy zkrátí na polovinu, třetinu a tak dále. Ladění začínalo s pěti tóny, ale postupem času se ladění zdokonalovalo až na dvanáct tónů. Postupně se tak utvořila stupnice, kde se vyskytly tóny podobné těm, které používáme dnes. Tato stupnice se používala pro svou jednoduchost ve starověku i ve středověku.

Nebudeme zde zmiňovat všechna existující ladění a stupnice, zaměříme se na ladění pro nás nejběžnější. I tato ladění jsou ovšem dvě. Jedno se jmenuje přirozené a druhé temperované ladění.

Základem přirozeného, někdy označovaného „čistého“ ladění, jsou tónové frekvence vyjádřitelné pouze ve vzájemných poměrech celými čísly. Tudíž do tohoto ladění zapadá i starší pythagorejské ladění. Intervaly jsou zde dány přirozenou vzdáleností dvou tónů. Tyto intervaly jsou na poslech velmi příjemné, obzvláště při menších vzdálenostech. Nevýhoda toho ladění ale vyplývá při sestupně hrané stupnici. Objevují se zde totiž mírně odlišné frekvence jednotlivých tónů. Například tón *dis* a tón *es* mají mírně odlišné frekvence, ačkoli

netrénovanému uchu znějí prakticky stejně. Toto ladění se proto velmi těžko používá u nástrojů s pevným laděním, jako jsou klavír, varhany a podobně. Přirozené ladění mohou využít například houslisté, kteří mohou výšku tónu zcela ovlivnit.

Mezi základní intervaly, které se u přirozeného ladění vyskytují, jsou [13]:

- čistá prima – vzdálenost 1
- velká sekunda s poměrem $\frac{9}{8}$
- velká tercie v poměru $\frac{5}{4}$
- čistá kvarta s poměrem $\frac{4}{3}$
- čistá kvinta v poměru $\frac{3}{2}$
- velká sexta s poměrem $\frac{5}{3}$
- velká septima v poměru $\frac{15}{8}$
- a nakonec oktáva se vzdáleností 2.

V Evropě nejrozšířenější ladění je dnes ladění temperované. Požívá se také proto, že je nejjednodušší. Výšky jednotlivých tónů získáme tak, že frekvenční vzdálenost jedné oktávy dvou tónů rozdělíme rovnoměrně počtem půltónů ve stupnici. Vznikne nám konstanta n , která má velikost:

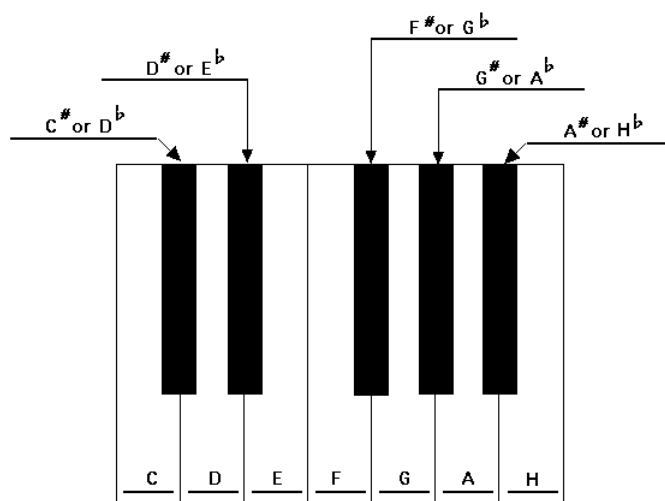
$$n = \sqrt[12]{2} = 1,059463$$

Rovnice 1.14: Temperované ladění [3]

Pokud tedy základní tón a_1 vynásobíme číslem n , získáme o půltón vyšší tón, tedy ais_1 , či hes_1 . Získali jsme tedy 12 půltónů, které mají stále stejnou vzdálenost, ať stupnicí jdeme nahoru anebo dolů. Faktem je, že až na oktávy jsou všechny tóny oproti přirozenému ladění vzájemně rozladěny, nicméně ve výsledku znějí intervaly relativně čistě. Tuto nevýhodu kompenzují značné výhody jako možnost modulace, transpozice a také jednoduché konstrukce některých nástrojů.

Například nám zde vznikla klaviatura, kde jsou mezi jednou oktávou jednotlivé půltóny:

c (cis=des) d (dis=es) (e=fes) (f=eis) (fis=ges) g (gis=as) a (ais=hes) (h=ces) (his=c1),
nebo jak vidíme na obrázku:



Obrázek 1.19: Klaviatura

Jelikož rovnoměrně temperované ladění využíváme nejvíce, podíváme se ještě na tabulku, kde jsou uvedeny frekvence jednotlivých tónů v nejvíce používaných oktávách:

název tónu	oktáva								
	C2	C1	C	c	c1	c2	c3	c4	c5
C	16,352	32,403	65,406	130,813	261,626	523,251	1046,502	2093,005	4186,009
Cis Des	17,324	34,648	69,296	138,591	277,183	554,365	1108,731	2217,461	4434,922
D	18,352	36,708	73,416	146,832	293,665	587,330	1174,659	2349,318	4698,636
Dis Es	19,445	38,891	77,782	155,563	311,172	622,254	1244,508	2489,016	4978,032
E	20,602	41,203	82,407	164,814	329,628	659,255	1318,510	2637,021	5274,042
F	21,827	43,654	87,307	174,614	349,228	698,456	1396,913	2793,826	5587,652
Fis Ges	23,152	46,249	92,499	184,997	369,994	739,989	1479,978	2959,955	5919,910
G	24,499	48,999	97,999	195,998	391,995	783,991	1567,982	3135,964	6271,928
Gis As	25,957	51,913	103,826	207,652	415,395	830,609	1661,219	3322,438	6644,876
A	27,500	55	110	220	440	880	1760	3520	7040
Ais B	29,135	58,270	116,541	233,082	466,164	932,328	1864,655	3729,310	7458,620
H	30,868	61,735	123,471	246,942	493,883	987,767	1975,533	3951,066	7902,132

Tabulka 1: Temperované ladění [1]

Pro srovnání, že jsou skutečně v ladění a výškách tónu rozdíly, se ještě podíváme na tabulku, kde se porovnává přirozené a temperované ladění z hlediska vzdáleností intervalů:

název tónu	název přirozeného intervalu	interval		chyba temperovaného intervalu
		přirozený	rovnoměrně temperovaný	
c	prima	1	1	-
cis	zvětšená prima	$25/24 = 1,04166$	1,05946	0,01708
des	malá sekunda	$9/8 \cdot 24/25 = 1,08000$		0,98098
d	velká sekunda	$9/8 = 1,12500$	1,12246	0,99774
dis	zvětšená sekunda	$9/8 \cdot 25/24 = 1,17187$	1,18921	1,01479
es	malá tercie	$5/4 \cdot 24/25 = 1,20000$		0,99101
e	velká tercie	$5/4 = 1,25000$	1,25992	1,01026
fes	zmenšená kvarta	$4/3 \cdot 24/25 = 1,28000$		0,98433
eis	zvětšená tercie	$5/4 \cdot 25/24 = 1,30208$	1,33484	1,02519
f	čistá kvarta	$4/3 = 1,33333$		1,00113
fis	zvětšená kvarta	$4/3 \cdot 25/24 = 1,38889$	1,41421	1,01823
ges	zmenšená kvinta	$3/2 \cdot 24/25 = 1,44000$		0,98209
g	čistá kvinta	$3/2 = 1,50000$	1,49831	0,99888
gis	zvětšená kvinta	$3/2 \cdot 25/24 = 1,56250$	1,58740	1,01593
as	malá sexta	$5/3 \cdot 24/25 = 1,60000$		0,99212
a	velká sexta	$5/3 = 1,66667$	1,68179	1,00907
ais	zvětšená sexta	$5/3 \cdot 25/24 = 1,73611$	1,78180	1,02631
hes	malá septima	$15/8 \cdot 24/2 = 1,80000$		0,98989
h	velká septima	$15/8 = 1,87500$	1,88775	1,00680
ces	zmenšená oktáva	$2 \cdot 24/25 = 1,92000$		0,98320
his	zvětšená septima	$15/8 \cdot 25/2 = 1,95313$	2,00000	1,02407
c	čistá oktáva	2		1,00000

Tabulka 2: Rozdíly v intervalech [3], [1]

1.2.3 Intenzita tónu

Další vlastností, kterou každý zvuk, a tedy i tón, má, je intenzita tónu. Máme na mysli slyšitelnou část, tedy jak hlasitě tón vnímáme, tak i část měřitelnou. Lidský aparát je velmi složitý orgán a každý člověk má trochu jiné a jinak citlivé ucho. V podstatě jde o to, jak silné a velké zvukové vlny projdou sluchovým bubínkem, který se rozkmitá, a přes třmínek a kovádlíku uvedou v činnost sluchové smysly. Právě to, že každý člověk je originál, dělá z hlasitosti velmi subjektivní veličinu. Samozřejmě ale lze intenzitu zvuku vypočítat.

Podíváme-li se na začátek kapitoly, uvidíme sinusovou křivku jako ukázkou zvukového vlnění. Čím vyšší bude amplituda, tím bude i vyšší hlasitost a intenzita zvuku. Amplituda kmitání je závislá na množství energie, kterou je kmitající těleso rozkmitáváno. Čím větší energií těleso rozkmitáme, tím silnější bude ve výsledku tón a zvuk. Používáme fyzikální jednotku akustickou intenzitu, která se vypočítá dle vztahu:

$$I = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$$

Rovnice 1.15: Akustická intenzita [1]

Akustický výkon P je základní charakteristikou každého zdroje zvuku a předpokládáme, že se šíří všemi směry od zdroje, tedy vyzařuje ve tvaru kruhových vln. Podíváme-li se na intenzitu trochu jinak, můžeme zapsat:

$$I = \frac{W}{S \cdot t} \quad W = \frac{1}{2} M v^2$$

Rovnice 1.16: Akustická intenzita a práce [1]

S je plocha prostředí, kde prochází akustická energie W za 1s. M nám pak značí hmotu kmitajících částic a v , je akustická rychlost. Rozsah akustické intenzity, kde leží také práh slyšitelnosti a práh bolesti, je dán poměrem maximální a minimální akustické intenzity.

Zavádíme také akustický tlak p . Sinusový průběh zvuku vytváří při přiblížení k vrcholu amplitudy tlak, při sestupu zase podtlak. Tlak $p = \frac{F}{S}$ a zvuk má sinusový průběh, platí:

$$p = p_{\max} \sin \omega t$$

Rovnice 1.17: Akustický tlak [1]

Střední akustický tlak je pak:

$$p_{\text{stř}} = \frac{p_{\max}}{\sqrt{2}}$$

Lidské ucho také neslyší všechny frekvence stejně hlasitě. Různými pokusy se zjistilo, že lidské ucho je nejcitlivější na frekvence mezi 1000 a 4000 Hz. Nejcitlivěji pak vnímá tón okolo 1000 Hz, a tak byla frekvence 1000 Hz nazvána referenční [3]. Z toho poznatku vychází i konstrukce hudebních nástrojů, kde se konstruktéři snaží tóny vycházející z nástrojů v uvedené škále ztlumit a ostatní naopak zesílit, aby nám všechny tóny zněly stejně hlasitě.

Hojně se také setkáme s hladinou akustického tlaku, která se vypočítá podle:

$$L_p = 20 \cdot \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

Rovnice 1.18: Hladina akustického tlaku [1]

Její jednotkou je Bel, zpravidla uváděn v dB. Můžeme se podívat na tabulku, kde jsou uvedeny příklady různých hlasitostí v dB:

- Práh slyšitelnosti je 0 dB
- Šum ve studiu odpovídá asi 20 dB
- Tikot hodin odpovídá asi 30 dB
- Šepot z 10 cm odpovídá asi 50 dB
- Kytara ze 40 cm odpovídá asi 60 dB
- Saxofon ze 40 cm odpovídá asi 90 dB
- Hlasitý výkřik odpovídá asi 130 dB (práh bolesti)
- Vzlet tryskového letadla je více než 190 dB

Tabulka 3: Hladina akustického tlaku [4]

1.2.4 Délka tónu

V hudbě se pro určení délky tónu používají noty a takty. Každý hudebník ví, že celá nota trvá celý takt, půlová nota dvě doby, čtvrtová nota jednu dobu, osminová nota půl doby atd. V notách také bývá vyznačeno, kolik čtvrtových not se má odehrát za jednu minutu. To je určeno buď číslem, nebo italským hudebním názvoslovím na začátku notové osnovy.

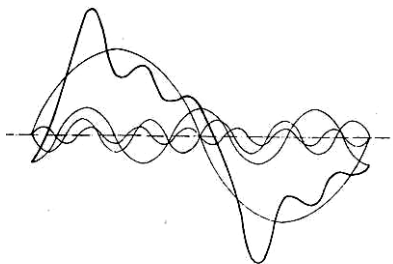
Když hudebník uvede v činnost hudební nástroj, objeví se nejprve vkmitávací proces, který trvá, než se chvění ustálí na maximální amplitudě. Ta se udržuje tak dlouho, dokud hudebník dodává odpovídající energii. Následuje proces kmitání a nakonec bude následovat stádium dokmitávací. Tato stádia jsou u každého hudebního nástroje různě dlouhá a je to dáno jejich konstrukcí. Společným znakem jsou výrazné změny amplitudy v procesu vkmitávacím i dokmitávacím. Tyto procesy trvají většinou od 10 do 100 – 600 ms a je pro ně používán pojem přechodový jev. [1] Pokud hudebník uvede v činnost hudební nástroj bříknutím, úderem či jiným procesem, kde nemůže konstantně dodávat energii, okamžitě začne docházet k tlumeným kmitům, které trvají až do úplného utichnutí.

Délka tónu je tedy určena množstvím energie, kterou bylo těleso rozkmitáno z rovnovážné polohy do maximální amplitudy. Toto, jak vyplývá z předcházející kapitoly, bude mít i vliv na intenzitu tónu. Dále je délka tónu závislá na materiálu pružného tělesa. Zde se jedná hlavně o materiál strun či různých píšťal, ale stejně tak o materiál rezonančních desek. V podstatě každý strunný nástroj, ale i jiné hudební nástroje, má rezonanční desku, která zmocňuje hlasitost a tím i maximální délku tónu. Je samozřejmostí, že kdyby housle byly jen čtyři struny na prkénku, nebyl by to krásný hudební zážitek. Kvalitní hudební nástroje používají takové materiály, které dokážou dlouho rezonovat, tedy jsou velice pružné a tím i schopné

kmitat déle. Jak jsme si již naznačili, asi největší vliv na délku tónu má samotný hudebník, který u některých nástrojů může konstantně dodávat energii, a tím i protáhnout délku tónu na neomezenou dobu. Takový hudební nástroj, který toto umožňuje, jsou kupříkladu housle, kde může hráč stále smýkat smyčcem o strunu a stále ji rozkmitávat. Jiným příkladem mohou být varhany, kde vhání většinou dnes elektřinou poháněné měchy do píšťal vzduch a hráč jen ovládá, jak dlouho tento proces bude trvat. Faktorem, který také ovlivní délku tónu, je také okolní prostředí a jeho pružnost. Zde se jedná o to, do jaké míry budou kmity tlumeny [3].

1.2.5 Barva tónu

Každý hudební nástroj je charakteristický nějakým zvukem. Poznáme, zda tón vydává saxofon, housle, klavír, varhany či cimbál. Této vlastnosti tónu se říká barva neboli timbre. Barva tónu bezprostředně souvisí se strukturou kmitočtu, který hudební nástroj vydává. V kapitole 1.1.4 jsme zmiňovali, že zdroj zvuku nekmitá pouze jednou frekvencí, ale kmitá jednou dominantní základní frekvencí a dále kmitá s frekvencemi, které bývají celým násobkem frekvence základní. Říká se jim vyšší harmonické frekvence. Výsledným kmitem je pak kmit složený právě z různých harmonických frekvencí. Vyplývá z toho, že naše zobrazená sinusoida na obrázku 1.4 je bezbarvá. Naše výsledné vlnění z hudebního nástroje by mohlo vypadat přibližně takto:



Obrázek 1.20: Barva tónu - složený kmit [1]

O tom, jakou barvou nám bude zvuk znít, rozhoduje počet vyšších harmonických frekvencí a také to, zdali jsou tyto frekvence vůči základnímu tónu liché anebo sudé. Zpravidla lze říci, že sudé násobky výslednou barvu ztemňují a změkčují (dřevěné dechové nástroje), kdežto liché budou zvuk zosťovovat a zjasňovat (Žesťové hudební nástroje) [3].

