

# **Zvuková skladba**

Distanční studijní text

**Mikuláš Odehnal**

**Opava 2024**



**SLEZSKÁ  
UNIVERZITA**  
FILOZOFICKO-  
PŘÍRODOVĚDECKÁ  
FAKULTA V OPAVĚ

**Obor:** audiovizuální tvorba, filmová studia, filmová věda

**Klíčová slova:** Film, zvuk, zvuková skladba

**Anotace:**

Cílem opory je seznámit čtenáře a posluchače se základními teoretickými a praktickými poznatky, které se týkají zvukové práce. V textu je kladen důraz na komplexní porozumění problematice zvukové produkce a postprodukce, objasnění terminologie z oblasti akustiky a fyziologie sluchového vnímání. Studijní text obsahuje základní informace týkající se nahrávací technik, postprodukčních procesů a konkrétních metod zvukové práce.

**Autor:** Mikuláš Odehnal

Opora byla realizována v rámci projektu NPO\_SU\_MSMT-16611/2022 – Transformace formy a způsobu vzdělávání na Slezské univerzitě v Opavě.



Financováno  
Evropskou unií  
NextGenerationEU



Národní  
plán  
obnovy



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

## Obsah

ÚVODEM.....	4
RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY.....	5
1 ÚVOD DO ZVUKOVÉ SKLADBY .....	6
1.1 Úvod.....	6
1.2 Základní pojmy a definice.....	7
2 PSYCHOAKUSTIKA, FYZIOLOGIE A FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY ZVUKOVÉ PRÁCE.....	13
3 ZVUKOVÝ SIGNÁL A JEHO ZÁZNAM .....	24
3.1 Zvukový signál.....	24
3.1.1 Obecně o zvukovém signálu .....	24
3.1.2 Analogový signál .....	33
3.1.3 Digitální signál.....	33
3.2 Mikrofon – první krok k záznamu zvukového signálu .....	37
3.3 Rekordéry a vývoj technologie záznamu .....	49
4 ZVUKOVÁ POSTPRODUKCE – ZÁKLADNÍ PROCESY .....	56
4.1 Úvod do zvukové postprodukce.....	56
4.1.1 Definice a význam zvukové postprodukce .....	56
4.1.2 Příklad postprodukčního workflow.....	57
4.1.3 Základní nástroje a software .....	59
4.2 Základní procesy a metody zvukové postprodukce .....	66
4.2.1 Stříh a úprava hlasitosti (trimming, fading, gain).....	66
4.2.2 Čištění zvukové stopy .....	70
4.2.3 Dynamický processing (kompresor, gate, limiter).....	72
4.2.4 Ekvalizace .....	74
4.2.5 Efekty a automatizace .....	76
4.2.6 stereo panorama .....	78
4.2.7 Mix, mastering a export .....	80
LITERATURA .....	83
PŘEHLED DOSTUPNÝCH IKON.....	87

## **ÚVODEM**

Tato studijní opora je určena studentům předmětu Zvuková skladba a všem zájemcům o zvukovou produkci a postprodukci. Jedná se o základní text obsahující klíčové informace zpřístupňující oblast zvukové práce. Studijní opora je doprovázena obrazovým materiálem a videoodkazy zejména v části zaměřené na zvukovou postprodukci. Tyto externí zdroje jsou pro hlubší porozumění problematice klíčové a je důrazně doporučeno jim věnovat pozornost, protože obsahují řadu konkrétních zvukových příkladů, které nelze reprodukovat textovou formou.

Teoretická část práce obsahuje kontrolní otázky a vybrané distanční prvky k samostatné práci, které slouží k prohloubení znalostí v příslušné kapitole.

## **RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY**

Cílem této opory je seznámit čtenáře a posluchače se základními teoretickými a praktickými poznatky, které se týkají zvukové práce. V textu je kladen důraz na komplexní porozumění problematice zvukové produkce a postprodukce, objasnění terminologie z oblasti akustiky a fyziologie sluchového vnímání. Studijní text obsahuje také klíčové informace týkající se nahrávací techniky a postprodukčních procesů a konkrétních metod zvukové práce. Studijní opora je strukturovaná postupně od základní terminologie a klíčových teoretických informací po jednotlivé fáze výroby zvukového díla od nahrávání po konečnou postprodukci. Student tak postupně získává podstatné kompetence k samostatné zvukové práci.

# 1 ÚVOD DO ZVUKOVÉ SKLADBY



## RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

V této kapitole se zaměříme základní porozumění významu zvuku a zvukové skladby v kontextu audiovizuálního díla. Uvedeme základní pojmy a situaci zvukové vrstvy díla a jejího významu v různých typech audiovizuálních produktů a forem.

---



## CÍLE KAPITOLY

- porozumění základním pojmům, charakteristika zvuku a zvukové skladby v kontextu AV díla
- 



## KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Zvuk, zvuková skladba, dramaturgie, design

---

## 1.1 Úvod

Zvuk je zásadní složkou všech forem a podob audiovizuální tvorby. Ať už se jedná o film, televizní formáty, počítačové hry či různorodý online obsah, zvuková vrstva a její skladba je klíčová pro stimulaci pozornosti a vnímání diváků a pro posílení vizuálního vrstvy vnímaného díla. Zvuková skladba tedy nejenže doplňuje obraz, ale významně plní i samostatnou informační (např. narativní) funkci, která může obsah a jeho smyslovou vnímatelnost posunout na kvalitativně novou úroveň. Zvuk v audiovizuálních dílech může mít mnoho forem, počínaje dialogy, hudbou, zvukovými efekty, atmosférami, tichem a vším mezi těmito pojmy, kdy každý z těchto prvků zastává ve vytvářeném díle specifickou roli. **Dialogy (řeč)** představují základní komunikační prostředek mezi postavami v rámci díla a diváky jako vůči dílu vnější subjekt. Jsou v tomto smyslu zásadní pro rozvoj příběhu a charakterizaci postav. **Hudba** zásadním způsobem ovlivňuje emocionální vnímání diváků, moduluje tempo obrazových scén a zásadně napomáhá vytvářet a modulovat celkovou atmosféru díla. **Ruchy a zvukové efekty** (jako příklad uveďme třeba zvuky kroků, zavírání dveří,

exploze, údery, zvuky materiálů atd.) zásadním způsobem ovlivňují realističnost a současně pomáhají zvýrazňovat důležité momenty ve sledovaných scénách. **Atmosférické zvuky** (např. vítr, déšť, šum lesa, městský ruch apod.) pracují na vytvoření imerzivního prostředí, které umožňuje divákům cítit se, jako by byli součástí autentického prostředí díla.

Jak jsme zmínili, zvuk obecně není v díle (ale samozřejmě může být) pouze doprovodem obrazu; často slouží jako výrazně aktivní prvek vyprávění, distribuce informací a emocionální stimulace. Zvuková vrstva díla může řídit či ovlivňovat divákovu pozornost, předjímat dramatické zvraty, měnit tonalitu scény bez vizuální změny atd. Příkladem může být třeba použití stoupajícího hudebního napětí, které naznačuje blížící se nebezpečí, či změna zvukové kulisy, která signalizuje změnu místa či času v obraze dosud nepřítomnou. Emocionální vliv zvuku na diváky tak nemůže být podceňován. Zvuk jako médium má schopnost ovlivnit pocit díla mnohem příměji než obraz, což úzce souvisí s fyziologií a psychologií lidského smyslového vnímání. Hudba a zvukové efekty tak mohou v rámci díla vyvolávat silné emoce bez ohledu na jejich polaritu od strachu přes napětí až po radost a pocity štěstí. Tento aspekt je typicky výrazný a důležitý v žánrech, jako jsou horory nebo thriller, kde zvukové prvky často představují dominantní prvek budování napětí a strachu.

S rozvojem technologií se přirozeně mění i možnosti zvukové skladby. Moderní technologie, jako je prostorový zvuk a sofistikovaný zvukový software, umožňují tvůrcům experimentovat s novými způsoby, jakými může zvuk působit na diváka a jak může zlepšit celkový dojem z audiovizuálního díla. Tyto technologie nejenže zvyšují kvalitu zvukového záznamu na vstupu celé zvukové výroby, ale také přímo rozšiřují možnosti jeho kreativního využití, o čemž budeme v tomto textu také dále mluvit. Zvuk tak můžeme v tomto úvodním textu označit za fundamentální prvek audiovizuální tvorby, který významně přispívá k celkovému působení díla na diváka. Jeho role v narativní struktuře a schopnost emocionálně působit na diváky činí zvukovou skladbu více než technickou disciplínou, ale také přímou uměleckou formou s vlastními postupy a zákonitostmi. Pochopení a schopnost vědomého využití zvuku jsou tak klíčovými vlastnostmi a schopnostmi pro každého tvůrce v oblasti audiovizuální tvorby.

## **1.2 Základní pojmy a definice**

Zvuková skladba v audiovizuálních dílech využívá řadu technických a teoretických pojmů, které je důležité znát pro pochopení a další práci v této oblasti. Tato část textu proto poskytne jednoduché definice a vysvětlení klíčových termínů používaných v oblasti zvukové tvorby.

## **Zvuková vlna (zvuk)**

Zvuková vlna je oscilace tlaku vzduchu, kterou lidské ucho vnímá jako zvuk. Tyto tlakové vlny vznikají rozkmitáním těles a jejich pohybem, následným mechanickým vlněním se šíří prostředím (např. vzduchem) a jsou zaznamenávány sluchovými orgány (uchem) nebo technickými zařízeními jako jsou mikrofony.

## **Frekvence**

Frekvence zvuku udává, kolikrát za sekundu osciluje tlaková vlna (ke kolika kmitům za sekundu dojde) a je vyjádřena v hertzech (Hz). Frekvence z hlediska sluchového vnímání rozhoduje o výšce tónu, přičemž vyšší frekvence subjektivně zní jako vyšší tón a nižší frekvence naopak jako hlubší.

## **Amplituda**

Amplituda zvukové vlny určuje její intenzitu. Jedná se o maximální rozsah vibrací nebo kmitů zdroje zvuku měřených od rovnovážné polohy, kdy vyšší amplituda signálu znamená hlasitější zvuk. Amplituda ve smyslu intezity zvuku je obvykle měřena v decibelech (dB).

## **Decibel (dB)**

Decibel je měrná jednotka používaná k vyjádření hlasitosti zvuku nebo intenzity akustického tlaku. Decibel je logaritmická jednotka, což umožňuje efektivně měřit velmi široký rozsah zvukových intenzit.

## **Témbr**

Pojem témbr (barva zvuku) představuje kvalitativní způsob rozlišování zvuků na základě rozlišení mezi různými zdroji zvuku hrajícími ve stejné výšce a hlasitosti. Barva zvuku je definována harmonickým složením zvuku a je klíčová pro charakterizaci zvukových zdrojů na základě jejich původu (původu jejich vzniku). Příkladem mohou být 2 tóny stejné hlasitosti i frekvence vytvářené různými hudebními nástroji, mezi nimiž subjektivně vnímáme rozdíly a mluvíme tak o různých barvách zvuku.

## **Dynamický rozsah**

Tímto pojmem označujeme rozdíl mezi nejtiššími a nejhlasitějšími částmi zvukového záznamu nebo skladby. Větší dynamický rozsah umožňuje bohatší vyjádření emocí a detailů ve zvukové skladbě.

## **Mix (mixáž, míchání zvuku)**

Mix je proces kombinování zvukových stop do jednoho výstupu (např. souboru). Během mixování upravujeme úroveň intenzity, frekvence, dynamiku a prostorové umístění jednotlivých prvků ve zvukové stopě. Cílem je dosáhnout harmonického a vyváženého celku.



## **Master** (mastering)

Mastering je proces finálního zpracování audio nahrávky před její další distribucí. Zahrnuje typicky jemné úpravy v dynamice, frekvenci a stereo panoramatu. Mastering je zaměřen na to, aby nahrávka zněla co nejlépe na všech reprodukčních systémech a médiích.

## **Mono / Stereo**

Mono (monofonní) záznam znamená, že zvuk je zaznamenán a přehráván pouze z jednoho kanálu. Stereo (stereofonní) záznamy používají dva nezávislé audio kanály (levý a pravý), což poskytuje posluchačům dojem šířky a prostorovosti zvuku.

## **Surround**

Surround (prostorový) zvuk je metoda pro obohacení kvality zvuku v audiovizuálních médiích s použitím více zvukových kanálů z různých směrů. Tato technika je běžně používána v kinematografii a domácích kinech pro vytváření více imerzivního zážitku.

## **Akustika**

Akustika je věda o vzniku, šíření, vnímání a účincích zvuku. Zahrnuje jak fyzikální jevy a procesy, jako jsou zvukové vlny a jejich vlastnosti, tak i psychologické a fyziologické reakce na zvuk vnímaní sluchovými orgány.

## **Analogový signál**

Analogový signál je spojitý signál, který reprezentuje fyzikální charakteristiku zvukové vlny. V audiovizuálních systémech jsou analogové signály reprezentace zvukových vln, kde amplituda signálu osciluje a přesně kopíruje původní zvuk ve fyzickém prostoru.

## **Digitální signál**

Digitální signál je zvukový signál, který byl převeden z analogové do digitální formy. To znamená, že zvuk je reprezentován sérií číselných hodnot, které lze zpracovávat a uchovávat elektronicky.

## **Sampling rate**

Sampling rate (vzorkovací frekvence) je počet vzorků zvukového signálu zaznamenaných za sekundu během procesu digitalizace analogového signálu. Nejčastější vzorkovací frekvence pro digitální záznam zvuku jsou 44,1 kHz, 48 kHz, 88,2 kHz, 96 kHz a 192 kHz, kdy vyšší vzorkovací frekvence obecně zachycuje více detailů a přesněji reprodukuje původní zvuk, ale úměrně s touto kvalitou stoupá také její datová náročnost.

## **Bit Depth**

Bit depth (bitová hloubka) určuje množství informací zaznamenaných pro každý vzorek (sample, viz předchozí pojem) během procesu digitalizace zvuku. Bitová hloubka udává jak vysoké digitální rozlišení každý vzorek obsahuje, kdy vyšší bitová hloubka umožňuje přesnější a kvalitnější záznam dynamického rozsahu zvuku. Jako příklad můžeme uvést standardní bitovou hloubku pro formát CD (zvukový disk) 16 bitů při vzorkovací frekvenci 44,1 kHz během které je že každou sekundu zaznamenáno 44 100 vzorků a každý tento vzorek ukládá 16 bitů informace, což je 65 536 hodnot.

## **Hardware**

Hardware v kontextu zvukové produkce zahrnuje fyzické komponenty používané pro záznam, zpracování a reprodukci zvuku. Patří sem mikrofony, zvukové karty, mixpulty, reproduktory a další periferní zařízení.

## **Software**

Software pro zvukovou produkci zahrnuje všechny programy a aplikace používané pro zpracování zvuku. To může zahrnovat DAWs, efektové pluginy, smplovací programy, a software pro notaci a skladbu hudby apod.

### **DAW (Digital Audio Workstation)**

DAW je software používaný pro nahrávání, editaci a produkci zvukových a hudebních souborů. Moderní DAWs poskytují rozsáhlé možnosti pro práci se zvukem, včetně mixování, efektů a virtuálních nástrojů.

## **Plugin**

Plugin (nebo plug-in) je software, který přidává specifické funkce do jiného softwarového systému, typicky do digitálních audio stanic (DAW). Pluginy mohou zahrnovat různé efekty, nástroje, zvukové procesory a další funkcionality, které rozšiřují možnosti základního programu. Používají se například pro simulaci zesilovačů, efektové a dynamické úpravy zvuku a mnoho dalších aplikací.

## **Efekt**

Ve zvukové práci odkazuje termín efekt na jakýkoli proces používaný k modifikaci původního zvukového signálu. Efekty mohou zahrnovat např. reverb, delay, echo, chorus, distortion, kompresi a mnohé další. Použití efektů je velmi variabilní, od zvýraznění po úplnou transformaci zvukového materiálu, čímž lze dosáhnout požadovaného zvukového charakteru nebo zásadní proměně estetiky zvukového materiálu a díla, v němž je použit.

## Postprodukce

Postprodukce je fáze výrobního procesu filmů, televizních pořadů, audio nahrávek a dalších audiovizuálních děl, která následuje po skončení hlavního natáčení nebo nahrávání. Zahrnuje úpravy obrazu a zvuku, stříhové editace, color grading (barevné korekce), zvukový design, aplikaci efektů, mix a mastering. Cílem postprodukce je dotvořit konečný produkt, který je připraven pro finální distribuci.

## Dramaturgie

Dramaturgie ve filmu nebo televizi se týká procesu plánování, rozvoje a strukturování obsahu díla. Zahrnuje analýzu a rozhodování týkající se např. vývoje vyprávění, postav, dialogů a jejich vzájemné dynamiky a interakce.. V kontextu zvukové práce se dramaturgie vztahuje nejčastěji k výběru, úpravě a integraci zvukových prvků. Zvuková dramaturgie je tak klíčová pro vytvoření soudržného a působivého zvukového nebo audiovizuálního zážitku.

## Sound design (zvukový design)

Zvukový design, je kreativní a technický proces tvorby, záznamu a úpravy zvukových prvků pro různá média jako jsou film, televize, hry, divadelní představení atd. Zahrnuje vytváření a manipulaci se zvukem tak, aby podporoval vyprávění a atmosféru díla. Zvukový design může zahrnovat různé aspekty a procesy, k nimž uvedme několik příkladů:

Efekty - vytváření specifických zvukových efektů, jako jsou zvuky prostředí, syntetické zvuky, zvukové simulace akcí nebo objektů, které nejsou přímo zaznamenávány.

Dialogy - čištění a úprava nahrávek dialogů, zajištění srozumitelnosti a konzistence v rámci celého díla.

Hudba - integrace hudební složky do díla tak, aby podpořila emoce a atmosféru

Atmosféra - tvorba zvukové krajiny nebo atmosféry, která umožní lépe zprostředkovat divákům smyslový „ponor“ do daného prostředí.

Interaktivita – typicky ve videohrách a formátech interaktivních médií zahrnuje zvukový design také práci s dynamickými zvukovými prvky, které reagují na akce uživatele.

Cílem zvukového designu je tedy nejen reprodukce realistických zvuků, ale také užívání zvuku jako nástroje k posílení vizuálního a emočního dopadu díla. Zvukový designér by měl disponovat porozuměním jak technickým aspektům zvuku, tak jeho vlivu na lidské vnímání a emocionální reakce. Sound design je tedy významnou součástí tvůrčího procesu v audiovizuální produkci, a má rozhodující vliv na to, jak publikum vnímá a reaguje na dílo v širokém spektru mediálních výstupů a formátů.



### KONTROLNÍ OTÁZKA

1. Co je to frekvence? A co je to vzorkovací frekvence?
  2. Co je to bitová hloubka záznamu?
  3. Vysvětli zkratku DAW.
- 



### SHRNUTÍ KAPITOLY

V této kapitole jsme se zorientovali v základních pojmech týkajících se zvukové práce a zvuku jako média. Porozuměli jsme významu zvuku a zvukové skladby v kontextu audiovizuálního díla. Porozumění informacím uvedeným v této kapitole představuje teoretický základ pro další práci se zvukem a zvukovým materiálem.

## 2 PSYCHOAKUSTIKA, FYZIOLOGIE A FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY ZVUKOVÉ PRÁCE

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Tato kapitola se věnuje výkladu fyzikálních základů zvukové práce a zkoumání klíčových charakteristik jako jsou frekvence, amplituda a fáze. Dále se zaměříme na fyziologii vnímání zvuku lidským sluchem, slyšitelného frekvenčního spektra, maskování zvuku a dalších důležitých aspektů. Text se věnuje také základním informacím o psychoakustice.

---

### CÍLE KAPITOLY



- porozumění základním fyzikálním aspektům zvukové práce, fyziologii vnímání sluchovým orgánem a základním psychoakustickým otázkám
- 

### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



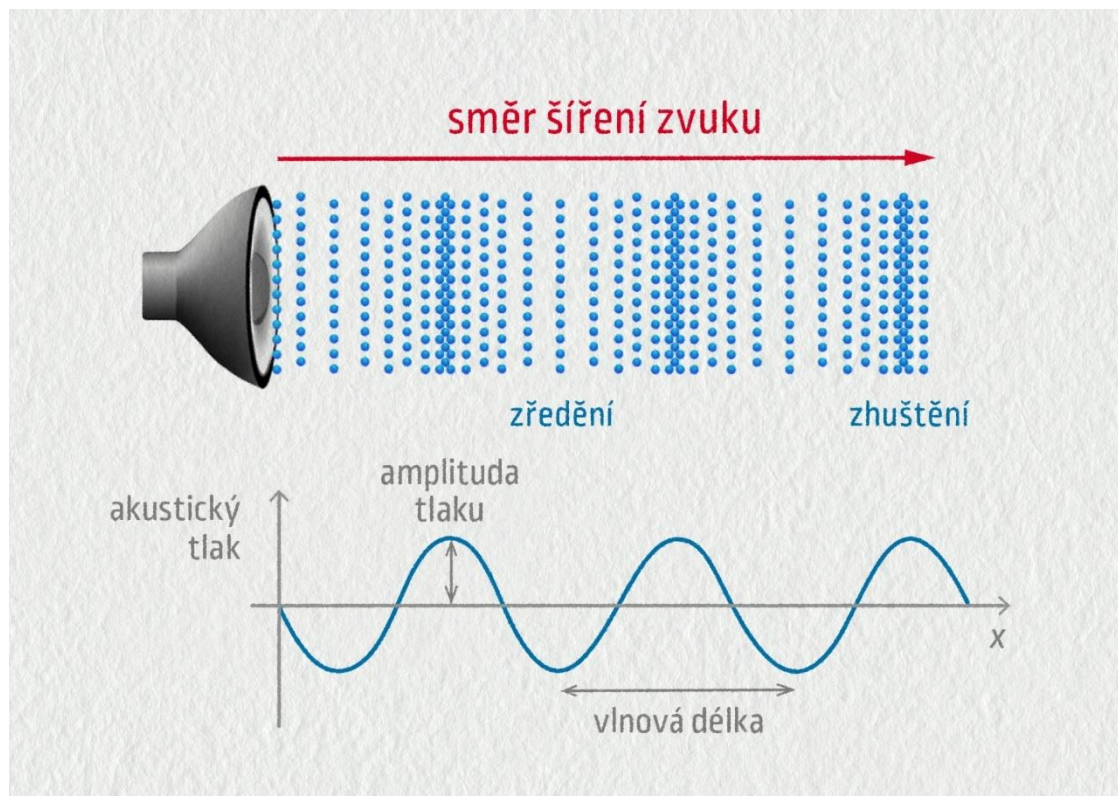
Zvuk, akustika, vlnění, frekvence, amplituda, fáze, sluch, psychoakustika

---

### Zvuk jako vlnění

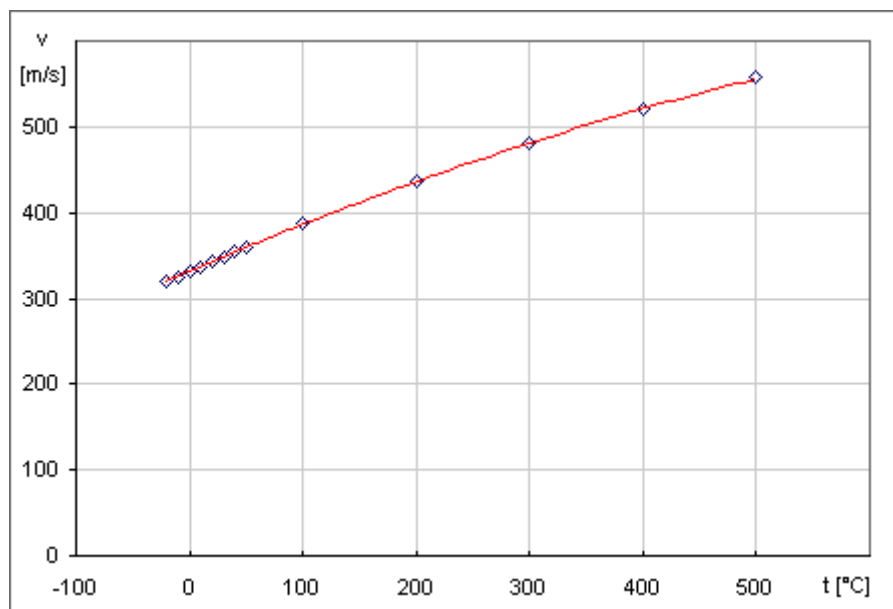
Zvuk je formou mechanického vlnění, které se šíří prostřednictvím oscilace molekul ve vzduchu nebo jiných médiích, jako jsou kapaliny a pevné látky. Tyto oscilace vytvářejí tlakové vlny, které se pohybují od zdroje zvuku a mohou být zachyceny sluchovým orgánem (uchem) nebo nahrávací technikou (mikrofony).

Zvukové vlny jsou podélné vlny, kde směr šíření vlny a směr oscilace částic média jsou totožné. Vzduchové molekuly se pohybují ve směru šíření vlny, tlačí na sousední molekuly, čímž vytvářejí oblasti zhuštění a zředění, viz obrázek na následující straně.



Obr. 1) zdroj: <https://e-manuel.cz/kapitoly/mechanicke-vlneni/vyklad/zvuk/>

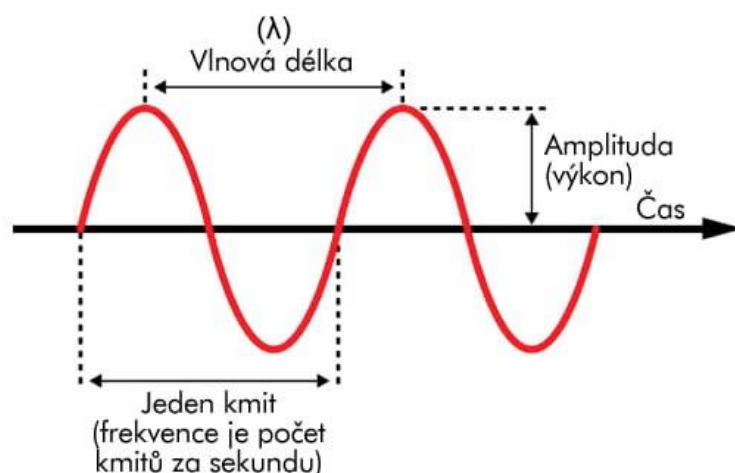
Rychlost šíření zvuku se liší v závislosti na médiu, teplotě a dalších podmínkách. Ve vzduchu při teplotě 20 °C je přibližně 343 metrů za sekundu.



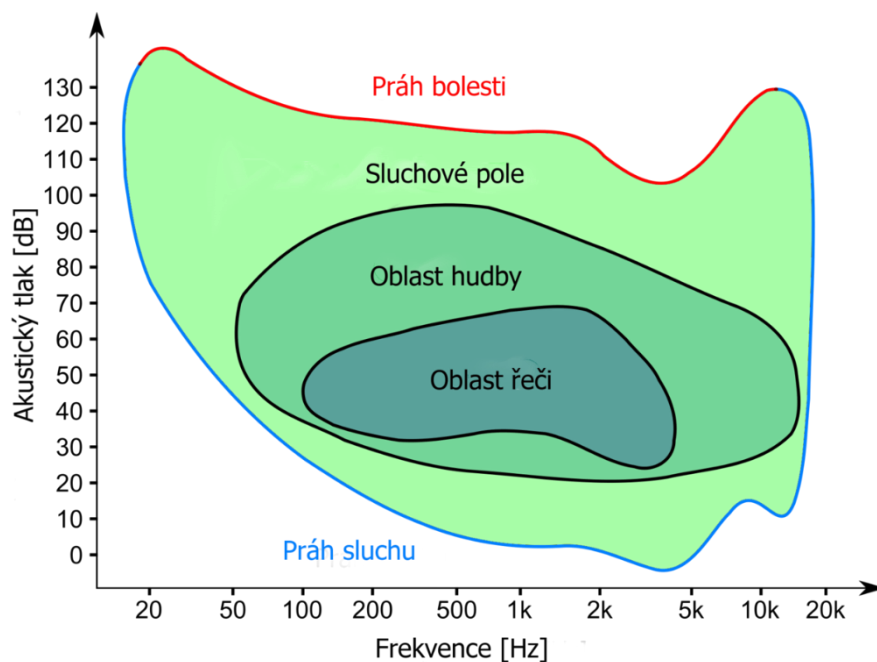
Obr. 2) zdroj: <https://www.converter.cz/tabulky/rychlost-zvuku-vzduch.htm>

## Frekvence, amplituda a fáze

Tyto tři charakteristiky jsou zásadní pro základní popis zvukové vlny. Frekvence zvukové vlny, vyjádřená v hertzech (Hz), určuje, jak rychle částice média oscilují. Jedná se o údaj počtu probíhajících kmitů v časovém úseku jedné vteřiny (viz obrázek č.3). Vyšší frekvence znamená více oscilací za sekundu a z hlediska sluchu vytváří vyšší tón. Slyšitelné frekvenční spektrum pro člověka je obvykle uváděno mezi 20 Hz a 20 kHz, což rámuje oblast zvaná jako sluchové pole. Zároveň platí, že určitá frekvenční pásma slyšíme fyziologicky lépe než jiná a existuje tzv. sluchový práh, který je definován nejmenší potřebnou intenzitou tónu k tomu, aby posluchač dokázal danou frekvenci vnímat (viz obrázek č.4).