Barva tónu je velmi subjektivní pojem a fyzikální pojetí nám dává jen různé kmitočty a grafy, které nám mnoho o tom, jak zvuk zní, neřeknou. V tom také tkví krása hudby, její možnosti, instrumentace a fakt, že každému může znít stejný hudební nástroj trochu jinak.

Na barvě tónu se také výrazně projevují vkmitávací a dokmitávací procesy. Je zajímavé, že když pustíme pozpátku záznam klavírní produkce, výsledný zvuk nám bude znít jako

harmonium či akordeon. Je to tím, že vkmitávací proces klavíru je velmi podobný dokmitávacímu procesu harmonia [1].

1.3 Zdroje zvuku

O zdrojích zvuku jsme si již na začátku kapitoly něco pověděli, nyní se podíváme na zdroje zvuku v hudbě, na hudební nástroje a na to, jak v nich zvuk vzniká. Každý, kdo se zajímá o nahrávací techniku, musí vědět, jak v nástrojích vzniká tón. Bez těchto poznatků ani sebelepší nahrávací technika neumožní kvalitní zaznamenání nahrávaného tónu.

Zdrojem zvuku může být jakékoli pružné kmitající těleso. Z hlediska vzniku tónů dělíme hudební nástroje na samozvučné, blanozvučné, strunné, dechové a elektrické [4].

1.3.1 Samozvučné hudební nástroje

Samozvučné hudební nástroje neboli idiofony, jsou takové hudební nástroje, které svou konstrukcí umožňují rozkmitat celé své tělo nebo jednotlivé své části. Patří sem různé zvony, gongy, triangly, ale i ladičky a vibrafony. Fyzikální princip vzniku zvuku je takový, že pokud dodáme energii nástroji bříknutím či podobným stylem, rozvibrujeme nástroj, který své chvění předává okolnímu prostředí. Můžeme si povšimnout, že čím větší nástroj je, tak tím hlubší tón nám bude nástroj vydávat. Je to dáno tím, že ve větších nástrojích mohou vznikat větší vlnové délky, a tím i nižší frekvence, jak vyplývá z rovnice 1.6.

Konstrukce těchto hudebních nástrojů udává, že výsledný tón vzniká již při výrobě nástroje a hráč nemá žádnou možnost do výšky tónu zasahovat. Výjimku snad tvoří pouze nástroje, které může hráč v ruce rozhoupat, a tím pro posluchače mírně měnit frekvence na základě Dopplerova jevu [12].

Dále je zřejmé, že naladit takovýto nástroj není po vyrobení dost dobře možné. Musíme si také uvědomit vliv vnějšího prostředí na nástroj. Vyšší teplota způsobí malé roztažení nástroje, a tím negativně ovlivňuje původní ladění. Pro dokonalé sladění zvonkoher je třeba zajistit podmínky s konstantní teplotou, což není ve věžích kostelů a jiných budov dost dobře možné.

1.3.2 Blanozvučné hudební nástroje

Blanozvučné hudební nástroje neboli membranofony, jsou takové hudební nástroje, kde zvuk vzniká chvěním blány. Blána bývá vyrobena ze zvířecí kůže a nyní stále častěji z plastů. Patří sem různé bubínky, tamburíny a podobné nástroje.

Tón těchto nástrojů vzniká rozechvěním blány paličkou nebo rukou. Zpravidla jsou tyto nástroje opatřeny kruhovou ozvučnicí, která slouží ke zmohutnění záchvěvů blány. Výška tónu je v těchto nástrojích dána jak poloměrem blány, tak jejím napnutím. Nástroje tedy umožňují jemné doladění po vyrobení. Slouží k tomu doladovací kolíky, které napínají blánu. Opět zde platí, že větší průměr nám zajistí hlubší tón a zároveň čím větší napnutí, tím je tón vyšší. Napnutá blána bude kmitat s vyšší frekvencí než blána povolena, která bude mít frekvenci nižší. Barva tónu je zde závislá na materiálu blány, na tvaru a materiálu ozvučnice.

1.3.3 Dechové hudební nástroje

Aerofony, jak se také jinak říká dechovým hudebním nástrojům, jsou takové hudební nástroje, kde zvuk vzniká rozkmitáním vzduchového sloupce. Dechové hudební nástroje se ještě dělí na další poddruhy, podle toho, jak přesně dochází k rozkmitání vzduchového sloupce. Podle toho rozlišujeme nástroje, u kterých vzniká tón [4]:

- nárazem výdechu na hranu otvoru (flétna, pikola)
- rozechvěním plátku nebo jednoduchého jazýčku (klarinet, saxofon),
- rozechvěním plátku či dvojitého jazýčku (hoboj, anglický roh, fagot)
- rozechvěním vzduchu přímo rty, na něž se nasazuje nátrubek (lesní roh, trubka, pozoun, tuba, eufonium) - tyto nástroje se nazývají žesťové

K dechovým nástrojům řadíme též

- nástroje vícehlasé bez klaviatury (foukací harmonika, Panova flétna)
- vícehlasé s klaviaturou a měčem, kde vzduch není do nástroje vháněn lidským dechem (varhany, harmonium, akordeon)

Opět si povšimneme, že větší dechové nástroje umožňují hluboký tón. Stejně tak ucpání všech dírek zajistí nejhlubší možný tón na nástroji. Výroba těchto nástrojů je velmi složitá, opět je za výšku tónu zodpovědná vlnová délka. Pokud umožníme únik vzduchu otvorem, který je výš, zkrátíme vlnovou délku a zajistíme vyšší frekvenci. Barva tónu je závislá na materiálu nástroje a na tom, jakým způsobem tón vzniká.

1.3.4 Strunné hudební nástroje

Jsou takové hudební nástroje, kde tón vzniká rozechvěním struny, která je napnuta mezi dvěma pevnými body. Takovým hudebním nástrojům říkáme také chordofony. Chordofony se dále dělí podle toho, jakým způsobem struny rozechvíváme na [4]:

- smyčcové (housle, viola, violoncello, kontrabas, apod.)
- kolové (nyněra),
- drnkací s hmatníkem (loutna, kytara, citera, mandolína, balalajka,...)
- drnkací bez hmatníku (harfa),
- klávesové (klavír, cembalo)
- úderné (cimbál)

Výška tónu je u těchto nástrojů závislá na délce struny, na jejím průřezu a na jejím natažení. Delší a širší struny zajišťují hluboké tóny, krátké a tenké struny tóny vysoké. Hráč má většinou možnost struny doladovat a to různým napnutím struny. Opět je to důsledkem zvyšování či snižování vlnové délky.

Trochu se zastavíme u jednotlivých zdrojů. Struny a jejich rozechvívání je primární zdroj, který rozkmitává vzduch a tělo nástroje. Zvuk, který slyšíme, nejsou tahy smyčce, ale zvuk sekundárního zdroje, který vychází z těla nástroje. Výsledný tón tedy závisí na kvalitě dřeva, z kterého je nástroj vyroben, na tom, jak je dřevo pružné a jakým způsobem dokáže zpracovat vlnění získané z primárního zdroje. Při zaznamenávání zvuku tudíž nemá smysl směřovat mikrofon ke strunám, ale do přiměřené vzdálenosti od sekundárního zdroje.

1.3.5 Elektrické hudební nástroje

Elektrické hudební nástroje neboli elektrofony jsou takové hudební nástroje, které převádějí elektrický signál v kmity akustické. Elektrické signály mohou vzniknout nejrůznějšími elektrickými oscilátory, které mohou být tranzistorové, elektronkové a doutnavkové. Pomocí speciálních snímačů můžeme snímat i mechanické kmity a převádět tak mechanickou energii na energii elektrickou. Po zesílení signálu je signál doveden do reproduktorů, kde je elektrický signál převeden na mechanické vlnění, tedy na zvuk. Podle toho, jak tón vzniká, jsou nástroje rozděleny na [4]:

- Mechanicko-elektrické
- Elektroakustické
- Elektrické

U mechanicko-elektrických nástrojů vzniká zvuk za pomoci různých generátorů nejrůznějšího principu. Například elektromagnetického principu, který byl použit u hammondových varhan. Mechanická ozubená kovová kola rotují před elektromagnetickými snímači. Otáčející se kolo mění intenzitu magnetického pole, a tím na základě elektromagnetické indukce vzniká elektrický proud, který zajišťuje přenos signálu [11].

Elektroakustické hudební nástroje jsou velmi podobné akustickým hudebním nástrojům. Nejrozšířenějším nástrojem je v této kategorii elektrická kytara a basa, kde hraní na struny rozkmitává tělo nástroje. U kobyvky bývá umístěn snímač, mechanicko-elektrický převodník, který nejčastěji na základě piezoelektrického jevu převádí mechanickou energii na signál [5]

Elektrické hudební nástroje pracují buď na digitálním, nebo analogovém principu. Vývoj těchto nástrojů jde velice kupředu a některé dokážou plně nahradit zvuk tradičních hudebních nástrojů. Takovým příkladem mohou být samplery, kde jsou do paměti nahrány zvuky jednotlivých nástrojů, a po stisku klávesy je zvuk reprodukován.

Kvalita všech elektrických hudebních nástrojů je dána především kvalitou převodníků, jak mechanicko-elektrických, tak také analogově-digitálních, na jejich charakteristikách, zkreslení, šumu a energetických ztrátách.

2 Mikrofony

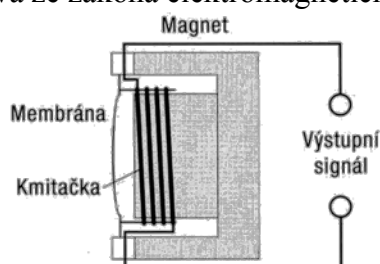
Nyní se zaměříme na vlastní zařízení, která nám umožňují snímat zvuk. Mluvíme zde o zařízeních, která převádějí akustickou energii na energii elektrickou, a říkáme jim mikrofony. Mikrofony jsou různé, ale zpravidla fungují na stejném principu. V převážné většině mikrofon obsahuje membránu, která se rozkmitá vlivem akustického vlnění. Podle toho, jak moc a jak rychle membrána kmitá, se vytváří elektrický proud. Zde se ale mikrofony začínají od sebe lišit, jelikož různé druhy mikrofonů snímají kmity membrány na jiném principu. My se nyní podíváme na druhy mikrofonů, na jejich základní charakteristiky, které by nás při nákupu a při používání měly zajímat a na jakém principu fungují.

2.1 Druhy mikrofonů

2.1.1 Dynamické mikrofony

Dynamické mikrofony jsou relativně jednoduché na konstrukci, principem se trochu podobají reproduktoru. Na rozdíl od reproduktoru mají ale opačnou funkci.

Jedná se o tenkou plastickou blánu, která je mechanicky spojena s lehkou cívkou z velmi tenkého drátku. Cívka je pak umístěna v magnetickém poli z permanentního magnetu, jak můžete vidět na obrázku 2.6. Funkce je pak taková, že molekuly vzduchu, které dopadají na membránu, ji rozkmitávají, a ta rozkmitává cívku, která pohybující se v magnetickém poli indukuje napětí, jak vyplývá ze zákona elektromagnetické indukce.



Obrázek 2.1: Dynamický mikrofon [5]

Získaný signál je ovšem velice slabý a k těmto mikrofonům je nutné použít zesilovač signálu. Mikrofonní předzesilovač bývá obsažen v mixážním pultu.

Parametry těchto mikrofonů bývají převážně ovlivňovány jejich velikostí, hlavně velikostí a hmotností použité membrány.

Membrány s větším průměrem jsou vhodnější z hlediska nižšího šumu, jelikož membrána bude kmitat pod větším tlakem vzduchu, zároveň ale bude membrána mít větší setrvačnost, a tím pádem bude snížen frekvenční rozsah. Pokud bude použita větší membrána, hrozí také

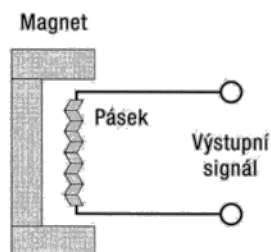
to, že pokud zvuky přicházejí mimo osu mikrofonu, narazí zvuková vlna na jeden okraj membrány dříve než na okraj druhý. Důsledkem bude horší kvalita zvuku.

Další součást mikrofonu, která bude mít vliv na kvalitu, je použitá cívka. Její počty závitů, hmotnost, průřez drátku. Všechny tyto parametry se mohou značně lišit. Vysoká hmotnost cívky bude mít za následek její „zlenivění“, a tak bude mikrofon méně citlivý při vyšších frekvencích. V dnešní době se výrobci snaží minimalizovat počet závitů cívky použitím silnějších magnetů.

Dynamické mikrofony se nehodí k nahrávání tichých zvuků pro jejich vyšší šum. Jsou určeny především pro použití na koncertech, jelikož jsou relativně odolné, ale i pro použití ve studiu. Dynamické mikrofony s větší membránou jsou vhodné k nahrávání basů. Jak je patrné z konstrukce mikrofonu, mikrofon nemá žádné vnitřní napájení.

2.1.2 Páskové mikrofony

Vcelku málo rozšířené, ale přesto kvalitní, a u některých zvukařů oblíbené páskové mikrofony, jsou založeny na podobném principu jako mikrofony dynamické. Místo membrány a cívky je použit tenký elektricky vodivý pásek. Tlak vzduchu tedy nerozkmitává membránu a cívku. Rozkmitává v podstatě cívku s jedním závitem.



Obrázek 2.2: Páskový mikrofon [5]

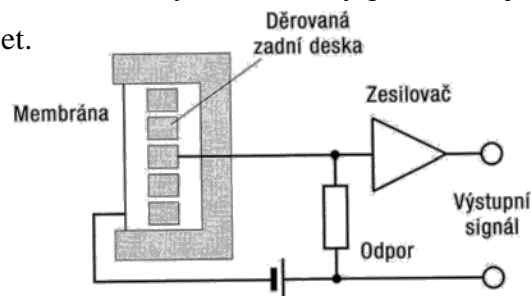
Je patrné, že získávaný signál bude ještě menší než u dynamického mikrofonu. Proto v mikrofonu bývá zabudován transformátorek, který signál převede na standardní hodnotu. Tyto mikrofony jsou citlivé vůči otřesům a jsou křehké. Mají skvělé vysokofrekvenční snímání a jsou vhodné k nahrávání klasické hudby a nástrojů s vysokým tónem.

2.1.3 Kapacitní mikrofony

Někdy jsou také nazývány kondenzátorové, jelikož fungují na podobném principu jako kondenzátory. Dvě kovové destičky, každá s elektrickým nábojem a mezi nimi izolátor – např. i vzduch, využívají toho, že s měnící vzdáleností destiček se mění kapacita kondenzátoru, a tím pádem i výsledné napětí. Tohoto poznatku se využilo při konstrukci

těchto kvalitních mikrofonů. Konstrukci mikrofonní kapsle tvoří kovová destička, která je děrovaná, aby mohl procházet vzduch, a tenoučká membrána, která je pokovená. Membrána pak při působení akustického tlaku začne kmitat, měnit svou vzdálenost od pevné děrované desky a měnit napětí v mikrofonu.

Z konstrukce na obrázku 2.8 je patrné, že mikrofon musí mít přídavné napájení, aby byl zajištěn náboj na obou deskách. Tomuto napájení se říká fantomové a je většinou součástí mixážního pultu. Toto napájení mívá napětí 48 V, ale lze se setkat i s napětím 9 V. K vedení napětí do mikrofonu nejsou zapotřebí žádné další kabely, přenos probíhá přes standardní konektory mikrofonu. Zároveň aby se omezila ztráta náboje z desek, mívá mikrofonní předzesilovač vysokou impedanci. Většinou je to zajištěno tranzistorem typu FET či elektronkami [5]. Pokud budeme tyto mikrofony pořizovat, je zapotřebí myslet na to, zdali máme možnost je napájet.



Obrázek 2.3: Kapacitní mikrofon [5]

Oproti dynamickým mikrofonům jsou kapacitní mikrofony dražší a složitější na výrobu. Na druhou stranu mají značné výhody. Mezi největší se řadí fakt, že dnešní technologie umožňují vyrobit membránu velmi tenkou, a tím pádem vyrobit mikrofon, který bude schopný převést i velmi vysoké i nízké frekvence i za škálu lidského sluchového vnímání. Jejich frekvenční charakteristika bývá velmi vyrovnaná a při použití kvalitního předzesilovače je i šum na nízké úrovni.

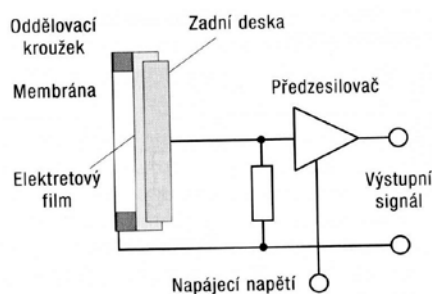
Při použití kapacitních mikrofonů se musí dávat pozor na vlhkost prostředí – i z lidského dechu. Vlhkost prostředí může způsobit vodivé spojení mezi deskami a signál může zaniknout. Kapacitní mikrofony jsou vhodné pro použití jak ve studiu, tak na živých vystoupeních. Je nutná opatrnost při zacházení s nimi. Vyrábějí se však i robustnější modely.

2.1.4 Elektretové mikrofony

Elektretové mikrofony jsou velmi podobné kapacitním mikrofonům. Na rozdíl od nich však nepotřebují fantomové externí napájení, ale většinou nesou tužkovou baterii v rukojeti, která zajišťuje potřebný náboj, a hlavně slouží k napájení FET předzesilovače. Také membrána se již při výrobě vyrábí z velmi dobrých izolačních částic, aby tenký film elektretového

materiálu neztrácel elektrický náboj. Nevýhodou těchto mikrofonů je vyšší hmotnost membrány, což je důsledek použití elektretového filmu.

Z těchto mikrofonů se vyvinuly back-elektretové mikrofony, které se tento nedostatek snaží kompenzovat tím, že elektretový film je připevněn na zadní nepohyblivou část mikrofonní kapsle. Jejich zvuk je kvalitní, a ačkoli je výroba těchto mikrofonů složitá, jsou v praxi natolik rozšířené, že jejich ceny nejsou příliš vysoké.

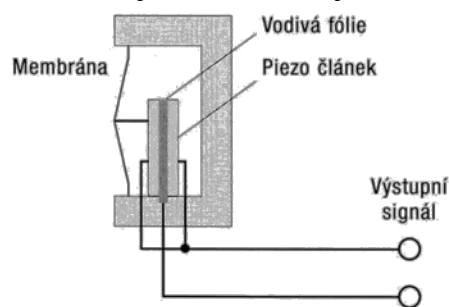


Obrázek 2.4: Back-elektretový mikrofon [5]

2.1.5 Kontaktní mikrofony (snímače)

Tyto mikrofony jsou uzpůsobeny ke snímání otřesů, především z akustických desek, ozvučnic či korpusů hudebních nástrojů. Tyto mikrofony tedy nesnímají nárazy vzduchu, ale snímají kmitání nástroje. Jsou velmi oblíbené jak u elektrických kytar, tak i u jiných elektroakustických nástrojů. Jejich využití je také možné u čistě akustických nástrojů, které je třeba oddělit od hlučného prostředí. Vyskytují se hlavně dva způsoby, jak se tento zvuk snímá, a to buď otřesy cívky, nebo deformací krystalu.

Cívka je z tenoučké drátu a díky otřesům může kmitat kolem silného magnetu obdobně, jak to bylo u dynamických mikrofonů. U řešení s deformací krystalu se využívá piezoelektrického principu, kdy dochází ke změnám napětí. Tyto snímače mají velmi vysokou výstupní impedanci a musí být zapojeny s kvalitním vysokoimpedančním zesilovačem. Piezo článek je z obou stran pokovený, abychom mohli vytvořené napětí přenášet. Zároveň je článek propojen s membránou, která zajišťuje právě ohyb krystalu. Konstrukci si můžete prohlédnout na obrázku. Frekvenční charakteristika je značně nedokonalá a závisí také na umístění snímače na nástroji. Na umístění je také závislá konečná barva zvuku.



Obrázek 2.5: Piezoelektrický mikrofon [5]

2.2 Charakteristiky mikrofonů

2.2.1 Citlivost mikrofonu

Určuje se podle měření výstupní úrovně signálu pro určitý zvukový tlak [5]. Mikrofon se umístí do místnosti, kde je akustický tlak 1 Pa a měří se výstupní napětí mikrofonu, tzv. SPL (Sound pressure level). Měření se provádí bez zátěže (Otevřený obvod). Běžné studiové mikrofony dosahují citlivosti 1 -10 mV/Pa. Akustický tlak 1 Pa odpovídá přibližně 94 dB SPL. Zavzpomínáme zde na akustiku a na intenzitu tónu (kapitola 1.2.3), na akustický tlak a akustickou intenzitu. Pokud půjdeme nakupovat mikrofon, musíme vědět, za jakým účelem ho budeme používat. Jestliže víme, že budeme natáčet velmi tiché nástroje, vybereme určitě co možná nejcitlivější mikrofon. Čím vyšší je citlivost mikrofonu, tím lepší je odstup signálu od nepříznivého šumu, jelikož není zapotřebí tak veliké zesílení vstupního zařízení, ve kterém budeme zvuk dále zpracovávat [5].

Když jsme mluvili o akustické intenzitě, zmínil jsem i to, že výrobci hudebních nástrojů se snaží kompenzovat nedokonalost lidského sluchu tím, že se snaží velmi hluboké a velmi vysoké tóny zesílit, abychom je vnímali stejně hlasitě. Ne vždy je to ale technicky možné, a tak můžeme tyto frekvence zvýšit během produkce. Některé přístroje bývají vybaveny fyziologickým regulátorem hlasitosti, který se snaží právě tento nedostatek regulovat.

2.2.2 Směrová charakteristika

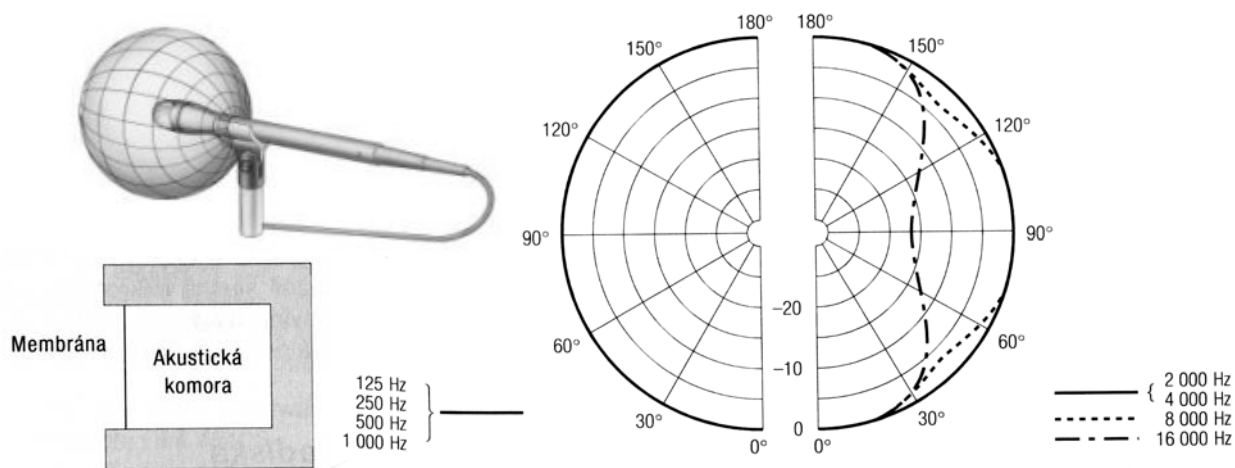
Žádný mikrofon nesnímá dokonale všechny frekvence, které k němu doputují, a zároveň do něho budou putovat zvukové vlny buď z jednoho místa, nebo z více míst. Je to dáno tím, že někdy budeme na jeden mikrofon snímat více zvukových zdrojů z různých směrů a někdy budeme snímat jen jeden zdroj a nebudeme chtít, aby nám do tohoto zvuku zasahovala jiná vlnění. Proto jsou i mikrofony konstruovány různě, buď tak, že jsou schopny snímat zvuk rovnoměrně bez ohledu na to, odkud k němu zvuková vlna putuje, a jiné jsou konstruovány tak, aby snímaly zvuk bodově z jednoho zdroje, někdy i ze dvou zdrojů.

Právě to, jak jsou mikrofony konstruovány a jaký způsob snímání umožňují, nám dává název těchto charakteristik.

2.2.2.a Kulová charakteristika

Mikrofony s kulovou, někdy také nazývanou všesměrovou charakteristikou (Omni - Directional), jsou mikrofony, které reagují přímo na změny tlaku vzduchu. Mají membránu, která je umístěna na kraji akustické komory (obrázek 2.1). Vzduch dopadající na membránu ji svým tlakem rozkmitává. Charakteristika nebývá úplně dokonalá a zvláště na vyšších frekvencích je citlivost snížena, především z důvodu konstrukce mikrofonu. Madlo a stojan brání přístupu zvukových vln ze zadní části mikrofonu, a tak je zde citlivost snížena.

Kulové mikrofony mají velmi přirozený zvuk, jelikož snímají zvuk i mimo osu mikrofonu, a to relativně věrně. Mezi hlavní výhody se ovšem řadí fakt, že nenastává efekt narůstání basů (proximity efekt) se snižující se vzdáleností. Tento efekt nastává hlavně u jiných charakteristik, které pracují na principu rozdílu tlaku.



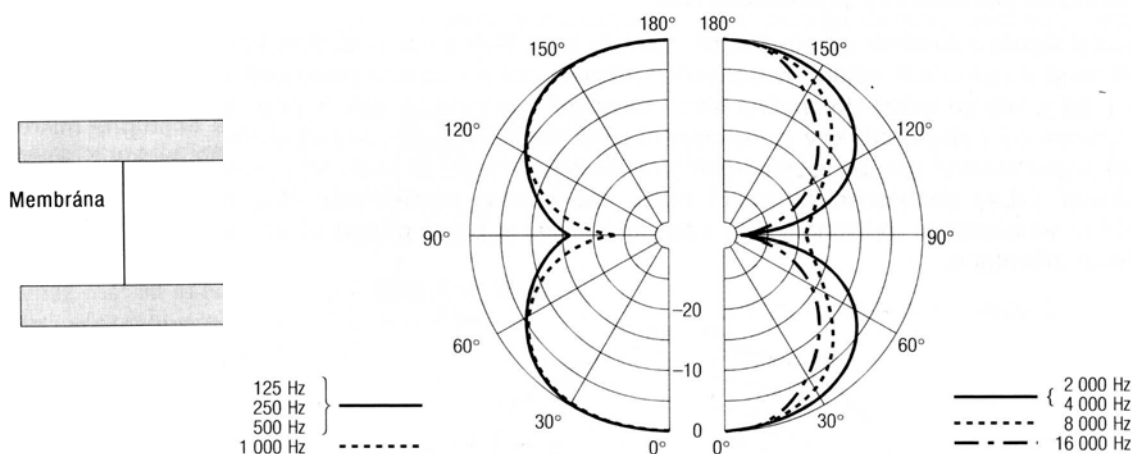
Obrázek 2.6: Konstrukce a směrová charakteristika typického kulového mikrofonu [5], [6]

Takovéto mikrofony se používají především u příležitostí, kdy se nahrává zvuk z více zdrojů. Jsou to různé besedy a diskuse, ale také klasická vážná hudba, kdy se snímá i okolní prostředí koncertního sálu.

2.2.2.b Osmičková charakteristika

Na rozdíl od kulového mikrofonu je u mikrofonů s osmičkovou (Figure-eight, bi-directional) charakteristikou umožněn přístup akustickému vlnění z obou stran. Důsledky této konstrukce si můžeme snadno domyslet. Zvuk je snímán rovnoměrně zepředu a zezadu, snímání z boků mikrofonu je omezeno na minimum. Vyplývá to z konstrukce, jelikož zvukové vlny dorazí k membráně z obou stran zároveň, a tak se vlnění vyruší. Tento princip se označuje jako systém fungující na rozdíl tlaků.

Tyto mikrofony jsou ovlivňovány proximity efektem při přibližování ke zdroji. Je to způsobeno tím, že hluboké tóny mají delší dráhu zvuků, a tak k oběma stranám nedorazí úplně současně. Tento efekt je tím silnější, čím blíže je mikrofon ke zdroji, a jsou jím ovlivněny všechny mikrofony fungující na bázi rozdílu tlaků. Někdy tato vlastnost bývá označována jako negativní, ale jsou případy, kdy můžeme chtít basy zesílit. Použitím tohoto mikrofonu a jeho umístěním do blízké vzdálenosti od zdroje zesílení basů snadno docílíme.



Obrázek 2.7: Konstrukce a směrová charakteristika typického osmičkového mikrofonu [5]

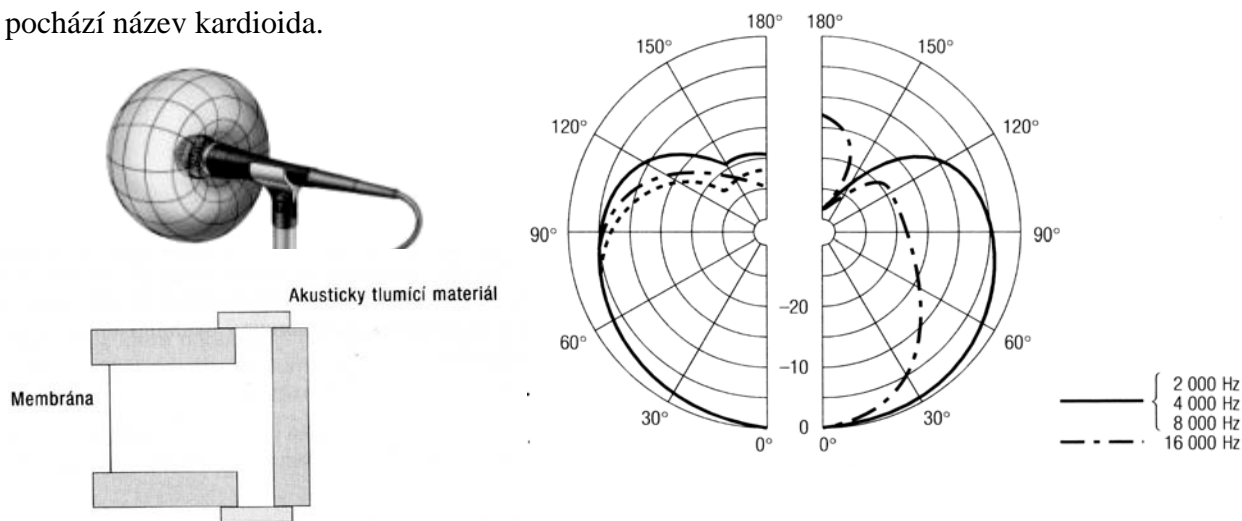
Osmičkové mikrofony se používají hlavně v případech, kdy jsou zdroje zvuku umístěny proti sobě (debata, hudební duo, apod.).

2.2.2.c Ledvinová charakteristika

Mikrofony s ledvinovou, nebo častěji používaným označením kardioidní charakteristikou, jsou směrové mikrofony. Konstrukčně jsou velmi podobné mikrofonům s osmičkovou charakteristikou. Rozdíl je v tom, že v zadní části mikrofonu je speciální zvukovod, který způsobí ztlumení a zpoždění zvukové vlny. Zvuky přicházející zepředu způsobují změny tlaku a kmitání membrány, kdežto zvuky přicházející ze stran a zezadu jsou snímány velmi slabě.

Stejně jako osmičkové mikrofony jsou tyto mikrofony ovlivňovány proximity efektem. Dále existují typy superkardioidní a hyperkardioidní, které jsou konstrukční obdobou základního typu. U těchto mikrofonů je ještě více potlačeno snímání zvuku z boku mikrofonu na úkor zvýšení citlivosti ze zadní části mikrofonu.

Směrová charakteristika takového mikrofonu má tvar ledviny, nebo chcete-li srdce. Odtud pochází název kardioida.



Obrázek 2.8: Konstrukce a směrová charakteristika typického kardioidního mikrofonu [5], [6]

Tyto mikrofony se používají tam, kde je potřeba snímat bodově jednotlivé zdroje, zpravidla umístěné v ose mikrofonu, a potlačit zvukové vlnění z jiných zdrojů. Využívají se také v hůře odhlučněných místnostech, aby se minimalizovaly zvuky, které jsou způsobeny odrazem od stěn a podobně.