Obr. 3) zdroj: <https://cz.paroc.com/knowhow/zvuk/obecne-informace-o-zvuku>

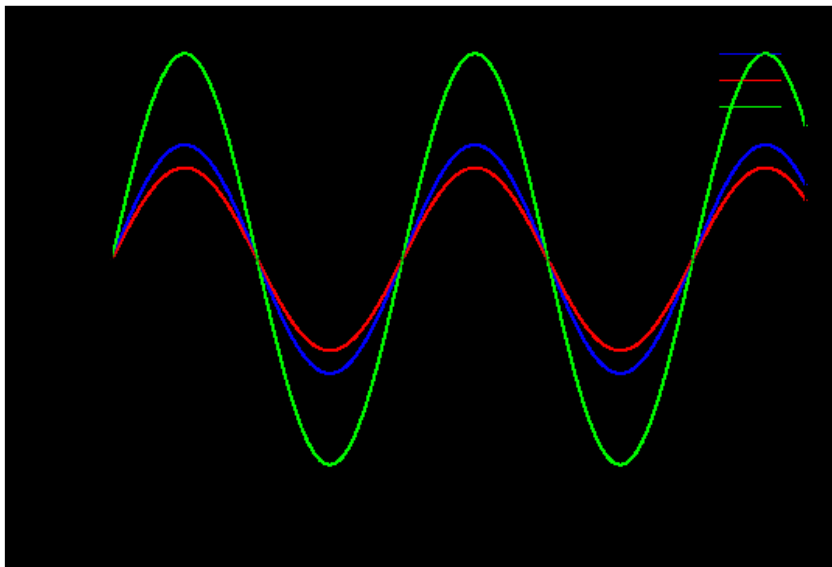


Obr. 4) zdroj: [https://www.wikiskripta.eu/w/Pr%C3%A1h\\_sluchu\\_a\\_sluchov%C3%A9\\_pole](https://www.wikiskripta.eu/w/Pr%C3%A1h_sluchu_a_sluchov%C3%A9_pole)

Amplituda zvukové vlny určuje její intenzitu, kterou subjektivně reprezentujeme jako hlasitost. Vyšší amplituda znamená větší oscilaci částic, jde tedy o maximální vertikální výchylku kmitu z výchozí polohy 0, která v případě zvuku vyjadřuje výkon a je jedním ze základních parametrů periodického kmitání. Její vlastností je, že přirozeně (v rámci kmitu v prostředí, kde existuje nějaká forma tření) dochází k postupnému tlumení a poklesu amplitudy do výchozího bodu 0. Odlišně se ale chová tzv. nucený kmit, kde existuje vnější síla nutící těleso k neustálému pohybu (např. u elektrického syntezátoru).

Fáze zvukové vlny odkazuje na její počáteční bod v cyklu oscilace v čase, kdy je zvuková vlna generována. Fáze je důležitým aspektem zejména při kombinaci více zvukových vln, kde rozdíly ve fázi mohou vést k interferenci, která se projevuje posílením nebo oslabením (v krajním případě zániku) zvukového signálu. Můžeme si zde uvést jako příklady 4 situace:

- skládání dvou kmitů (červená a modrá křivka) o stejné frekvenci při zachování fáze (zelená křivka - jejich amplitudy se sčítají)



Obr. 5, zdroj: autor

- skládání dvou kmitů o stejné frekvenci při posunutí fáze (amplitudy se vzájemně tlumí)
- skládání dvou kmitů o různých frekvencích (výsledkem je zcela nová křivka)
- skládání dvou kmitů o zcela identické frekvenci, zcela totožné fázi i stejné amplitudě (dochází k vzájemnému vyrušení a kmit zaniká)



## Fyziologie vnímání zvuku lidským sluchem

Lidský sluch je schopen detekovat zvuky v širokém rozsahu frekvencí a amplitud, což obecně umožňuje člověku rozlišovat při vnímání zvukového signálu tóny a hlasitost zvuku. Jak jsme zmínili výše, slyšitelné spektrum lidského sluchu je obecně uváděno v rozsahu od 20 Hz do 20 kHz. Tento rozsah se s věkem a expozicí hluku může snižovat. Lidský sluch je binaurální a jeho klíčovou vlastností je schopnost lokalizace zdroje zvuku založená na rozdílech v čase doručení zvuku a jeho intenzitě mezi oběma ušima. Tato schopnost je klíčová pro prostorové vnímání zvuku. Pokud se zaměříme na dynamický rozsah, můžeme uvést, že lidský sluch může zpracovávat zvuky s velmi širokým rozsahem intenzit, od šepotu po hlasité zvuky, což odpovídá dynamickému rozsahu od přibližně 0 dB (práh slyšení) do 120 dB (práh bolesti). Zmiňme také jev zvaný maskování, kdy silnější zvuk ve stejném frekvenčním rozsahu zastíní pro naše sluchové vnímání zvuk slabší (maskovaný). Výsledkem tohoto jevu je dočasný posun sluchového prahu k vyšším hodnotám v důsledku podráždění určité oblasti citlivých buněk. Toto je důležité zejména pro kontext zvukového designu a míchání, kde je potřeba vyvažovat úrovně různých zvukových zdrojů z různých částí frekvenčního spektra.

Fyzikální základy zvuku jako jevu a principy fyziologického vnímání zvuku lidským sluchem jsou zásadní pro pochopení toho, jak zvuk vzniká, šíří se a je vnímán. Tyto informace jsou podstatné pro každého, kdo pracuje nebo chce pracovat v oblasti audiovizuální tvorby a bude či je konfrontován s potřebou práce se zvukem v různých formátech a médiích.



zdroj videa „The Human Ear“:

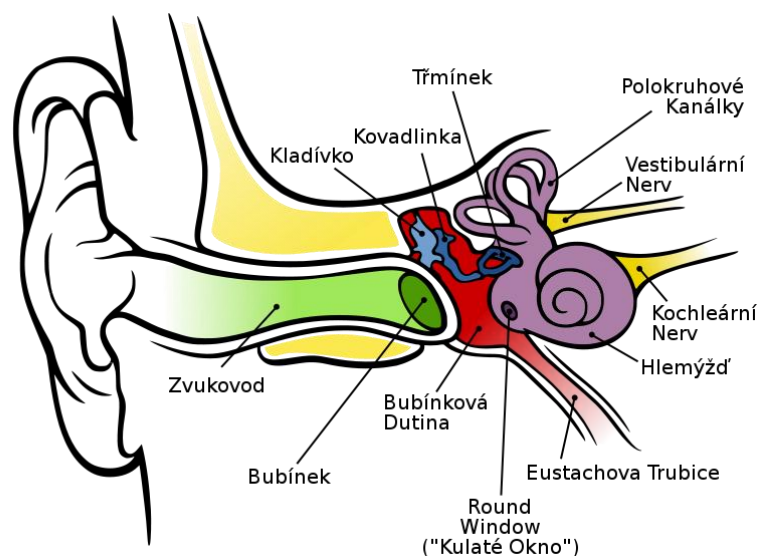
<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=C6ZQUmBg1eU>

## Psychoakustika

Psychoakustika je vědní obor, který se zabývá studiem vnímání zvuku lidským sluchem a psychologickými reakcemi na vnímané akustické jevy. Tato disciplína se snaží porozumět a popsat, jak lidský mozek vnímá, analyzuje a reaguje na různé zvuky a jejich charakteristiku. V této části se zaměříme na základní prvky a informace z oblasti psychoakustiky a jejich aplikaci ve zvukovém designu a uvedeme také základní informace o fyziologii sluchového vnímání.

Sluchový orgán lidského ucha je schopný zachytit zvukové vlny a převést je na nervové impulsy, které jsou následně zpracovávány mozkem. Tento proces zahrnuje několik klíčových kroků:

1. Zachycení zvuku: zvukové vlny vstupují do vnějšího ucha a jsou nasměrovány do zvukovodu.
2. Převod mechanického vlnění: v oblasti středního ucha zvukové vlny způsobují vibrace ušního bubínku, které jsou přenášeny řadou soustavou kůstek k vnitřnímu uchu.
3. Hydrodynamický přenos: vnitřní ucho obsahuje statokinetické ústrojí a orgán zvaný hlemýžď s membránami a receptními buňkami po celé své délce. Funguje zde tlakový přenos vzruchu kapalinou k membránám, jejichž pohyby dráždí vláskové buňky. Orgán svým tvarem dělí zvuk do jednotlivých frekvenčních pásem a ten je v jeho částech detekován
4. Elektrochemický přenos: výše popsaný transformovaný signál je pak odeslán sluchovým nervem do mozku, kde je pak interpretován jako zvuk, resp. sluchový vjem.



Obr. 6) zdroj: <http://www.lidske-smysly.wbs.cz/Sluch.html>

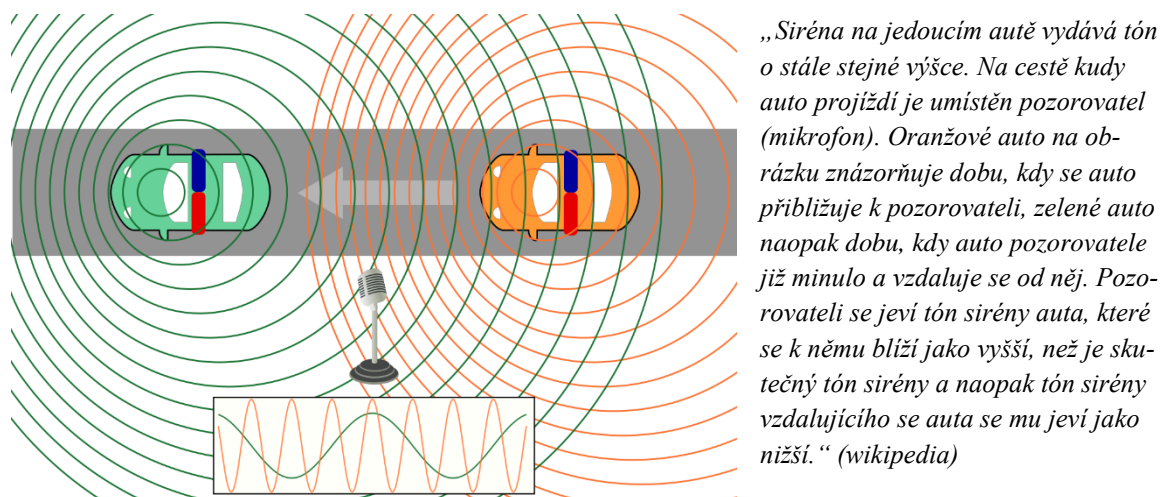
### Zajímavé jevy z hlediska psychoakustiky

Jev zvaný maskování v praxi nastává, když přítomnost jednoho silného zvuku (maskujícího) znesnadňuje slyšení jiného zvuku, který je současně přítomen (maskovaný). V konkrétní situaci například hlasitá hudba v restauraci může znemožnit slyšení slabšího hovoru. Můžeme také konkrétněji zmínit frekvenční maskování, při němž silnější tóny v určité frekvenční oblasti způsobují, že slabší tóny ve stejné nebo blízké frekvenční oblasti nejsou slyšet a v subjektivním poslechu zanikají. Tento efekt hraje roli např. při míchání hudby (mix), kde je třeba vyvažovat hlasitost různých nástrojů v různých částech frekvenčního spektra, aby byly všechny požadované složky zvuku slyšitelné.

Dalším specifickým aspektem je sluchová lokalizace. Jedná se o schopnost lidského sluchu určit polohu zdroje zvuku ve třídímenzionálním prostoru. Lokalizace je zásadní pro orientaci a navigaci v prostoru a je závislá na časových a úrovnových rozdílech zvuku dopadajícího na obě uši.

Zajímavým jevem je tzv. Haasův efekt, také známý jako „zákon prvního dojmu“, který popisuje situaci, kdy dva zvuky z různých směrů dorazí ve velmi krátkém časovém intervalu (jinak řečeno dojde k ozvěně do 30 ms) jsou vnímány jako jeden zvuk. Podmínkou pro dosažení tohoto efektu je, že ozvěna (zpožděný signál) nesmí být o více než 10dB hlasitější než první zvuk. Tento princip je využíván ve zvukovém designu k dosažení pocitu širšího stereo obrazu bez ztráty srozumitelnosti.

Zvláštní je také Dopplerův jev, který popisuje měnící se frekvenci přijímaného signálu oproti vysílanému vlnění, což je způsobováno vzájemnou rychlostí pohybujícího se vysílače a přijímače.

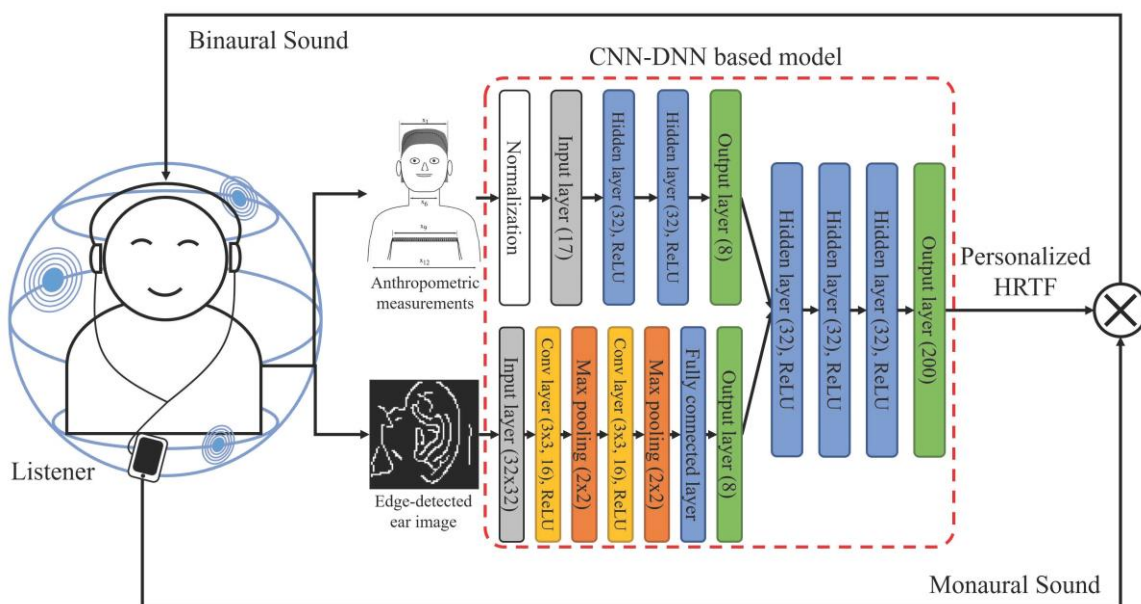


Obr. 7) zdroj: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Doppler%C5%AFv\\_jev](https://cs.wikipedia.org/wiki/Doppler%C5%AFv_jev)

## Příklady využití psychoakustiky ve zvukové tvorbě

Základní znalost psychoakustických jevů je klíčová pro efektivní zvukový design a zvukovou produkci, protože tvůrci poskytuje komplexnější porozumění tomu, jak lidé vnímají zvuk a co toto vnímání může ovlivnit. V této části si představíme několik konkrétních příkladů, jak mohou zvukoví designéři a tvůrci využívat psychoakustické principy ve vlastní tvorbě zvukových či audiovizuálních děl.

Psychoakustiku lze využít při vytváření působivých prostorových zvukových efektů, které podporují zvýšení realismu a imerze v audiovizuálních médiích. Příkladem může být trojrozměrný zvuk v počítačových hrách, které využívají psychoakustický model k simulaci zvuků, které vycházejí z různých směrů a vzdáleností. Tohoto efektu se dosahuje skrze HRTF (Head-Related Transfer Function) umožňující simulaci toho, jak lidské uši a mozek dekódují zvukové signály na základě jejich původu a zdroje v prostoru, což umožňuje poskytovat hráčům pocit, že jsou skutečně obklopeni zvukovým prostředím.



Obr. 8) zdroj: <https://www.mdpi.com/2076-3417/8/11/2180>

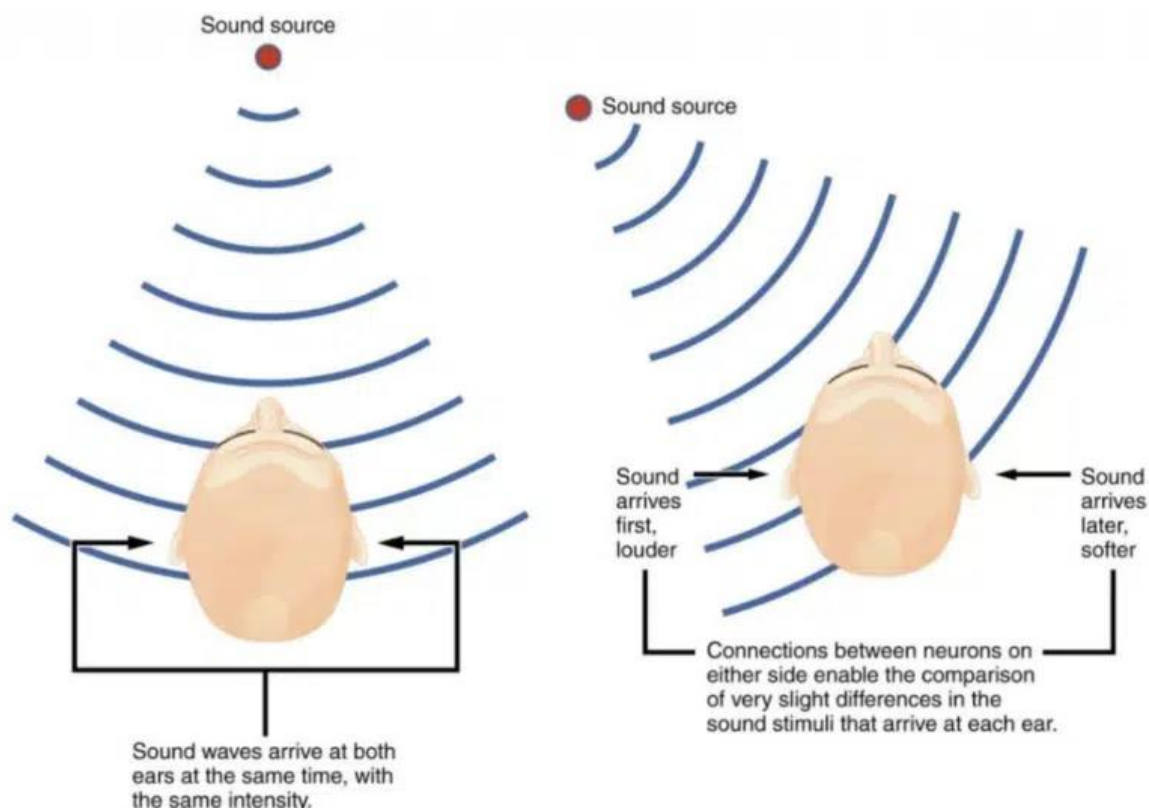
Znalost psychoakustiky může zásadně zlepšit rozhodování při mixování a masteringu hudby tím, že se dokáže tvůrce lépe zaměřit na to, jak spolu různé zvuky interagují a jak jsou vnímány posluchači. Příkladem může být již zmíněné frekvenční maskování, kdy při míchání hudby může být problematické, pokud několik nástrojů pracuje se signálem ve stejném frekvenčním pásu. Psychoakustika přirozeně vede k řešení pomocí použití EQ (ekvalizace) k odstranění nežádoucích frekvencí, které by mohly vést k maskování jiných důležitějších zvuků v mixu. Například, zeslabení basových frekvencí v kytarové stopě může pomoci lépe vyniknout basovému nástroji apod. Procesování signálu pomocí kompresorů a limiterů (jejich konkrétní funkce bude popsána dále) je využíváno k modifikaci dynamického rozsahu zvuku. Pomocí psychoakustických znalostí je možné nastavit kompresi signálu tak, aby byly zvýrazněny důležité zvuky a zároveň zachována přirozenost celkového zvuku. Příkladem je použití lehčí komprese na vokály, která zvýrazňuje jejich přítomnost v mixu bez toho, aby byly přehlušeny ostatními nástroji. Další konkrétní příklady využívání psychoakustiky při míchání lze nalézt ve videu níže:



Zdroj videa: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=qFLH8LcnGPK>

Ve filmové tvorbě je psychoakustika aktivně využívána k posilování narativu a k vyvolávání konkrétních emocionálních reakcí u diváků. Je také důležitá pro srozumitelnost obsahu ve formě dialogů, kdy v širokém spektru televizních a filmových produkcí zvukoví editoři upravují frekvence a dynamiku dialogů tak, aby byly v rámci mixu lépe srozumitelné na pozadí hudby a dalších zvukových vrstev. Psychoakustické jevy a principy také umožňují zvukovým designérům komponovat scény, kde zvuky zdánlivě vycházejí z konkrétních směrů. Typicky zvuk projíždějícího auta zleva doprava může být zesílen dynamickými panning technikami, což vede diváka k pohledu na konkrétní místo v obraze v konkrétní čas apod. Psychoakustika se také přímo zabývá tím, jak různé zvukové frekvence a barvy zvuku ovlivňují lidské emoce. Příkladem může být situace, kdy nižší frekvence konkrétního typu zvuku mohou vyvolávat pocity napětí a nebezpečí, zatímco vyšší mohou subjektivně působit jako více vzrušující či emocionálně veselejší. Podobných principů je využíváno také při skládání filmové hudby s cílem posílení předpokládané emocionální odezvy na obrazové scény.

Využití psychoakustiky ve zvukové tvorbě tak není pouze otázkou technického zpracování zvuku, ale také o vědomém kreativním vyjádření a cíleném emocionálním působení na posluchače. Tím, že zvukoví designéři a producenti porozumí těmto principům, mohou lépe aktivně manipulovat se zvukovým prostředím s cílem dosažení žádaného efektu, ať už v hudbě, zvukové tvorbě, filmu, nebo v různorodých interaktivních médiích.



Obr. 9) zdroj: <https://unison.audio/psychoacoustics/>

## SAMOSTATNÝ ÚKOL



Proveďte si vlastní test svých sluchových schopností. Vyhledejte si např. na platformě YouTube videa názvem „Hearing Test“, „Frequency Hearing Test“ či „Human Audio Spectrum“ - pusťte si jakékoli z nich s nasazenými sluchátky a vnímejte slyšitelné rozdíly mezi jednotlivými frekvencemi.

## KONTROLNÍ OTÁZKA



4. Co se stane, když se spojí zvukový signál s dalším signálem v čisté protifázi?
5. Popiš význam pojmu sluchové pole.
6. Vysvětli sluchový vjem doprovázející Dopplerův jev.



## SHRNUTÍ KAPITOLY

V této kapitole jsme se zorientovali v základní fyziologii lidského vnímání sluchového vjemu. Kapitola popsala pojmy jako frekvence, amplituda, sluchové pole a další klíčové znalosti pro pochopení zvuku jako specifického smyslově vnímatelného jevu, který má své charakteristiky a fyzikální vlastnosti. Zaměřili jsme se také na významné poznatky z oblasti psychoakustiky a popsali, jak fyzikální vlastnosti zvuku ovlivňují námi vnímané zvukové jevy. Pro orientaci v základních pojmech kapitola obsahovala vybrané ilustrace dokreslující popisované jevy.

## 3 ZVUKOVÝ SIGNÁL A JEHO ZÁZNAM



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

V této kapitole se zaměříme na zvukový signál a jeho charakteristiku. Vysvětlíme si rozdíl mezi analogovým a digitálním typem signálu a vztahu mezi nimi, který je klíčový pro porozumění procesu zvukového záznamu. Kapitola v další části uvede čtenáře do technického úvodu k problematice nahrávání zvuku a představí základní pojmy a procesy, které jsou s nahráváním zvuku spojené.

---



### CÍLE KAPITOLY

- porozumění akustickému signálu a jeho charakteristice
  - základní terminologie a procesy spojené s nahráváním zvuku
  - porozumění digitálnímu záznamu zvuku
  - základní orientace v technických zařízeních pro zvukový záznam
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Zvuk, signál, analogový, digitální, digitalizace, mikrofon, nahrávání, záznam

---

## 3.1 Zvukový signál

### 3.1.1 OBECNĚ O ZVUKOVÉM SIGNÁLU

Zvukový signál představuje pro účely tvůrčí práce klíčový element, který produkujeme, zaznamenáváme a upravujeme v postprodukčním procesu. V následujících částech textu se zaměříme na základní informace a charakteristiky, které zvukovému signálu přísluší.

Analýzou signálu usilujeme o jeho jednoznačnou kvantifikaci ve smyslu jeho fyzikálních vlastností jako jsou frekvence a intenzita. Odlišným procesem je pak syntéza, která využívá informací zjištěných analýzou k modifikaci a tvorbě zvukového signálu umožňující překročit výchozí přirozený signál směrem k novým estetickým a funkčním kvalitám.