Pokud budeme nahrávat několik hudebních nástrojů současně, jsou tyto mikrofony vůbec nejrozšířenějším používaným typem. Výhoda je taková, že můžeme ovládat zvuk jednotlivých nástrojů a míchat si zvuk libovolně v zařízení, které používáme pro další zpracování zvuku. Tyto mikrofony se používají také ke snímání jednotlivých bubnů v sadě bicích nástrojů. Uvědomme si ovšem, že opravdu nesnímáme jen bodový zdroj a že přece jen zachytáváme (i když značně ztlumeně) zvuk mimo snímanou osu. Tento zvuk ještě bývá rušivě zabarven.

2.2.2.d Měnitelná charakteristika

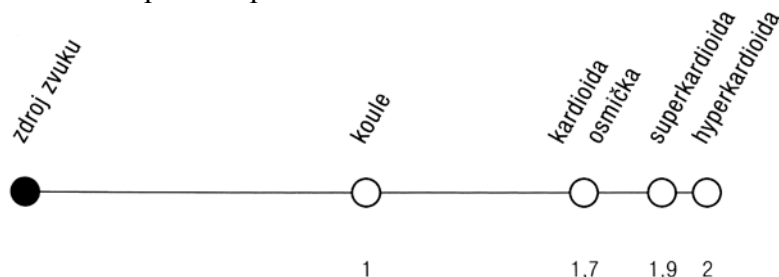
Na trhu se objevují především dva typy těchto mikrofonů. U prvního typu se dají měnit jednotlivé kapsle, jelikož každý snímací systém je v nějaké kapsli umístěn. Běžné jsou u jednoho mikrofonu přeměny až na tři různé charakteristiky.

Druhý typ má charakteristiku přepínatelnou. Tyto mikrofony jsou většinou kapacitní a charakteristiky se mění obvykle změnou polarizace napětí.

Než budeme zvuk zaznamenávat, je důležité uvědomit si, jakou charakteristiku zvolíme. Výsledný zaznamenaný zvuk je dán poměrem zvuku, který jde do mikrofonu od zdroje

přímou, a zvuků, které se dostanou do mikrofonu dozvukem či odrazem. Umístění mikrofonů k jednotlivým nástrojům si předvedeme v dalších kapitolách.

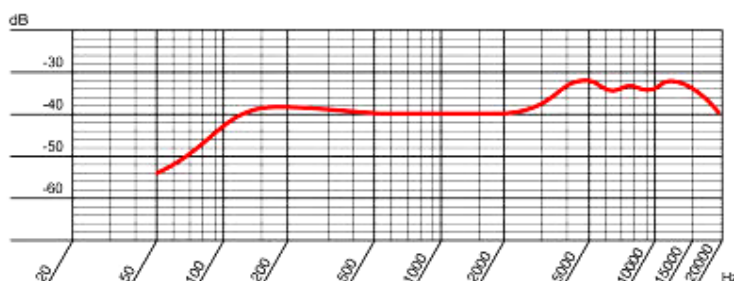
Na obrázku si můžeme prohlédnout relativní vzdálenosti pro různé směrové charakteristiky při zachování poměru přímého zvuku a dozvuku.



Obrázek 2.9: Relativní vzdálenosti umístění mikrofonů s různými směrovými charakteristikami [5]

2.2.3 Frekvenční charakteristika

Výrobce u mikrofonů také uvádí, jak citlivé jsou mikrofony pro různé frekvence přicházející na mikrofon v jeho ose. Na vodorovnou osu se nanáší celé zvukové spektrum, kdežto na osu svislou je vynášen výstupní signál v zpravidla v dB. Frekvenční charakteristiky se mohou lišit i u jednotlivých mikrofonů stejné konstrukce, proto špičkoví výrobci proměřují každý mikrofon zvlášť a naměřené hodnoty přikládají k jednotlivým mikrofonům.



Obrázek 2.10: Ukázka frekvenční charakteristiky [6]

2.2.4 Impedance mikrofonů

Mikrofony můžeme z hlediska impedance rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou mikrofony vysokoimpedanční a druhou skupinou jsou mikrofony nízkoimpedanční. Podíváme-li se na mikrofony vysokoimpedanční, ty se vyrábějí většinou s hodnotou impedance 5 – 10 kOhm. Hodnoty většinou bývají vztaženy k referenční frekvenci, jelikož s hodnotou frekvence se může impedance měnit.

Vysokoimpedanční mikrofony dávají silnější signál, ale přímým negativem tohoto řešení je větší náchylnost k různým elektromagnetickým rušením. Zároveň jsou tyto mikrofony limitovány v délce použitého kabelu. Tyto mikrofony se používají hlavně v domácnostech a v místech, kde není potřeba vést kabely daleko. U těchto mikrofonů se také může použít levnější mikrofonní předzesilovač, jelikož signál jdoucí přímo z mikrofonu je již dostatečně silný pro domácí použití.

Ve studiích a na koncertech se používají nízkoimpedanční mikrofony, ale počítá se samozřejmě s napojením k zesilovači. Tyto mikrofony nejsou zásadně limitovány délkou přípojného kabelu. Použitý mikrofonní předzesilovač může mít vstupní impedanci až 10x vyšší, než je impedance mikrofonu. Impedance nízkofrekvenčních mikrofonů se pohybuje mezi 150 – 600 Ohm.

2.3 Příslušenství mikrofonů

Celá nahrávací aparatura je tak kvalitní jako její nejslabší článek. To platí i u příslušenství mikrofonů. Sebedražší mikrofon nebude mít dokonalý zvuk, pokud se bude šetřit na neodstíněném či jinak nekvalitním kabelu. U mikrofonu se neodstíněné kabely v podstatě nedají použít, jelikož přenášený signál bývá tak slabý, že elektromagnetické rušení by signál nepříznivě ovlivnilo. Musíme také pamatovat na to, že kabel nemůže být nekonečně dlouhý. Zmiňovali jsme, jaké mikrofony jsou na délku kabelu náchylnější, ale nevyhneme se tomu, že každý kabel má malou kapacitu, která bude zvuk tlumit. Na 50 m délky u nízkoimpedančních mikrofonů se jedná o ztrátu přibližně 1 dB [5].

Při použití více mikrofonů je také potřeba zajistit, aby byly všechny dobře sfázovány, zda jsou všechny dobře zapojeny. V případě, že by do mixážního pultu šly signály ze dvou mikrofonů, které jsou zapojeny v opačné fázi (záměna kontaktů), dojde k vyrušení či utlumení signálu.

Dalším příslušenstvím jsou stojany, odpružené stojany, které tlumí okolní vibrace, popfiltry, které se snaží odstranit přebytečné nárazy vzduchu při některých hláskách, zejména „p“ a „b“. Tento filtr se umísťuje asi 15 cm před mikrofon a má kruhový průřez o průměru kolem 20 cm.



Obrázek 2.11: Pop filtr [7]

3 Snímání rozšířených hudebních nástrojů

Nyní se dostáváme k samotnému umístění mikrofonů k jednotlivým nástrojům. Předpokládáme, že máme k dispozici mixážní pult s více vstupy pro nahrávání více nástrojů současně, přičemž se použijí směrové mikrofony. Další možností je nahrávat jednotlivé nástroje samostatně s mikrofony vhodnými k nástroji a jednotlivé stopy skládat zvlášť v počítači.

Nebudeme se zde zabývat snímáním celého orchestru, kde je potřeba pokrýt všechny skupiny nástrojů a k tomu i okolní prostředí, abychom dostali věrohodný hudební počitek. Zaměříme se na nahrávání jednotlivých sólových nástrojů, nebo zaznamenání menšího hudebního tělesa. Pokud budeme nahrávat takové těleso, zpravidla se nahrávají rytmické a basové nástroje zvlášť. Znamená to tedy, že ve studiu bude hrát bubeník na bicí a k tomu basista na basu. Oba současně. Snímáme jednotlivé bubny a k tomu basu. Po nahrání této stopy se přidávají další nástroje, buď jednotlivě, nebo ve skupinkách, přičemž mají do sluchátek zavedenou rytmickou stopu, kterou jsme nahráli. Je tak zajištěna synchronizace stop.

Nastává nám otázka, kam jednotlivé mikrofony umístit, pokud chceme nahrát co nejvěrnější zvuk. Nástroje totiž nevyzařují zvukovou energii do všech stran ve stejné intenzitě. A proto i hudební nástroje mají svou směrovou charakteristiku. Touto problematikou se budeme zabývat v následujících kapitolách.

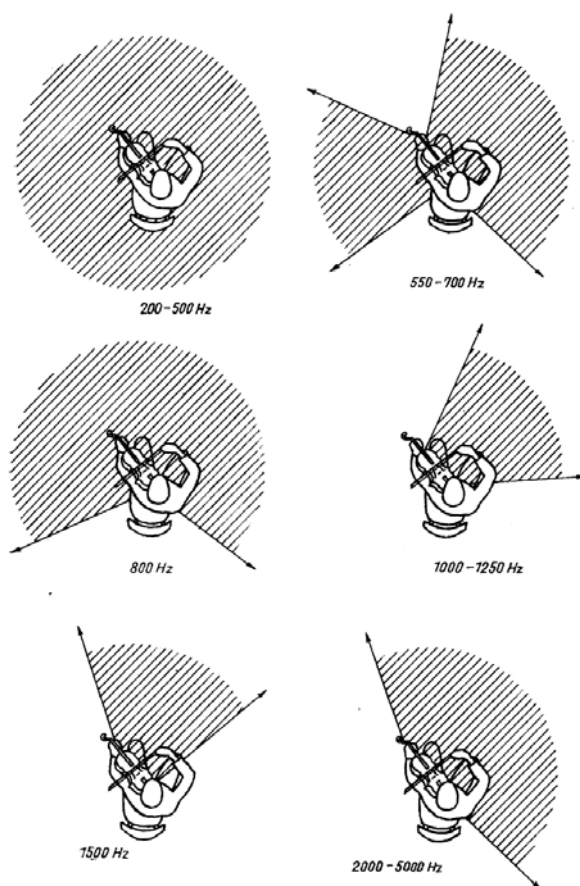
3.1 Snímání smyčcových nástrojů

Snímání smyčcových nástrojů patří k těm složitějším. Jejich směrová charakteristika je různorodá, a tak umístění mikrofonu není jednoduché. A to ještě předpokládáme, že hráč se nebude při nahrávání příliš hýbat. Je proto vhodné, aby umělci při hraní na smyčcové nástroje seděli.

Když se podíváme na smyčcové nástroje, musíme si uvědomit jejich tónový i dynamický rozsah. Víme tedy, že musíme použít mikrofon, který bude dobře snímat velmi hluboké i velmi vysoké frekvence a bude mít co nejlepší frekvenční charakteristiky. Zároveň víme, že nástroje mohou hrát velmi potichu, ale i velmi nahlas. Zpravidla se pro nahrávání smyčců používají kapacitní mikrofony. Pokud nahráváme samotné smyčce, používáme kardioidu, při dobré akustice a minimalizaci odrazů a lomů od stěn lze použít i mikrofony s kulovou charakteristikou [5].

Bude samozřejmě lepší, pokud na housle použijeme mikrofon s lepší frekvenční charakteristikou ve vyšších frekvencích a na violoncello mikrofon s frekvenční charakteristikou vyváženější v nižších frekvencích.

Nyní se podíváme na směrové charakteristiky smyčcových nástrojů. Jako zástupce si zvolíme housle a violoncello.

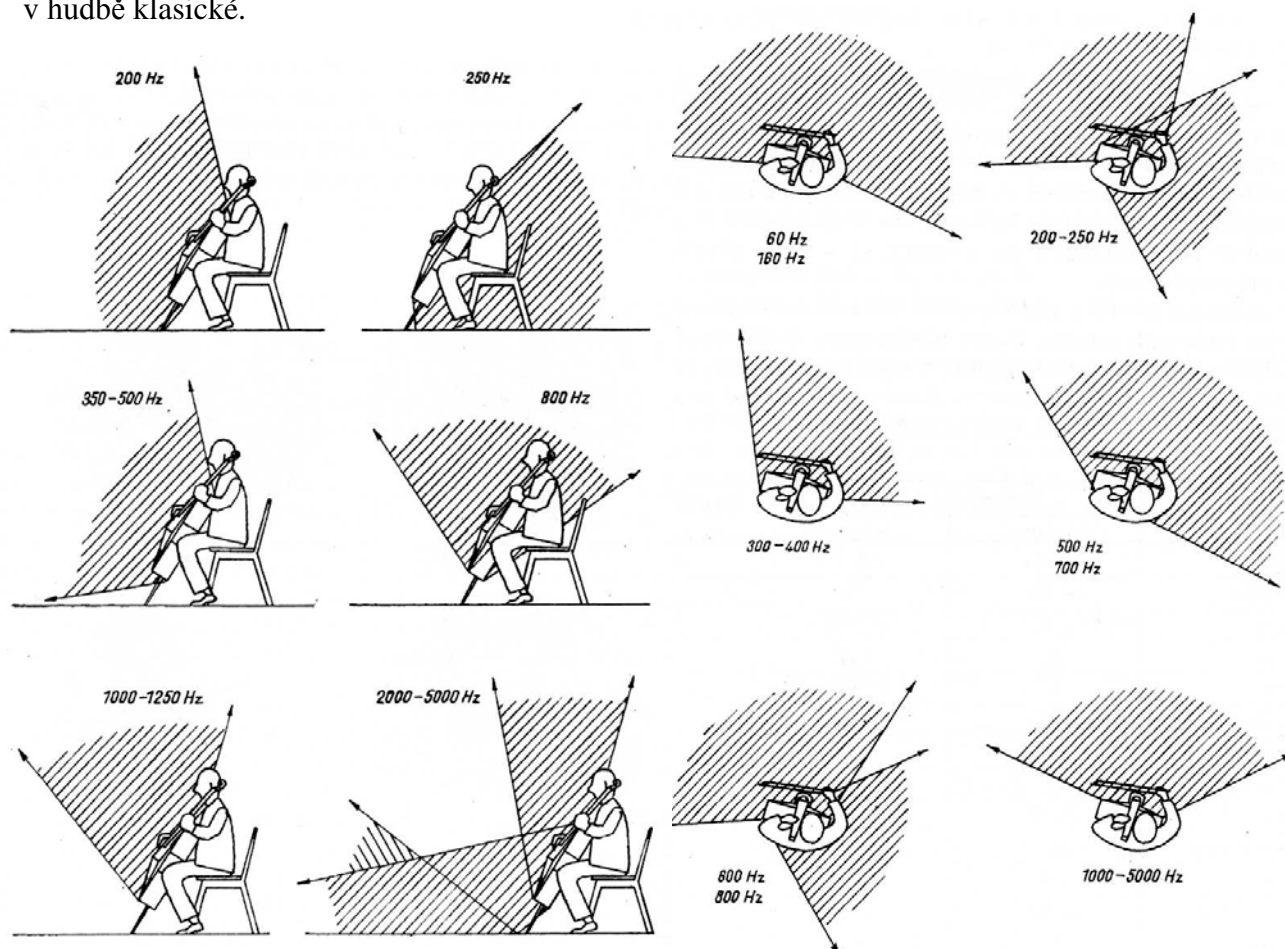


Obrázek 3.1: Směrová charakteristika houslí [1]

Jak vidíme, nějaké frekvence mají hluchá místa, kde v podstatě nezní. Musíme také myslet na to, že z houslí se line zvuk především vzhůru. Pro ideální umístění mikrofonu musíme tedy zvolit takové místo, kde se nám šrafované části protínají. Obvykle se tak mikrofon umísťuje 1 až 1,5 m nad nástroj na speciální stojan do míst, kam hráč hledí, či mírně vpravo od tohoto místa. Platí to i pro violu, charakteristiky jsou jen posunuté na nižší frekvence. Ideální zvuk je hutný, čistý, kde v pozadí mírně slyšíme smýkání smyčce po strunách. Tento šum dodá při poslechu skladby dojem živého představení. Musíme ale pamatovat na to, aby tyto zvuky negativně neovlivňovaly výsledný zvuk [5].

Při zkoumání směrové charakteristiky violoncella si povšimneme, že umístění mikrofonu není vůbec jednoduché. Stejně jako při snímání basy je krajní možností použití dvou mikrofonů umístěných před hráčem a za ním. Variantou je použití kontaktního snímače pro

dosažení hutnějšího zvuku. Kontaktní snímač použijeme ale spíše v populární hudbě, než v hudbě klasické.



Obrázek 3.2: Směrová charakteristika violoncella [1], [3]

Z charakteristik tedy vyplývá, že nejlepší řešení umístění mikrofonů, jak pro violoncello, tak pro basu, je umístit jeden před nástroj mírně vpravo, do výšky asi 1,5 m a vzdálenosti 1 m a namířit mikrofon na tělo nástroje. Druhý mikrofon je vhodné umístit šikmo nad záda hudebníka. Oba mikrofony musí být sfázované – dobře zapojené a musí být v přibližně stejné vzdálenosti od zdroje zvuku. V běžné praxi si ale vystačíme s mikrofonem jedním umístěným před hudebníkem [5]

3.2 Snímání jiných strunných nástrojů

Samozřejmě do strunných nástrojů patří i smyčcové nástroje, ale dovolil jsem si je pro jejich složitost umístit do zvláštní kategorie. Tady se podíváme především na kytary a elektrické basy. Směrové charakteristiky těchto nástrojů nebudeme uvádět pro jejich jednoduchost. Vzhledem k tomu, že struny nejsou nijak natočeny a vzdálenost všech strun od hmatníku je stejná, vyzařovací charakteristika pro všechny frekvence vypadá tak, že se protínají všechny přímo před nástrojem. Proto umístění mikrofonu u akustické kytary

je před hráčem. Mikrofon je namířen na kruhový otvor ozvučnice. Vzdálenost mikrofonu by měla být taková, aby se nesnímal drncivý zvuk strun. Používají se kapacitní nebo back-elektretové mikrofony ve vzdálenosti asi 1 m před sedícím hráčem. Pokud bychom chtěli dosáhnout naprosté věrnosti a chtěli snímat naprosto identický zvuk, můžeme opět použít dva mikrofony a druhým mikrofonem snímat hmatník. Tím snímat hráčovy pohyby po strunách. Musíme jen zajistit, aby tyto zvuky nakonec nahrávku nerušily [5].

Druhou možností, jakou máme, je použít již výrobcem instalovaný kontaktní snímač na kytaru, nebo použít náš snímač, přičemž musíme najít takové místo, kde bude mít snímač nejlepší zvuk. Nevýhodou kontaktních snímačů bývá nežádoucí přesycenost basů, a tak je dobré basy trochu utlumit v mixážním pultu nebo v počítači ekvalizérem. Použití kontaktního snímače je však při živém hraní nebo při hraní s více nástroji najednou téměř jedinou možností, i vzhledem k tomu, že zvuk z něho nedosáhne dokonalé věrnosti. Je to způsobeno tím, že kontaktní snímač detekuje jen vibrace v jednom místě.

V případě elektrických kytar musíme uvažovat obdobně jako u kytar akustických. Rozdílem je jen to, že zvuk nevychází z kytary, ale z reproboxu. Kytaristé používají své reproboxy, velmi oblíbené jsou bedny se zesilovačem osázeným elektronkami, jelikož vytváří příjemnější harmonické zkraslení. Výrobci reproboxů se samozřejmě snaží tohoto zkraslení dosáhnout i za použití polovodičových systémů.

Vzhledem k tomu, že kytarové reproboxy se vyrábějí s omezeným frekvenčním rozsahem, aby se dosáhlo přebuzeného a harmonicky zkrasleného zvuku, který je u elektrických kytar vyžadován, používáme i méně kvalitní mikrofony se stejně omezenou frekvenční charakteristikou. Mohou se použít i méně citlivé dynamické mikrofony, a pokud mikrofon umístíme do blízkosti reproduktoru, můžeme zanedbat i jeho směrovou charakteristiku. Je také potřeba mít na mysli, že kytaristé používají na výstupu kytary různá zkraslení zvuku, a tak snímací techniku musíme přizpůsobit konečnému zvuku kytary.

Pamatujme, že zdroj zvuku není jen reproduktor, ale celý reprobox, který mívá na zadní straně dutý otvor pro zesílení basů. Je tudíž možné opět použít dva mikrofony a jedním snímat basy zezadu. Opět musíme dát pozor na správné zapojení do fáze. Reprobox by se měl snímat ideálně ze vzdálenosti 3 m, kde bude jeho zvuk konečný. Reproboxy totiž také mívají více reproduktorů a jejich zvuky se míchají. Snímání z takové dálky ale není v malých studiích dost dobře možné, a tak musíme snímat bednu z blízkosti a pokusem hledat, kde bude zvuk nejvěrnější a nejpříjemnější.

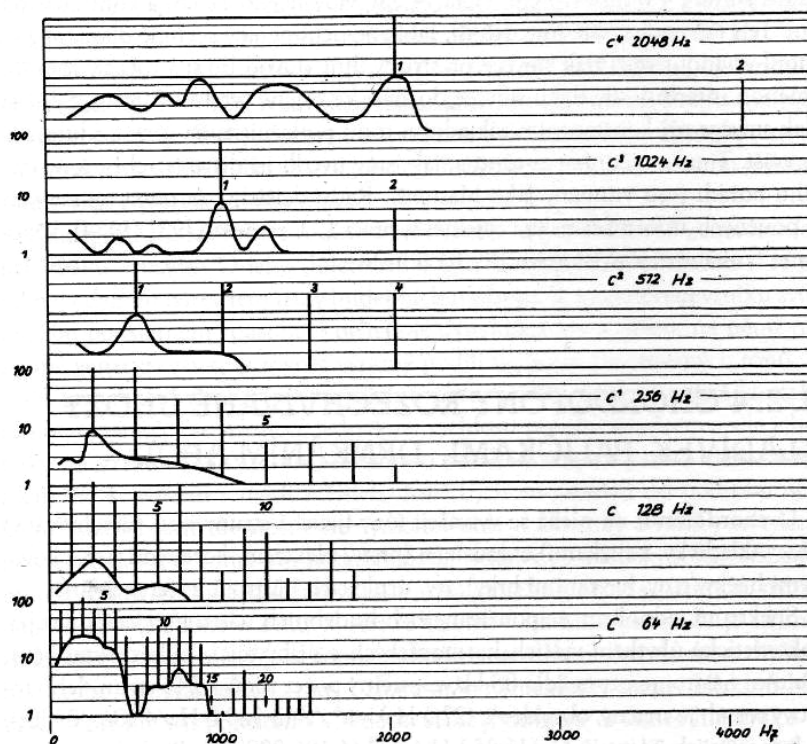
Trochu jinak se v praxi snímá elektrická basová kytara, kde je nejběžnější postup zapojit jí přímo do linkového vstupu zesilovače s aktivní elektronikou, která se postará o potřebné

zesílení a bývá součástí mixážní pultů. Pokud bychom přece jen chtěli basovou kytaru mít „barevnější“, či hutnější, můžeme použít její reprobox a snímat ho dynamickým mikrofonem a přimíchat ho do signálu získaným přímo z linky.

3.3 Snímání klávesových nástrojů

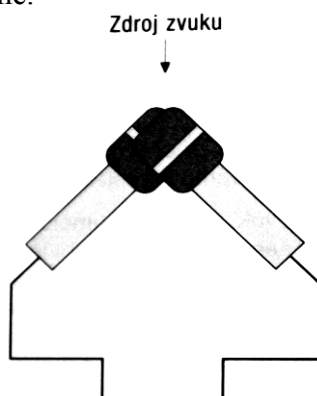
Zde se zmíníme především o nahrávání akustického klavíru. Nahrávání elektrických klavírů se uskutečňuje buď přes přímé zapojení do linkového vstupu mixážního pultu, nebo se použije klávesové kombo, které se nahrává mikrofony, stejně jako u elektrických kytar. Musíme jen použít kvalitnější mikrofony s lepší frekvenční charakteristikou, nejčastěji kapacitní mikrofony [5].

V případě použití akustického klavíru je nahrávání o dost komplikovanější. Pokud nahrává špičkový klavírista, jistě se nespokojí s elektronickým samplerem a jistě ocení temperovaně naladěný klavír, nejlépe křídlo. Vyzařovací charakteristika u křídla je velmi složitá, protože záleží na tom, zdali je křídlo otevřené, pootvřené, či zavřené. Záleží na délce křídla – koncertní jsou delší, ale také záleží na tom, jak jsou vedeny struny a jak jsou upevněné. V tom jsou u výrobců rozdíly. Uvedeme si spíše vyzařovací spektrum klavíru při různých kmitočtech. Akustický klavír je na nahrání velmi složitý, jelikož klavír má velmi široké zvukové spektrum. Musíme použít co nejkvalitnější mikrofony s co možná nejlepší frekvenční charakteristikou.



Obrázek 3.3: Vyzařovací spektrum klavíru [1]

Pokud máme možnost klavír nahrát sólově, nebo ho dobře odtlumit od ostatních nástrojů, získáme nejhezčí zvuk při plně otevřeném víku. Na snímání použijeme stereofonní techniku, nejlépe systém XY. Tento systém spočívá v použití dvou stejných kardioidních mikrofonů. Tyto mikrofony musí být těsně u sebe a svírat mezi sebou úhel 90°. Při takto použitých mikrofonech snímá jeden mikrofon hloubky a druhý výšky, přičemž střední pásmo snímají oba mikrofony tlumeně, ale stejně.



Obrázek 3.4: Stereo nahrávání, systém XY [5]

Dochází nám pak ke smíchání kanálů (opět musí být mikrofony dobře sfázované) a k tomu efektu, že hluboké tóny nám pak znějí z jedné strany a výšky ze strany druhé.

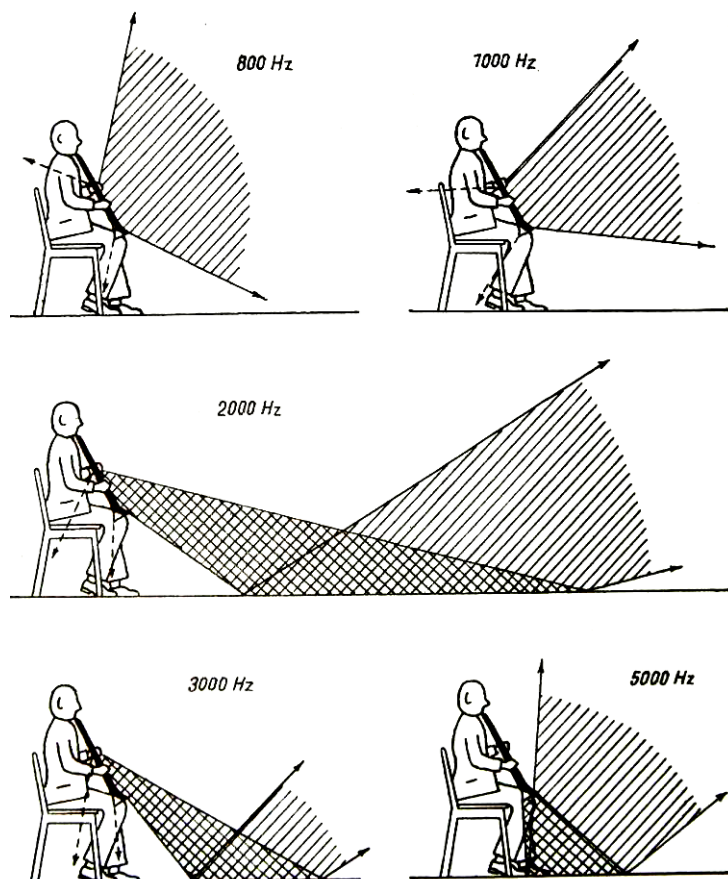
Tento stereofonní pár umístíme asi 1,5 m od boku nástroje, zhruba do výšky poloviny otevřeného křídla. V případě, že akustika sálu není ideální a dochází k nežádoucím odrazům a nežádoucím vlivům dozvuku, je dobré mikrofony umístit blíže ke klavíru. Bohužel výsledný zvuk pak není tak mohutný a zní trochu břinkavě. V tomto případě je na místě použít ještě jeden přídavný mikrofon ze spodní desky křídla k basovým strunám. Naopak, pokud máme studio s kvalitní akustikou, můžeme si dovolit umístit mikrofony od křídla ještě dál a zachytit tak plnou mohutnost koncertního křídla. V případě jazzové nebo popové hudby se mikrofony naopak umísťují blízko ke strunám do výšky asi 30 cm [5]. Tato úprava nám zajistí pronikavější a ostřejší zvuk, který je někdy v této hudbě žádán.

Jestliže budeme nahrávat pianino, je to ještě o něco složitější. Pro získání co nejlepšího zvuku je nezbytné odstranit krycí horní čelo pianina i spodní desku. Pianino pak nahráváme opět na stereofonní techniku XY, kde mikrofony umístíme na speciální stojan asi do výšky 1,5 m nad hráčovu hlavu, osy mikrofonů namířené na struny basové a výškové. K těmto dvěma mikrofonom je téměř nezbytné přidat ještě jeden mikrofon dospodu klavíru, kde zní hlavně basy, a smícháním kanálů pak dotvořit mohutnost zvuku klavíru.

3.4 Snímání dechových nástrojů

Zvuk u dechových nástrojů nemusí vycházet pouze z konce nástroje, kde bývá většinou otevřený, ale může nám vycházet i z klapky či výše umístěných dírek nástroje. Při nevhodně umístěném mikrofону pak může docházet ke zpoždění signálu a k odečítání fází. Výjimkou také není, že zvuk vychází téměř u hubičky (tam, kam hudebník fouká). Uvedeme si zde jen několik ukázkových příkladů, které patří ke složitějším, a tyto poznatky pak budeme moci aplikovat i na podobné nástroje.

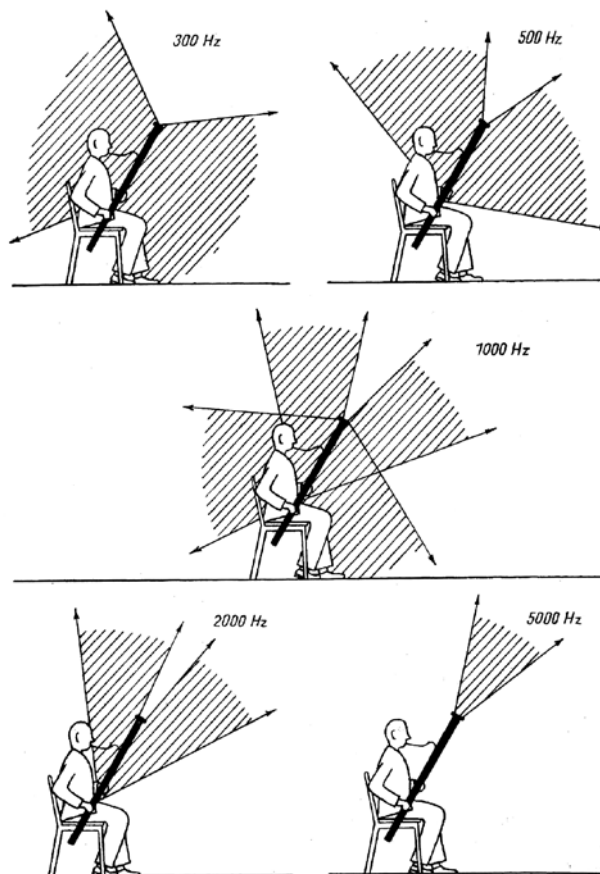
Pokud se podíváme na nástroje podobné klarinetu a saxofonu, tak zde jsou klapky umístěny po celém korpusu nástroje a zvuky vycházejí nejen z konce nástroje, ale i zpod klapky, jak je patrné ze směrové charakteristiky na obrázku 3.5. Nebývá proto vhodné umístit mikrofón proti konci nástroje, ale umísťuje se do výšky namířené asi na střed korpusu. Mikrofón by nám pak měl tvořit s nástrojem pomyslný rovnostranný trojúhelník. Takto namířený mikrofón utvoří vcelku kulatý zvuk. V popové, jazzové či moderní hudbě bývá žádoucí výsledný tón trochu zostřit. Dosáhneme toho tím, že mikrofón umístíme přímo proti konci nástroje. Výsledný zvuk je pak ale ostrý a zpravidla se nedoporučuje ke snímání sólových partů či sólových koncertů.