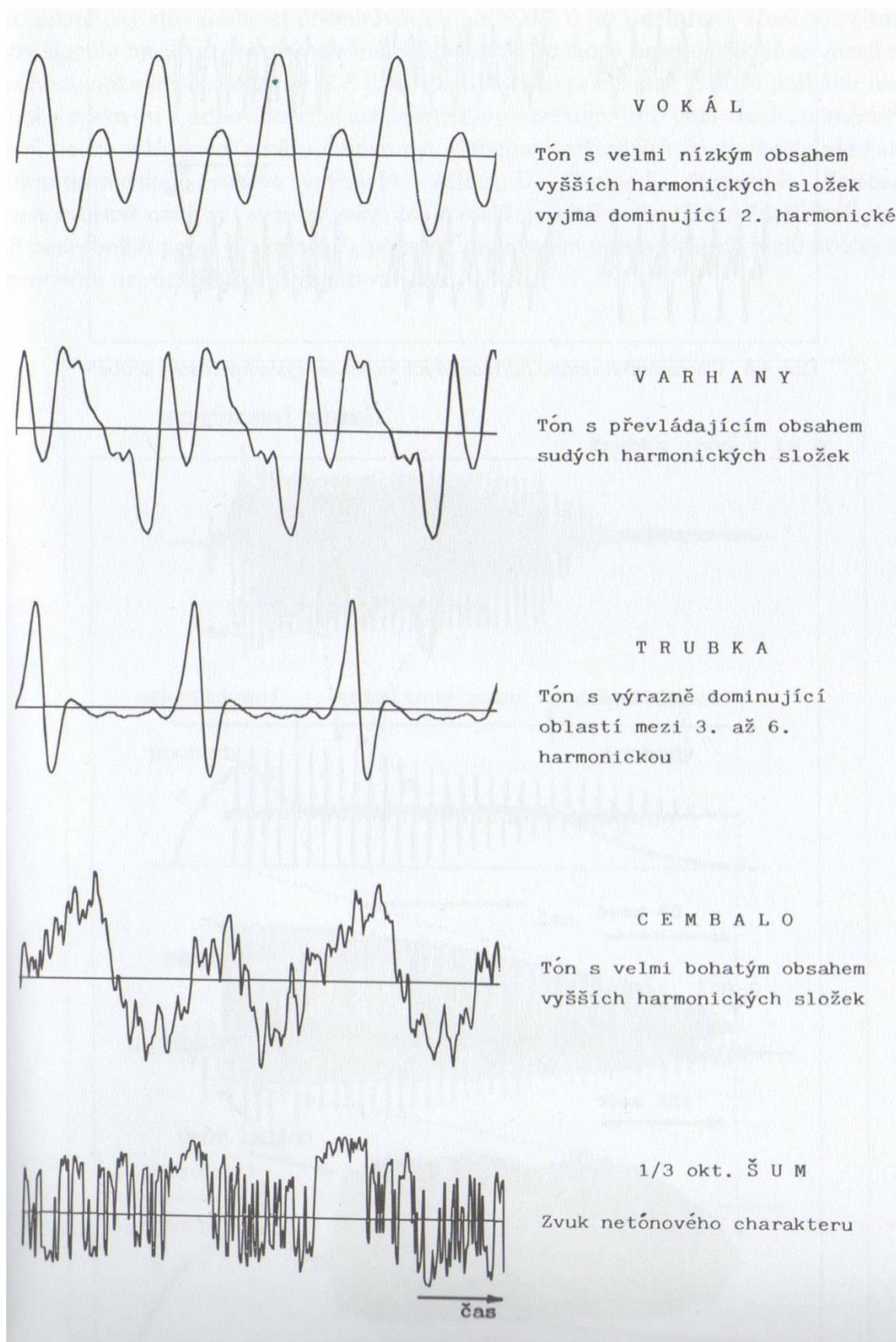
V kontextu analýzy zvukového signálu můžeme mluvit o dvojitým pojetí signálu:

a) *statické pojetí* zvukového signálu operuje s dvojrozměrným prostorem harmonie a amplitudy

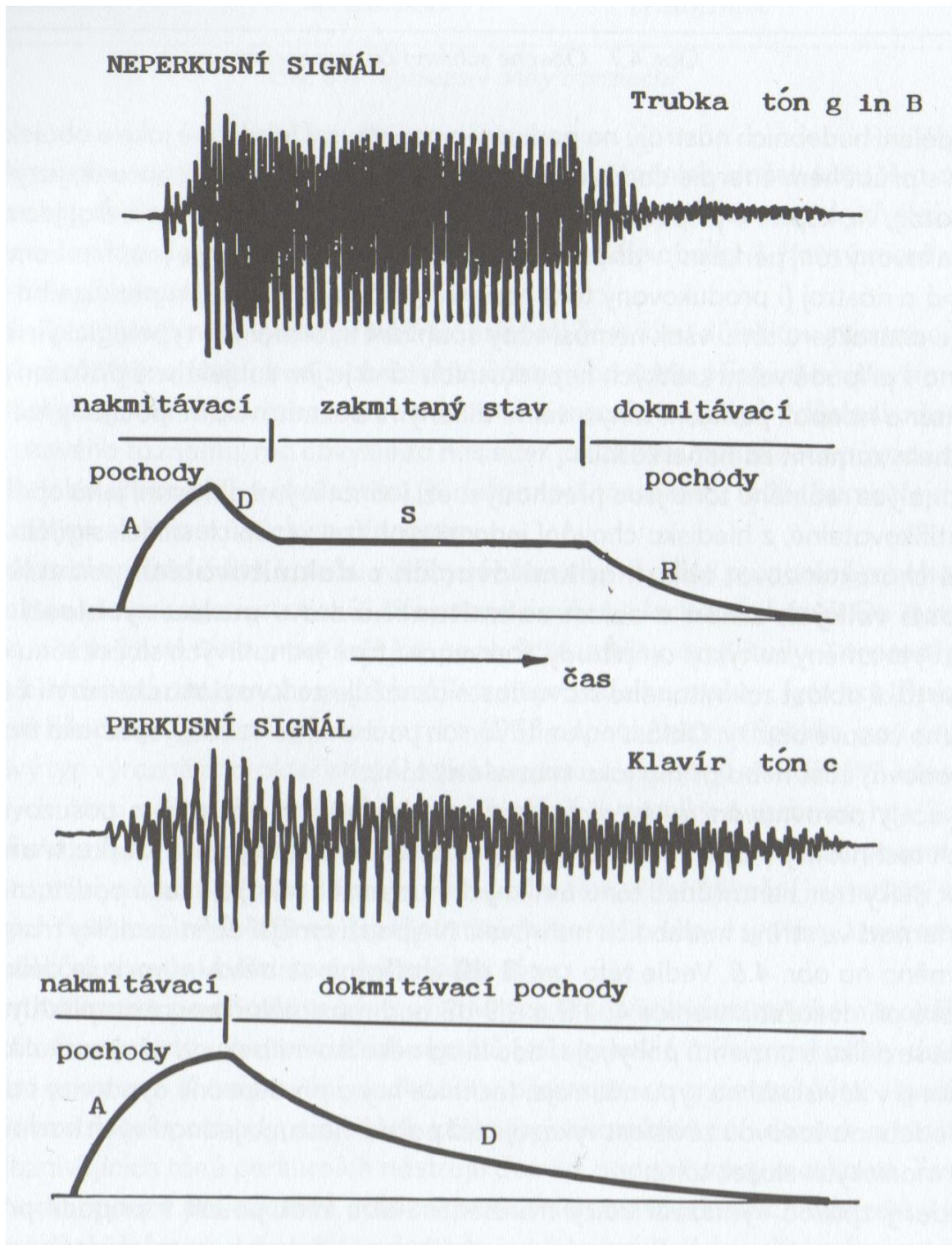
b) *dynamické pojetí* zvukového signálu je definováno třídímní jako prostor dynamické, melodické a harmonické roviny

Pro analýzu signálu je důležitá přítomnost tvarových změn křivky v časovém průběhu, jejichž charakter obecně definuje konvenční typologii tónů, hluků a šumů. Jako tonální charakter signálu je standardně definován signál s pravidelně opakujícími se změnami, zatímco shluky (nahodilé) změn bez opakující se struktury jsou popisovány běžně jako hluky či šumy, v závislosti na jejich pokrytí frekvenčního spektra. Zde platí, že na základě časového průběhu změn lze definovat frekvenční poměry a strukturu zvukového signálu (např. čím členitější impulsy signál obsahuje, tím vyšší obsah je přítomný vysokých frekvenčních složek). Celý proces analýzy komplikuje a relativizuje vliv fáze, resp. fázového posunu, který může ovlivnit výsledný vjem.

Při přiblížení měřítka časové osy zkoumaného signálu (jeho průběhu) získáváme tzv. obalovou křivku (časovou obálku). Ta svým tvarem reprezentuje základní časové vlastnosti uvedeného signálu a pomáhá nám v identifikaci charakteru různých typů zvuků, s nimiž se můžeme setkat. Signifikantní je např. rozdíl mezi neperkuskními zvuky, které vykazují nakmitávací, zakmitané a dokmitávací pochody a perkuskními zvuky, které vykazují pouze zakmitávací a dokmitávací pochody bez výrazné časové mezifáze.



Obr. 10) Zdroj obrázku: SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. 3., dopl. vyd. AMU 2013.

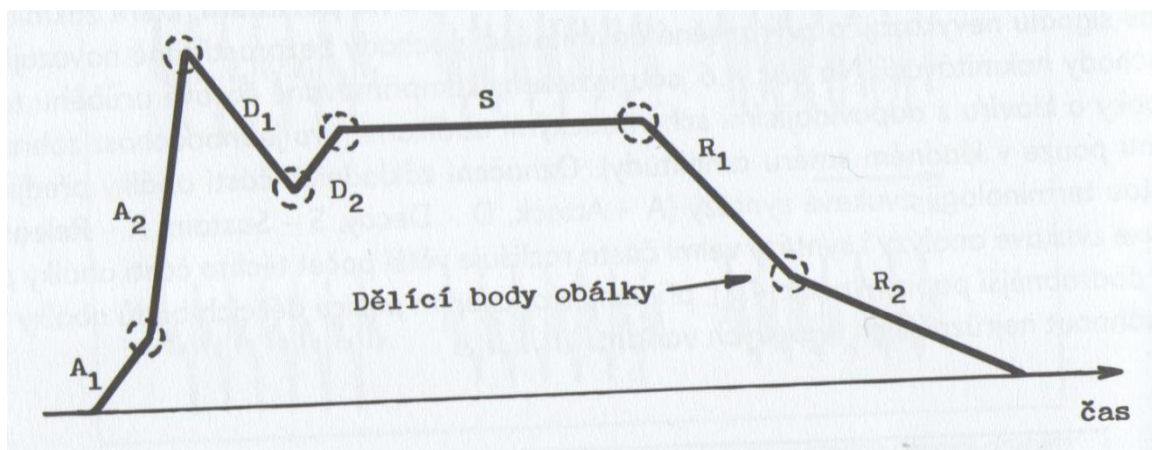


Obr. 11) Zdroj obrázku: SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. 3., dopl. vyd. AMU 2013.

Dělení nástrojů na perkusivní a neperkusivní vychází z impulzního charakteru signálu (např. kladívko, úder) nebo kontinuální dodávky energie (např. smyčec).

V kontextu analýzy signálu na úrovni obalové křivky (časové obálky) nám pro orientaci slouží základní terminologie popisující jednotlivé fáze vzniku a zániku zvuku v obálce:

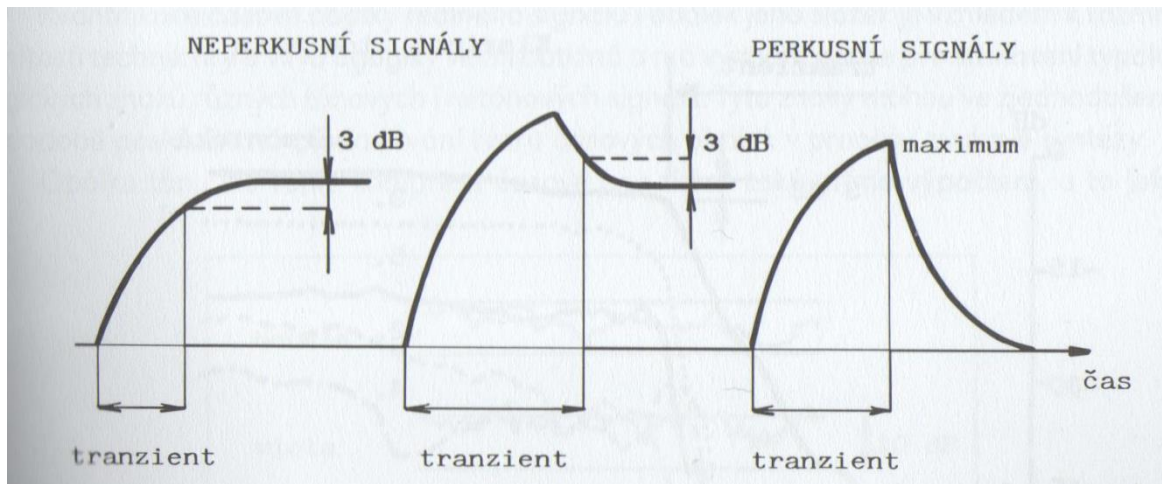
- attack = „vpadnutí“ (A)
- decay = „pokles“ (D)
- sustain = „držení“ (S)
- release = „vypuštění“ (R)



Obr. 12) Zdroj obrázku: SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. 3., dopl. vyd. AMU 2013.

S těmito parametry se lze setkat i v hudební praxi např. u efektové modulace, kde jednotlivé manipulace s nimi přímo ovlivňují změny charakteru modulovaného zvuku.

Důležitým pojmem jsou také tranzient, který charakterizuje přechodovou část nákmitu (rychlou nastupující změnu) a kvazistacionární fáze signálu, která působí jako relativně stabilní oblast zákmitu a může se často maskovat s dozvukem, který vzniká v prostoru. Délka tranzientu a rychlost dosažení maximální amplitudy v této části signálu často napomáhá orientaci ve zvukovém materiálu zejména při jeho střihu. Neúmyslná eliminace tranzientu může např. výrazně snížit srozumitelnost řeči, protože tvoří podstatnou část zvuku, na kterou jsme v běžné akustické realitě zvyklí.



Obr. 13) Zdroj obrázku: SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. 3., dopl. vyd. AMU 2013.

### KONTROLNÍ OTÁZKA



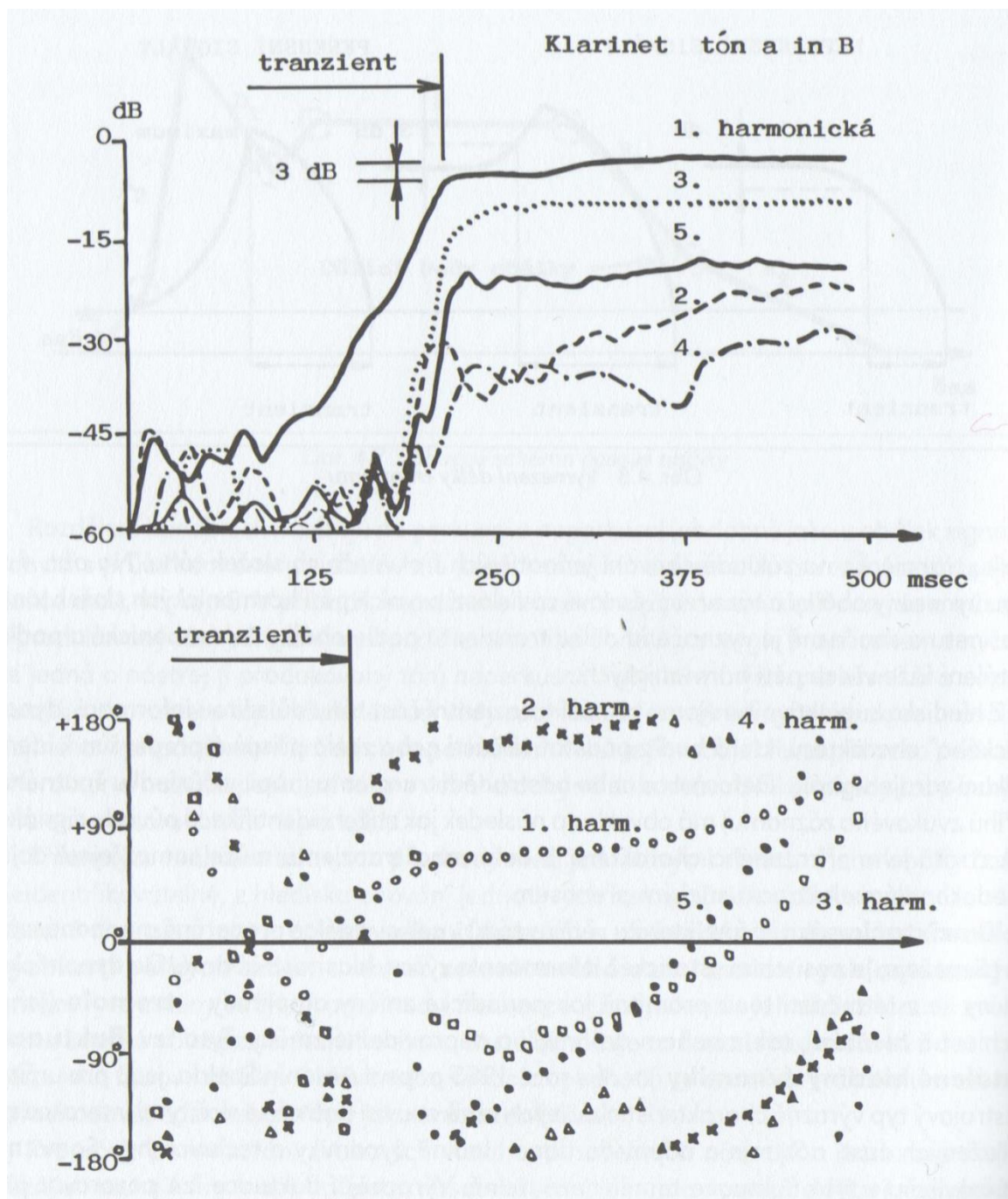
7. Co znamenají pojmy „attack“, „decay“, „sustain“ a „release“?
8. Popište rozdíl mezi perkusním a neperkusním typem signálu z hlediska zvukového charakteru a tvaru obalové křivky.

### DALŠÍ ZDROJE



Pro detailnější vhled do problematiky zvukového signálu doporučuji publikaci zdrojovou publikaci:

SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. 3., dopl. vyd. V Praze: Akademie múzických umění, 2013. Akustická knihovna Zvukového studia Hudební fakulty AMU. ISBN 978-80-7331-297-8.



Obr. 14) Zdroj obrázku: SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. 3., dopl. vyd. AMU 2013.

Na obrázku výše lze sledovat na příkladu klarientu postupný časový průběh všech fází časového vývoje komplexních frekvenčních složek u tónu B. Je zřejmé, že oblast tranzientu je důležitou a přirozenou částí vývoje zvukového signálu. Také vidíme, že nástup jednotlivých harmonických složek je postupný a neodpovídá představě okamžitého nástupu všech složek, které jsou na sobě do určité míry nezávislé. Uvedme také, že běžný přirozený a nelineární oscilující zdroj zvuku generuje přirozeně také různé neharmonické prvky jako jsou tremola, vibrata apod.

**KONTROLNÍ OTÁZKA**

9. Jaký je z pohledu charakteru zvukového signálu rozdíl mezi tónem klarinetu a šumem (např. tekoucí vody)

Na závěr této části ještě zmíníme další typologii signálu, která může být užitečná pro porozumění určitým specifickým charakteristikám vybraných zvukových materiálů.

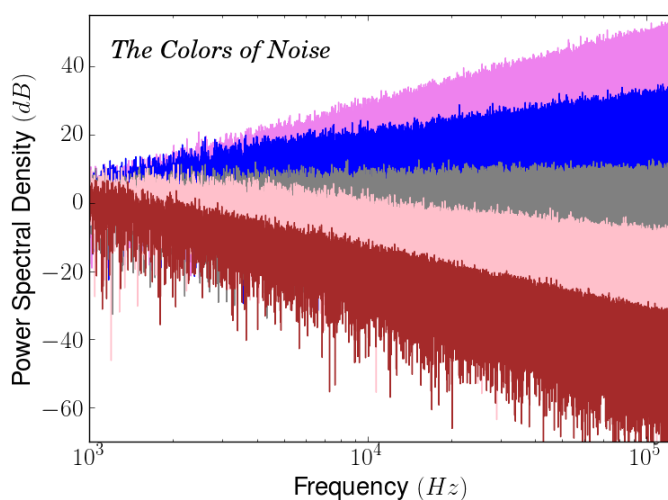
stacionární signál = nemění své vlastnosti ani v dlouhých časových intervalech

a) deterministický – je dán v každém okamžiku jasným předpisem, který lze diskretně popsat a analyzovat jako:

- periodický signál (harmonický v případě jednoduché spektrální čáry a komplexní v případě složitějšího spektra obsahujícího více složek)
- kvaziperiodický signál (obsahuje mix harmonických i neharmonických složek, např. zvuk zvonu)

b) stochastický – nemá žádný předpis a nelze ho diskretně popsat  
- je ze své podstaty nahodilý

hluky = shluky složek orientovaných zejména do středních a nízkých frekvenčních oblastí, kdy nelze určit jednoznačnou vůdčí frekvenci



Obr. 15) Zdroj obrázku: [https://en.wikipedia.org/wiki/Colors\\_of\\_noise](https://en.wikipedia.org/wiki/Colors_of_noise)

šumy = tvoří spojité a neopakující se frekvenční spektrum od jehož parametrů se odvíjí i vlastní typologie barvy šumu, např. bílý šum reprezentuje konstantní a stejně výkonnou energii ve všech aplikovaných částech spektra

nestacionární signál = na rozdíl od stacionárního má značně časově proměnlivý charakter

patří zde:      tranzientní signál  
- jednorázový či přechodový děj  
(úder na buben, tlesknutí, apod.)

kontinuální signál  
- představuje specifický mix sloučených vlastností stacionárního signálu měnících se v čase (např. lidská řeč)



### **SAMOSTATNÝ ÚKOL**

Proveďte v libovolném software na zvukovou postprodukcí frekvenční analýzu následujících typů zvukového signálu:

*úder zvonu, tón klavíru, lidská řeč, šum potoka, praskání ohně, bouchnutí do stolu, lidské kroky, jízda dopravním prostředkem(interiér), zvuk silnice s projíždějícími auty (exteriér)*

Pokud máte k dispozici nahrávací techniku, můžete se pokusit uvedené zvuky pro analýzu sami zaznamenat. Pokud k dispozici techniku nemáte, využijte velké množství hudebních vzorků dostupných na internetu.

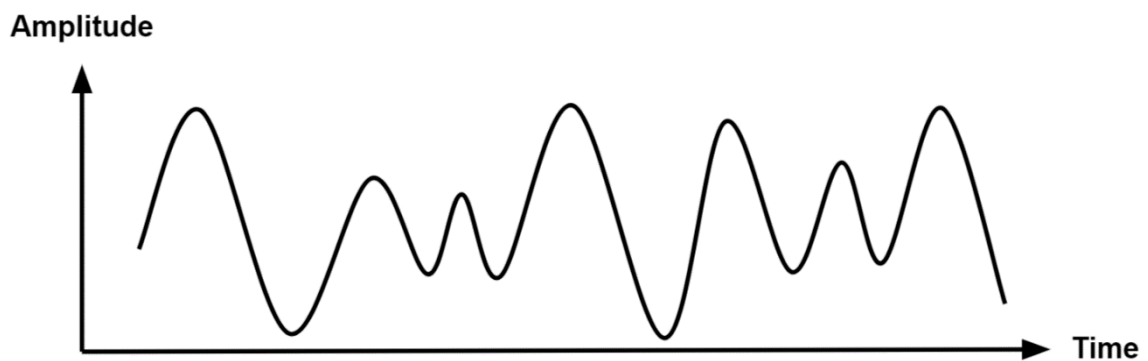
Při samotné analýze se zaměřte na popsání frekvenčních složek, ze kterých jsou jednotlivé zvuky složeny a jaký je vývoj těchto jednotlivých frekvenčních složek v průběhu času zaznamenávaného zvukového signálu.



### 3.1.2 ANALOGOVÝ SIGNÁL

V této a následující části si popíšeme rozdíly mezi zpracováním analogového a digitálního signálu. Předchozí část textu popisovala obecnou charakteristiku zvukového signálu na úrovni akustického jevu v prostoru. Zvuk, který nás v běžném životě obklopuje a který vnímáme svým sluchovým ústrojím (venku, u reprosoustavy či se sluchátky na uších) je spojitým fyzikálním jevem ve své přirozené podobě. Zvuk v této naturální formě je definován pouze spojitou funkcí času a není číselně a vzorkově dekonstruovatelný na dílčí jednotky, se kterými lze izolovaně manipulovat.

Záznam takového spojitého akustického signálu za pomoci analogového zařízení (či vnímání lidským sluchem) vždy operuje s celistvou křivkou, která se ani v rámci změny měřítka nestává diskrétní.



Obr. 16) zdroj: <https://www.monolithicpower.cn/analog-vs-digital-signal>

### 3.1.3 DIGITÁLNÍ SIGNÁL

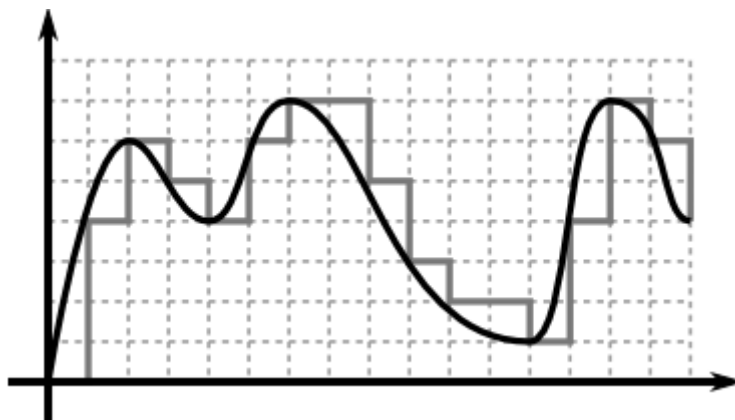
Zvukový signál ve své digitální podobě je nespojitý a diskrétně definovaný za pomoci vzorků jednotlivých časových fragmentů. Kódování vzorků je binární a jedná se o transformovanou analogovou vlnu signálu na základě procesů vzorkování a kvantování. Takto transformovaný signál má jasně definované dílčí jednotky, které vznikají při digitalizaci původní analogového signálu (případně přímo za situace generování digitálního signálu).

Abychom porozuměli celému procesu digitalizace, je potřeba znát následující termíny:

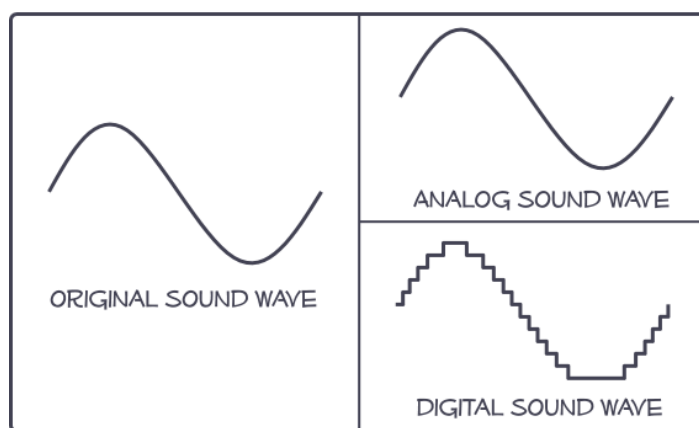
**vzorkování** = rozdělení zvukové vlny na časové úseky definované **vzorkovací frekvencí** (vertikální řez)

**kvantování** = rozdělení zv. vlny na amplitudové úseky definované **bitovou hloubkou** (horizontální řez)

Oba tyto procesy jsou nezbytné pro převod spojitě analogové vlny zvukového signálu do digitální podoby. Celý proces si lze dobře ilustrovat jako rozkreslení do pomyslné sítě, která reprezentuje digitální prostředí o pevné rozlišovací struktuře.



Obr. 17) zdroj: <https://www.chegg.com/homework-help/definitions/analog-signal-4>



Obr. 18) zdroj: <http://www.centerpointaudio.com/Analog-VS-Digital.aspx>

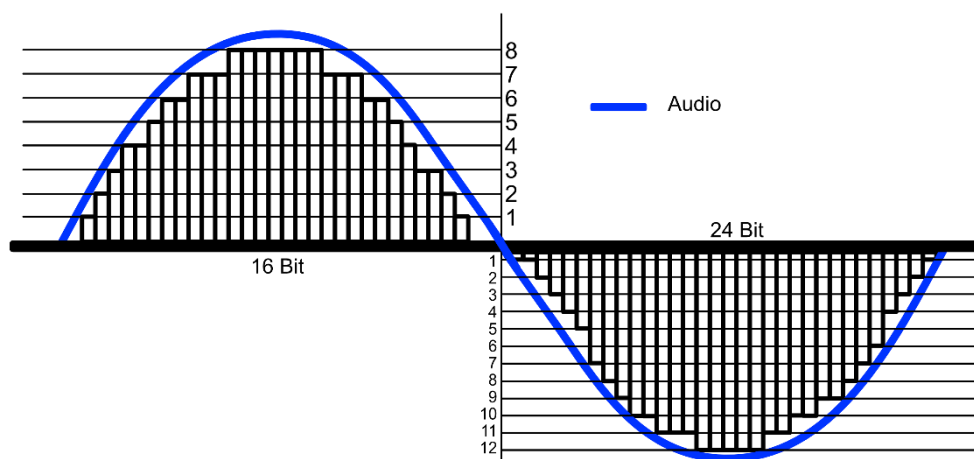
Vzorkování a kvantování mají svá specifická omezení, která ovlivňují celý proces digitalizace a kvalitu jeho výstupu:

#### **vzorkovací frekvence** (též sample rate)

- uvádí počet vzorků provedených za časový úsek jedné vteřiny (např. 44100 Hz, 48000 Hz, 88200 Hz, 96000 Hz)
- zodpovídá za frekvenční rekonstrukci v požadované kvalitě
- platí zde tzv. Nyquist-Shannonův teorém, který definuje, že pro přesnou rekonstrukci frekvenčního spektra signálu je třeba minimálně dvakrát vyšší vzorkovací frekvence než je maximální frekvence samplovaného signálu
- roli zde hraje linearita celého vzorkovacího procesu, kdy je definovaný stejný počet vzorků pro všechny převáděné frekvence, což zejména u vyšší části převáděného spektra (10-15KHz a výše) přirozeně deformuje signál
- v situaci, kdy bychom vzorkovali signál a překročili tímto signálem náš stanovený sample rate, dochází k jevu „aliasingu“, který lze obecně popsat jako falešnou identifikaci signálu, který následně kontaminuje převáděný signál
- pro bezproblémový převod se do zařízení určených pro digitalizaci instaluje tzv. antialiasingový filtr (dolní propust), který má za úkol ze signálu odfiltrovat vyšší frekvence, než které jsou při převodu v souladu s Shannonovým teorémem

#### **bitová hloubka** (bit depth)

- uvádí počet kvantizačních úrovní, který zodpovídá za rekonstrukci intenzity a dynamiky transformovaného signálu (např. 16bit = 65535 kvantizačních úrovní)



Obr. 19) zdroj: <https://www.masteringthemix.com/blogs/learn/113159685-sample-rates-and-bit-depth-in-a-nutshell>

Z pohledu přenosu digitalizovaných dat také hraje významnou roli **bitrate**  
= tato hodnota udává množství komprimovaných dat distribuovaných za jednu vteřinu  
(např. 320Kbps)

Celý proces transformace signálu mezi analogovým a digitálním režimem probíhá za pomoci A-D a D-A převodníků. Je třeba mít na paměti, že naše uši nejsou digitální přístroje, takže koncový přenos zvuku do naší smyslové soustavy je vždy analogovým procesem. Zároveň platí, že v současné době probíhá většina zvukových editací na platformách DAW (Digital Audio Workstation) a spíše výjimečně se setkáme s čistě analogovou produkcí v celém řetězci zpracování zvukového materiálu. V tomto kontextu také platí, že v průběhu celého řetězce záznamu analogového zvuku, jeho digitalizace a zpětné analogové reprodukce dochází k několikanásobnému překódování signálu a je vhodné pracovat koncepčně s optimálně nastavenými parametry tak, aby tvůrce nemusel materiál zbytečně re-samplovat. Změny v celkovém objemu zpracovávaných informací jako např. komprese, snížení vzorkovací frekvence či bitové hloubky v průběhu editace pak nelze z hlediska datového objemu vrátit zpět, jakkoli z pohledu poslechu zpracovávaného materiálu nemusí být změny těchto parametrů postřehnutelné.



Obr. 20) zdroj: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1355-digitalizace-analogoveho-signalu>



## KONTROLNÍ OTÁZKA

10. Vysvětli pojem vzorkování a vzorkovací frekvence.
11. Vysvětli pojem kvantování a kvantizační úroveň.
12. Popiš proces vzniku libovolného zvukového signálu ve fyzickém prostředí a jeho následnou digitalizaci za účelem softwarové editace.

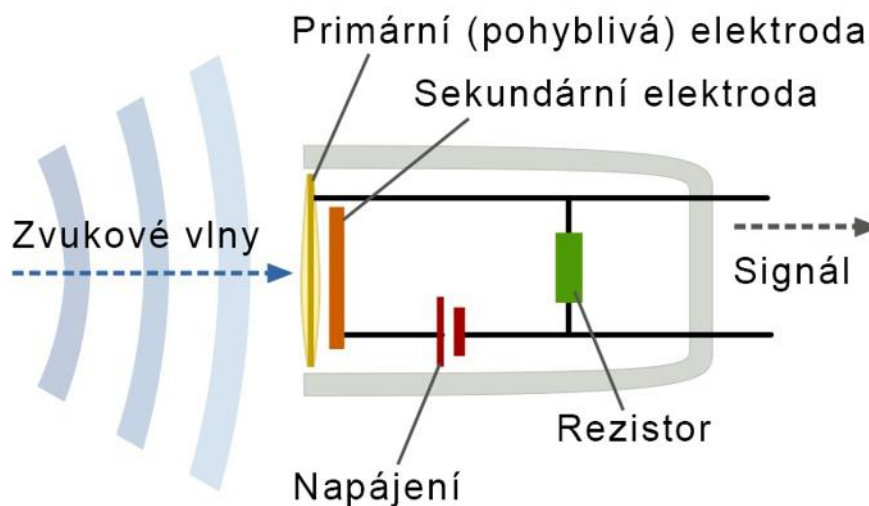
### 3.2 Mikrofon – první krok k záznamu zvukového signálu

Bez ohledu na analogový nebo digitální způsob záznamu zvukového signálu je prvním zařízením nutným pro zaznamenání akustického jevu **mikrofon**. Jedná se o technické zařízení, jehož podstatou je převod akustického signálu na elektrický. Tento elektrický signál následně může být zpracován analogově či digitálně (po jeho digitalizaci) v závislosti na zvolené pracovní platformě.

Mikrofony standardně dělíme na několik základních typů:

#### kondenzátorový mikrofon

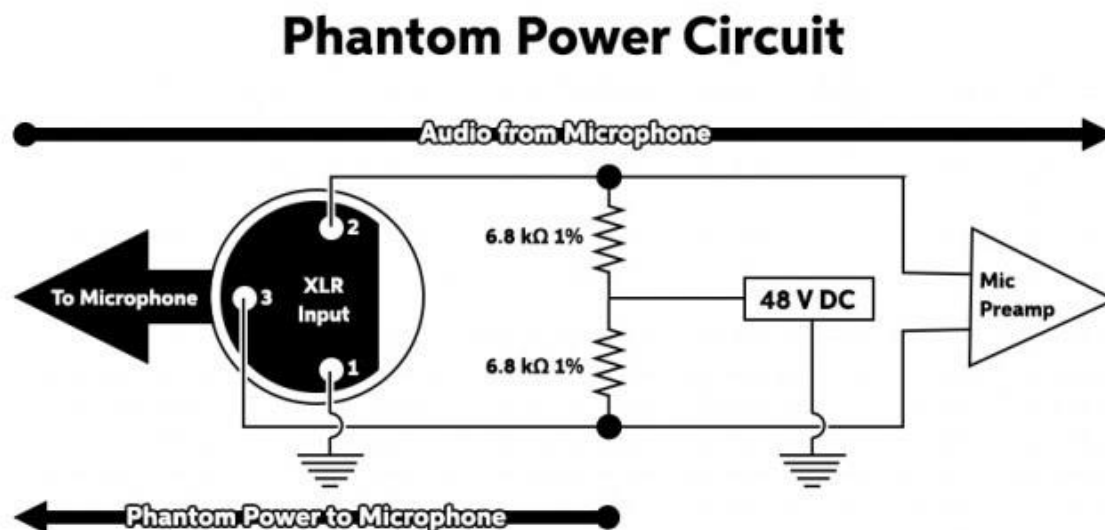
- v případě této technologie dochází k tomu, že akustický kmit rozechvívá membránu, která funguje jako jedna ze dvou elektrod zapojených v elektrickém obvodu
- měnící se poloha mezi statickou a chvějící se pohyblivou elektrodou mění stejnosměrné polarizační napětí mezi nimi, a tím také kapacitu v obvodu kondenzátoru



Obr. 21) zdroj: <http://noel.feld.cvut.cz/vyu/a2b31hpm/index.php/U%C5%BEivatel:Hartmpe37>

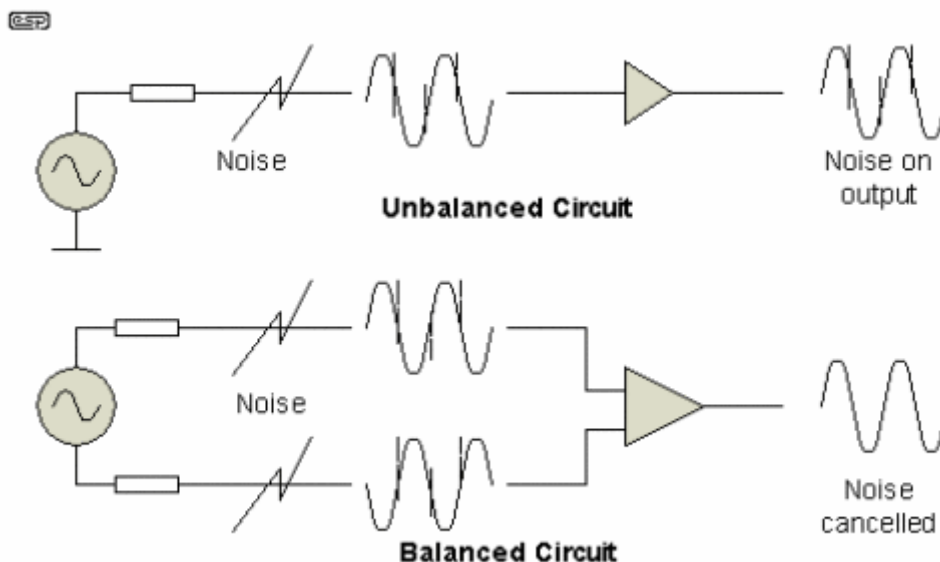
Obecně pro užití kondenzátorového mikrofonu a získání signálu platí vyšší citlivost (může být výhodou i nevýhodou dle kontextu užití), silný výstupní signál a relativně nižší úroveň šumu. Je zde také možnost ovlivnění signálu (např. jeho směrovosti) modulací kapacitního napětí vložky u některých typů mikrofonů. Současně platí jako problematické užití ve vlhkém prostředí (díky vodě a její kondenzaci se přirozeně vybíjí náboj na deskách) a celkově komplikovanější manipulace a zapojení ve srovnání s mikrofonem dynamickým.

Z důvodu potřebného napětí celé soustavy je podmínkou provozu kondenzátorového mikrofonu elektrické napájení, které může být buď integrované v podobě baterie nebo externalizované prostřednictvím tzv. phantomového (neviditelného) napájení vedeném symetrickým kabelem typu XLR 3.



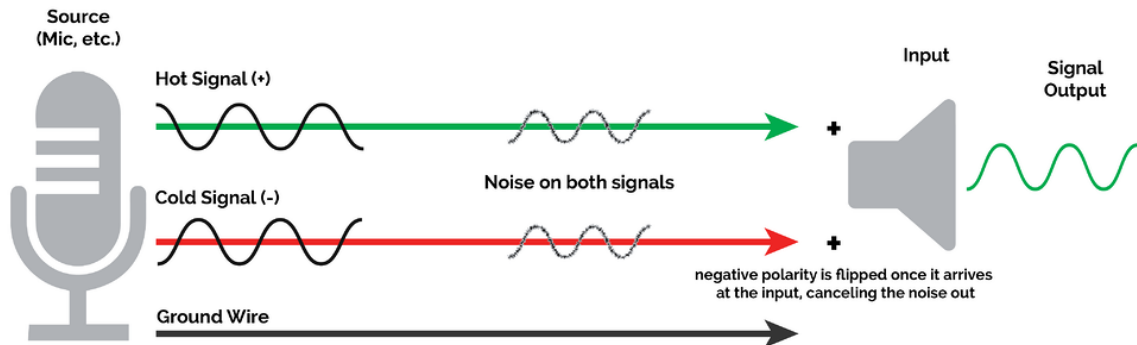
Obr. 22) zdroj: <https://www.sweetwater.com/sweetcare/articles/what-phantom-power-need/>

pozn. symetrické a asymetrické vedení signálu ilustruje následující obrázek:

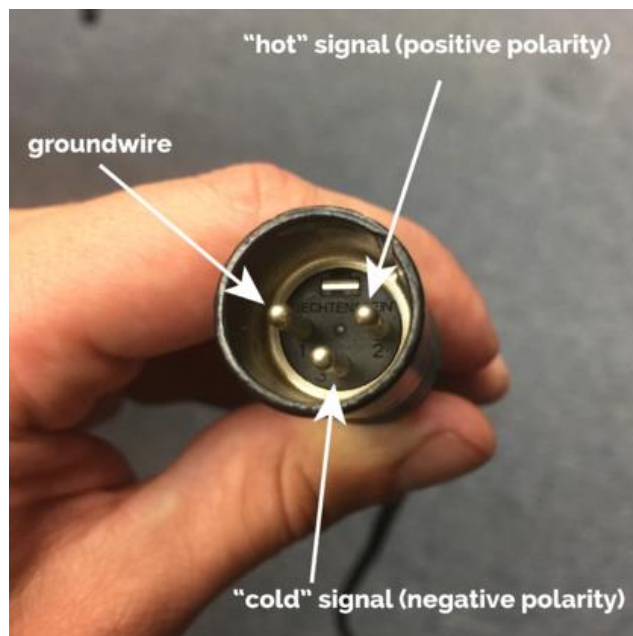


Obr. 23) zdroj: <https://majorhifi.com/balanced-vs-unbalanced-cable-can-hear-difference/>

Jedná se o technologii, která využívá fázového efektu u zvukového signálu. Zjednodušeně lze popsat tak, že signál je nejprve veden dvěma linkami s opačnými fázemi (výsledek by měl být teoreticky ticho), kdy na obou signálech vzniká přirozený šum. Před výstupem ze zařízení je ale signál v opačné fázi znovu obrácen do souběžné fáze, čímž dochází k eliminaci „nasbíraného šumu“ (který se dostává do protifáze) a současně k nárůstu čistého signálu ve výstupu.



Obr. 24) zdroj: <https://www.boxcast.com/blog/balanced-vs.-unbalanced-audio-whats-the-difference>



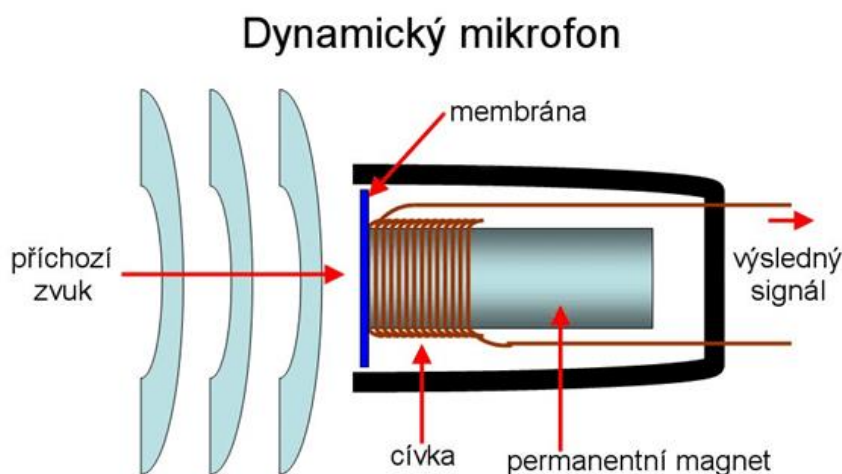
Obr. 25) zdroj: <https://www.boxcast.com/blog/balanced-vs.-unbalanced-audio-whats-the-difference>

## dynamický mikrofon

- toto technické řešení převodu akustického signálu je postaveno na mechanismu rozechvění membrány, která pohybuje s cívkou v magnetickém poli (magnet ji obklopuje), čímž vzniká prostřednictvím elektromagnetické indukce elektrický proud

- díky této podstatě dynamický mikrofon pro svou činnost nevyžaduje napájení a je mechanicky i uživatelsky odolnější, což na druhou stranu limituje jeho citlivost a kvalitu signálu (přirozeně indukuje také větší množství šumu)

- citlivost dynamického mikrofonu je obecně nižší, ale má díky své charakteristice velké užití např. při živých vystoupeních či záznamu hlasu v hlučných prostředích, protože lépe přijímá intenzivní zvukový signál (např. zpěv na koncertě)



Obr. 26) zdroj: <https://muzikantiakapely.cz/magazin/technika-nahravani-mikrofon/>

Kondenzátorový a dynamický mikrofon jsou z hlediska audiovizuální praxe nejčastěji využívané typy technologií, s nimiž se při záznamu zvuku můžeme setkat. Mezi další typy mikrofonů patří např.:

**piezoelektrický mikrofon** = elektrické napětí zde vzniká stlačováním či ohybem materiálu

**elektretový mikrofon** = funguje na principu kondenzátoru s tím rozdílem, že je permanentně nabitý tzv. elektretovou hmotou (která časem ztrácí své vlastnosti)

**páskový mikrofon** = funguje na bázi dynamického, ale je zde umístěn kovový pásek ve štěrbině permanentního magnetu

**uhlíkový mikrofon** = historická technologie membrány stlačující zrna uhlíku měnící odpor

typologie dle konstrukce užití:

stojanové, ruční, klopové, pušky, polopušky (viz další část kapitoly)

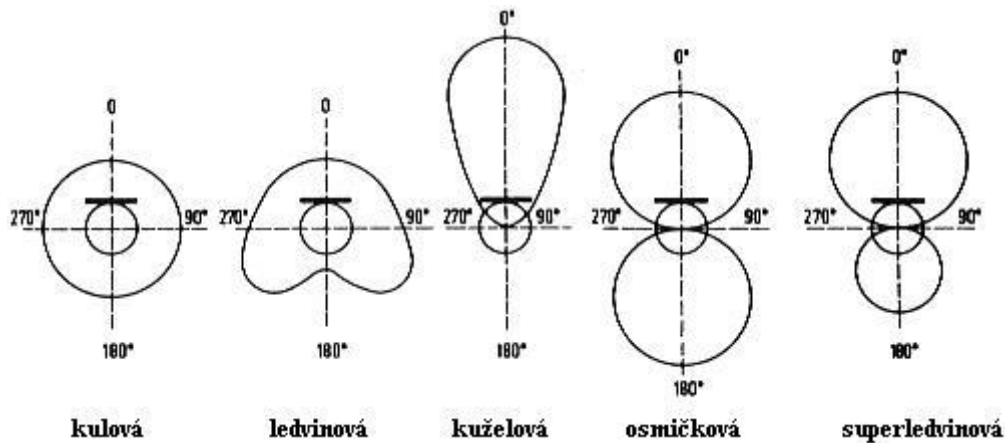


**KONTROLNÍ OTÁZKA**

13. Popiš principiální rozdíl mezi dynamickým a kondenzátorovým mikrofonem.
14. Jaký je rozdíl mezi symetrickým a asymetrickým vedením signálu?
15. K čemu slouží tzv. „phantom“ napájení?
16. Jaké mikrofony z hlediska užité konstrukce v praxi používáme?

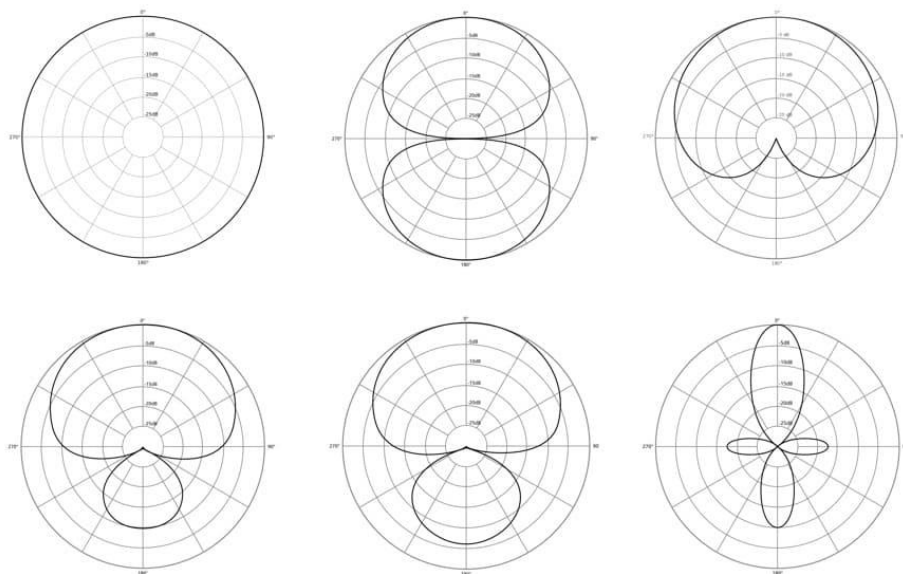
U všech mikrofonů určujeme z hlediska jejich funkce následující charakteristiky, které zásadně ovlivňují (pro tvůrce zvukového materiálu) výběr konkrétního mikrofonu za účelem pořízení záznamu v požadované kvalitě:

**směrová charakteristika** = určuje směrový charakter daného mikrofonu, jinými slovy znázorňuje citlivost na zvuky přicházející v ose a mimo osu mikrofonu



Obr. 27) zdroj: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/383-smerova-charakteristika-mikrofonu>

- v praxi se setkáváme s diagramem zvaným **polar pattern**, který na diagramu kruhu popisuje naměřenou směrovou charakteristiku (může obsahovat i více křivek pro různá frekvenční pásma v závislosti na typu mikrofonu)



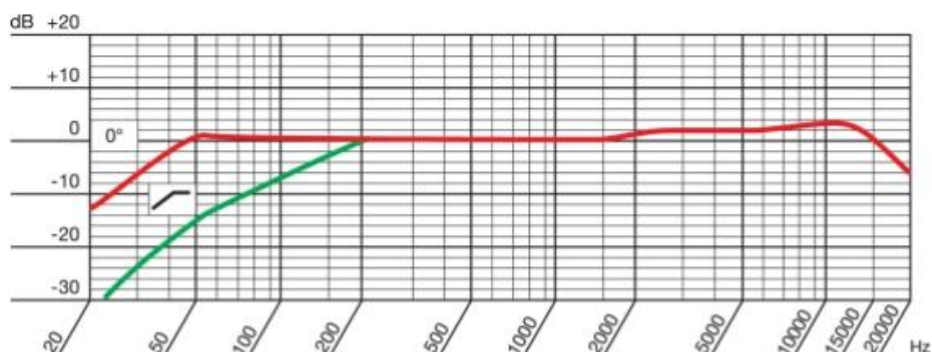
Obr. 28) zdroj: <https://mynewmicrophone.com/the-complete-guide-to-microphone-polar-patterns/>

Vzhledem k obrovskému množství mikrofonů na současném trhu lze jen obecně říci, že mezi nejpoužívanější směrovou charakteristiku patří tzv. kardioida (určité potlačení zadních a bočních stran), a superkardioidní charakteristika (užší profil než kardioida). Setkat se můžeme také s hyperkardioidou (nejužší výsek z osy přichozícího zvuku, vysoce směrově orientovaný zisk signálu), osmičkovou charakteristikou (potlačuje příjem zvuku z bočních stran, ale má stejný příjem z přední a zadní strany) či kulovou charakteristiku (všesměrové snímání).



Obr. 29) zdroj: <http://www.azden.com/blog/understanding-microphone-polar-patterns/>

**frekvenční charakteristika** = určuje schopnost mikrofonu zaznamenávat frekvence ze slyšitelného spektra, jinými slovy znázorňuje frekvenční citlivost (odezvu) mikrofonu - stejně jako u směrové char. platí, že každý mikrofon má tuto charakteristiku odlišnou



Obr. 30) zdroj: <https://cz.pinterest.com/pin/786018941191271827/>

## Techniky mikrofonování

Mikrofonování je zásadní dovednost pro každého, kdo se zabývá zvukovým inženýrstvím, nahráváním hudby, filmovou produkcí nebo jinými audiovizuálními projekty, které vyžadují práci se snímáním zvuku. Správný výběr a umístění mikrofonů zásadně ovlivňuje zásadním způsobem kvalitu konečného zvukového záznamu. V této části se zaměříme na několik základních technik mikrofonování, které jsou používány v praxi.

Základní techniky mikrofonování zahrnují výběr vhodného typu mikrofonu a jeho umístění vzhledem ke zdroji zvuku:

**Bodové mikrofonování** - tato technika zahrnuje umístění mikrofonu blízko zdroje zvuku, obvykle ve vzdálenosti 30–60 cm. Bodové mikrofonování se často používá v hudebních studiích pro záznam vokálů nebo jednotlivých hudebních nástrojů. Příkladem je umístění kondenzátorového mikrofonu blízko úst zpěváka nebo blízko zvukové díry akustické kytary.

**Ambientní mikrofonování** - tato metoda zahrnuje umístění mikrofonů dál od zdroje zvuku, často v prostoru místnosti, kde se nahrávání koná. Tímto způsobem se zachytává více přirozeného prostorového zvuku a akustiky místnosti. Tato technika je tak ideální např. pro orchestry nebo sbory, kde je žádoucí zachytit celkový zvukový obraz s prostorovým dozvukem.

Stereo mikrofonování - existuje několik stereo technik, které umožňují zachytit širší zvukové pole a přidat nahrávce prostorovou hloubku. Patří sem například:

XY (Coincident Pair) - dva kardioidní mikrofony jsou umístěny se základnami u sebe, přičemž kapsle jsou pod vzájemným úhlem přibližně 90 stupňů. Tato technika poskytuje kvalitní stereofonní záznam s minimálními fázovými problémy.



Zdroj videa „Stereo Recording: 7 Mic Techniques You Need To Know!“: <https://youtu.be/R8kOp4jYcr4?si=Prwpb4GagLKNAqXF>



Obr. 31) zdroj: <https://hub.yamaha.com/proaudio/recording/simple-stereo-miking-techniques/>

AB (Spaced Pair): Dva mikrofony jsou umístěny vedle sebe ve vzdálenosti několika metrů. Tato technika poskytuje širší stereo obraz, ale může vést k fázovým rozdílům mezi kanály.



Obr. 32) zdroj: <https://hub.yamaha.com/proaudio/recording/simple-stereo-miking-techniques/>

Decca Tree - tři všesměrové mikrofony jsou rozmístěny v trojúhelníkovém uspořádání ve výšce před zdrojem zvuku (např. kousek před dirigentem ve výšce cca 3 metry). Toto uspořádání je tradičně oblíbené pro nahrávání klasické hudby, protože poskytuje velmi přirozený stereo obraz a dobrou rovnováhu mezi přímým zvukem a odrazy místnosti. Ve své podstatě vznikla tato metoda jako alternativa typu stereofonního záznamu A–B s přidáním středového signálu.



Obr. 33) zdroj: [https://en.wikipedia.org/wiki/Decca\\_tree](https://en.wikipedia.org/wiki/Decca_tree)



Obr. 34) zdroj: <https://abbeyroadinstitute.co.uk/blog/the-decca-tree-the-secrets-behind-the-legendary-recording-technique/>

Pro další informace z oblasti mikrofónování doporučuji podívat se na následující video „The Comparison of different microphone positions for orchestra instruments“



Zdroj videa: <https://www.youtube.com/watch?v=W-gU1aNkaWs>

## Příklady mikrofonů pro specifické hudební nástroje

Každý nástroj vyžaduje specifické přístupy k mikrofonování, aby byl zvuk co nejvěrněji zachycen. Například pro zvučení bicí sestavy se typicky používá více mikrofonů: jeden pro basový buben, snare, hi-hat, každý přechod a činely, plus jeden nebo více overhead mikrofonů pro zachycení celkového zvuku soupravy. Pro elektrické kytary (v případě, že je nenahráváme přímou linkovou cestou), se často používají dynamické mikrofony umístěné blízko reproduktoru zesilovače. Akustické kytary proti tomu mohou být mikrofonovány kondenzátorovými mikrofony umístěnými několik centimetrů od těla nástroje pro zachycení bohatého zvuku. Níže uvádíme konkrétní příklady různých typů mikrofonů využitelné pro snímání různých hudebních nástrojů:

### **Akustická kytara**

Neumann KM 184: Malomembránový kondenzátorový mikrofon, oblíbený pro detailní a jasný záznam akustické kytary.

AKG C414: Velkomembránový kondenzátorový mikrofon, který je ve studiích často používán pro svou flexibilitu a kvalitu.

### **Housle**

DPA 4099: Malomembránový kondenzátorový mikrofon speciálně navržený pro smyčcové nástroje, poskytuje kvalitní zvuk bez invazivního umístění.

Shure SM81: Vhodná volba pro živé i studiové použití.

### **Zpěv**

Shure SM58: Dynamický mikrofon, představuje standard pro živá vystoupení.