Obrázek 3.5: Směrová charakteristika klarinetu [1]

U dřevěných nástrojů jako je právě klarinet, používáme většinou kapacitní mikrofon s co nejrovnější frekvenční charakteristikou, u saxofonu můžeme použít dynamický mikrofon, který jinak ostrý zvuk zakulatí. Podobný princip snímání zvuku použijeme i u fléten. Zde ale platí, že pokud chceme dosáhnout agresivnějšího zvuku, mikrofon posuneme blíže k hubičce.

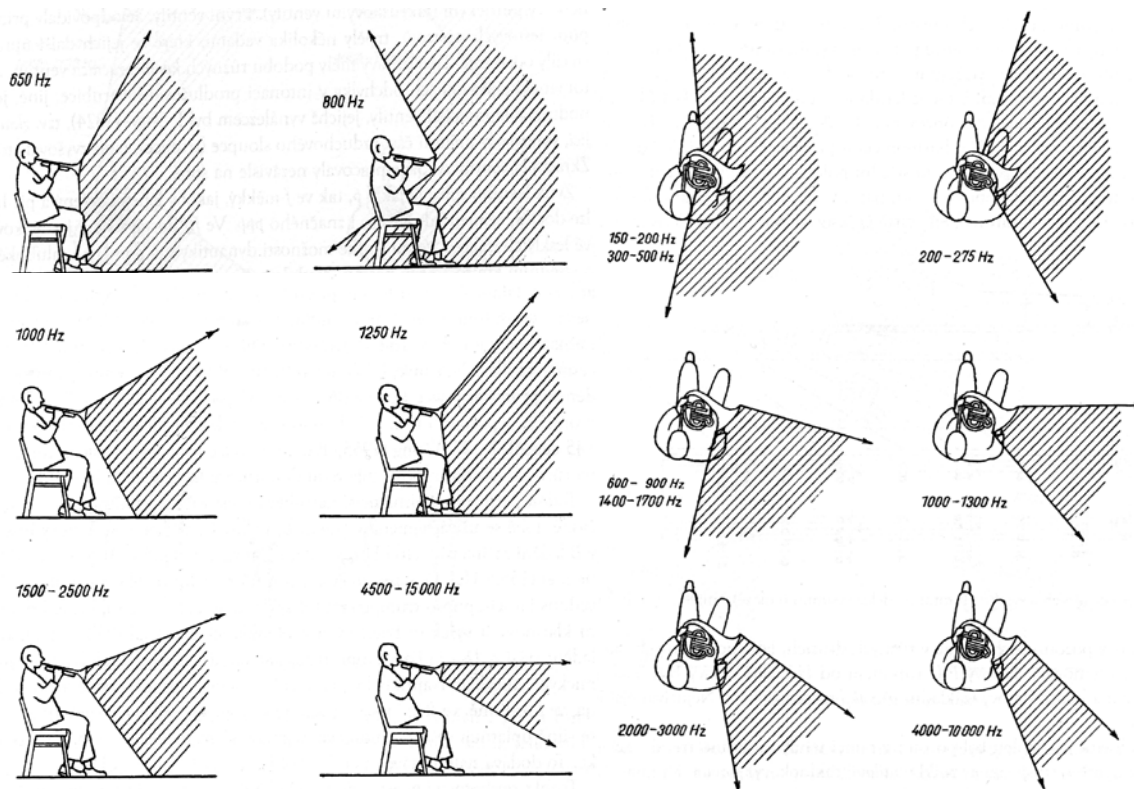
Abychom viděli, že to s dechovými nástroji není jednoduché, uvedeme si zde ještě vyzařovací charakteristiku fagotu. Fagot snímáme kapacitním mikrofonem, který je umístěn kolmo na nástroj ve výšce muzikantových očí, přičemž vzdálenost od nástroje by měla být asi 50 cm. Pokud bychom chtěli dosáhnout hutnějšího zvuku, použijeme ještě jeden mikrofon, který bude umístěn za muzikantovými zády, namířený přibližně na týl. Naopak zvýraznění výšek provedeme mikrofonem, který umístíme nad ústí fagotu ve směru osy nástroje, do vzdálenosti asi 1 m.



Obrázek 3.6: Vyzařovací charakteristika fagotu [1]

Podíváme-li se na žesťovou část dechových nástrojů a na jejich vyzařovací charakteristiky, povšimneme si, že naprostá většina zvuků vychází přímo z ústí nástroje, tedy z trouby. Mikrofony se umísťují nejčastěji proti ní do vzdálenosti 50 – 70 cm. Mohutnost zvuku můžeme ovlivňovat posunutím mikrofonu mezi středem a okrajem trouby. Čím více

bude vzdálen od středu, tím bude mikrofon lépe snímat vyšší harmonické frekvence, a tím více se bude výsledný zvuk ostřit.



Obrázek 3.7: Charakteristika trubky a lesního rohu [1], [3]

Pokud budou hrát nástroje živě na veřejném vystoupení, nebo pokud budeme snímat celé těleso najednou, nabízí se nám použití speciálních kapacitních mikrofonů s fantomovým napětím, které se připevní přímo na troubu nástroje a kapsle se umístí dle potřeby do středu či na kraj trouby. Výsledný zvuk bude sice méně barevný, nicméně odpadají různé problémy se záznamem zvuku, jako je pohyb hráče či dozvuky ostatních nástrojů [5].

3.5 Snímání bicích nástrojů

Celou soustavu bicích nástrojů musíme brát jako několik hudebních nástrojů rozmístěných v těsné blízkosti mezi sebou. Ideální rozestavení by samozřejmě bylo bubny umístit co nejdál od sebe, bubny co nejnižší k zemi a činely naopak co nejvýše. Těžko ale můžeme po bubeníkovi chtít, aby hrál na bubny tak, jak na to není zvyklý.

Základní bicí soustava se skládá z basového velkého bubnu, který má průměr 18 – 24 palců. Dále kotlů, kterých je neurčený počet, a bubeník si tak určuje, jaké výšky tónů budou jeho bicí vydávat. Další základní buben je „Malý buben“, který je zespodu opatřen

další blánou a kovovými strunami, které při hraní vydávají charakteristický zvuk, a potom celá řada činelů.

Abychom zachytili přesný charakter bicích nástrojů, bylo by nejlepší bubny umístit do akusticky oddělené místnosti a stereofonně je snímat systémem XY. Nicméně toto řešení nám nedovoluje přesně korigovat poměr hlasitosti jednotlivých bubnů, a tak se takové řešení provádí jen zřídka. V rockové nebo popové hudbě se jednotlivé bubny snímají jednotlivými mikrofony.

Velký buben, který má ze spodu druhou blánu, v ní má většinou otvor pro umístění mikrofonu. Mikrofon je pak umístěn ve speciálním stojanu uvnitř bubnu. Ideální mikrofon pro snímání toho bubnu je dynamický mikrofon s velkou blánou a kardioidní nebo osmičkovou charakteristikou. Musíme si dát dobrý pozor na výběr mikrofonu, jelikož uvnitř bubnu vzniká obrovský akustický tlak, a mohlo by se stát, že bychom nevhodné mikrofony zničili. Přesné umístění mikrofonu musíme zkoušet, jelikož jeho poloha má vliv na barvu zvuku bubnu. Většinou je vhodné umístění 10 – 20 cm od blány, kam dopadá bubeníkova šlapka s paličkou (Beater).

Kotle je ideální snímat zesponu bubnu. Pokud má buben zesponu další blánu, nabízí se otázka, zda by nebylo lepší blánu odstranit. Po odstranění musíme dát pozor na to, abychom sejmuli i matice, aby nedrnčely. Používají se dynamické a kapacitní mikrofony s kardioidní nebo kulovou charakteristikou. Jestliže nebudeme blánu demontovat, můžeme buben snímat i shora dynamickým mikrofonem s kardioidní charakteristikou. Ten bude umístěn na kraji bubnu, aby bubeníkovi nepřekážel a nehrozilo zasáhnutí paličkou. Vhodná vzdálenost je 5 – 15 cm nad blánou.

Malý buben se snímá podobně jako kotel s tím rozdílem, že spodní blánu nemůžeme demontovat. Snímáme ho tedy shora. Pokud styl hry a hlavně přání bubeníka vyžaduje, aby vynikl chrastivý zvuk strun umístěných zesponu, můžeme použít přídavný mikrofon, který tyto zvuky bude snímat.

Činely pak budeme snímat obdobným způsobem. Místo dynamických mikrofonů je na místě používat výhradně kapacitní mikrofony, které mají lepší charakteristiky pro vyšší frekvence vydávané činely. Další možností je použití stereofonního páru, ale zpravidla se bodovým snímáním dosáhne lepšího výsledku.

Asi nejtěžší část je potom samotné „smíchání“ zvuků jednotlivých bubnů, aby byla dobře slyšet rytmická linka, ale aby zvuky činelů, kotlů a drnčivých strun nekazily výsledný dojem. Toto míchání se provádí v mixážním pultu a je čistě na sluchových schopnostech zvukaře, případně na konzultaci s bubeníkem.

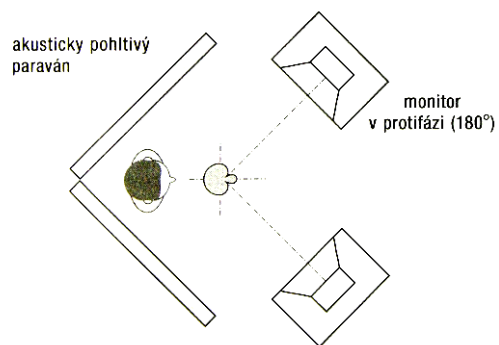
3.6 Snímání hlasu

Na závěr této kapitoly jsme si nechali záznam mluveného a zpívaného slova. Snímání hlasu patří mezi jednoduché, jelikož se jedná převážně o bodový zdroj zvuku. Používají se dynamické nebo kapacitní mikrofony s kardioidní charakteristikou.

Umístění mikrofonů bývá 15 až 60 cm od úst, přičemž je lepší umístit mikrofon mírně nad výšku úst. Pro zamezení zvukových anomálií - jako je náraz zvuku při souhláskách P či B, se používají popfiltry.

Největším problémem, který budeme u snímání vokálu řešit, je odposlech a monitoring. Většina zpěváků, kteří nahrávají, nepoužívají rádi sluchátka, jelikož neslyší sami sebe a těžko se jim intonuje. Jediným možným řešením v takovémto případě je použití monitoru, tedy reproduktoru, z kterého nám bude vycházet nahrávka, do které má zpěvák zpívat. Pro zpěvákův lepší pocit je vhodné do monitoru přimíchat i jeho vlastní hlas, aby měl zpětnou odezvu svého projevu.

Musíme však vyřešit problém, abychom na mikrofon snímali jen zpěvákův hlas, zatímco hudební doprovod z monitoru nejlépe vůbec anebo minimálně. Pokud budeme mít k dispozici jeden monitor, použijeme kardioidní mikrofon a za něj přesně do jeho osy monitor umístíme. Zpěvák by měl zpívat co nejbližší k mikrofonu a monitor by měl být co nejvíce zeslaben. Máme-li k dispozici dva monitory, můžeme zkusit experimentovat a umístit monitory dle obrázku:



Obrázek 3.8: Monitoring v protifázi[5]

Jeden z monitorů zapojíme obráceně (přepojíme kontakty) a budeme se snažit umístit mikrofon do středu mezi ně, kde by se signály z reproduktorů měly setkat a téměř vyrušit. Na tento způsob monitoringu je vhodné použít hyperkardioidní mikrofon. Na zpěváka nebude mít použití protifáze takový vliv, jelikož zvuk vnímá dvěma ušima.

4 Práce se zvukem a jeho úpravy

Nyní již víme, co je to zvuk, jak se šíří a jak je ovlivňován. Řekli jsme si, jak převedeme akustický signál na elektrický a že nám k tomu slouží mikrofony. V minulé kapitole jsme se zaměřili na to, kam správně mikrofon umístit, abychom získali co nejvěrnější zvuk. Abychom plně ovládli problematiku záznamu zvuku, chybí nám již krůček: jak zvuk zpracovat.

4.1 Mixážní pulty

Všichni, kdo to se záznamem zvuku myslí vážně, si pořídí mixážní pult. Je to taková nervová soustava celého procesu záznamu zvuku. Mixážní pulty mají několik vstupů a výstupů.

Vstupy bývají různého druhu. Linkové na mikrofonní symetrické vstupy (XLR), nebo konektory typu stereo jack. Dále to mohou být konektory typu AUX pro vstup externího již smíchaného signálu, nebo jiného signálu z jakéhokoli přehrávače. V poslední době se vyrábějí i nové mixážní pulty s digitálním vstupem. Výhoda mixážního pultu je jasná. Výstup z každého mikrofonu, kterým snímáme jednotlivé nástroje, můžeme v pultu jednotlivě ovládat. Ovládáme jak hlasitost nástroje na výstupu z mixážního pultu, tak i citlivost mikrofonů – jak citlivě mají nástroje snímat. Každý nástroj, respektive každý vstup do pultu, můžeme upravovat ekvalizérem. Můžeme tedy buď zvýšit, nebo snížit hlasitost basů či výšek.

Lepší mixážní pulty budou obsahovat i různé filtry, které omezují šumy. Součástí pultů mohou být i efekty. Sem se řadí například ozvěna, nebo umělý dozvuk, který používáme, pokud jsme mikrofony museli umístit blíže k nástroji, než by bylo pro přirozenost zvuku záhodno. Ve vyšších třídách objevíme i kytarové efekty.

Uspořádání mixážního pultu je většinou u všech pultů podobné. Uspořádání je do sloupců. Pokud stojíme čelem před pultem, tak na zadním panelu anebo na zadní hraně jsou vstupy do pultu. Ve svislém sloupci, v ose souřadnice y , máme pak ovládání pro vstup, který je na vrcholu sloupce. Ve vedlejším sloupci je ovládání pro vedlejší vstup atd. V blízkosti vstupů jsou ovladače pro ovládání citlivosti mikrofonu a ovládání fantomového napájení. Pod těmito ovladači následuje většinou ekvalizér pro úpravu výšek a hloubek. Řešení bývá většinou otočnými potenciometry. Dále zde jsou tlačítka pro vypnutí a zapnutí signálu. Můžeme zde ovládat, kam zvuk přesměrujeme, zda do sluchátek, do poslechového monitoru, do výstupu AUX a nebo zda signál zcela vypneme. Následují ovládací prvky pro ovládání

hlasitosti signálu. Toto je řešeno většinou posuvnými reostaty, či potenciometry. Poslední dva sloupce, které jsou určeny pro vstup signálu, bývají většinou řešeny pro stereo nahrávání. Napravo pultu bývá sloupec ovládacích prvků pro výstup, kde můžeme upravovat již smíchaný signál a hlavní hlasitost označovanou MAIN. Volitelně jsou k dispozici ovládací prvky pro efekty, jejich umístění se liší, ale většinou jsou v oblasti mezi vstupem a výstupem.

Součástí pultu jsou výstupy na poslechové monitory, AUX výstup pro další zpracování zvuku a výstup na sluchátka pro zvukaře. Ve sluchátkách se mohou projevit méně slyšitelné vady zvuku, jako jsou různá nechtěná drnění nástrojů, dech muzikanta či nepřesnosti ve fázi. V nových a drahých mixážních pultech se již používají i digitální výstupy pro nové zvukové karty.



Obrázek 4.1: Mixážní pult

Práce s pultem je náročná, vyžaduje zkušenosti a hlavně dokonalé ucho zvukaře. Prozatím žádná technika není schopná ucho nahradit, a tak dobrý zvukař musí být i dobrý hudebník, který dokáže posoudit, který nástroj si zaslouží větší pozornost. V tomto textu se nebudeme učit ovládat mixážní pult. Pro nastudování funkcí bohatě stačí návod k obsluze každého výrobku, který je k dohledání i na webech jednotlivých výrobců. Návod na ovládání pultu firmy Dexon, naleznete na adrese: <http://data.dexon.cz/cs1204.pdf>. Pro naše potřeby stačí, že umíme zvuk do pultu dostat a že dokážeme jednotlivé kanály smíchat, aby nám vznikl pěkný výsledek. Samotné zpracování a dokončení zvuku dokončíme v počítači anebo signál použijeme do reprobeden, pokud ozvučujeme živou akci.