Neumann U87: Velkomembránový kondenzátorový mikrofon, který je výběrem pro studiové nahrávání vokálů díky svému teplému, bohatému zvuku.

### **Příčná flétna**

AKG C1000S: Všestranný kondenzátorový mikrofon, který je vhodný pro nahrávání dechových nástrojů.

### **Tuba**

Sennheiser MD 421: Vysoce kvalitní dynamický mikrofon, který je schopen zvládnout vysoké hladiny zvukového tlaku.

### **Saxofon**

Audio-Technica AT4041: Kondenzátorový mikrofon, který je vhodný pro nahrávání saxofonů, poskytuje jasný a kvalitní signál.

### **Klavír**

Neumann KM 184: Frekvenční přesnost a čistota jsou vhodné pro zachycení komplexního zvuku klavíru.

Rode NT5: Kondenzátorový malomembránový mikrofon je vhodný pro stereo nahrávání.

### **Bicí sestava**

Shure SM57: Univerzální dynamický mikrofon vhodný pro snare a tomy.

AKG D112: Preferovaný pro basové bubny díky své schopnosti zachovat hluboké frekvence.

### **Xylofon**

Shure Beta 98H/C: Malý kondenzátorový mikrofon, který je vhodný pro zachycení jasného zvuku xylofonu.

### **Činely**

AKG C414: Jeho široký frekvenční rozsah a nastavitelné směrové charakteristiky jsou ideální pro zachycení živých, realistických zvuků činelů.

Každý z těchto mikrofonů má svým technickým řešením specifické vlastnosti, které ho činí vhodným pro daný nástroj nebo aplikaci, ať už jde o jeho frekvenční odezvu, směrovou charakteristiku nebo schopnost snášet určité hladiny zvukového tlaku. Všechny tyto aspekty je nutné brát v potaz při nahrávání různých typů zvukových zdrojů nejen ve studiu, ale v jakémkoli prostředí, kde zaznamenáváme zvukový signál.



#### Kontrolní otázka

17. Vysvětli, co určuje směrová charakteristika mikrofonu.
  18. Popiš, co znázorňuje tzv. „polar pattern“ mikrofonu.
  19. Co je to frekvenční charakteristika mikrofonu a k čemu je dobré ji znát?
-



### 3.3 Rekordéry a vývoj technologie záznamu

Z předchozích kapitol již víme, jakým způsobem lze akustický signál zaznamenávat v jeho analogové či digitální podobě a také jsme se dozvěděli, že pro převod zvukového jevu do fyzikálně zaznamatelného typu signálu je zapotřebí detekční zařízení = mikrofon, který představuje první klíčové zařízení nutné pro realizaci zvukového záznamu. Pro samotné provedení tohoto záznamu v praxi je potřeba také samotné záznamové zařízení = rekordér, jehož volba se odvíjí od konkrétní situace a potřeby způsobu záznamu. Ten se v průběhu historie a dějin lidského vývoje měnil od relativně primitivních mechanických způsobů (fonograf, gramofon) po vysoce sofistikované digitální technologie, které mají zvukoví tvůrci k dispozici v současnosti. V následujících odstavcích si obecně popíšeme základní rozdíly v jednotlivých způsobech analogového samotného záznamu signálu. V případě záznamu digitálního již víme, že u něho dochází ke klíčové transformaci signálu z analogového do digitálního a tento převod probíhá prostřednictvím AD-DA převodníku. Ten může být umístěn buď v externím zařízení digitálního rekordéru, ale i přímo v těle mikrofonu (např. USB mikrofony, které nabízí přímou konektivitu s počítačem univerzální sběrnici USB). V současné audiovizuální praxi se tvůrce setkává v naprosté většině případů právě s digitálním způsobem záznamu a digitálními rekordéry různých typů a značek, jejichž funkčnost je ale - a to představuje podstatný rozdíl ve srovnání s rekordéry analogovými – vzájemně relativně podobná a liší se zejména kvalitativními parametry vzorkovacích frekvencí a kvantizačních úrovní a tedy celkovou úrovní kvality převodu, nikoli však samotným způsobem záznamu a technologickým postupem, který výrazně determinuje vlastnosti a limity jednotlivých přístrojů a zařízení určených k analogovému záznamu.

**Mechanický záznam** je historicky nejstarším typem záznamu zvuku a jeho nejtrvanlivějším zástupcem na poli přístrojů je dlouhodobě gramofon. Velmi zjednodušeně se jedná o způsob záznamu na bázi rytí hrotem do materiálu v závislosti na měnících se impulsích. Tyto impulsy byly na prvním stupni vývoje mechanického záznamu čistě akustické (tzv. akustický záznam), což se projevovalo poměrně malou citlivostí a s ní spojeným velkým omezením schopnosti přenést širší rozsah poslouchatelného frekvenčního spektra. V průběhu vývoje tak došlo k modifikaci zařízení prostřednictvím elektronického zesílení signálu (snímaného mikrofonem) a jeho transformace na signál modulační, kdy hrot (jehla) záznamové hlavy ryje do materiálu drážku odpovídající změnám průběhu zvukové aktivity. Mechanický záznam zvuku představuje klíčový milník na poli zvukového záznamu a reprodukce (desku s vyrytou dráhou bylo možné relativně jednoduše reprodukovat lisováním), stále má své zastoupení zejména v hudební a poslechové distribuci. Ve filmové produkci se s mechanickým záznamem na rozdíl od následujících způsobů setkáme pouze v historických počátcích vzniku ozvučené kinematografie.

**Optický záznam** je v pořadí druhým vývojovým stupněm zvukového záznamu. Jeho podstata spočívá ve fotochemickém záznamu proměn akustického tlaku na médiu filmového pásu. Technicky se jedná o stopu exponovanou světlem, které prochází od zdroje soustavou

masky, kondenzorů, pohyblivého zrcadla a štěrbin, a dopadá na materii. Průběh dopadajícího světla je tak modulován změnami akustického tlaku, čímž dochází ke světelné expozici optického záznamu odpovídajícího zvukovému dění. Takto zaznamenaný zvuk může být nahráván na separátní zvukový pás nebo do své zvláštní stopy na pásu se záznamem obrazovým, což vzhledem k rozdílu fyzikální podstaty záznamu obrazu a zvuku vyžadovalo v historii speciální úpravy celého mechanismu tak, aby oba záznamy v rámci jednoho pásu byly zpětně kompatibilní pro synchronní reprodukci. Jedná se o historicky dlouho vyvíjenou, složitou a citlivou technologii ozvučení filmu, která představuje zásadní část vývoje kinematografie do příchodu záznamu magnetického

**Magnetický záznam** je způsobem zachycení akustického jevu za využití elektromagnetické indukce a souvisejících fyzikálních vlastností magnetických materiálů. Obecným principem tohoto typu záznamu je magnetování magnetických částic rozprostřených na médiu-pásce. K této magnetizaci v nahrávacím zařízení slouží tzv. hlava tvořená elektromagnetem se vstupním elektrickým proudem odpovídajícím okamžité hodnotě zaznamenaného zvukového signálu. Střídavé napětí záznamové hlavy tvoří střídavý magnetický indukční tok procházející materiálem záznamové hlavy. Pohybem pásu v blízkosti této hlavy vznikají ve vrstvě pásu střídavě zmagetovaná místa. Jejich délka je pak závislá na frekvenci napětí v kombinaci s rychlostí pohybu pásu, intenzita magnetizace na daném místě odpovídá amplitudě budícího napětí. Takto zmagetovaná pás naopak při snímání svými zaznamenanými silovými čarami indukuje při průchodu pod štěrbinou tzv. snímací hlavy střídavé napětí, které po zesílení přechází v reproduktoru z elektrického signálu na akustický. V historickém kontextu a audiovizuální praxi se tato technologie magnetického záznamu stala zcela zásadní díky svému relativně jednoduchému technickému řešení umožňujícím zásadní miniaturizace a technická dostupnost zařízení na této technické bázi. Vznikaly tak mobilní přístroje, jejichž obsluha byla snazší a nové možnosti manipulace umožnily výrazný rozvoj nahrávání kontaktního zvuku a více synchronního záznamu. Zároveň oproti předchozím metodám záznamu se výrazně zjednodušilo kopírování a tím i možnost editace a zjednodušení celého procesu produkce zvukové nahrávky. Za největší omezení lze u magnetického způsobu záznamu zvuku považovat výraznější bazální šum nahrávky (záznam pásy přirozeně generuje šum), limity frekvenčního záznamu dané rychlostí posuvu pásu (výrazný rozdíl mezi domácími a profesionálními rekordéry) omezený dynamický rozsah magnetického pole a celkově limity determinované magnetickým charakterem celého záznamu (riziko zničení při kontaktu s magnetem a přirozená destrukce nahrávky opakovaným používáním).

**Digitální záznam** je historicky nejmladším způsobem nahrávání zvukového materiálu a je také nejpoužívanějším a nejdostupnějším způsobem záznamu v současnosti. Jeho podstatou je digitalizace analogového signálu tak, jak bylo popsáno v kapitole 4.1.3. Tento způsob záznamu umožnil historicky největší skok v možnostech zpracování zvukového materiálu. Moderní digitální rekordéry jsou relativně ekonomicky dostupnými přístroji a uživatelsky je zde výrazně menší rozdíl mezi amatérským a profesionálním zařízením. Signál přenášení diskrétně v binární soustavě je neomezeně a bezztrátově kopírovatelný a edi-

tovatelný, což dramaticky proměnilo možnosti a potenciál zvukové produkce a postprodukce pro různé účely včetně oblasti kinematografie. Digitální záznam zvuku můžeme přenášet na různých datových nosičích a jeho dekodovatelnost a možnost funkčního zpracování je velmi univerzální a multiplatformní. Zároveň technická úroveň současných digitálních rekordérů umožnila ještě výraznější miniaturizaci a operativnost práce s těmito zařízeními.

## ÚKOL K ZAMYŠLENÍ



Jaké jsou největší výhody současného digitálního zpracování zvuku? A existují nějaké nevýhody či nové problémy, které digitalizovaná produkce zvuku přináší?

---

Celý proces zvukového záznamu lze rozložit a popsat na několika fázích, z nichž pro každou je potřeba zvolit optimální způsob řešení pro získání zvuku v požadované kvalitě a dosažení vlastního dramaturgického cíle podporujícího stanovenou koncepci.

V předchozích částech textu jsme získali základní přehled o akustickém signálu a jeho charakteristice. Nyní se zaměříme na konkrétní fáze procesu zvukového záznamu a pokusíme se obecně popsat, co jednotlivé činnosti obnáší.

V situaci, kdy máme ujasněnou plánovanou dramaturgickou koncepci zvukové vrstvy díla a víme, jaký zvukový materiál nebudeme přejímat z externích zdrojů, ale potřebujeme ho samostatně nahrát, čeká nás v první řadě **volba konkrétního technického řešení** tak, aby zvolený způsob získání zvukového materiálu vedl k zamýšlenému cíli. Bez ohledu na to, zda se jedná o kontaktní záznam zvuku, komplexní tvorby zvukové atmosféry či hudební nahrávku, vždy je naším klíčovým úkolem správně zvolit technické řešení odpovídající dané situaci. Vzhledem k již výše popsanému průběhu zvukového signálu od zdroje do nahrávacího zařízení je zcela klíčová volba vhodného mikrofonu odpovídajícího naší aktivitě. Z široké škály mikrofonní techniky, kterou máme jako tvůrci k dispozici v současné době, budeme v běžnějších situacích nejčastěji vybírat mezi různými studiovými mikrofony s převážně kardioidní směrovou charakteristikou, směrovými mikrofony s užší směrovostí (jejich užití oceníme zejména v exteriérovém záznamu konkrétního zdroje zvuku) a klopovými mikrofony s různou směrovou charakteristikou užívanými zejména v žurnalistické praxi. Pokud máme vybraný mikrofon, nezbytné příslušenství (např. ochranu proti větru, teleskopickou „boom“ tyč, potřebnou kabeláž atd.), druhým klíčovým rozhodnutím je volba rekordéru. Zde se budeme v současné praxi setkávat nejčastěji s již plně digitálními záznamovými zařízeními s XLR konektivitou eventuálně doplněnou o linkové vstupy. Ať už se jedná o jakýkoli digitální rekordér jakéhokoli výrobce, vždy budeme potřebovat provést základní nastavení parametrů záznamu jako je vzorkovací frekvence a bitová hloubka záznamu. Vzorkovací frekvenci na většině zařízení budeme volit na škále 44,1 – 96 kHz (u případné možnosti volby vyšších hodnot je potřeba zvážit, zda máme v celé postprodukci zvukového materiálu dostatečně kvalitní vybavení, aby takto datově náročný

zvukový záznam mohl být až do konečného masteringu korektně zpracován). V případě bitové hloubky nejčastěji volíme mezi 16 a 24 bit, ale zde obecně platí, že zvolení vyšší hodnoty znamená věrnější reprezentaci dynamického spektra zaznamenávaného zvuku, lze ho tedy doporučit. Na tomto místě je potřeba zmínit, že v případě celého řetězce toku digitalizovaných zvukových dat je potřeba, aby osoba zodpovědná za technické řešení měla přehled o technických možnostech jednotlivých zařízení, která v průběhu postprodukce zvuku budou pro zpracovávání nahrávky využívána. Obecně totiž platí, že výsledná kvalita nahrávky odpovídá nejslabšímu článku v celém řetězci – např. záznam zvuku provedený rekordérem v režimu 96kHz/24bit postrádá smysl v situaci, kdy naše zvuková karta zvládá operovat pouze v režimu 44,1kHz/16bit (hodnota odpovídající audio CD standardu). Vždy je tedy potřeba kriticky zvážit poměr datové náročnosti a technických možností jednotlivých článků v celém procesu zvukové tvorby.

Po zvolení odpovídajícího technického vybavení je druhou klíčovou otázkou samotné provedení snímání zvuku. Nahrávací proces začíná umístěním mikrofону v prostoru ve vhodném postavení vůči zdroji zvukového signálu. Tento vztah zcela zásadně ovlivňuje kvalitu a efektivitu celého nahrávání a jedná se o jeden z nejpodstatnějších momentů v celém procesu zvukového záznamu. Obecně platí, že čím blíže je mikrofón zdroji zvuku, tím silnější zisk signálu lze očekávat. Tato teorie ve filmové praxi získává výrazně komplikovanější charakter, protože jen v některých případech si můžeme během natáčení dovolit snímat zdroj zvuku skutečně zblízka. Vhodnou kombinací zvolených mikrofónů a příslušenství lze docílit ve většině případů kvalitního výsledku, ale různé specifické akustické situace daného prostředí celý tento proces mohou významně zkomplikovat. Nelze tedy mluvit o univerzální metodě vhodné pro zisk zvukového záznamu v obecně platných podmínkách. Je potřeba, aby osoba zodpovědná za záznam znala technickou (zejména směrovou a frekvenční) charakteristiku jednotlivých zařízení (mikrofónu), která jsou používána v dané situaci. Jedině komplexní orientací v této oblasti lze docílit relevantních rozhodnutí o pozicování mikrofónů vůči zdroji a orientaci těchto vzájemných pozic v prostoru v kontextu okolních akusticky činných jevů (vítr, ozvěny, dozvuk, nežádoucí zvuky přicházející z různých směrů). Fáze nastavování a hledání odpovídajících poloh tak může připomínat alchymii, jedná se ale vždy o práci s fyzikálními jevy, které intereagují ve fyzickém prostoru a ovlivňují výsledek pořízení záznamu.



### **KONTROLNÍ OTÁZKA**

20. Uveď příklad situace, kdy je vhodné použít směrový mikrofón.
21. Jaké parametry musíme být schopni zvolit při manipulaci s digitálním rekordérem?



## SHRNUTÍ KAPITOLY

Kapitola zaměřená na separátní záznam zvuku v kontextu audiovizuálního díla popsala základní nezbytné informace pro samostatné nahrávání zvukového materiálu.

V rámci této kapitoly byla vysvětlena základní typologie zvukových objektů tonálního a atonálního charakteru, kontext obalové křivky a možnostmi její analýzy a manipulace s jejími parametry. Vysvětlili jsme si rozdíly mezi perkusivním a neperkusivním zvukem, popsali šum jako specifický druh zvukového jevu.

Kapitola dále popsala obecnou charakteristiku zvukového signálu a to v situaci analogového i digitálního zpracování zvuku. Byl zde vysvětlen proces digitalizace zvukového signálu, termíny jako vzorkovací frekvence a bitová hloubka, které jsou nezbytné při jakékoli manipulaci s digitálními rekordéry a editací nahrané zvuku v současných DAW software.

Část této kapitoly byla věnována popisu základního dělení mikrofonů podle principu konstrukce na kondenzátorové a dynamické. Byly zmíněny ústřední vlastnosti mikrofonů jako směrová a frekvenční charakteristika, které jsou potřebné pro korektní manipulaci a vlastní volbu užívané techniky pro optimální pořízení záznamu. Kapitola obsahuje také několik doporučení týkající se praktického užívání současných digitálních rekordéru.

---



## ODPOVĚDI

1. Frekvence udává počet oscilací (kmitů) signálu za jednu vteřinu. Vzorkovací frekvence udává v procesu digitalizace počet vzorků (samplů) původního signálu, které jsou vytvořeny za časový úsek jedné vteřiny digitalizovaného signálu.
2. Bitová hloubka udává počet úrovní intenzity digitalizovaného signálu (amplituda). Jde o údaj množství informací zaznamenaných pro každý vzorek (sample, viz předchozí pojem) během procesu digitalizace zvuku. Bitová hloubka udává jak vysoké digitální rozlišení každý vzorek obsahuje.
3. Digital Audio Workstation. Jedná se o termín pro komplexní software umožňující digitální operace se zvukovým materiálem.
4. Dvě vůči sobě inverzní fáze se vyruší a signál zanikne.
5. Sluchové pole je grafické znázornění zvukové oblasti slyšitelné lidským sluchem.
6. Jedná se o jev, který popisuje měnící se frekvenci přijímaného signálu oproti vysílanému vlnění, což je způsobováno vzájemnou rychlostí pohybujícího se vysílače a přijímače.
7. V kontextu vyobrazení obalové křivky signálu popisujeme jeho následující části: attack = „vpadnutí“, decay = „pokles“, sustain = „držení“, release = „vypuštění“
8. Pro perkusní typ signálu je typický velmi rychlý nástup tranzientu a následný intenzivní pokles intenzity signálu. Neperkusní typ signálu má pozvolnější průběh.
9. Klarinetový tón představuje frekvenčně a harmonicky jasně popsateľný typ tonálního zvukového signálu se zřetelným tranzientním nástupem jednotlivých harmonických složek. Šum je naopak tvořen spojitým frekvenčním spektrem trvajícím konstatně v čase s trvalým výkonem ve všech aplikovaných částech spektra.
10. Jako vzorkování je označen proces rozdělení zvukové vlny na časové úseky definované vzorkovací frekvencí. Ta udává počet vzorků provedených za časový úsek jedné vteřiny (např. 44100 Hz, 48000 Hz, 88200 Hz, 96000 Hz).
11. Kvantování je proces rozdělení zvukové vlny na amplitudové úseky definované bitovou hloubkou. Ta udává počet počet kvantizačních úrovní, který zodpovídá za rekonstrukci intenzity a dynamiky transformovaného signálu (např. 16bit = 65535 kvantizačních úrovní).

12. Zvukový signál klarinetu vzniká chvěním dřevěného plátku v hubici nástroje jako mechanické vlnění, které vychází z nástroje ven a je šířeno vzduchem jako zvuková vlna k uchu posluchače a mikrofonu. Mikrofon funguje jako převodník mechanického vlnění na analogový elektrický signál, který je na vstupu do digitální rekordéru překódován (viz vzorkování a kvantování) na signál digitální, který může být nadále digitálně zpracován.
13. Kondenzátorový mikrofon funguje tak, že akustický kmit rozechvívá membránu, která funguje jako jedna ze dvou elektrod zapojených v elektrickém obvodu. Měnicí se poloha mezi statickou a chvějící se pohyblivou elektrodou mění stejnosměrné polarizační napětí mezi nimi, a tím také kapacitu v obvodu kondenzátoru.
14. Dynamický mikrofon má technické řešení převodu akustického signálu postaveno na mechanismu rozechvění membrány, která pohybuje s cívkou v magnetickém poli (magnet ji obklopuje), čímž vzniká prostřednictvím elektromagnetické indukce elektrický proud.
15. Phantomové napájení je podmínkou provozu kondenzátorového mikrofonu (pokud nemá vlastní zdroj v podobě integrované baterie). Jedná se externizované elektrické napětí vedeném symetrickým kabelem typu XLR 3.
16. Nejčastěji se setkáváme v praxi se stojanovými studiovými mikrofony, ručními mikrofony, klopovými mikrofony, puškami (směrový mikrofon) a polopuškami (menší a odlehčená varianta).
17. směrová charakteristika = směrový charakter daného mikrofonu znázorňující citlivost na zvuky přicházející v ose a mimo osu mikrofonu
18. „polar pattern“ je kruhový diagram popisující naměřenou směrovou charakteristiku mikrofonu (může obsahovat i více křivek pro různá frekvenční pásma v závislosti na typu mikrofonu)
19. frekvenční charakteristika = schopnost mikrofonu zaznamenávat určité frekvence ze slyšitelného spektra (diagram znázorňuje frekvenční citlivost-odezvu mikrofonu pro konkrétní frekvenční úrovně)
20. typickou situací pro vhodné užití směrového mikrofonu je potřeba kontaktního záznamu např. v exteriéru s cílem zaznamenat dialog hovořících postav s potlačením nežádoucí intenzity hluku okolí přicházející z jiného směru
21. vzorkovací frekvenci a bitovou hloubku pořizované nahrávky

## 4 ZVUKOVÁ POSTPRODUKCE – ZÁKLADNÍ PROCESY



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Tato kapitola poskytne studentům komplexní přehled o klíčových procesech zvukové postprodukce. Obsahově bude rozdělena do několika sekcí, které představí informace od základní editace zvuku, přes míchání (mix), po aplikaci efektů a mastering. Každá část bude zahrnovat teoretické vysvětlení společně s praktickými ukázkami a kroky, které by měl být posluchač kurzu schopen zvládnout.

---



### CÍLE KAPITOLY

- porozumění základním procesům zvukové postprodukce
  - základní terminologie a procesy spojené s editací zvuku
  - základní orientace v software (DAW) ke zvukové postprodukci
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Zvuk, editace, střih, mix, efekty, mastering, DAW

---

## 4.1 Úvod do zvukové postprodukce

### 4.1.1 DEFINICE A VÝZNAM ZVUKOVÉ POSTPRODUKCE

Zvuková postprodukce je klíčovým procesem v audiovizuálním průmyslu, který zahrnuje všechny zvukové úpravy provedené po skončení primárního nahrávání. Jedná se o komplexní fázi, během které dochází k finálnímu tvarování zvukového záznamu, od jednoduchých úprav až po komplexní mixování a mastering. Tento proces je nezbytný pro dosažení profesionálně znějícího výsledku, který splňuje technické standardy i umělecké vize tvůrců.

Co zahrnuje zvuková postprodukce? Tato činnost reprezentuje řadu kroků, které začínají primární editací nahrávek, kde jsou odstraňovány nežádoucí zvuky a defekty, dále pokračují rozmanitým spektrem editace a míchání zvukového materiálu a končí masteringem, který zajišťuje, že finální zvukový soubor bude v požadované kvalitě konzistentně znít na různých přehrávacích zařízeních a platformách.



Klíčové procesy tak zahrnují zmíněné činnosti:

editace – jedná se základní úpravy zvukových stop, jako je střih, vyvážení hlasitosti, odstranění šumů a defektů

míchání (mix) – kombinování 2 a více zvukových stop do jednoho koherentního celku s použitím různých technik jako jsou ekvalizace či dynamické korekce

efekty - aplikace zvukových efektů a softwarových nástrojů, které pomáhají zvýraznit nebo zamaskovat určité aspekty zvuku (tato fáze může být součástí mixu v závislosti na konkrétním projektovém postupu)

mastering - finální úpravy, které zahrnují optimalizaci celkové dynamiky a hlasitosti, zajištění soudržnosti celého zvukového díla a distribuční přípravu

Zvuková postprodukce hraje zásadní roli v určení konečné kvality audiovizuálních děl. V televizních a filmových produkcích, ve videohrách, i v hudebním průmyslu, kvalitní zvuková postprodukce zásadně ovlivňuje vnímání a emocionální reakce publika. Kompetentní přístup ke zvukové postprodukci ovlivňuje aspekty jako srozumitelnost dialogů, hudby, kvalitu sound designu a výsledné posílení vnímatelného dopadu díla. Zvuková postprodukce je tedy nepostradatelnou součástí tvůrčího procesu, která vyžaduje technické dovednosti i uměleckou citlivost a schopnost prolnout obě tyto úrovně práce v kvalitní výsledek. Kompletence v oblasti této postprodukční fáze umožňuje tvůrcům plně realizovat svou vizi a zajistit, že konečný produkt je nejen technicky funkční, ale také silně rezonuje s cílovým publikem.

#### **4.1.2 PŘÍKLAD POSTPRODUKČNÍHO WORKFLOW**

Pro lepší pochopení procesu zvukové postprodukce se podívejme na příklad workflow, který je aplikován na postprodukci hudebního alba. Tento příklad nám umožní detailněji popsat jednotlivé kroky od počátečního přípravného stádia až po finální mastering a přípravu pro distribuci.

##### **1. fáze - příprava a organizace zvukových materiálů**

Na začátku postprodukčního procesu stojí důkladná příprava zvukových stop. Tento krok zahrnuje revizi nahrávek (poslech všech záznamů a identifikace potenciálních problémů jako jsou šumy, nechtěné zvuky, nebo špatná kvalita zvuku) a organizaci stop (roztřídění a pojmenování jednotlivých stop pro lepší orientaci v projektu).

## 2. fáze - editace

V této fázi dochází k úpravě zvukových stop, aby byly připraveny na míchání (mix). Čekají nás tedy v první fázi stříhové operace a čištění stop (odstranění nežádoucích zvuků, šumů, nechtěných pauz apod.) tak, aby stopy byly po této fázi připraveny k bezproblémovému míchání. Provádíme také základní úpravy a korekce hlasitosti a dynamiky stop, včetně aplikace zvukových efektů jako je např. komprese pro vyrovnání hlasitosti stop.

## 3. fáze – míchání (mix)

Klíčová fáze, kde dochází k vytváření finálního zvukového obrazu. Klíčovou roli v tomto procesu zastává použití ekvalizace, díky které dochází k upravení frekvenčních charakteristik jednotlivých stop, aby spolu harmonicky fungovaly a neinterferovaly. V této fázi také pokračujeme v procesování dynamiky nahrávek za pomoci kompresorů, limiterů a expanderů pro dosažení optimální dynamiky celého mixu. V této fázi také řešíme rozložení zvuků v stereo nebo surround prostoru s cílem vytvořit působivý prostorový zvuk za pomoci tzv. panning nastavení (určuje distribuci zvukového signálu do stereo nebo vícekanálového zvukového pole, které lze popsat jako prostorové panorama zvuku). Aplikujeme také dle potřeby rozmanité spektrum efektů jako jsou reverb (dozvuk), delay (zpoždění signálu) a další efekty pro zvýraznění určitých zvukových prvků a parametrů.

## 4. fáze – mastering

Po míchání nahrávky přichází ve standardní postprodukci poslední fáze, která zajišťuje, že finální produkt bude znít co nejlépe na všech reprodukcích systémech a distribučních platformách. Toho se dosahuje spektrem finálních úprav frekvenčního rozsahu a dynamiky, úpravou šířky stereo obrazu a dalších masteringových technik jako je například normalizace, která zajišťuje, že finální zvukový soubor dosahuje standardní hlasitosti pro distribuci.

## 5. fáze - export a distribuce

Tato fáze zahrnuje konečný export zvukového díla ve vhodných formátech, což obnáší příprava různých formátů souborů pro různé distribuční kanály, jako jsou různé streamingové služby nebo fyzické nosiče (CD, vinyl, atd.). Přírozenou součástí je v této fázi poslední poslech a kontrola kvality před uvolněním do distribuce.