Abychom byli konkrétní, uvedeme si zde příklad. Nahráváme bicí nástroje s basovou kytarou. Mikrofony správně umístěné nad jednotlivé bubny a linkový výstup z kytary máme

zapojeny do pultu. Různými zkouškami (jak jednotlivců, tak obou hudebníků) nastavíme v mixážním pultu ekvalizéry a úrovně, aby vše sedělo „do ucha“. Na výstup mixážního pultu zapojíme kvalitní externí nebo i interní zvukovou kartu z počítače (Spousta možností, v poslední době digitální optické propojení). V počítači spustíme vhodný softwarový program pro práci se zvukem (DAW editor), zvolíme kvalitu nahrávání (kapitola 4.4) a začneme nahrávat.

Nahráli jsme jednu stopu nahrávky. Ve stopě jsou uloženy bicí a basová kytara. Během produkce hudebníků jsme mohli do pultu zasahovat a drobně měnit nastavení, pokud se měnil charakter skladby, či byl nutný nějaký opodstatněný zásah.

Tuto jednu stopu můžeme samozřejmě v počítači upravit, ale na to se podíváme později. V tuto chvíli by na scénu mohla přijít sólová kytara. Ze zvukové karty bychom vedli výstup do AUX vstupu anebo do jacku na mixážním pultu. Odtud bychom pustili kytaristovi do monitoru nebo do sluchátek již nahranou základní stopu.

Celý koloběh začíná nanovo. Kytarista by začal hrát společně s nahrávkou, přičemž bychom snímali elektrickou kytaru. Monitory můžeme zapojit podobně, jak je popsáno v kapitole o snímání hlasu (kapitola 3.6).

My v mixážním pultu slyšíme všechny doposud nahrané zvuky a do nich vmícháme kytaru. Do vstupu do zvukové karty pustíme pouze jeden kanál – a to právě nahrávanou kytaru (toto mixážní pulty samozřejmě umožňují). V hudebním softwaru zaznamenáme zvuk z kytary. V počítači nyní máme jednu stopu s rytmem a basovou kytarou a druhou stopu s kytarou. Stejným způsobem bychom přidávali další a další stopy. Samozřejmě nám nic nebrání v tom, abychom nahráli více stop najednou. Kvalitní zvukové karty jsou vícevstupové. V tomto případě je ale na místě, aby kapela byla dostatečně zkušená a jednotliví muzikanti aby nechybovali.

Výhoda nahrávání po jedné stopě je jasná: v případě různých chyb způsobených muzikanty nebo chybou na straně zvukaře nemusí znovu nahrávat celá skupina, ale pouze jednatel, kterého se chyba záznamu týká.

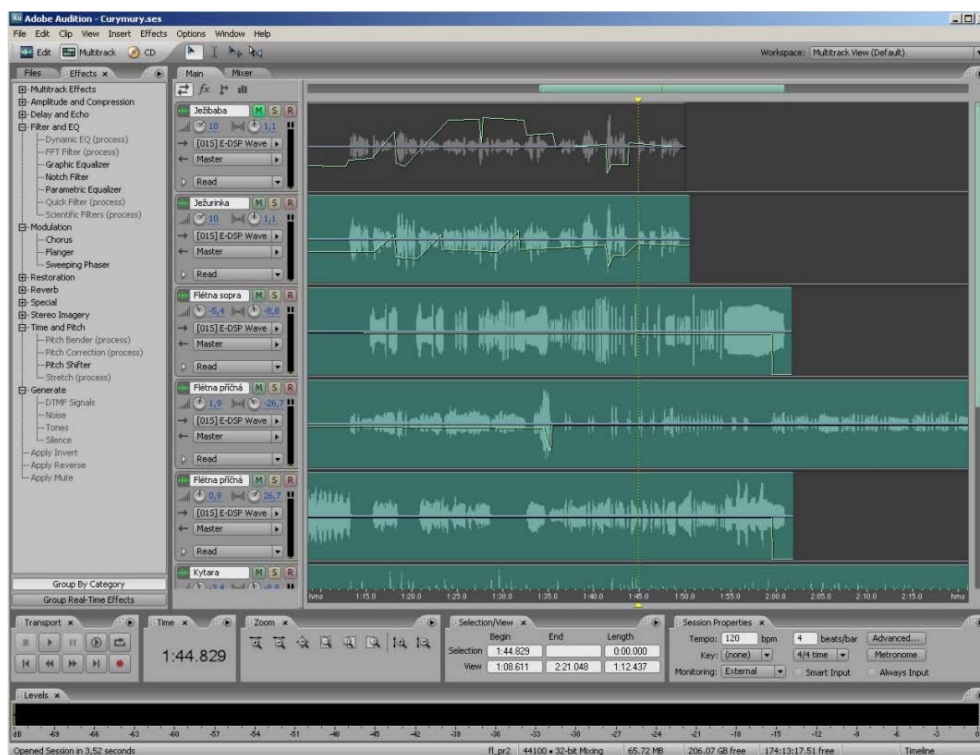
Je možné z nahrávacího procesu úplně vypustit mixážní pult a pořídit kvalitní zvukovou kartu a kvalitní software pro práci se zvukem. Toto řešení není více či méně kvalitní, ale práce je trochu pomalejší a kostrbatější. Nicméně lze docílit kvalitního záznamu. Na úpravu zvuku v počítači se zaměříme nyní.

4.2 Úprava zvuku v počítači

Mixážní pult v dnešní době propojujeme se zvukovou kartou nejčastěji pomocí digitálního rozhraní ADAT (Alesis Digital Audio Tape). V případě, že není jiného východiska či nemáme mixážní pult, můžeme do zvukové karty přivést signály i přes audio jacky, někdy i konektory XLR. Musíme ale počítat se ztrátami na kvalitě při převodu analogového signálu na digitální. Čím méně těchto převodů v celé záznamové cestě bude, tím lepší bude výsledek.

Dostáváme se k části softwarové, kde budeme celý zvuk upravovat, skládat jednotlivé stopy, dotvářet a dokončovat celou nahrávku. Samozřejmě profesionální studia mají k dispozici na každou tuto část rozdílné procesory. Pro naše potřeby bude ale stačit nějaký levnější komerční procesor. Tyto procesory jsou většinou zdarma k vyzkoušení, ale jejich použití je omezené buďto funkcí nebo dobou používání. Plné verze takovýchto kvalitních programů začínají cenově okolo 5000 Kč. Ve světě se tyto programy označují zkratkou DAW, což je zkratka Digital Audio Workstation.

Velmi oblíbeným a funkčně dobře vybaveným hudebním procesorem je Adobe Audition. Tyto procesory mají v sobě zabudovanu spoustu filtrů a efektů, které se snaží nahradit případně chybějící mixážní pult a - co je nejdůležitější - umožňují pracovat s jednotlivými stopami a vzájemně je skládat a míchat. Většina těchto procesorů si je velmi podobná, hlavně uživatelským prostředím. Graficky se snaží napodobovat staré analogové mixážní pulty a jiné ovládací prvky, na které byly zvyklé starší generace zvukařů.



Obrázek 4.2: Prostředí DAW editoru Adobe Audition

Všechny tyto editory nám umožňují stříh a vymazávání stop. To se nám hodí, když interpret hraje ve skladbě nějaké obtížné sólo, které se ne vždy povede. Tuto část skladby pak můžeme s interpretem zahrát několikrát za sebou, vybrat tu nejlepší a pomocí stříhu (cut) ji nahradit v původní stopě. Výběr stříhané části, ale i jednotlivých částí, se kterými bychom chtěli pracovat individuálně, vybíráme, jak jsme zvyklí, tedy levým tlačítkem myši a jejím tažením. Na co si musíme dát pozor, to je přesná synchronizace. Pokud stříhneme část, která trvá 4,2 s, a nahradíme jí částí, která trvá 4,25 s, nebude nám pak sedět synchronizace s ostatními stopami a co víc, v tomto místě se posluchači skladba rytmicky rozsype. Musíme tedy nahrazovat stejný časový úsek a do stejného místa. Je to velmi pracné a zdlouhavé. Některé pulty, programy a zařízení mají možnost synchronizace, kde se spustí nahrávání vždy, když začne interpret hrát. Toto práci trochu usnadňuje. Proces stříhu vyžaduje spoustu zkušeností z praxe a časem se stane rutinní záležitostí.

Pokud skládáme dvě stopy dohromady, synchronizace je velmi důležitá. Víme, že všechny nástroje nám hrají stejně rychle, jelikož hrají do původně nahrané rytmické stopy. Jediné, co musíme udělat je to, aby nástroje začaly hrát v pravý čas. Je to velice jednoduché, poznáme to dle grafického rozhraní. Kde začínají kmity, začíná i skladba, a tak musíme stopy posunout přesně pod sebe. Jednotlivé nahrané stopy jsou zobrazeny v řádcích pod sebou, jak můžeme vidět na obrázku 4.2. Pokud se jedná o sólo, která nejsou pod celou skladbou, zaimplementujeme je dle sluchu. Posouvání stop se provádí jednoduchým tažením, většinou pomocí pravého tlačítka myši.

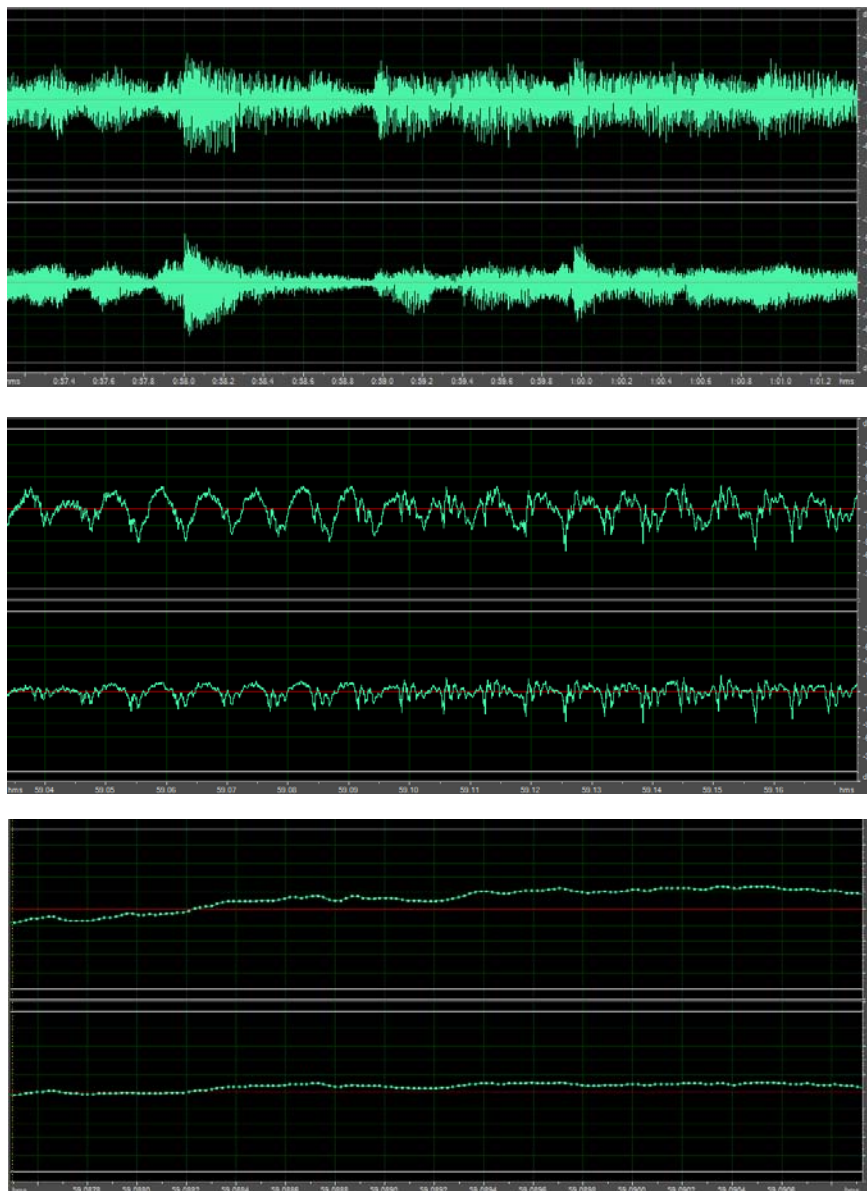
U jednotlivých stop můžeme nastavit omezovač hlasitosti a nastavit tak maximální hlasitost, která bude na výstupu. Zabráníme tak nevyvážení hlasitosti a hlavně nechtěnému přebuzení reproduktorů. Jednotlivé stopy také můžeme po přepnutí do prostředí simulovaného mixážního pultu zesilovat a zeslabovat a dokončit tak výsledný poměr hlasitostí všech stop.

Dalším základním prvkem, který tyto softwary umožňují, jsou tzv. fade in a také fade out. Je to postupné zesílení nebo zeslabení skladby z hodnoty 0 na požadovanou hodnotu, nebo obráceně. Častěji se setkáme s fade out, což je zeslabení na nulu. Používá se tam, kde chceme skladbu ukončit nenásilným způsobem do vytracena, anebo pokud hráči nejsou plně zdatní a ve skladbě je komplikovaný konec. V nahrávkách totiž rozsypaný konec působí dosti neohrabaně, a tudíž bývá lepším řešením opakování stejného motivu až do vytracena. V procesorech bývá tato funkce ihned na dosah u zobrazené stopy nebo v nabídkovém menu. Možnosti nastavení jsou široké a lehko pochopitelné.

Samozřejmě můžeme zesilovat a zeslabovat pouze určité části stop či skladeb. Musíme ale pamatovat, že pokud takto část zesílíme, zesílíme tím i šum. Také je problém skokové

zesílení, kde skladba v polovině začne najednou hrát o 4 dB hlasitěji. Je potřeba takové zásahy dělat jemně a pokud možno plynule.

Musíme mít stále na paměti, že upravujeme vlnění. Samozřejmě, že editory nám nezobrazují nic jiného, než zaznamenanou zvukovou vlnu. Můžeme si to prohlédnout na následujících obrázcích. Kolečkem myši lze ovládat přiblížení. Jsou zobrazena tři různá měřítka. Zároveň je ve všech třech případech zobrazena stereo stopa, kde nahoře je signál z kanálu left a dole z kanálu right.



Obrázek 4.3: Zvuková vlna v editoru

Jak je vidět na posledním obrázku, lze se přiblížit na takovou vzdálenost, kde vidíme již jednotlivé vzorky, při převodu analogového signálu na digitální. Tyto jednotlivé vzorky lze posouvat a měnit jejich hlasitost (výšku amplitudy). Pokud budeme mít stále na paměti, že upravujeme vlnu o nějaké frekvenci a výšce amplitudy, nemůžeme v editoru udělat chybu.

Výhodou editorů je to, že stejně jako většina uživatelských programů obsahuje tlačítko zpět, které nám případné chyby, kterých jsme se dopustili před uložením nahrávky, dopustili.

Tímto jsme probrali nejjednodušší operace, abychom byli schopni alespoň základně ovládat software na zpracování zvuku a jeho mixáž. Samozřejmě procesory obsahují celou řadu dalších efektů a filtrů, které jsou více či méně šikovné. Pro příklad zde uvedu echo a delay, tedy ozvěnu a dozvuk, který najdeme i v mixážních pultech, nebo různé filtry na odstranění šumu, či přednastavené ekvalizéry na různorodé zvýraznění basů, výšek. Součástí jsou i funkce na převedení skladby do stereo podoby. Práce s těmito efekty a funkcemi je značně individuální a zde jsou už u jednotlivých hudebních procesorů rozdíly. S každým zakoupeným programem získáte i návod na použití a doporučuji tyto pokročilé funkce nastudovat přímo z manuálu.

Konečnou úpravou je funkce MIXDOWN, tedy smíchání jednotlivých stop do jedné finální. Použijeme ji tehdy, kdy máme všechny nahrané stopy pod sebou, vše řádně synchronizované a máme aplikovány všechny chtěné efekty. Jakmile jsme s mixáží spokojeni, použijeme známou funkci export a vše uložíme do jednoho souboru, který je konečným výsledkem a v němž nebude možné pracovat s jednotlivými stopami.

Součástí těchto hudebních procesorů bývá i vypalovací program či různé moduly pro práci s videem, pro různé tvorby poslechového CD nebo i záznamů koncertů na DVD. Použitím těchto programů můžeme tedy dokončit celé CD či DVD dle našich představ.

4.3 Záznamová média

Na závěr této práce se ještě podíváme, jaké máme možnosti uložení zvuku do počítače nebo na externí datová média a také s jakými nejrozšířenějšími hudebními formáty se můžeme setkat.

Nebudeme zde zacházet do minulosti a věnovat se různým ozubeným válečkům, fonografům, ani se nebudeme zabývat magnetofonovými pásky ani deskami. V dnešní době už většina hudebních studií pracuje s digitálním signálem, kde je celá řada možností uchování informace. Samozřejmě nejrozšířenějším datovým úložištěm je v současnosti pevný disk, kde probíhá zápis magnetickou hlavou do kovových kotoučů. Dříve se používala sběrnice dat IDE, dnes se přechází na rychlejší sběrnici SATA. Pro práci se zvukem budou vyhovovat disky se 7200 otáčkami a 8 MB vyrovnávací paměti.

V poslední době však trh zaplňují nové disky typu SSD, kde neprobíhají žádné mechanické procesy. Tyto disky se zdají být vhodným úložištěm, jelikož nehrozí poškození disku otřesy.

Některá studia provádějí záznam na magnetické pásky, ale samozřejmě v digitální podobě. Tyto pásky se vyznačují vysokou kapacitou, dlouhou životností, ale také vysokou cenou. Přepis těchto pásků je možný, ale pro prvotřídní kvalitu nahrávky se doporučuje použít vždy pásek nový.

Samozřejmě, že tato média neslouží pro distribuci skladeb. Ještě stále je pro distribuci (vyjma internetových nákupů) nejvíc rozšířený CD, tedy kompaktní disk. Od svého počátku v roce 1982 ušel dlouhou cestu a výrobci se ho snažili zdokonalit i pro poslech dnes tak hojně propagovaného vysokého rozlišení. Tyto formáty se však neujaly a tak se CD ustálilo na parametrech 700 MB kapacity, což odpovídá 80 min přehrávaného záznamu. CD obsahuje 16 bitový dvoukanálový záznam, kde jsou data vzorkována frekvencí 44,1 kHz. Formátem, který se používá v audio CD je CDA, což je pouze převedený WAV formát. V roce 1999 přišly firmy Sony a Philips s novým formátem Super audio CD, které vypadalo stejně jako běžné CD. Vyznačovalo se dvouvrstevným záznamem, kde byl v jedné stopě klasický záznam původního CD a v druhé stopě formát DSD, který se vyznačoval dynamickým rozsahem 120 dB v pásmu 20 Hz až 20 kHz. Kapacita druhé stopy byla 4,7 GB. Tento formát se ale moc nerozšířil.

Dalším médiem, které se používá, ale přesto nemůže konkurovat CD, co se rozšířenosti týče je DVD – Audio. Nabízí kapacitu až 8,5 GB. Při zachování CD kvality je tedy schopno pojmout několikanásobně větší počet skladeb. DVD - audio však rozšiřuje možnosti poslechu skladeb především z hlediska prostorového zvuku. Tyto disky totiž umožňují záznam vícekanálového zvuku až kvality full surround.

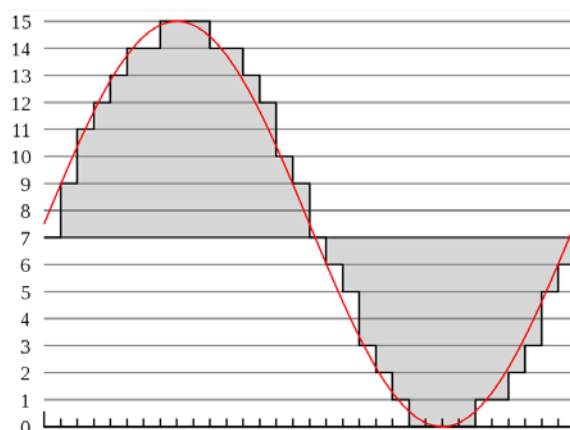
Tato média se dají vypalovat jak ve studiu v DAW procesoru, tak použitím jiných vypalovacích programů. Při distribuci do obchodů se zásadně používají disky lisované. Jejich kvalita je vyšší, jelikož jsou přesnější, mají však nižší životnost. Průměrná životnost optických disků je kolem 8 let [8].

Samozřejmě to nejsou jediná média, která pro uložení a přenos zvukového signálu používáme. Rozšířené jsou paměti typu flash, používané jak v USB discích, mp3 přehrávačích, ale i ve zmiňovaných SSD discích. Kapacity těchto médií jsou od MB až po GB.

4.4 Zvukové formáty

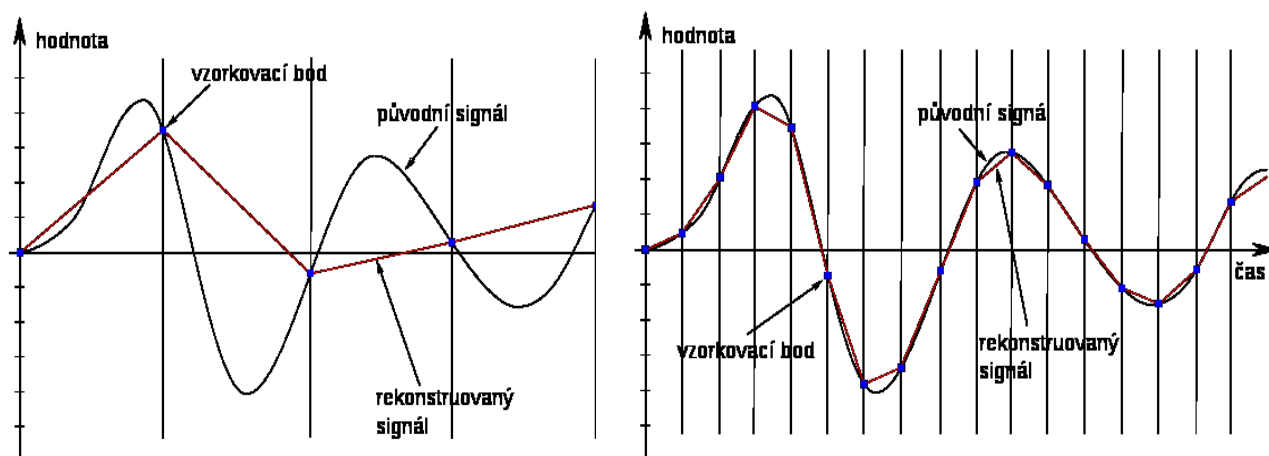
Se zpracováním zvuku v počítači také úzce souvisí formáty, v jakých se soubory pracujeme a v jakých potom nahrávku posloucháme. Základním formátem, se kterým můžeme v počítači pracovat, je bezztrátový formát WAV (Waveform Audio File Format). Tento formát vyvinuly společnosti IBM a Microsoft a je určený právě pro práci se zvukem.

WAV využívá pulzně kódovou modulaci PCM (Pulse-code modulation), která převádí analogový signál na digitální. Princip spočívá v pravidelném odečítání hodnot z analogově-digitálního převodníku (A/D) a jejich zápisem v binární podobě. Základním parametrem, který jsem již zmínil u popisu CD, je vzorkovací frekvence, která určuje, jak často se hodnota odečte. Tato hodnota může být od 8 kHz, přes kvalitu audio CD 44,1 kHz až po vyšší hodnoty používané v případě, že chceme ještě kvalitnější signál. Představu o tom, jak proces probíhá, můžeme získat z následujícího obrázku:



Obrázek 4.4: Pulzně kódovaná modulace [9]

Je tedy zřejmé, že v případě nízké vzorkovací frekvence nebude možné původní signál dostatečně rekonstruovat a zvuk ztrácí na kvalitě. Nyní si ukážeme, jak taková rekonstrukce graficky vypadá:



Obrázek 4.5: Rekonstrukce signálu při nízké a vyšší kvalitě [9]

Dalším parametrem, který nám určuje kvalitu, je rozlišení hodnot v jednotlivých bodech. Obvykle se používá rozlišení 8 nebo 16 bitů. Takto veliké rozlišení nám tedy dává 256 anebo 65536 možných rozlišovacích bodů. Určování hodnoty říkáme kvantování. Každé kvantování přináší do signálu tzv. kvantizační šum, který klesá se zvyšováním rozlišovací frekvence.

Jedinou nevýhodou formátu WAV je jeho velikost. 80 min záznamu nám dává 700 MB zabraného místa na disku. Proto se začaly vyvíjet nové formáty, které se snaží soubory WAV komprimovat, a tím zmenšovat jejich velikost při zachování co nejlepší kvality.

Asi nejrozšířenějším komprimovaným formátem je MP3. Tento formát se snaží o snížení datového toku původního WAV signálu. Obsahuje různé kompresní poměry a snižuje propustnost datového toku. Zároveň MP3 obsahuje filtr, který z nahrávky odstraní zvukové informace, které lidské ucho není schopno zachytit. Výsledná velikost souboru je pak asi 10x menší než původní. Parametry, které určují výslednou kvalitu souboru, jsou opět vzorkovací frekvence a datový tok. Frekvence nabývá podobných hodnot jako WAV. Rozdílem je datový tok, kde rychlost 128 kB/s nahrazuje přibližně poslouchatelnou kvalitu CD [10]. Vyšší datový tok nám zajistí kvalitnější nahrávku, v případě, že sledáme nahrávku kvalitativně nedostatečnou. V dnešní době je převod na MP3 kvalitní a málokdo může ocenit neztrátový WAV formát. Nyní, když kolem nás všechno šumí, hudbu posloucháme z počítače, kde se nám točí disk a šumí větráčky, je poslouchání v původním WAV formátu téměř zbytečné. Kdo je labužník, nezbude mu nic jiného než zakoupit kvalitní hi-fi přístroj, odstranit co nejvíce možných okolních šumů a vychutnat si kvalitu WAV z těchto přístrojů.

Formát MP3 ovšem není jediný formát, který se snaží zachovat poslechovou kvalitu, ale zmenšit velikost souboru. Těchto formátů je celá řada. Asi druhým nejrozšířenějším je WMA (Windows media audio), vyvinutý firmou Microsoft, hlavně z toho důvodu, aby nemusel platit licenci za implementaci MP3 do Windows. Všechny tyto formáty fungují na podobném principu. Oba formáty MP3, WMA ale i novější AAC formát jako následovník MP3 jsou ztrátové formáty, kde dojde k vypuštění informace o datech, které běžný člověk neslyší. Formát AAC není úplně jednotný, obsahuje spoustu profilů. Jeho síla je v samplování signálu na vyšších bitových tocích.

Formátem, který je pouze kompresní je např. FLAC, který zajistí zmenšení výsledného souboru asi o 40%. Tento formát se stává stále populárnějším hlavně u hudebních milovníků, jelikož kvalita komprimovaného zvuku je mnohem kvalitnější. Je to způsobeno tím, že formát nese veškeré informace o nekomprimovaném signálu. Jeho výhodou je, že je to otevřený formát a nepodléhá licenci. Programy pro převod signálu do tohoto formátu je tedy umožněn zdarma a programy jsou snadno dostupné. Původní signál je převeden do série malých čísel,

kteřá jsou efektivně uloženy. Kompze je na podobném principu, jak v různých souborových archivech jako jsou ZIP či RAR

Nynějším standardem je tedy pracovat v DAW editorech v neztrátovém WAV formátu. Pro distribuci do hifi systémů uložit WAV soubory na CD - audio či DVD – audio jak ve stereo, tak ve více kanálovém zvuku (profesionální DAW editory). Pro dnes nejběžnější distribuci po internetu je vhodné uložit konečné soubory do MP3, AAC či FLAC s možností dodatečného poskytnutí originálních neztrátových záznamů.

5 Závěr

Nyní jsme probrali všechny stěžejní zásady při záznamu zvuku. Víme, co zvuk je, známe základy akustiky. Dozvěděli jsme se, že nemůžeme podceňovat umístění mikrofonů a hlavně výběr mikrofonů ke správnému účelu. Celý nahrávací řetězec je tak silný jako jeho nejslabší článek. Tudíž použití kvalitních mikrofonů s nekvalitní zvukovou kartou či mixážním pultem je vyhazování peněz. Veškeré součástky, které použijeme, by měly mít přiměřenou kvalitu.

Samozřejmě, že nám nikdo nediktuje, jaký mikrofon použít. Každý zvukař by měl na výběr mikrofonu přijít časem sám, hlavně podle toho, jaký zvuk preferuje. Také použití efektů je hodně závislé na uchu zvukaře.

Všichni interpreti, kteří do studia nebo na koncert přijdou, jsou zvukaři plně oddáni a doufají v jeho praxi a zkušenosti. Pořízení kvalitních součástek pro provoz alespoň malého studia s kvalitní soupravou nejde do tisíců, ale do desetitisíců. Proto je studií vcelku málo a v republice je jen pár vyhlášených studií, které za dobrou cenu poskytnou kvalitní záznam.

Tato práce se nesnažila zacházet do jednotlivých detailů a problematik záznamu zvuku. Jejím cílem bylo ukázat, že pořídit kvalitní zvukový záznam není jednoduché. Zároveň se snažila vybrat stěžejní problémy a ukázat jejich řešení. Využil jsem vlastních zkušeností, které jsem po čase stráveném v malém studiu získal. Propojil jsem akustické vlastnosti hudebních nástrojů s vhodným umístěním mikrofonů.

Profesionální zvukaři, kteří ozvučují živá vysílání, se každým dnem potýkají s problémy nevyhovující akustiky v jednotlivých sálech a snaží ze sebe vymáčkout maximum, aby publiku poskytli autentický přenos zvuku.

Ke konci práce jsem se snažil ukázat, jak ve skutečnosti takový záznam probíhá, že pro kvalitu nahrávky je dobré nahrávat sólově jednotlivé nástroje na stopy a ty potom skládat jak v mixážním pultu, tak i v počítači. Cílem bylo seznámit čtenáře se základy nahrávacího procesu, aby byl schopný i se základním vybavením, jako je mikrofon a kvalitní zvuková karta, pořídit vícestopou nahrávku, za kterou by se nemusel stydět.

V tomto rozsahu práce jsem se ani nemohl věnovat všem problémům stejně rozsáhle. Vybral jsem hlavní problémy, se kterými jsem se sám při seznamování se s nahrávací technikou potýkal. Některé rady obsažené v této práci se mohou zdát nějakému jinému zvukaři méně vhodné. Myslím si ale, že kdo se bude mými radami řídit, bude schopný pořídit poslouchatelnou nahrávku i s omezenými prostředky. Jak se říká: „Za málo peněz hodně muziky“.

Seznam použité literatury:

- [1] GEIST, Bohumil. *Akustika : Jevy a souvislosti v hudební teorii a praxi*. Praha : Muzikus, 2005. 281 s.
- [2] LEPIL, Oldřich. *Fyzika : Mechanické kmitání a vlnění*. Praha : Prometheus, 1994. 135 s.
- [3] SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. 2. dopl. vyd. Praha : Akademie múzických umění v Praze, 2008. 440 s.
- [4] Hudební nástroj. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-03-02]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Hudební_nástroj
- [5] VLACHÝ, Václav. *Praxe zvukové techniky*. 3. doplněné vydání. Praha : Muzikus, 2008. 296 s.
- [6] ZÁSTĚRA, Jan. Směrové a frekvenční charakteristiky mikrofonů | JANZ AUDIO - Profesionální filmová, televizní a ozvučovací technika [online]. 2006 [cit. 2011-03-8]. Směrové a frekvenční charakteristiky mikrofonů. Dostupné z WWW: <http://www.janzaudio.com/clanky/smerove-a-frekvencni-charakteristiky-mikrofonu.html>
- [7] RUDOLPH, Barry. Middle Atlantic Music Accessories' Split Screen Pop Filter [online]. 2006 [cit. 2011-03-08]. Middle Atlantic Music Accessories' Split Screen Pop Filter. Dostupné z WWW: <http://www.barryrudolph.com/mix/midatlanticsplitscreen.html>
- [8] Kompaktní disk. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-03-22]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kompaktní_disk

- [9] Pulzně kódová modulace. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-04-20]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pulzně_kódová_modulace
- [10] MPX [online]. 2002 [cit. 2011-04-03]. Formát MP3 pod lupou - technické informace. Dostupné z WWW: <http://www.mpx.cz/VSE-O-MP3/Format-MP3-pod-lupou---technicke-informace.html>
- [11] Hammondovy varhany. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-04-19]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Hammondovy_varhany
- [12] Dopplerův jev. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-02-16]. Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Dopplerův_jev
- [13] Ladění. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2011-03-07]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ladění>