Tento případový příklad postprodukčního workflow ukazuje, jak komplexní a detailní může být proces zvukové postprodukce. V každé fázi je potřeba pečlivě zvážit technické i umělecké aspekty procesu, aby bylo dosaženo nejlepšího možného výsledku. Každý krok je specifický a do jisté míry zásadní a vyžaduje individuální přístup a důslednost. V další části si představíme základní nástroje a software pro zvukovou postprodukci.

### 4.1.3 ZÁKLADNÍ NÁSTROJE A SOFTWARE

V oblasti zvukové postprodukce existuje široké spektrum nástrojů a softwarových platforem, které umožňují profesionálům i začátečnickům pracovat s audio materiály na poměrně vysoké a sofistikované úrovni. Níže si představíme základní nástroje a příklady software, které jsou nezbytné pro efektivní a kvalitní zvukovou postprodukci.

#### **Digital Audio Workstations** (programy typu DAW)

Takzvané DAWs jsou základem zvukové postprodukce, protože jako software poskytují komplexní rozhraní a nástroje pro nahrávání, editaci, mixování a mastering zvuku. Mezi nejpoužívanější DAWs patří např.:

*Pro Tools*: Průmyslový standard známý svou robustností a komplexními možnostmi pro profesionální postprodukci. Nabízí vysokou kvalitu a funkce.

*Ableton Live*: Velmi oblíbený software mezi hudebníky a producenty elektronické hudby pro jeho intuitivní rozhraní a specifické nástroje pro produkci v reálném čase.

*Logic Pro X*: Jedná se o DAW dedikovaný pro macOS známý svými komplexními nástroji pro komponování, editaci a mixování, s širokou paletou virtuálních nástrojů.

*FL Studio*: Oblíbený mezi začínajícími producenty díky své přístupnosti a intuitivnímu sequenceru vhodném pro beat-making.

*Cubase*: Nabízí pokročilé funkce pro kompozici, sekvenční editaci a mixování, vhodné pro různé hudební žánry.

K dispozici je také spektrum relativně kvalitních neplacených DAW programů, které poskytují uživatelům poměrně robustní nástroje pro zvukovou postprodukci bez nutnosti finanční investice. Zde jsou tři příklady:

*Audacity*: Je jedním z nejznámějších a nejdostupnějších open-source DAW programů, který je vhodný pro začátečníky i pokročilé uživatele. Nabízí široké možnosti pro nahrávání a editaci zvukových stop, včetně střihu, mixování a aplikace různých efektů. Přestože jeho uživatelské rozhraní není tak sofistikované jako u komerčních DAW, jeho funkčnost je pro mnoho běžných úkolů dostatečná.

*Cakewalk by BandLab*: plně vybavený DAW, který byl původně komerčním produktem, ale nyní je nabízen zdarma. Program poskytuje profesionální nástroje pro nahrávání, editaci, mixování a mastering. Cakewalk nabízí rozsáhlou podporu VST pluginů, pokročilé audio nástroje a možnosti, které jsou srovnatelné s mnoha placenými alternativami.

*Tracktion T7*: poměrně výkonný DAW, který je nabízen v plně funkční bezplatné verzi. Uživatelům nabízí intuitivní drag-and-drop rozhraní, které usnadňuje komplexní úpravy a manipulaci se zvukem. T7 obsahuje také řadu integrovaných efektů a podporuje VST pluginy, což uživatelům umožňuje rozšířit jeho funkčnost.

Tyto tři příklady neplacených DAW programů nabízí rozmanité možnosti pro kreativní práci se zvukem a jsou možným výchozím bodem pro kohokoli, kdo chce začít pracovat se zvukovou postprodukci bez nutnosti finanční investice. Každý z nich má své specifické vlastnosti a výhody, které mohou vyhovovat různým stylům práce a potřebám uživatelů.

## Pluginy a efekty

Pluginy jsou speciální softwarová rozšíření funkcionalit DAWs, která poskytují specifické efekty, nástroje a zvukové procesory. Tzv. VST pluginy označují konkrétní softwarové nástroje pod zkratkou Virtual Studio Technology (VST), které mají podobu konkrétních virtuálních nástrojů (např. syntezátorů apod., viz obr. 35). Nejčastěji používané typy pluginů zahrnují:

ekvalizéry (EQ) - umožňují upravovat intenzitu jednotlivých frekvencí daného zvuku

kompresory - slouží k omezení dynamického rozsahu zvukového signálu

reverb a delay efekty – upravují a vytváří dojem prostoru a hloubky

modulační efekty - chorus, flanger, phaser apod.

virtuální nástroje - nabízejí realistické zvuky a emulace různých hudebních nástrojů



Obr. 35) zdroj: <https://www.musicradar.com/news/best-synth-plugins>

## Analytické nástroje

Analytické nástroje jsou nezbytným prvkem v procesu zvukové postprodukce, neboť poskytují důležitou vizuální zpětnou vazbu, která pomáhá zvukovým inženýrům a producentům učinit informovaná rozhodnutí o úpravách zvuku. Tyto nástroje nabízejí detailní a přehledně vizualizované informace o různých aspektech zvukového signálu, což umožňuje efektivnější a přesnější manipulaci se zvukem. Níže si představíme hlavní typy analytických nástrojů, jejich vlastnosti a aplikace.

### Spektrální analyzátoři

Spektrální analyzátoři zobrazují frekvenční obsah zvukového signálu, což umožňuje uživatelům vidět, jaké frekvence jsou v signálu přítomné a jak jsou silné. To je zvláště užitečné pro identifikaci problémových oblastí, jako jsou nepříjemné rezonance nebo nedostatečná frekvenční odpověď. Příklady použití zahrnují diagnostiku a řešení problémů spojených s identifikací frekvenčních pásem a oblastí, které potřebují zesílení nebo potlačení pomocí ekvalizace. Jiné využití se týká finalizace nahrávky, díky možnosti kontroly nad tím, zda zvukový mix má vyvážený frekvenční rozsah před a po finálním masteringu.



Obr. 36) Voxengo Span, zdroj: <https://www.voxengo.com/press/voxengo-span-plus-1-21-spectrum-analyzer-plugin-released-470/>

Pro konkrétní příklady užití spektrálního analyzáru v postprodukci doporučuji níže uvedené videotutoriály:



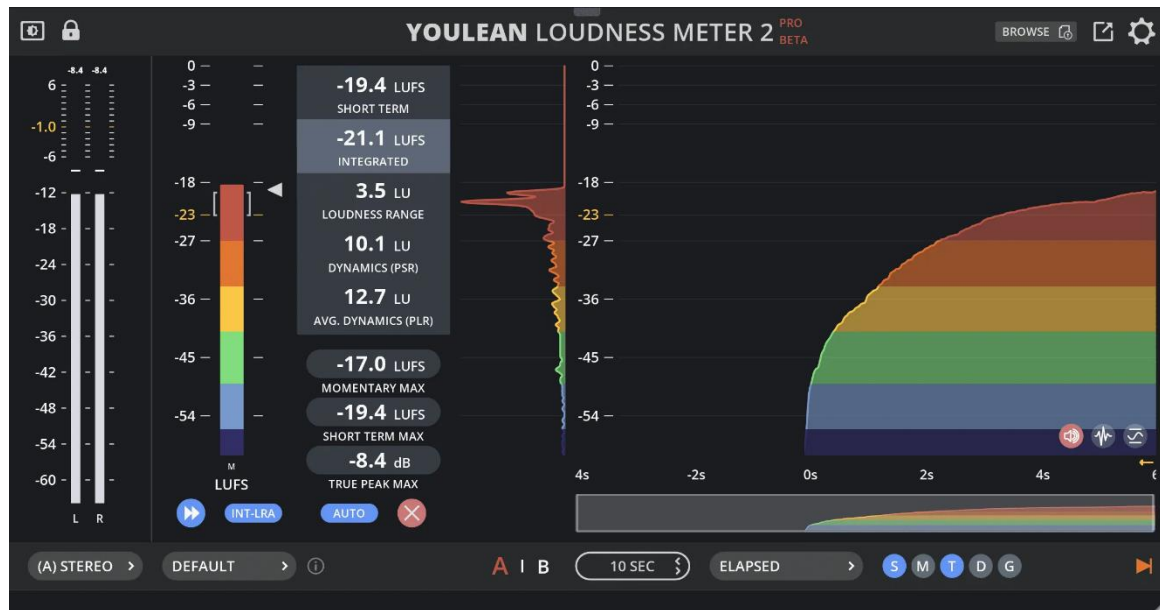
Zdroj videa „How To Use A Spectrum Analyzer For Mixing + FREE Analyzer VST Plugin Download“: <https://youtu.be/bliHLSbqc0s?si=1IEHoUSFvSfBB5pG>



Zdroj videa „How To Mix With a Spectrum Analyser - SPAN Tutorial“: <https://youtu.be/Enj39FWxHJ4?si=oYIhUPmFhsKZnrMN>

### Metering pluginy

Metering pluginy nabízejí vizuální zobrazení různých parametrů zvuku, jako jsou úroveň hlasitosti, peaky (špičky), a dynamický rozsah. Tyto nástroje jsou klíčové pro udržení konzistentních a bezpečných hladin zvuku během mixu a masteringu. Zahrnují např. loudness metry, které poskytují údaje o průměrné hlasitosti a umožňují zvukovým inženýrům dodržovat standardy pro vysílání a streaming. Peak metry zobrazují maximální úroveň signálu, díky čemuž napomáhají zvukovému editorovi předcházet přebuzení, které by mohlo vést k zkreslení.



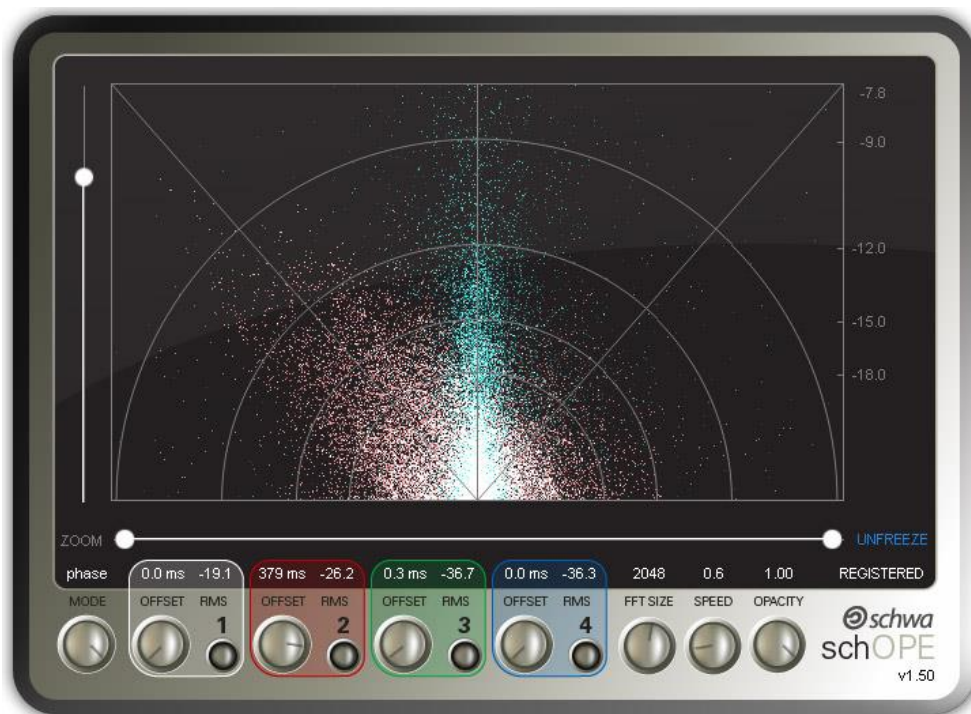
Obr. 37) YouLean Loudness Meter, zdroj: <https://youlean.co/youlean-loudness-meter/>

### Fázové analyzátoary

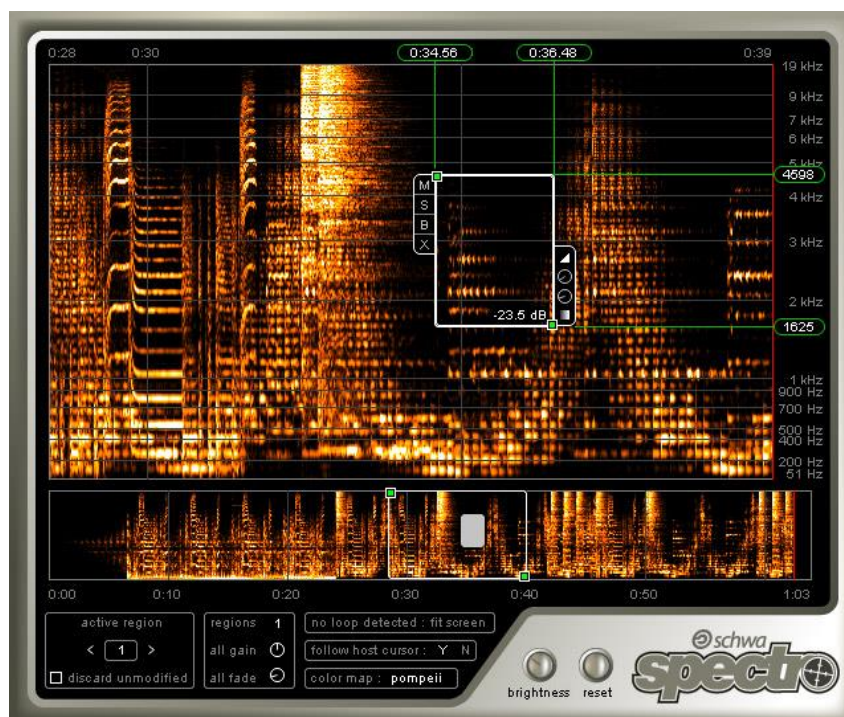
Tyto aplikace poskytují informace o fázovém vztahu mezi stereo kanály. Umožňují zvukovým inženýrům zjistit, zda jsou stereo signály ve fázi a pomáhají předejít problémům s fázovou korelací, které by mohly vést např. ke ztrátě basových frekvencí nebo k jiným nepříjemným zvukovým (d)efektům.

### Spektrální editory

Spektrální editory umožňují tvůrcům manipulovat se zvukem na základě jeho frekvenčního obsahu. Tyto nástroje jsou užitečné pro vysoce specifické úpravy, jako je odstraňování nežádoucích zvuků nebo izolace určitých zvuků bez ovlivnění zbytku zvukového spektra.



Obr. 38) schOPE, zdroj: <https://www.stillwellaudio.com/plugins/schope/>



Obr. 38) Spectro, zdroj: <https://www.stillwellaudio.com/plugins/spectro/>



Výše popsané analytické nástroje jsou základními pomocníky pro pokročilou zvukovou postprodukcí. Nabízejí neocenitelnou pomoc ve fázích mixování a masteringu, umožňují přesné a cílené zásahy do zvukového materiálu a zvyšují celkovou kvalitu audio produkce. Využívání těchto nástrojů zvyšuje efektivitu pracovního procesu a přispívá k dosažení kvalitního zvukového výstupu.

Pro kontrolu a zajištění kvality zvuku je přirozeně důležité používat hardware, který poskytuje relevantní zpětnou vazbu o zvukovém signálu: Efektivní postprodukce tak předpokládá kvalitní monitoringové zařízení opírající se o studiové monitor (reproduktory určené pro co nejpřesnější reprodukci zvuku) a studiová sluchátka, která poskytují detailní a nezkrácený poslech.

Výše uvedené základní nástroje a software pro zvukovou postprodukcí jsou nezbytné pro každého, kdo se chce profesionálně věnovat práci se zvukem. Díky současné široké nabídce dostupných nástrojů může relativně každý najít vhodné řešení, které odpovídá jeho potřebám a rozpočtu, ať už jde o začínající hudebníky, filmové producenty, nebo zkušené zvukové inženýry.



Obr. 39) zdroj: <https://hyperbits.com/home-studio-design/>

## SAMOSTATNÝ ÚKOL



Zvolte si DAW dle svého výběru a vyzkoušejte jeho originální analytické nástroje (např. spektrální analyzátor). Poté si stáhněte libovolný dostupný plugin stejného zaměření, nainstalujte v DAW a srovnajte jeho možnosti.

## 4.2 Základní procesy a metody zvukové postprodukce

V této části si popíšeme jednotlivé procesy, metody a příklady základních činností zvukové postprodukce. Popis činností v textu je formulován spíše obecně, ale snaží se vystihnout podstatu jednotlivých funkcí a procesů tak, aby čtenář porozuměl principům, které může aplikovat v konkrétních činnostech bez ohledu na zvolenou DAW platformu.

### 4.2.1 STŘIH A ÚPRAVA HLASITOSTI (TRIMMING, FADING, GAIN)

Procesy střihu, úpravy hlasitosti a fadingu v DAW jsou klíčové pro efektivní zpracování zvuku ve fázi postprodukce. Tyto procesy vyžadují ovládání a základní znalost příslušného softwaru, aby tvůrce mohl dosáhnout požadovaných výsledků. Popis činností odpovídá obecné charakteristice toho, jak tyto kroky probíhají v běžně používaných DAWs.

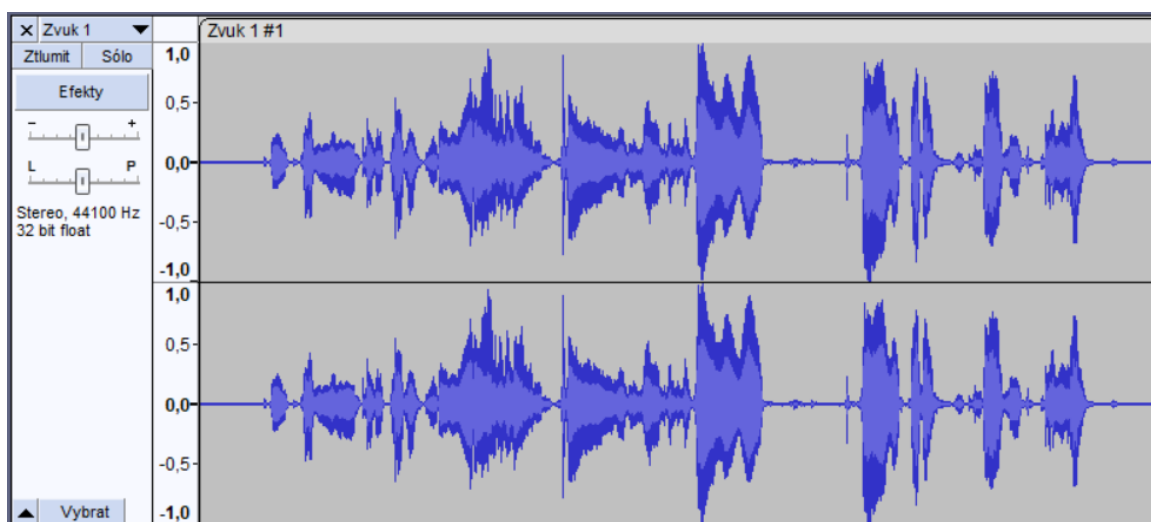
#### Střih zvuku (trimming)

Střih zvuku je základní editační technika používaná k odstranění nežádoucích segmentů audio stopy. Ve většině DAWs probíhá střih zvuku následujícím způsobem:

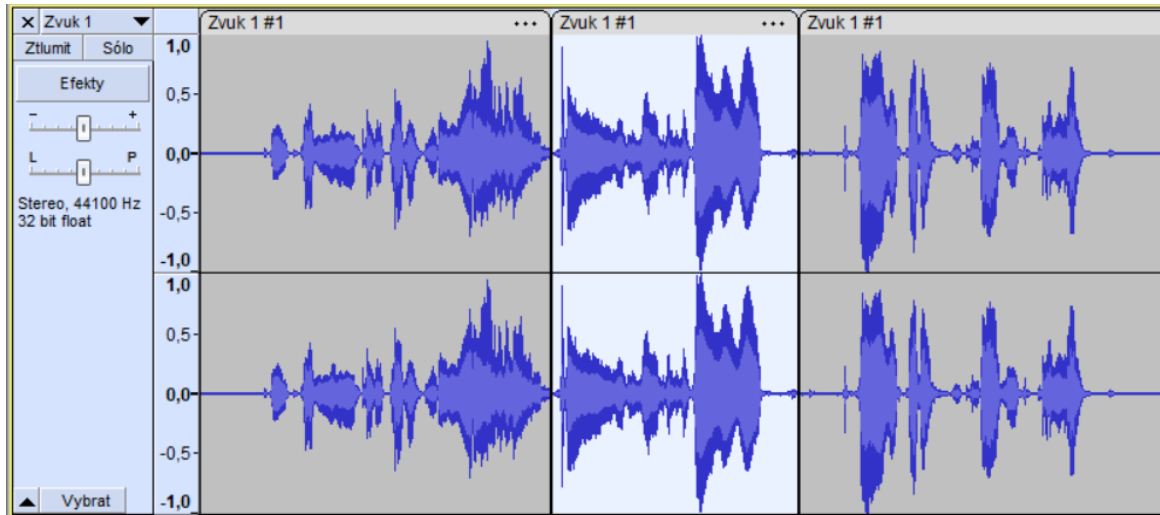
*výběr nástroje pro střih* – uživatel vybere nástroj pro střih, který umožňuje zvolit a odstranit určité části audio stopy

*označení oblasti pro střih* – uživatel kurzorem klikne a označí oblast, kterou chce odstranit, nebo použije klávesové zkratky pro přesné vymezení oblasti střihu

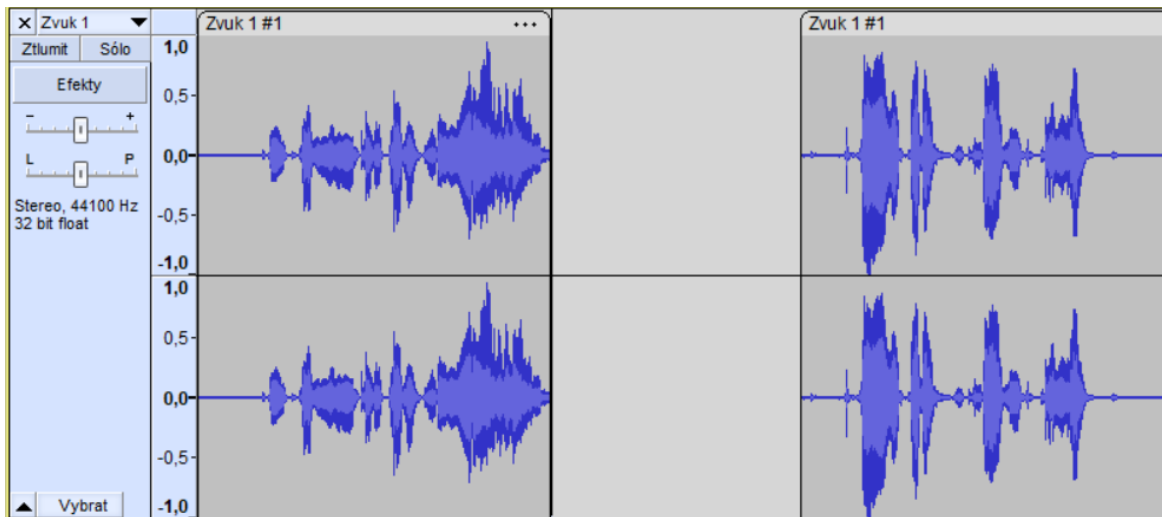
*střih nebo vymazání* - po výběru oblasti můžete buď vystříhnout materiál, což umožňuje jeho přesun nebo kopírování na jiné místo, nebo ho vymazat, což odstraní vybranou část ze stopy



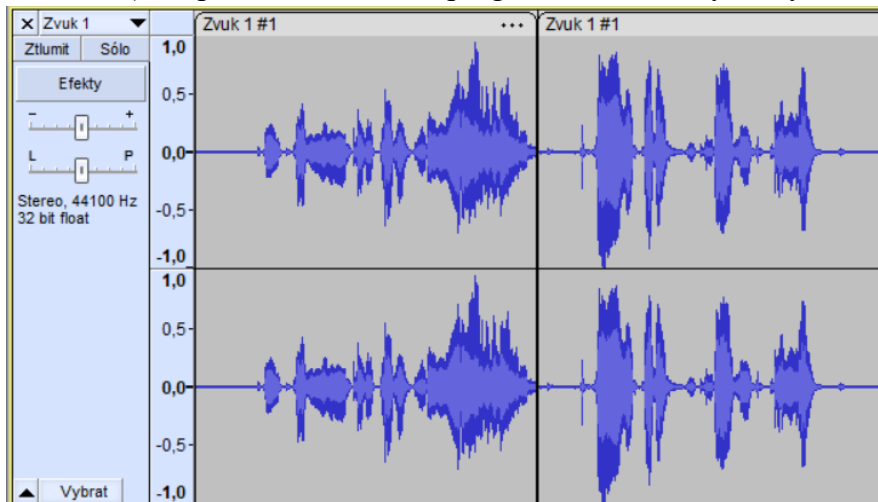
Obr. 40) úprava zvuku v programu Audacity, příklad originální audio stopy



Obr. 41) úprava zvuku v programu Audacity, příklad selekce výpovědi k vymazání



Obr. 42) úprava zvuku v programu Audacity, vymazání nežádoucí části



Obr. 43) úprava zvuku v programu Audacity, přesun navazující druhé části k první

Z hlediska užití stříhu lze uvést jako příklady například potřebu odstranění ticha na začátku a konci stop, kdy audio stopy často obsahují tiché úseky na začátku a konci, které mohou být odstraněny pro zajištění čistějšího a profesionálnějšího zvuku. Jinou častou situací je vyjmutí chyb z nahrávky, kdy během živého nahrávání mohou vzniknout chyby, jako jsou kašel, šum nebo jiné nechtěné zvuky a stříh umožňuje tyto chyby odstranit.

### **Úprava hlasitosti (gain adjustment)**

Úprava hlasitosti je důležitá pro zajištění správné úrovně signálu dané stopy v kontextu celého díla (mixu více stop). Ve většině DAWs probíhá tento proces následovně:

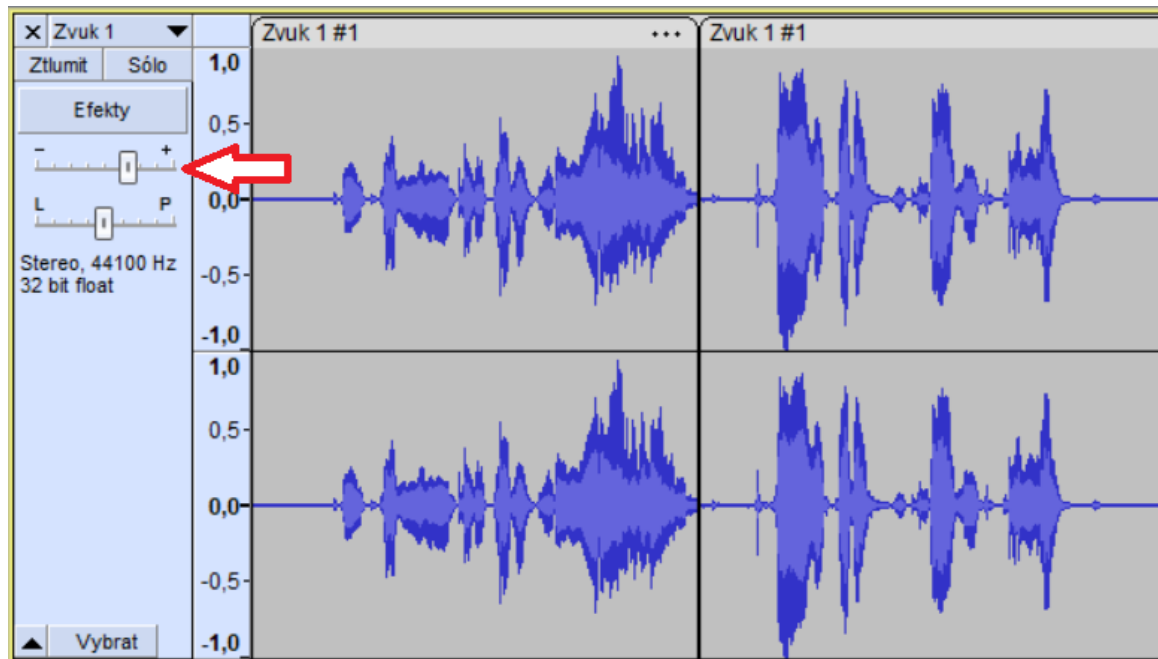
*nalezení ovladače hlasitosti* - ve většině programů je hlasitost nebo gain ovládán posuvníkem nebo knobem na každé stopě v rozhraní mixu nebo přímo v editoru konkrétní stopy. Alternativou je také manipulace s křivkou automatizace.

samotná úprava hlasitosti - posunutím nebo manipulací s ovládacím prvkem nastavte hlasitost stopy tak, aby byla kompatibilní dle vašeho záměru s ostatními stopami v projektu. Můžete také použít automatizaci pro dynamickou úpravu hlasitosti v průběhu času, pokud to daný editor umožňuje.

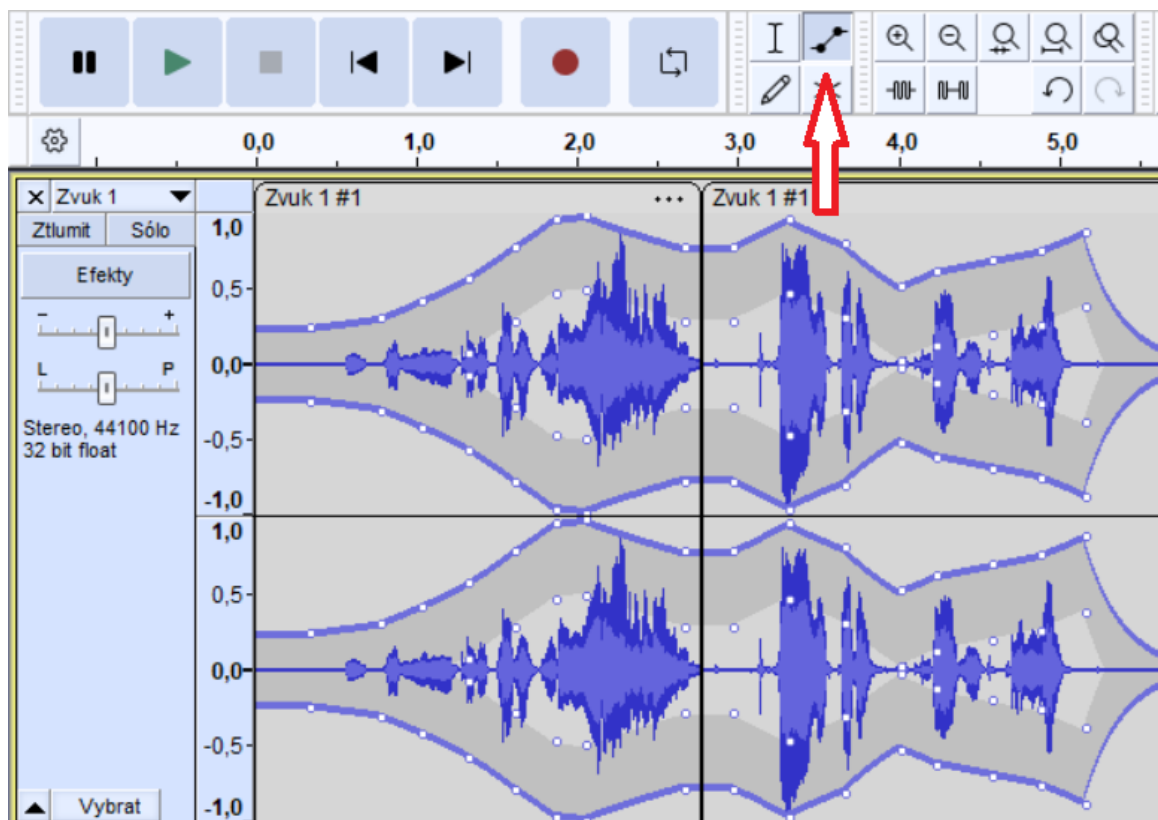
U konkrétní aplikace úpravy hlasitosti lze uvést jako zajímavé příklady třeba normalizaci, která způsobí, že maximální hlasitost stopy dosahuje konzistentní úrovně přes celou nahrávku nebo projekt. Dynamická úprava hlasitosti je proces úpravy intenzity signálu v průběhu stopy, aby byly zvýrazněny důležité části nebo naopak potlačeny méně důležité pasáže.

### **Fading**

Fading je proces postupné změny hlasitosti typicky na začátku nebo na konci audio stopy. Ve většině DAWs lze nalézt konkrétní nástroje pro fade-in a fade-out buď v hlavním nástrojovém panelu nebo jako možnost při kliknutí pravým tlačítkem na audio stopu, kde velmi jednoduše dojde k aplikaci poklesu nebo nárůstu hlasitosti v požadovaném rozsahu na požadovaném místě stopy. Fade lze uživatelsky nakonfigurovat tak, aby byl dlouhý, krátký, lineární, nebo logaritmický, v závislosti na požadovaném zvukovém efektu. Po nastavení parametrů je funkce fade aplikována na audio stopu, což se projevuje změnou hlasitosti audio stopy postupně od nuly do plné hlasitosti pro fade-in, nebo naopak pro fade-out. Z hlediska užití lze uvést příklady, kdy se fade-in (pozvolný nástup) používá na začátku písní nebo scén, kde by prudké zesílení mohlo být rušivé. Fade-out se typicky používá na konci hudebních stop nebo scén, aby bylo dosaženo plynulého a estetického ukončení.



Obr. 44) zesílení hlasitosti celé stopy posuvným ovladačem v programu Audacity



Obr. 45) manipulace s automatizovaným nastavením hlasitosti přes ovládací prvek „Nástroj pro obalovou křivku (F2)“ v programu Audacity - tento způsob editace odpovídá běžné automatizaci v jiných DAWs, kdy uživatel definuje libovolný počet bodů a jejich pohybem upravuje tvar křivky hlasitosti

## 4.2.2 ČIŠTĚNÍ ZVUKOVÉ STOPY

Čištění zvukové stopy je kritickým krokem v postprodukci, který zajišťuje, že finální zvuková stopa je čistá od nechtěných zvuků a defektů různého druhu. Tento proces obvykle zahrnuje odstranění šumu, kliků, škrábanců a dalších rušivých zvuků, které mohou nahrávku v různých situacích znehodnotit. Efektivní čištění zvuku může výrazně zlepšit kvalitu zvukového záznamu a je zásadní pro profesionální výsledek.

Proces čištění zvukové stopy standardně probíhá v několika fázích, z nichž klíčová je identifikace problémových oblastí – ta na jedné úrovni referuje o prvním kroku v podobě důkladného poslechu nahrávky a identifikace oblastí, které obsahují nežádoucí zvuky. To může zahrnovat šum v pozadí, pískání, dunění, echo a další rušivé elementy. Na druhé úrovni samotné funkce a aplikace zaměřené na čištění zvukového materiálu fungují na bázi automatizované identifikace problematické složky audio materiálu, kterou v dalších krocích redukují dle požadovaných parametrů. Většina DAWs nabízí nástroje a pluginy pro redukci šumu, které analyzují zvukový signál a pomáhají odstranit nebo minimalizovat nežádoucí zvuky. Z příkladů můžeme uvést např. Spectral Repair (iZotope RX), který umožňuje izolovat a opravit šumy na základě jejich frekvenčního obsahu. Jiným příkladem může být efekt na bázi funkce Noise Gate, jehož princip stojí na potlačení zvuků, které nesplňují určitý hlasitostní práh. Z jiných nástrojů můžeme zmínit De-clicker a De-crackler pluginy, které jsou užitečné pro odstranění krátkých, ostrých zvuků, jako jsou kliky a škrábance. Na frekvenční analýze a ekvalizaci problematických pásem stojí nástroje typu De-esser, které umožňují z řeči odstraňovat příliš silné sykavky.

Pro specifické nebo komplikované problémy neřešitelné automatizovanými procesy může být nezbytné manuálně upravit zvukovou stopu, což může zahrnovat také použití fade-in a fade-out na specifických částech stopy k plynulému přechodu přes rušivé zvuky nebo v krajních případech také vystřížení a nahrazení problematické části nahrávky z jiného záběru.

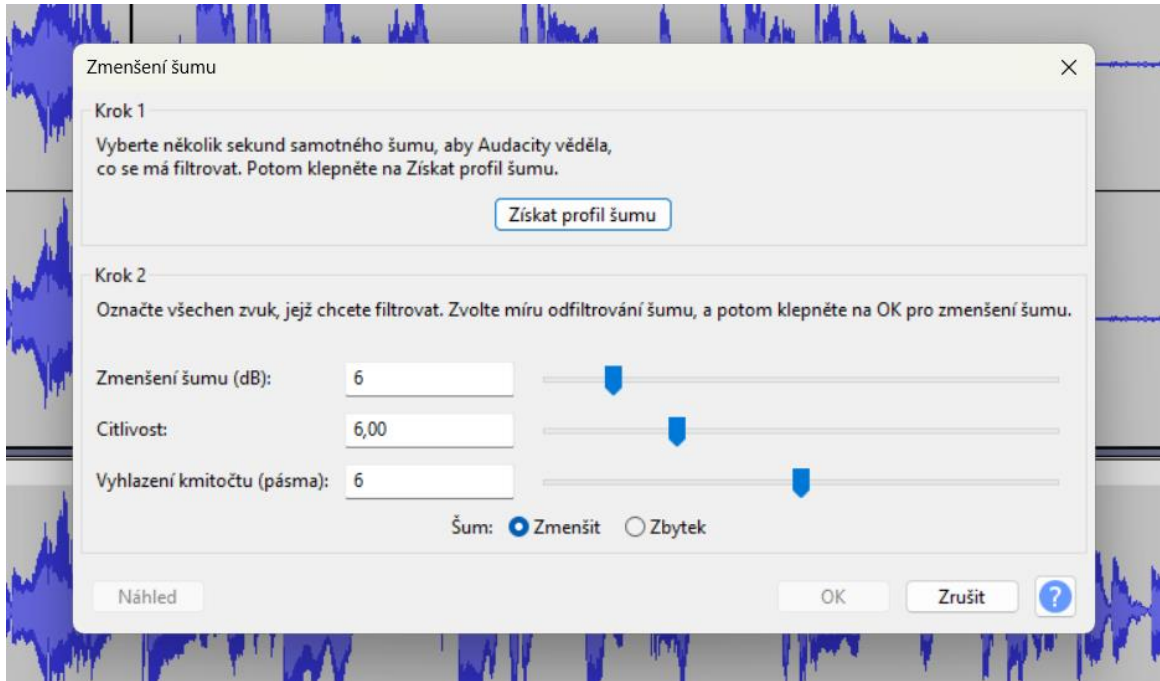
Jako další příklady situací, kdy je vhodné či nezbytné nějakým způsobem čistit zvukovou stopu, můžeme zmínit:

dialogy ve filmu - čištění dialogových stop od šumu v pozadí, šustění oblečení nebo dopravního hluku, aby byly repliky čisté a srozumitelné

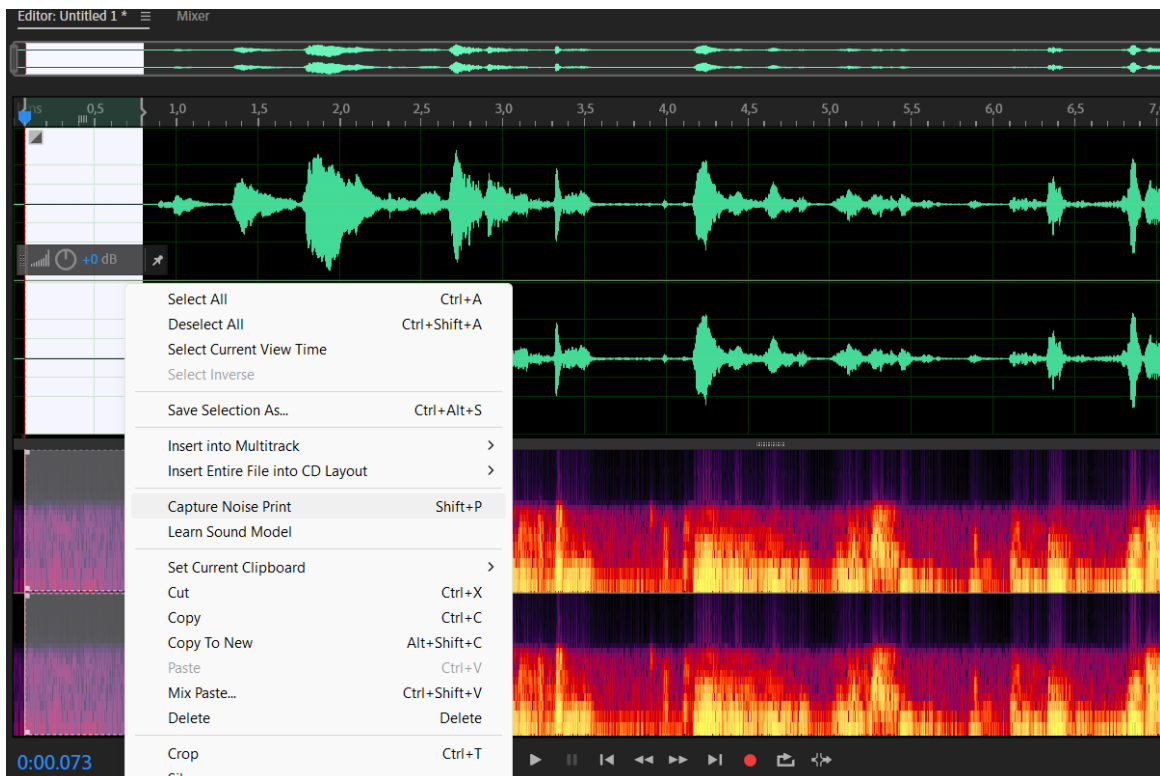
hudební produkce - odstranění šumu z nahrávek nástrojů, jako je šum od zesilovače nebo dechové zvuky u dechových nástrojů, které mohou rušit zvukový celek

podcasty a rozhovory - čištění audio stop od šumu v pozadí a echo efektů v místnosti, což zvyšuje profesionální dojem z celkové mediální produkce

Používání pokročilých nástrojů a technik v DAWs umožňuje editorům a producentům odstranit nebo minimalizovat nežádoucí zvuky a šumy, což vede k vyšší kvalitě celkového zvukového záznamu a ve většině případů lepšímu smyslovému přijetí posluchačem.



Obr. 46) první krok při aplikaci nástroje „Zmenšení šumu“ v programu Audacity je získání profilu šumu, který bude v dalším kroku odfiltrován



Obr. 47) aplikace podobného principu v DAW Adobe Audition - po označení vzorku šumu v dané zvukové stopě lze po kliknutí pravým tlačítkem myši přímo kliknout na „Capture Noise Print“, čímž následně software „odebere“ vzorek hluku, který pak v dalších nástrojích procesuje podle zadání uživatele

### 4.2.3 DYNAMICKÝ PROCESSING (KOMPRESOR, GATE, LIMITER)

Dynamický processing je klíčovým prvkem zvukové postprodukce, který umožňuje inženýrům manipulovat s dynamikou zvukového signálu v reálném čase průběhu signálu. Kompresor, gate a limiter jsou základní nástroje používané k regulaci hlasitosti, eliminaci nežádoucích zvuků i ochraně audio zařízení před přebuzením. Pojďme se podívat na základní principy a praktické aplikace těchto efektů.

#### Kompresor

Kompresor redukuje dynamický rozsah zvukového signálu tím, že snižuje hlasitost signálu, který přesahuje určitou úroveň. Je užitečný pro zajištění konzistentní hlasitosti různých částí nahrávky. V rámci operace s kompresorem je potřeba znát jeho základní ovládací prvky a parametry, kterými jsou:

threshold (práh) – definuje úroveň, při které kompresor začne aktivně ovlivňovat (snižovat) hlasitost

ratio (poměr) – určuje míru, jakou kompresor snižuje hlasitost signálu nad prahem.

Pokud vstupní hlasitost překročí nastavený práh (threshold), sniží se úroveň výstupního signálu v přesně nastaveném poměru. Tedy například poměr 4:1 znamená, že pro každý decibel, kterým signál překročí práh, bude výstupní signál zeslaben o čtvrtinu. Extrémní nastavení poměru 1:nekonečno odpovídá absolutní redukci všeho prahovou hodnotou, což je princip, na kterém funguje limiter (níže).

attack – parametr určující dobu, za kterou kompresor reaguje na překročení prahu

release – definován jako doba, za kterou kompresor přestane snižovat hlasitost po poklesu signálu pod práh

#### Gate

Gate neboli brána umožňuje signálu překročit určitou hlasitostní úroveň (práh) nebo jej úplně utlumí, pokud signál tuto úroveň nepřekročí. Jedná se tak o nástroj užitečný pro eliminaci pozadí a nežádoucích zvuků v tichých pasážích, příkladem mohou být např. mikrofony na pódiu, kdy gate brání zachycení nežádoucích zvuků od ostatních nástrojů nebo diváků, když zpěvák nezpívá. Jeho základní parametry jsou podobné jako u kompresoru:

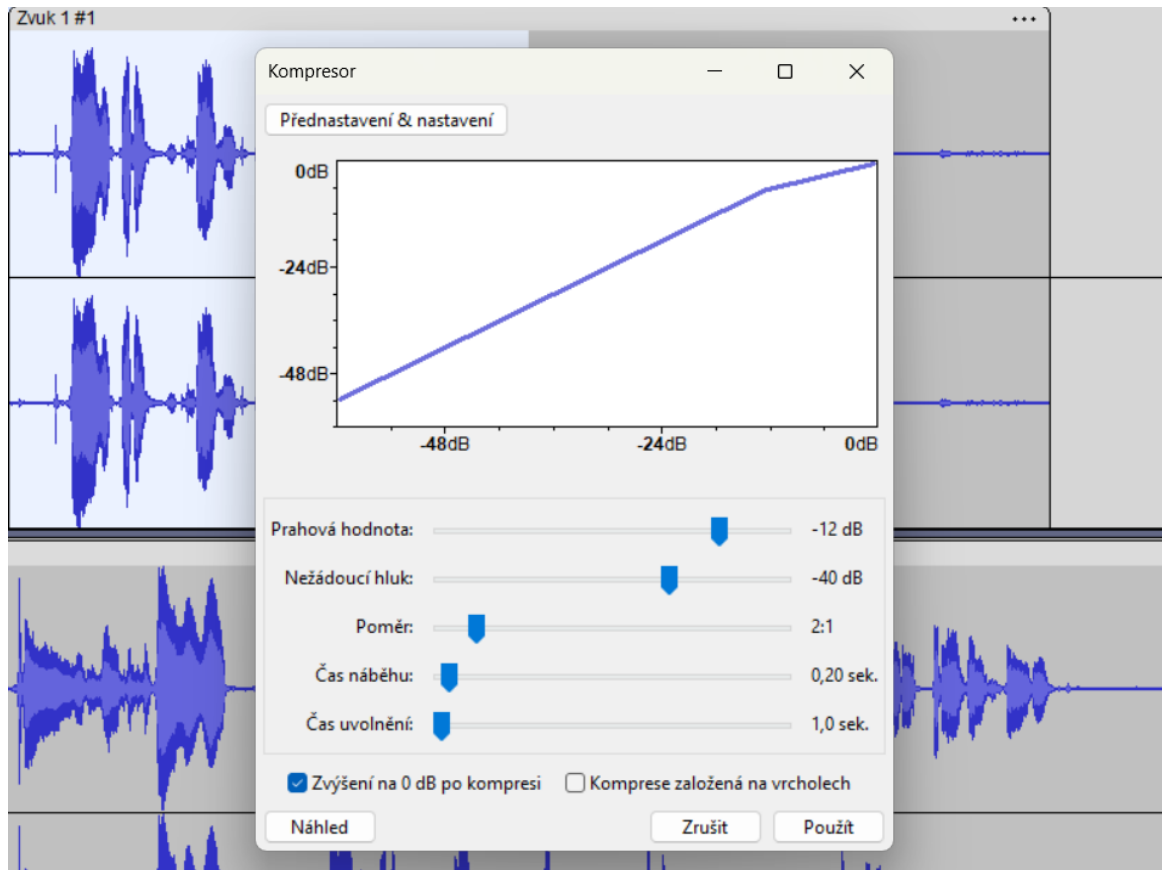
threshold - určuje úroveň, nad kterou gate umožní signálu projít

attack a release - stejně jako u kompresoru, definují, jak rychle gate reaguje na signál překračující práh a jak rychle se vrátí do uzavřeného stavu

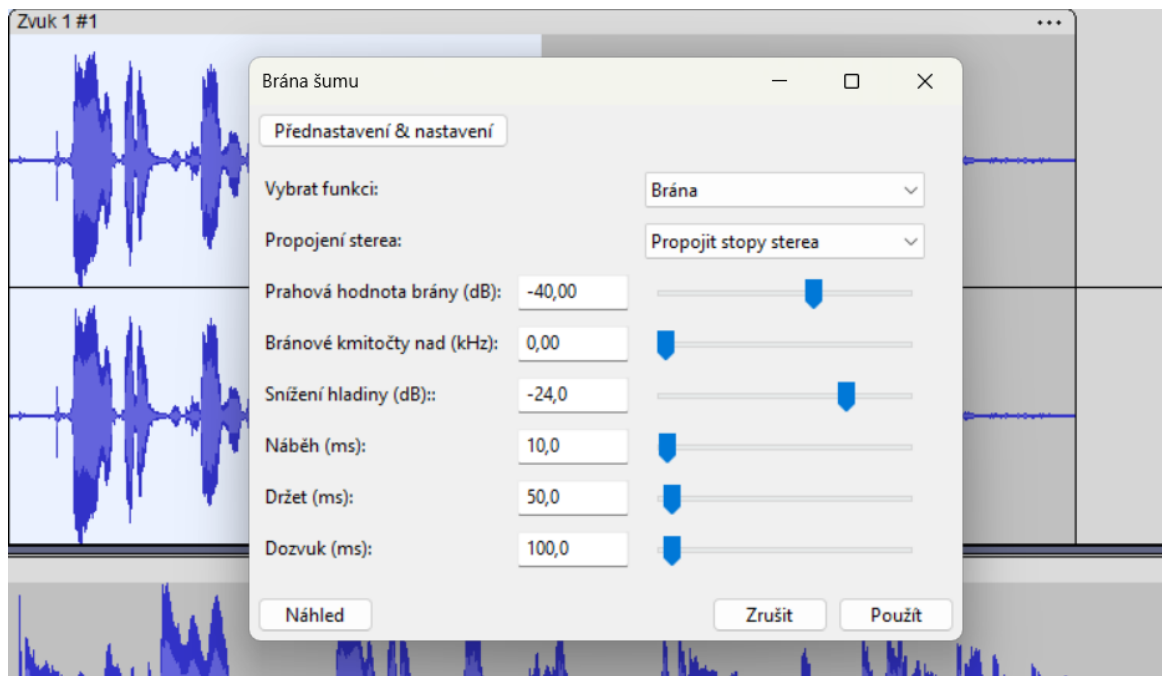
#### Limiter

Limiter funguje na bázi kompresoru, ale jeho hlavním úkolem je zabránit signálu překročit určitou úroveň. Používá se zejména pro udržení zvukové stopy v bezpečných limitech.





Obr. 48) nastavení kompresoru v programu Audacity



Obr. 49) nastavení nástroje Brána šumu (gate) v programu Audacity

#### 4.2.4 EKVALIZACE

Ekvalizace je jednou z nejzákladnějších a nejdůležitějších technik používaných ve zvukové postprodukci. Pomocí ekvalizéru lze přímo upravovat intenzitu jednotlivých frekvencí ve zvukovém spektru, což umožňuje zásadním způsobem definovat zvukovou kvalitu, odstraňovat problematické frekvence nebo kompetentně ladit jednotlivé stopy v mixu. Tato část se tedy zaměří na základní parametry a ovládací prvky ekvalizéru a představí praktické příklady jeho použití. Základní parametry ekvalizéru lze popsat jako:

*frekvenční pásma* - moderní ekvalizéry obvykle umožňují upravovat několik různých frekvenčních pásem. Každé pásmo ovlivňuje určitý frekvenční rozsah, který lze zesílit nebo potlačit.

*gain* (zesílení/útlum) - tento parametr určuje, o kolik decibelů bude dané frekvenční pásmo zesíleno nebo utlumeno

*Q-Faktor/šířka pásma*: tento faktor určuje, jak úzké nebo široké bude frekvenční pásmo, které ovlivňuje naše ekvalizace. Vyšší Q-faktor znamená užší-více zaměřenou ekvalizaci, zatímco nižší Q-faktor se projevuje širším a méně určitým rozsahem frekvencí

*Typy filtrů*: ekvalizéry obsahují různé typy filtrů, jako jsou high-pass, který propouští vyšší frekvence, low-pass (propustí nižší frekvence), notch (odstraní úzký rozsah frekvencí), shelving (zesílí nebo potlačí všechny frekvence nad nebo pod určitým bodem) apod.

#### **konkrétní příklady použití ekvalizace:**

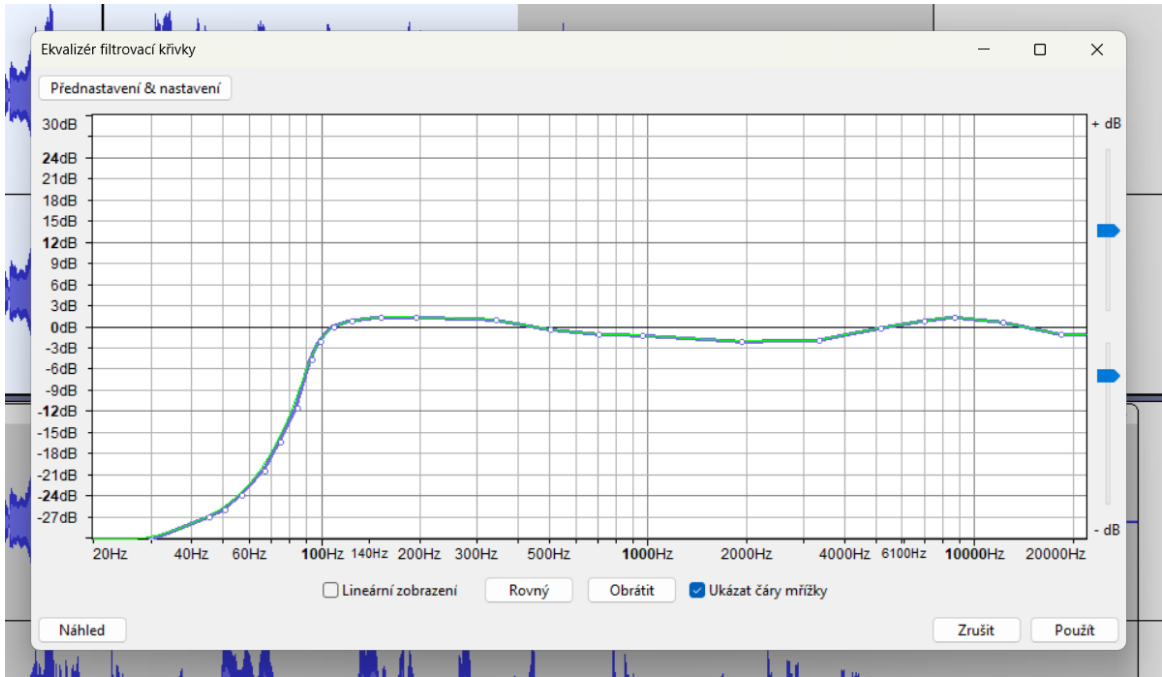
*Odstranění rezonance a rušivých zvuků* - pokud nahrávka obsahuje rušivé rezonanční frekvence, můžeme použít notch filtr s vysokým Q-faktorem k jejich potlačení. Například, pokud v záznamu akustické kytary ruší frekvence kolem 200 Hz, můžeme ji efektivně odstranit.

*Zlepšení srozumitelnosti dialog* - zvýšení frekvencí kolem 3 kHz může zlepšit srozumitelnost mluveného slova, protože tato oblast obsahuje mnoho důležitých artikulačních zvuků.

*Míchání hudby* - v mixu můžeme použít ekvalizaci ke kontrolovanému zajištění, že jednotlivé nástroje neinterferují navzájem. Například můžeme za pomoci spektrální analýzy snížit basové frekvence na kytarové stopě, aby lépe vynikl basový nástroj atd.

*Mastering* – ve fázi masteringu se často používá ekvalizace k jemnému vyvážení celkového zvukového spektra, aby nahrávka zněla co nejlépe na různých přehrávacích zařízeních.

Obecně je ekvalizace mimořádně mocný nástroj ve zvukové postprodukci, který umožňuje zvukovým inženýrům výrazně manipulovat s kvalitou požadovaného zvukového charakteru, řešit potenciální problémy a dosahovat optimálního zvukového mixu.



Obr. 50) nastavení nástroje Ekvalizér filtrovací křivky v programu Audacity



Obr. 51) nastavení nástroje FFT Filter v programu Adobe Audition

#### 4.2.5 EFEKTY A AUTOMATIZACE

Efekty a automatizace jsou klíčové komponenty v digitálních audio workstation (DAWs), které umožňují zvukovým editorům a producentům vytvářet dynamicky komplexní zvuková díla. V této části si popíšeme základní typy efektů, jejich aplikace a možnosti automatizace, které jsou k dispozici v moderních DAW programech. Efekty obecně slouží k modifikaci a kvalitativní zlepšení zvukových stop a lze je rozdělit do několika základních kategorií.

##### *Dynamické efekty:*

kompresor, limiter, gate - jak již bylo diskutováno, tyto efekty pomáhají regulovat dynamiku zvuku.

##### *Efekty ovlivňující frekvenční pásma:*

ekvalizéry, filtry typu high-pass, low-pass, band-pass, notch sloužící k odstranění nebo zvýraznění určitých frekvencí.

##### *Efekty manipulující s časem signálu:*

reverb, delay, echo - tyto efekty simulují prostorové a dozvukové efekty, které přidávají hloubku a akustický kontext zvukům

chorus, flanger a phaser – jedná se typy tzv. modulačních efektů, které obohacují zvuk tím, že přidávají kopie signálu se zpožděním nebo modulací původního signálu.

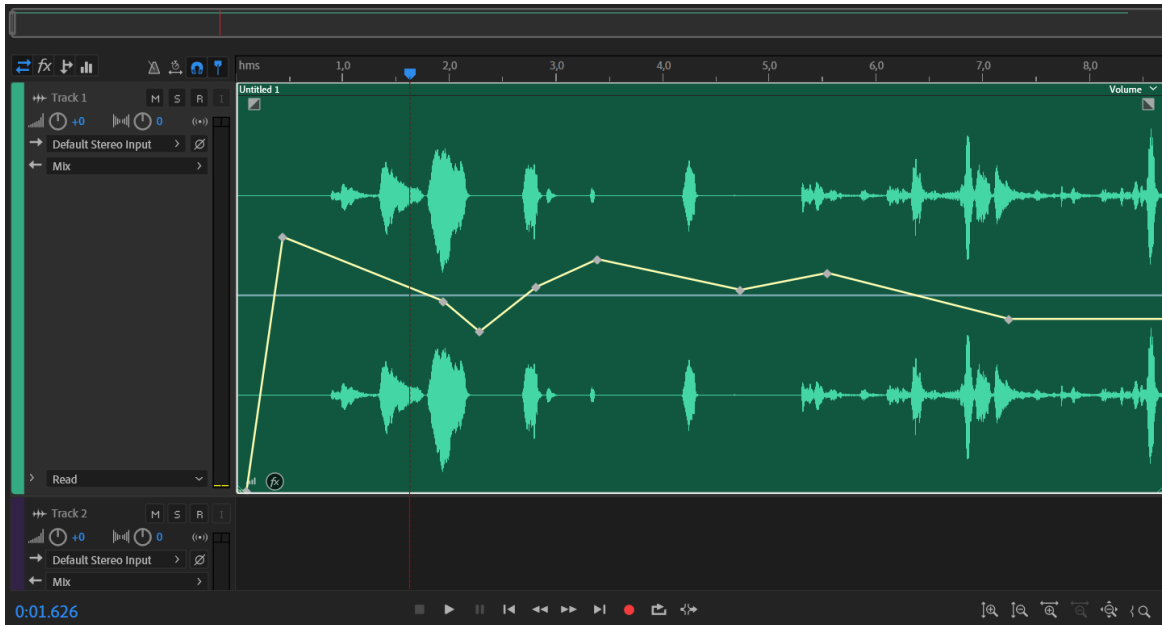
##### *Harmonické efekty:*

Distortion, overdrive - tyto efekty zvyšují harmonický obsah signálu, což vede nejčastěji k "tvrdšímu" výslednému zvuku

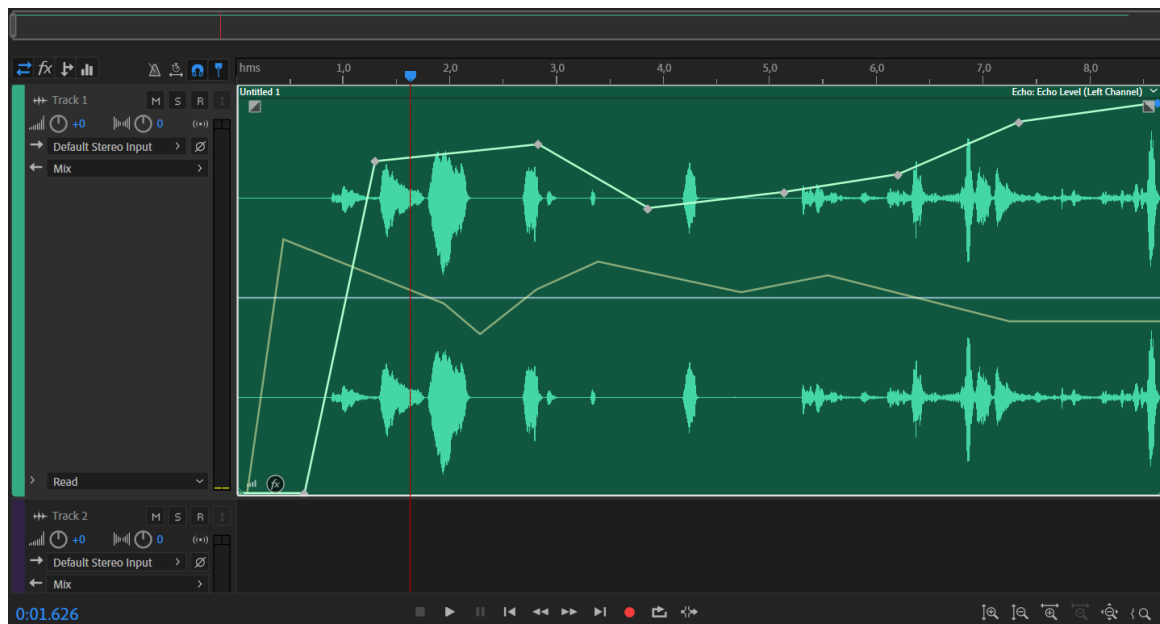
Pitch shifter - mění výšku tónu zvukového signálu

#### **Automatizace**

Funkce automatizace umožňuje zvukovému tvůrci nastavit změny parametrů efektů nebo jiných nástrojů v průběhu času signálu. Díky tomu může mít editor přesnou kontrolu nad tím, kdy a v jakém rozsahu se efekty aplikují, a jak se jednotlivé elementy v mixu mění s časovým postupem skladby. Princip této funkce se opírá o vytvoření automatizační stopy, kdy obecně v DAW lze pro každý parametr (libovolného efektu) vytvořit automatizační stopu a v ní pomocí nastavení bodů a křivek nastavit body, mezi kterými DAW automaticky interpoluje hodnoty. Můžete tak například postupně zvyšovat hlasitost nebo měnit nastavení EQ během skladby. Dochází tak k dynamickým úpravám signálu v reálném čase a naopak během přehrávání projektu můžete "zapsat" změny parametrů v reálném čase, což DAW zachytí jako automatizační data, která může



Obr. 52) nastavení automatizační křivky nástroje Volume (hlasitost) na konkrétní stopě v programu Adobe Audition



Obr. 53) nastavení automatizační křivky efektu Echo (konkrétně úroveň hlasitosti efektu v levém kanálu) na konkrétní stopě v programu Adobe Audition

**SAMOSTATNÝ ÚKOL**

Zvolte si DAW dle svého výběru, vytvořte ve vícestopém režimu projekt o alespoň 3 stopách (stopy přímo nahrajte nebo importujte) a následně vyzkoušejte možnosti automatizace v daném software.

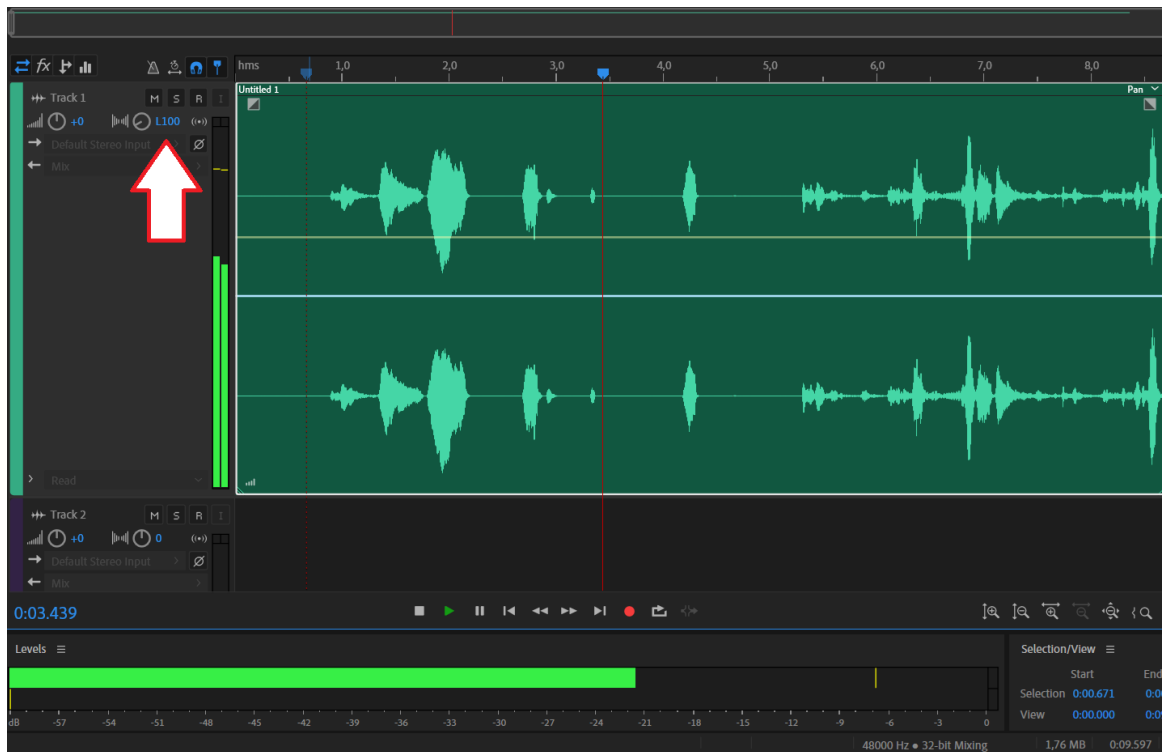
#### 4.2.6 STEREO PANORAMA

Stereo panorama, často označované procesně jako "panning", je technika používaná ve zvukové postprodukci k umístování zvukových zdrojů ve stereo (2 kanálovém) nebo surround prostoru. Tento proces je klíčový pro vytvoření prostorového vnímání v audio mixech, ať už se jedná o hudbu, film, televizi, hry či jiné multimediální formáty. Panning umožňuje zvukovému editorovi rozhodnout, zda bude zvuk slyšet více z levého nebo pravého reproduktoru (nebo sluchátka), což má konkrétní vliv na vytvářenou iluzi šířky prostoru a umístění. Ve většině DAWs je panning ovládán jednoduchým posuvníkem nebo knobem na každé audio stopě, případně automatizací. Ovládací prvek umožňuje uživateli jednoduchou manipulací „posunout“ zvuk z levého kanálu do pravého a naopak. Ve středové pozici je zvuk rovnoměrně (neutrálně) rozložen mezi oběma kanály. Parametr L/R Balance obecně obrazuje, jak je signál rozdělen mezi levý a pravý kanál. Toto nastavení pomáhá při jemném vyvažování stereo obrazu. Pokud DAW nebo plugin disponuje parametrem Stereo Width, jedná se o možnost upravit šířku stereo obrazu, což umožňuje zvýraznit nebo naopak zúžit vnímání prostorovosti.

Z příkladů konkrétní aplikace stereo panoramy můžeme zmínit např. hudební produkce, kdy ve zvučené kapele může být kytara panoramována mírně doleva a basová kytara mírně doprava, což ve výsledku vytvoří rovnoměrnější a přirozenější zvukový obraz. V případě filmové či televizní tvorby mohou např. zvuky automobilů projíždějících zleva doprava být panoramovány tak, aby odpovídaly vizuálnímu pohybu na obrazovce, což zvyšuje realističnost scény. U produkce počítačových her je panning zásadní pro vytvoření prostorového zvuku, který reaguje na pohyb a akce hráče ve hře, což zlepšuje celkový zážitek z hry.

Obecně platí, že panning je obvykle efektivnější u mono stop, protože stereo stopy již mají určité přirozené rozložení zvuku mezi levým a pravým kanálem a při jejich panoramování může docházet k neočekávaným efektům v percepci prostorového umístění. Panning ale zároveň není jen o statickém umístění zvuků, protože automatizace panningu může být kreativně využívána pro dynamické efekty, jako je zvuk "cestující" napříč stereofonním polem apod.

Stereo panorama je tedy jedním ze základních, ale mocných nástrojů zvukové postprodukce, který umožňuje inženýrům a producentům manipulovat s prostorovým vnímáním zvukového díla. Správné využití panningu může výrazně zlepšit kvalitu a dojem z audiovizuálního díla dodáním realističnosti a umožněním posluchači cítit se jako součást akce.



Obr. 54) při otočení knobu stereo panoramy na maximální hodnotu L100 hraje původní stereostopa pouze levým kanálem (v programu Adobe Audition)



Obr. 55) takto nastavená automatizace stereo panoramy se projevuje kontinuálním rychlým přebíháním signálu mezi levým a pravým kanálem (v programu Adobe Audition)

## 4.2.7 MIX, MASTERING A EXPORT

Uvedené fáze zvukové postprodukce - mix, mastering a export - představují zásadní kroky, které rozhodují o kvalitě a profesionálním zvuku jakéhokoli audiovizuálního díla. Tato témata jsou komplexní a vyžadují pokročilé znalosti a dovednosti, jejichž předání není možné bez přímé aplikované zkušenosti (např. formou ozvučených videotutoriálů), přesto platí, že určité základní principy jsou platné či univerzálně hodnotné pro každého, kdo se zabývá nebo chce zabývat zvukovou tvorbou.

Mix neboli míchání je proces, při kterém se kombinují různé zvukové stopy do jediného soudržného celku. Cílem je dosáhnout vyváženého a harmonického zvukového celku, kde jsou všechny elementy slyšitelné, dobře se doplňují a podporují celkový umělecký záměr projektu. Základní kroky mixování zahrnují:

*úroveň hlasitosti* – stanovení takové úrovně hlasitosti každého signálu, aby žádný zvukový prvek nepřebíjel ostatní

*panorámování* - rozmístění zvuků ve stereo nebo surround poli pro dosažení prostorového efektu

*dynamický processing* - použití kompresorů, limiterů a expanderů k regulaci dynamiky zvuku

*ekvalizace* – frekvenční korekce jednotlivých stop, aby navzájem neinterferovaly a vytvářely čistý zvuk.

*aplikace efektů* – např. přidání reverbu, delaye a dalších efektů pro zvýraznění určitých aspektů zvuku či vytvoření specifické atmosféry apod.

Mastering je finální úprava smíchaného díla, která zajišťuje, že zvuk bude konzistentně znít dobře na různých reprodukčních systémech, médiích a distribučních platformách. Masteringový proces se zaměřuje na jemné doladění dynamiky, frekvencí a celkové hlasitosti. Klíčové aspekty masteringového procesu jsou:

*maximalizace hlasitosti* - aby bylo dosaženo optimální vnímatelné hlasitosti bez zkreslení

*jemná ekvalizace* - yvážení frekvencí pro dosažení čistého a vyváženého zvukového spektra

*finální zpracování sterea* - úpravy šířky stereo obrazu a zajištění, že masterované dílo odpovídá vizi

*formátování* - příprava různých verzí dat pro různá média, jako jsou streamingové platformy, vinyl, CD atd.



Export je závěrečná fáze, kdy je hotový masteringový soubor převeden do finálního formátu pro distribuci nebo vysílání. Základním úkolem je zajistit, že výsledný soubor splňuje všechny technické požadavky cílové platformy. Důležité aspekty exportu jsou:

*volba formátu* – např. rozhodnutí mezi lossless (WAV, AIFF) a lossy (MP3, AAC) formáty v závislosti na použití na dané platformě

*bitová hloubka a vzorkovací frekvence* - nastavení těchto parametrů pro optimální kvalitu a kompatibilitu s původní kvalitou zpracovávaných zvukových dat

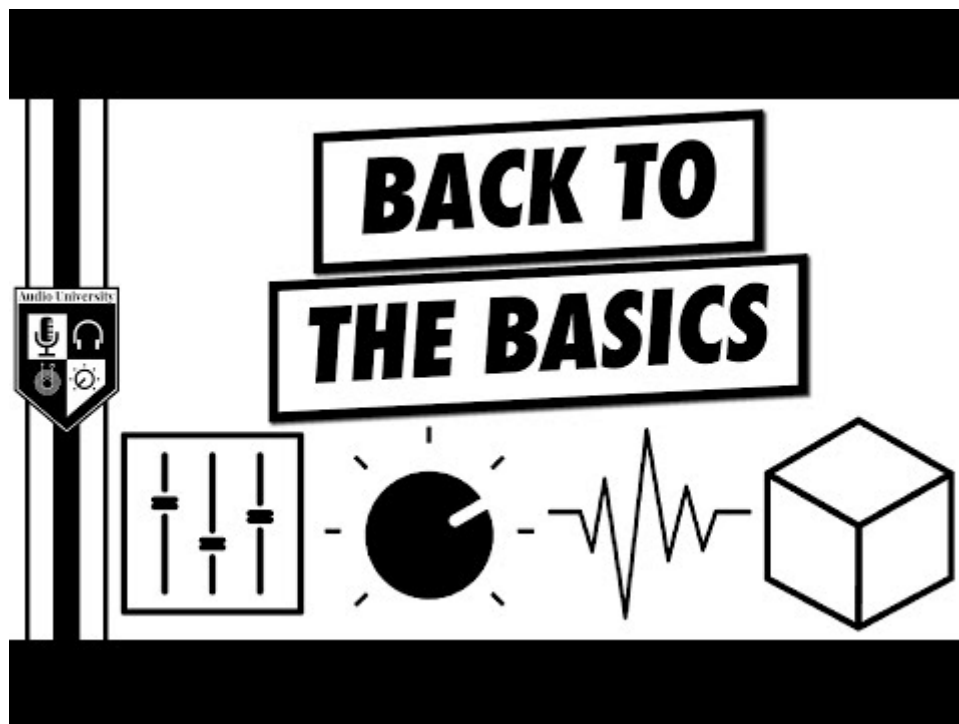
*metadata* - vkládání relevantních metadat, jako jsou název skladby, umělec, copyright atd.

I přes svou složitost jsou mix, mastering a export do určité míry nezbytné dovednosti pro každého zvukového inženýra a producenta. Ovládnutí těchto kompetencí ale vyžaduje praxi, experimentování a hluboké porozumění zvukové technice a procesům. Pro hlubší studium a získání praxe jsou na tomto místě hodnotné např. vybrané video tutoriály, které mohou pomoci lépe ilustrovat a objasnit tyto sofistikované a komplexní procesy.



Zdroj videa „Mixing explained #1 - Basic Mixing Theory“:

<https://www.youtube.com/watch?v=YEorsfZe4vU&t=18s>



Zdroj videa „The 4 Fundamentals of a Good Mix (with Dan Worrall)“:

<https://www.youtube.com/watch?v=QSvdhuu2orQ>



Zdroj videa „Mastering Start To Finish: A Step by Step Guide to Loud and Clear Masters“:

<https://youtu.be/ZHXD-BIKyL8?si=QphlGAdwTMDwJyGm>

## **ZÁVĚREM**

Tato studijní opora vznikala s cílem umožnit studentům porozumět základním otázkám týkajících se nahrávání a zvukové postprodukce tak, aby po prostudování tohoto textu student získal kompetence, které mu umožní realizovat vlastní zvukové dílo (skladbu či jakoukoli jinou kompozici spojenou se zvukovou či audiovizuální tvorbou). Vzhledem k velmi široké a hluboké oblasti mixu a masteringu, které tato opora pouze iniciačně přibližuje, předpokládá se, že student bude pokračovat v dalším studiu v těchto oblastech a tato opora může svou závěrečnou částí sloužit jako odrazový materiál k dalším zdrojům.

## LITERATURA

BLÁHA, Ivo. *Zvuková dramaturgie audiovizuálního díla*. 3., upr. vyd. v Praze: Nakladatelství Akademie múzických umění, 2014. ISBN 978-80-7331-303-6.

FRANĚK, Marek. *Hudební psychologie*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0965-7.

HUBER, David Miles. *Modern Recording Techniques*. 8. vydání, Focal Press, 2013.

KATZ, Bob. *Mastering Audio: The Art and the Science*. 3. vydání, Routledge, 2014

MIKULČÁK a kolektiv. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy*. Praha: SPN Praha, 1988

OWSINSKI, Bobby. *The Mixing Engineer's Handbook*. 5. vydání, Bobby Owsinski Media Group, 2022

SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. 3., dopl. vyd. V Praze: Akademie múzických umění, 2013. Akustická knihovna Zvukového studia Hudební fakulty AMU. ISBN 978-80-7331-297-8.

SYROVÝ, Václav. *Hudební zvuk: příspěvek k teorii zvukové tvorby*. 2., dopl. vyd. V Praze: Akademie múzických umění, 2014. Akustická knihovna Zvukového studia Hudební fakulty AMU. ISBN 978-80-7331-323-4.

### Online zdroje:

ABBEY ROAD INSTITUTE. The Decca Tree. The Secrets Behind the Legendary Recording Technique. [online] 2021 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://abbeyroadinstitute.co.uk/blog/the-decca-tree-the-secrets-behind-the-legendary-recording-technique/>

ARMY.CZ. Jak vzniká vlnění. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: [https://www.army.cz/images/id\\_8001\\_9000/8753/radar/k11.htm](https://www.army.cz/images/id_8001_9000/8753/radar/k11.htm)

BLOCH, G. Can You Hear the Difference? Balanced vs Unbalanced Cables. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://majorhifi.com/balanced-vs-unbalanced-cable-can-hear-difference/>

BOXCAST.COM. Balanced vs. Unbalanced Audio: What's The Difference? [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.boxcast.com/blog/balanced-vs.-unbalanced-audio-whats-the-difference>

C. CRANE COMPANY – CENTER POINT AUDIO. Analog vs. Digital. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <http://www.centerpointaudio.com/Analog-VS-Digital.aspx>

- CHEGG.COM. Analog Signal. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.chegg.com/homework-help/definitions/analog-signal-4>
- DUSTI, Miraglia. Psychoacoustics 101: How To Manipulate Emotions With Sound. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://unison.audio/psychoacoustics/>
- FOX, A. The Complete Guide To Microphone Polar Patterns. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://mynewmicrophone.com/the-complete-guide-to-microphone-polar-patterns/>
- GAUTAM, R. Vocal Recording Techniques. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.recordingbase.com/vocal-recording-techniques/>
- GEON, Woo Lee, HONG, Kook Kim. Personalized HRTF Modeling Based on Deep Neural Network Using Anthropometric Measurements and Images of the Ear. [online] 2018 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2076-3417/8/11/2180>
- HYPERBITS.COM. Home Studio Design. . [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://hyperbits.com/home-studio-design/>
- KRÁLOVÁ, M.. Dopplerův jev. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/akustika/doppleruv-jev>
- KUBERA, M., NEČAS, T., BENEŠ, V. E-Manuel Online učebnice fyziky pro gymnázia. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://e-manuel.cz/kapitoly/mechanicke-vlneni/vyklad/zvuk/>
- LIDSKE-SMYSLY.WBS.CZ. Sluch. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <http://lidske-smysly.wbs.cz/Sluch.html>
- MASTERINGTHEMIX.COM. Sample Rates and Bit Depth ... In a nutshell. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.masteringthemix.com/blogs/learn/113159685-sample-rates-and-bit-depth-in-a-nutshell>
- MONOLITHICPOWER.CN. Analog Signals vs. Digital Signals. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.monolithicpower.cn/analog-vs-digital-signal>
- PAROC.CZ. Obecné informace o zvuku [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.paroc.cz/knowhow/zvuk/obecne-informace-o-zvuku>
- REICHL, J. a VŠETIČKA, M. Digitalizace analogového signálu. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1355-digitalizace-analogoveho-signalu>
- REICHL, J. a VŠETIČKA, M. Směrová charakteristika mikrofonu. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/383-smerova-charakteristika-mikrofonu>
- ROGERSON, Ben. Best synth plugins: Synth VSTs to suit all styles and budgets. [online] 2023 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.musicradar.com/news/best-synth-plugins>
- STEPHENS, R. Noise Levels. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/ricstephens/5710611693>
- STILLWELLAUDIO.COM. SchOpe Multi-signal analysis. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.stillwellaudio.com/plugins/schope/>

STILLWELLAUDIO.COM. Spectro Spectral Editor. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.stillwellaudio.com/plugins/spectro/>

SWEETWATER.COM. What is Phantom Power and why do I need it? [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.sweetwater.com/sweetcare/articles/what-phantom-power-need/>

VESELÝ, P. Technika nahrávání – mikrofon. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://muzikantiakapely.cz/magazin/technika-nahravani-mikrofon/>

VOXENGO.COM. Voxengo SPAN Plus 1.21 spectrum analyzer plugin released - Press Release. [online] 2022 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://www.voxengo.com/press/voxengo-span-plus-1-21-spectrum-analyzer-plugin-released-470/>

WIKIPEDIA.ORG. Colors of noise. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Colors\\_of\\_noise](https://en.wikipedia.org/wiki/Colors_of_noise)

WIKIPEDIA.ORG. Decca Tree. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Decca\\_tree](https://en.wikipedia.org/wiki/Decca_tree)























WIKIPEDIA.ORG. Dopplerův jev. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Dopplerův\\_jev](https://cs.wikipedia.org/wiki/Dopplerův_jev)

WIKISKRIPTA.EU. Práh sluchu a sluchové pole. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Pr%C3%A1h\\_sluchu\\_a\\_sluchov%C3%A9\\_pole](https://www.wikiskripta.eu/w/Pr%C3%A1h_sluchu_a_sluchov%C3%A9_pole)

WILLARD, D. Understanding Microphone Polar Patterns. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <http://www.azden.com/blog/understanding-microphone-polar-patterns/>

YOULEAN.CO. YouLean Loudness Meter. [online] 2024 [cit. 26.05.2024]. Dostupné z: <https://youlean.co/youlean-loudness-meter/>

## PŘEHLED DOSTUPNÝCH IKON

	Čas potřebný ke studiu		Cíle kapitoly
	Klíčová slova		Nezapomeňte na odpočinek
	Průvodce studiem		Průvodce textem
	Rychlý náhled		Shrnutí
	Tutoriály		Definice
	K zapamatování		Případová studie
	Řešená úloha		Věta
	Kontrolní otázka		Korespondenční úkol
	Odpovědi		Otázky
	Samostatný úkol		Další zdroje
	Pro zájemce		Úkol k zamyšlení

Název: Zvuková dramaturgie filmového díla  
Autor: **MgA. Mikuláš Odehnal**  
Vydavatel: Slezská univerzita v Opavě  
Filozoficko-přírodovědecká fakulta v Opavě  
Určeno: studentům SU FPF Opava  
Počet stran: 88

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou.