Knihovna FF MU Brno
2571114858

VÁCLAV VLACHÝ

# PRAXE ZVUKOVÉ TECHNIKY

## 3. aktualizované a doplněné vydání

© 2008 Muzikus
© 2008 Václav Vlachý

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této knihy nesmí být reprodukována, zaznamenána nebo vysílána v jakékoli elektronické, mechanické, optické, magnetické, chemické nebo jiné formě (s výjimkou krátkých citací pro recenzní účely), bez písemného souhlasu vydavatele.

ISBN-978-80-86253-46-5

KNIHOVNA HUDEBNÍ VĚDY
FF MU C-1(Vla)

Masarykova Univerzita
Filozofická fakulta, Ústřední knihovna
Přír.č 13-14858-11
Sign
Syst.č 691904

**Václav Vlachý**

*(* 1958)*

*Absolvent Střední průmyslové školy elektrotechnické v Pardubicích. Po návratu z Vojenského uměleckého souboru v Bratislavě pracoval od roku 1979 v Českém rozhlase v Hradci Králové, kde v letech 1979-1994 působil nejprve jako zvukový technik, později pak na pozici zvukového mistra. Po roce 1990 přidal k působení v Českém rozhlase ještě práci pro soukromá nahrávací studia (např. STUDIO PAST - Hradec Králové) a soukromé rozhlasové a televizní společnosti (Radio OK, TV Puls) či hudební vydavatelství (AMABILE, ROSA).*

*Praxi v hudebním nahrávacím studiu v Českém rozhlase v Hradci Králové od počátku doplňoval systematickým studiem zahraniční literatury a od od roku 1990 započala také jeho spolupráce s časopisem MUZIKUS. Pod záštitou Českého rozhlasu inicioval a v letech 1992–1993 vedl „Praktické kurzy zvukové techniky" a právě to byl jeden z podnětů k napsání této publikace, která se stala komplexním souborem autorova působení v oboru studiové audiotechniky a brzy po vydání zaujala pozici jednoho ze základních pilířů literatury oboru zvukové režie. Vlachý je autorem nejenom řady odborných textů a studií, ale vytvořil i praktickou příručku pro hudebníky (220 užitečných rad pro muzikanty, kteří se chystají natáčet v hudebním studiu – Muzikus 2000).*

*Již od dětství se věnoval hudebnímu vzdělávání, hře na housle, později působil jako aktivní hudebník (kytarista) v rockových skupinách. Skladatelská činnost v oblasti populární a rockové hudby (člen OSA) a hudební i scénické rozhlasové produkce. Během své téměř třicetileté praxe získal bohaté zkušenosti s natáčením prakticky všech hudebních žánrů - od rockové a folkové produkce, přes jazzové a dechové orchestry či pěvecké sbory, až po komorní a symfonickou hudbu, která v současnosti v jeho práci převažuje.*

*Vlachý se od počátku své praxe v nahrávacím studiu zabývá širokým spektrem témat v audiooboru, od mikrofonní techniky přes digitální audiosystémy pro zpracování hudby až po poslechové monitory. Souběžně se stále vyvíjí i autorovo školitelské působení, vedení seminářů a přednášek či pořádání kurzů. V neposlední řadě spolupracuje také s obchodními firmami a prodejci studiové techniky při zvukových testech, odborných workshopech nebo na překladech či při sestavování nových katalogů produktů.*





# Předmluva ke třetímu vydání

*Tato příručka vychází v reedici již potřetí a já jsem rád, že ani po 8 letech od druhého vydání neztratila na své aktuálnosti. Stále totiž platí, že kdo chce v praxi dosáhnout dobrých výsledků, ten si musí nejprve osvojit základní znalosti o snímání a reprodukci zvuku, o funkci mixážních pultů i všech základních procesorů a dnes se musí orientovat rovněž v rozsáhlé oblasti digitální techniky. Ta za uplynulých 13 let dospěla z batolete zkoušejícího své první krůčky v sebevědomého „adolescenta" zaplavujícího nás myriádami virtuálních aplikací pro záznam a zpracování zvuku, z nichž některé začínají zdánlivě simulovat dokonalé hudebníky.*

*Přestože se veškeré digitální procesy neustále rapidně zrychlují, paměťové kapacity narůstají do gigantických rozměrů, dynamické a frekvenční parametry audiosystémů již dávno překonaly možnosti lidského sluchu, stále ještě platí fakt, že pro kvalifikaci zvukového mistra jsou stejně důležité technické schopnosti jako hudební, psychologické či estetické aspekty. Nalezení onoho ideálního snímacího bodu v akustickém prostoru zůstává pořád stejně důležité jako zachycení toho jedinečného, neopakovatelného interpretačního výkonu, který nelze nahradit žádnou simulací, emulací či virtualizací. V současnosti se víc než kdykoli jindy vyplatí dodržovat pravidlo o využívání jen těch procesů, které přinášejí očekávaný výsledek, namísto potenciálního „ověšování" kanálů virtuálního mixážního pultu trsy exotických plug–inů, které jsou zárukou toho, že se procesory v DAW nebudou nacházet na „ostudné" hranici minimálního vytížení. Pokud se nechcete stát otroky moderní digitální techniky, je dobré znát její možnosti a v případě potřeby jich dokonale umět využít, ale zároveň musíte odolat pokušení, vytvořit si z nich určité univerzální klišé, které by mělo být všelékem na potenciální hudební „neduhy".*

*Nové vydání Praxe zvukové techniky prošlo kompletně rozsáhlými obsahovými i jazykovými úpravami – ty byly nezbytné, neboť od prvního vydání knížky uplynulo již 13 let a s hektickým vývojem v oboru se objevily ve zvukařské praxi zcela nové výrazy; mezitím některé pomalu ztrácejí smysl či aktuálnost anebo začínají znít archaicky. Zásadní změnou v rámci aktualizace je přidání nové kapitoly o digitálních systémech (DAW), která se rovněž dotýká problematiky masteringu a přináší i stručný přehled důležitých digitálních audioformátů. Aktualizací prošly samozřejmě také veškeré tabulky s orientačním přehledem oblíbených modelů mikrofonů, mixážních pultů, procesorů, poslechových monitorů a nově i digitálních rozhraní AD/DA. Vzhledem k obrovským informačním možnostem internetu nemá samozřej-*

*mě smysl nabízet zde co nejširší přehled modelů, ale jde spíš o získání jakéhosi pomocníka či stručného průvodce pro orientaci na známé výrobce.*

*Věřím, že stejně jako v minulosti, stane se pro řadu z vás tato příručka cenným zdrojem informací i praktickým pomocníkem v oboru zvukové praxe a dobře poslouží také jako slabikář pro začínající zvukaře, kterým poskytne základní přehled běžně dostupných přístrojů, stručný popis jejich funkcí a obsluhy, informace o propojování s dalším zařízením i některé osvědčené postupy a triky.*

*Závěrem bych rád opět poděkoval Luboši Rampovi za zpracování nových obrázků, za pomoc při sestavování aktualizovaných tabulek i za kompletní přípravu tohoto vydání k tisku a za věcné připomínky týkající se nového obsahu. Můj dík patří i Danovi Škráškovi a Milanu Včelařovi za poskytnutí podkladů pro některé obrázky v barevné příloze.*

*Václav Vlachý*

*Hradec Králové*
*srpen 2008*





# Obsah

Předmluva . . . . . 5

**1. MIKROFONY A SNÍMACÍ TECHNIKA**

1.1 Úvod . . . . . 14
1.2 Analogový nahrávací řetězec . . . . . 16
1.3 Zvuk a lidský sluch . . . . . 18
1.4 Citlivost mikrofonu . . . . . 20
1.5 Směrová charakteristika . . . . . 23
1.5.1 Směrová charakteristika z hlediska konstrukce mikrofonu . . . . . 23
1.5.2 Kulová (všesměrová) charakteristika (OMNI–DIRECTIONAL) . . . . . 24
1.5.3 Osmičková charakteristika (FIGURE–EIGHT, BI–DIRECTIONAL) . . . . . 26
1.5.4 Kardioidní (ledvinová) charakteristika . . . . . 27
1.5.5 Mikrofony s měnitelnou směrovou charakteristikou . . . . . 28
1.5.6 Směrová charakteristika a vzdálenost od zdroje zvuku . . . . . 29
1.6 Frekvenční charakteristika . . . . . 30
1.7 Impedance mikrofonu . . . . . 30
1.8 Typy mikrofonních systémů . . . . . 31
1.8.1 Dynamické mikrofony . . . . . 31
1.8.2 Páskové mikrofony (RIBBON) . . . . . 33
1.8.3 Kapacitní mikrofony . . . . . 34
• *Kapacitní mikrofony RF* . . . . . 35
1.8.4 Elektretové mikrofony . . . . . 36
• *Back–elektretové mikrofony* . . . . . 36
1.8.5 Kontaktní mikrofony . . . . . 37
1.8.6 Mikrofony s tlakovou zónou (PZM) . . . . . 38
1.8.7. Subminiaturní mikrofony pro bezdrátový přenos . . 39
1.9 Příslušenství, kabely, konektory a další doplňky . . . . . 40
1.10 Mikrofonní technika . . . . . 43
1.10.1 Snímání zvuku několika mikrofony a efekt hřebenového filtru . . . . . 43
1.10.2 Princip stereofonního nahrávání . . . . . 45
• *Systém XY* . . . . . 46
• *Systém MS* . . . . . 48
• *Systém AB* . . . . . 49
• *Bodové (lokální) mikrofony* . . . . . 50
1.10.3 Snímání bicích nástrojů . . . . . 51
• *Rozmístění mikrofonů* . . . . . 54
1.10.4 Snímání basové kytary . . . . . 57

1.10.5 Snímání elektrické kytary . . . . . 58
• *Kytarové reproboxy* . . . . . 58
• *Vhodné typy mikrofonů* . . . . . 59
• *Umístění mikrofonů* . . . . . 59
• *Kytarové efekty* . . . . . 60
• *Alternativní způsoby snímání* . . . . . 61
1.10.6 Snímání akustické kytary . . . . . 62
• *Kontaktní snímače* . . . . . 62
• *Varianty umístění mikrofonu* . . . . . 63
• *Další úpravy* . . . . . 64
1.10.7 Snímání lidského hlasu . . . . . 65
• *Monitoring při natáčení vokálu* . . . . . 66
• *Vícehlasé sbory* . . . . . 68
• *Dynamika zpěvu* . . . . . 68
• *Natáčení mluveného slova* . . . . . 69
1.10.8 Snímání klavíru . . . . . 70
1.10.9 Snímání dechových nástrojů . . . . . 71
1.10.10 Snímání smyčcových nástrojů . . . . . 73
1.11 Příklady některých často používaných mikrofonů . . . . . 75

**2. ANALOGOVÝ MIXÁŽNÍ PULT**

2.1 Úvod . . . . . 80
2.2 Vstupní kanál (INPUT CHANNEL) . . . . . 81
2.2.1 Vstupní díl . . . . . 82
• *Připojení signálových zdrojů* . . . . . 82
• *Symetrické vedení signálu* . . . . . 82
• *Fantomové napájení* . . . . . 84
• *Nastavení vstupní úrovně* . . . . . 85
• *Další doplňky* . . . . . 85
2.2.2 Korekční obvody /EQUALIZATION/ . . . . . 87
• *Ekvalizér jako součást pultu* . . . . . 88
• *Princip ekvalizéru* . . . . . 89
• *Pásmová propust* . . . . . 91
• *Typy ekvalizérů* . . . . . 92
• *Fázové záležitosti* . . . . . 96
• *Používání ekvalizérů* . . . . . 96
• *Frekvenční diagramy* . . . . . 97
• *Speciální využití ekvalizérů* . . . . . 99
2.2.3 Pomocné výstupy (AUXILIARY SECTION) . . . . . 100
2.2.4 Výstupní sekce . . . . . 102
2.2.5 SPLIT . . . . . 105
• *Monitorová sekce u pultu SPLIT* . . . . . 107
• *Používání efektových procesorů u pultu SPLIT* . . . . . 108
2.2.6 IN LINE . . . . . 110
• *Výstupní a monitorová sekce kanálu IN LINE* . . 110





2.3 Hlavní (řídicí) sekce (MASTER SECTION) . . . . . 114
2.3.1 Hlavní výstupní kanály (MASTER OUTPUT) . . . . . 114
2.3.2 Hlavní výstupy AUX (MASTER AUX) . . . . . 115
2.3.3 Hlavní monitorová sekce (MASTER MONITOR SECTION) . . . . . 115
2.3.4 Dorozumívání (TALKBACK, COMMUNICATION) . . . 117
2.3.5 Indikátory . . . . . 117
2.3.6 Další doplňky . . . . . 118
2.3.7 Modulární koncepce . . . . . 118
2.4 Digitální mixážní pulty . . . . . 119
2.4.1 Základní vybavení a systém práce . . . . . 119
2.4.2 Časová synchronizace DMP s ostatními přístroji . . 120
2.4.3 Digitální synchronizace . . . . . 121
2.4.4 Doplňky digitálních pultů . . . . . 123
2.5 Propojování přístrojů ve studiu . . . . . 124
2.5.1 Přepojovače . . . . . 124
2.5.2 Modulační kabely . . . . . 127
2.5.3 Připojení přístrojů k síti . . . . . 128
2.6.4 Zemní smyčky . . . . . 129
• *Správné zapojení modulačních kabelů ve studiu* . . . . . 132
2.6 Příklady některých mixážních pultů . . . . . 134

**3. VÍCESTOPÝ ANALOGOVÝ ZÁZNAM ZVUKU**

3.1 Ohlédnutí nazpět . . . . . 138
3.2 Princip vícestopého záznamu . . . . . 139
3.3 Poloprofesionální a profesionální multitracky . . . . . 139
3.4 Kvalita magnetofonových pásů . . . . . 140
3.5 Šumové redukce pro magnetofony . . . . . 141
3.6 Současná funkce analogového magnetického záznamu . . . . 143
3.7 Přehled nejvyužívanějších analogových komerčních formátů . 143
3.8 Fáze realizace hudební nahrávky . . . . . 144

**4. DIGITÁLNÍ AUDIOSYSTÉMY (DAW)**

4.1 Úvod . . . . . 146
4.2 Digitální zpracování signálu . . . . . 146
4.3 Rozdělení a stručný vývoj DAW . . . . . 148
4.4 Základní funkce digitálních audiosystémů . . . . . 151
4.4.1 Systém práce v DAW . . . . . 151
4.4.2 Zvuková stopa v DAW a možnosti její editace . . . . 151
4.4.3 Softwarové mixery . . . . . 153
• *Základní panely virtuálních mixérů* . . . . . 154
4.4.4 Způsoby ovládání DAW . . . . . 155
• *MIDI Kontroléry pro DAW* . . . . . 155
4.4.5 Softwarové audioprocesory (efektové plug-iny) . . . 156
4.4.6 Akcelerační karty . . . . . 157

4.5 (Pre) Mastering . . . 158
4.5.1 Úvod . . . 158
4.5.2 Tradice masteringu v zahraničí a u nás . . . 159
4.5.2 Správně připravená mixáž . . . 159
4.6 Tradiční procesy a postupy . . . 160
4.6.1 Kompresory pro zpracování signálu v oddělených frekvenčních pásmech (multiband) . . . 160
4.6.2 Peak Limiter . . . 162
4.6.3 Dithering a jeho význam . . . 163
4.7 Komerčně rozšířené aplikace . . . 164
4.7.1 Příklady systémů pro PC . . . 164
4.7.2 Příklady systémů pro Mac i PC . . . 164
4.7.3 Příklady systémů pro Mac . . . 164
4.8 Virtuální hudební nástroje . . . 165
4.9 Interní zvukové karty s převodníky AD/DA . . . 166
4.9.1 Latence . . . 166
4.10 Interní zvukové karty s vícekanálovým digitálním rozhraním a jejich synchronizace . . . 168
4.11 Externí převodníky AD/DA a jejich doplňky . . . 170
4.11.1 Samostatné převodníky A/D a D/A . . . 170
4.11.2 Převodníky A/D s integrovanými preampy . . . 171
4.11.3 A/D a D/A převod prostřednictvím digitálního mixážního pultu . . . 171
4.11.4 Převodníky D/A se zabudovanou monitorovou sekcí 172
4.11.5 Příklady externích a interních zvukových karet a AD/DA převodníků . . . 173
4.12 Počítače řídící digitální audiosystém . . . 174
4.12.1 Základní sestavy . . . 174
4.12.2 Pevné disky . . . 175
4.12.2 Periferní vybavení . . . 175
4.12.3 Operační systémy . . . 176
4.13 Stručný přehled digitálních audioformátů . . . 177
• *Soundstream, 3M, X80/PriDigi* . . . 177
• *DASH, Compact Disc* . . . 178
• *Digital Audio Tape* . . . 179
• *ADAT* . . . 180
• *MiniDisc, Digital CC, Tascam DA–88* . . . 181
• *ER CD, HD CD, 5.1 Music DISC, SA CD* . . . 182
• *DVD Audio, K2 High Definition* . . . 184
4.14 MP3 a hudba na internetu . . . 186

**5. ZVUKOVÉ PROCESORY**

5.1 Úvod . . . 196
5.2 Kompresory a limitéry . . . 198
5.2.1 Dynamika signálu . . . 198
5.2.2 Řídicí parametry . . . 199







5.2.3 Časy reakce . . . 202
5.2.4 Mylné úvahy . . . 203
5.2.5 Řídicí obvod . . . 204
5.2.6 Využití externího vstupu řídicího obvodu . . . 205
5.2.7 Vícepásmové kompresory (SPLIT BAND) . . . 207
5.2.8 Automatické nastavení časů reakce . . . 207
5.2.9 Kombinace s dalšími funkcemi . . . 208
5.2.10 Komprese stereofonních signálů . . . 209
5.2.11 Kompresor s nulovou reakcí . . . 209
5.2.12 Praktické rady . . . 210
5.3 Expandery a gejty . . . 214
5.3.1 Řídicí parametry . . . 215
5.3.2 Úpravy bicích nástrojů . . . 217
5.3.3 Další využití gejtů . . . 222
5.4 Dynamické šumové filtry . . . 224
5.5 Dynamické ekvalizéry . . . 225
5.6 Enhancery . . . 226
5.6.1 Zapojení . . . 227
5.6.2 Nastavení . . . 227
5.6.3 Použití . . . 228
5.6.4 Úprava spodních pásem . . . 229
5.7 Pannery . . . 229
5.7.1 Úrovňové směrové efekty . . . 229
5.7.2 Psychoakustické směrové efekty . . . 231
5.7.3 Stereofonní provedení efektů . . . 232
5.8 Jednotky zkreslení . . . 234
5.9 Digitální efektové procesory . . . 237
5.9.1 Digitální zpožďovací linka (DIGITAL DELAY LINE) . . 237
5.9.2 Efekty využívající DDL . . . 239
• *ECHO* . . . 239
• *CHORUS* . . . 239
• *VIBRÁTO* . . . 240
• *PHASING (fázový efekt)* . . . 240
• *FLANGING* . . . 241
• *ADT (AUTOMATIC DOUBLE TRACKING)* . . . 241
• *Nekonečná opakovačka (HOLD, INFINITE DELAY)* . . . 242
• *Stereofonní zpožďovací linka* . . . 243
• *Filtry ve zpětnovazebním řetězci* . . . 244
• *Simulace vícenásobných počátečních odrazů (TAPPED DELAYS, EARLY DELAYS, EARLY REFLECTIONS)* . . . 245
• *Rezonanční efekty* . . . 245
5.9.3 Přehled běžných parametrů pro DDL . . . 246
5.10 Měniče ladění (PITCH SHIFTERS) . . . 247
5.10.1 Princip činnosti . . . 247

5.10.2 Ovládací prvky . . . . . 249
5.10.3 Efekty využívající změny ladění . . . . . 249
• *Vytváření dalších hlasů* . . . . . 249
• *Sférické efekty* . . . . . 250
• *Pitch chorus* . . . . . 251
• *Využití SHIFTERU bez podílu přímého zvuku* . . 252
5.11 Dozvukové jednotky (REVERB UNITS) . . . . . 253
5.11.1 Dozvuk v přirozeném prostředí . . . . . 253
5.11.2 Základní dozvukové parametry . . . . . 254
5.11.3 Dozvukové algoritmy . . . . . 257
5.11.4 Zapojení . . . . . 258
5.11.5 Přehled nejčastěji užívaných parametrů . . . . . 259
5.11.6 Využití dozvukových procesorů . . . . . 261
5.12 Multiefektové procesory a jejich algoritmy . . . . . 265
5.13 Příklady některých procesorů pro zpracování zvuku . . . . . 268

**6. POSLECHOVÉ MONITORY**

3.1 Úvod . . . . . 274
6.2 Základní parametry studiových monitorů . . . . . 275
6.2.1 Frekvenční charakteristika . . . . . 275
6.2.2 Fázová charakteristika . . . . . 276
6.2.3 Směrová charakteristika . . . . . 277
6.2.4 Zkreslení . . . . . 278
6.2.5 Maximální výkonové zatížení . . . . . 278
6.2.6 Citlivost (SENSITIVITY) . . . . . 280
6.2.7 Impedance . . . . . 280
6.3 Monitory z hlediska konstrukce . . . . . 281
6.3.1 Pasivní systémy . . . . . 282
6.3.2 Aktivní systémy . . . . . 283
6.3.3 Bass–reflex . . . . . 284
6.3.4 Subwoofery . . . . . 284
6.3.5 Připojení monitorů . . . . . 285
6.4 Poslechový prostor . . . . . 286
6.4.1 Monitory pro blízký poslech (NEARFIELD) . . . . . 286
6.4.2 Monitory montované do zdí (SOFFIT) . . . . . 286
6.4.3 Montáž na stojany . . . . . 287
6.4.4 Poslechová geometrie . . . . . 287
6.4.5 Módy místnosti . . . . . 288
6.4.6 Doba dozvuku . . . . . 291
6.5 Poslech na sluchátka . . . . . 293
6.6 Příklady některých studiových monitorů . . . . . 294

Použitá odborná literatura . . . . . 296



# 1. MIKROFONY A SNÍMACÍ TECHNIKA

# 1.1 Úvod

V současné době existuje řada profesí, které se zabývají zpracováním zvuku. Chceme-li se zvukem provádět další operace, musíme ho stejně jako v případě obrazu převést nejprve na analogový elektrický signál (audiosignál), a teprve v analogovém či digitálním prostředí provést potřebné úpravy, po kterých se potom audiosignál zpětně převádí na zvuk.

První etapou tohoto procesu je tedy snímání zvuku, kdy se pomocí různých měničů (mikrofony, snímače) převádí akustická energie na elektrickou (střídavý el. proud). Nejčastěji používaným měničem je mikrofon, který se ale na rozdíl od chytře konstruovaného lidského sluchu nikdy nehodí pro všechny účely, a tak je pro danou situaci zapotřebí vybrat nejvhodnější typ. Sluch je totiž, stejně jako ostatní smyslové orgány člověka, natolik propracovaným a důmyslným systémem, že jeho věrné napodobení v plném rozsahu je i v dnešním vyspělém světě prakticky nemožné.

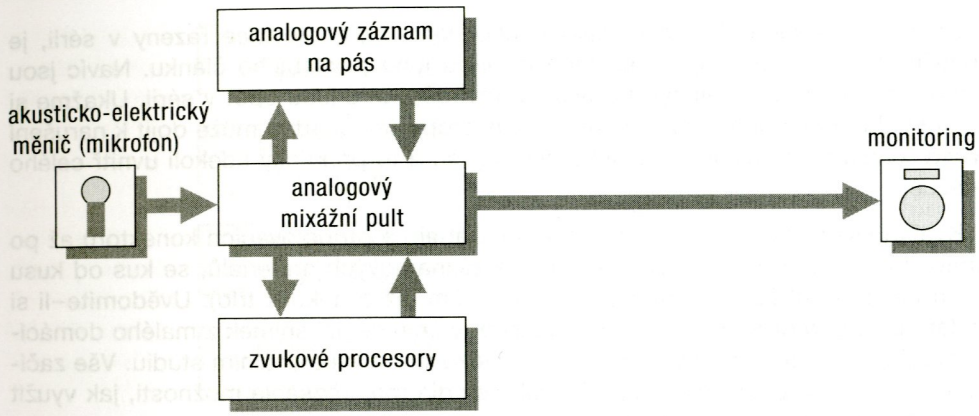
Pokud správně rozhodnete, jaký mikrofon pro daný účel použít, je třeba ještě vyřešit způsob co nejvhodnějšího umístění ve vztahu k akustickému zdroji a prostoru, ve kterém je zvuk snímán. Pro snímání zvuku existují dva základní požadavky: V prvním případě chceme zvuk sejmout co nejvěrněji, to znamená tak, aby zněl z reproduktorů co možná nejpřesvědčivěji a co nejvíce připomínal původní zvuk tak, jak ho slyšíme ve skutečnosti v přirozeném prostředí. Zcela opačnou situací je případ, kdy se snažíme dosáhnout zvuku, který je daleko hutnější, živější, širší či jinak upravený oproti originálu. Typickým příkladem takové situace je snímání akustické sady bicích nástrojů z těsné blízkosti (CLOSE MIKING) u rockových či popových nahrávek.

Ve druhé fázi nahrávacího procesu se nám nabízejí rozsáhlé možnosti zpracování zvuku transformovaného na el. signál, a to nejčastěji prostřednictvím mixážního pultu a přídavného zařízení (OUTBOARD GEAR). Zde můžeme jednotlivé zvuky směšovat do sebe, měnit jejich zabarvení, ladění, přidávat jim prostor, dynamicky je upravovat a v neposlední řadě i ovládat dynamické či jiné parametry jednoho zvuku zvukem jiným. V této fázi můžeme zvuk v analogové či digitální formě zaznamenat.

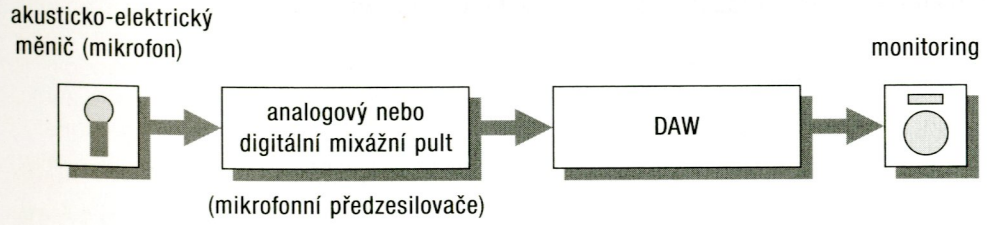
Poslední etapou v celém procesu je převod el. signálu prostřednictvím výkonového zesilovače (POWER AMPLIFIER) a reproduktorové soustavy zpět na zvuk. Poslechové monitory v režii slouží vlastně ke kontrole jakéhokoli procesu v předchozích fázích, a proto je kvalita monitorů společně s vhodnou akustikou místnosti rozhodujícím faktorem ovlivňujícím výsledek. Snímání zvuku a jakékoli jeho další zpracování totiž přizpůsobujeme tomu, co slyšíme, a proto se dopouštíme logicky tím méně chyb, čím ideálnější (věrnější) je kontrolní poslech.








*Obr. 1a: Princip zpracování zvuku v analogovém prostředí*




*Obr. 1b: Princip zpracování zvuku v DAW*

# 1.2 Analogový nahrávací řetězec

Protože jsou jednotlivé prvky analogového nahrávacího řetězce řazeny v sérii, je bohužel kvalita celého systému dána kvalitou jeho nejslabšího článku. Navíc jsou jednotlivé přístroje rozděleny do dalších obvodů, které jsou opět v sérii. Ukažme si na příkladu jednoduchého záznamu vokální stopy, jak snadno může dojít k narušení kvality zvuku po převedení na elektrický signál, a to prakticky kdekoli uvnitř celého řetězce.

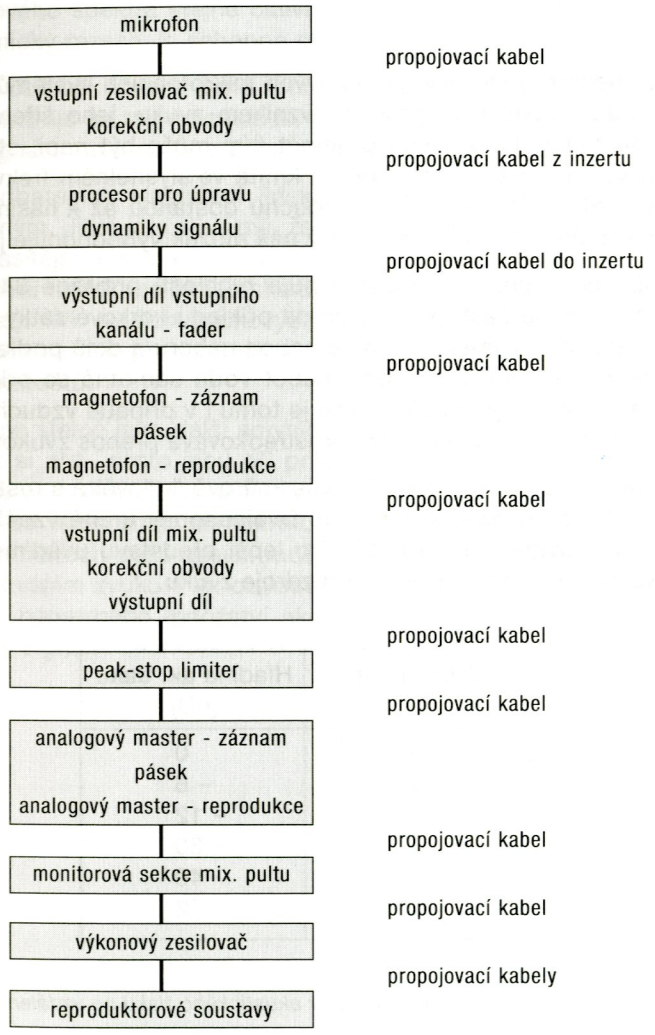
Kvalita všech článků tohoto řetězce, od kabelů a propojovacích konektorů až po jednotlivé prvky elektronických systémů a záznamových materiálů, se kus od kusu liší, a někdy dochází k velmi značným rozdílům (až o několik tříd). Uvědomíte–li si podstatu celého problému, je vám asi jasné, v čem se liší snímek z malého domácího studia od toho, který byl natočen ve špičkovém profesionálním studiu. Vše začíná již u prostoru pro nahrávání, kdy velká studia mají rozsáhlé možnosti, jak využít kvalitního přirozeného prostředí.

Z uvedeného příkladu také vyplývá, že chceme–li dosáhnout určité kvality a máme–li ve vybavení studia přístroje, jejichž kvalitou si nejsme příliš jisti, je lepší jejich používání omezit na minimum, a pokud je to možné, raději je z řetězce vyřadit.

Při posuzování kvality jednotlivých přístrojů, od mikrofonů až po mixážní pulty nebo různé procesory, nejsou vždy tou nejdůležitější stránkou specifické údaje výrobce jako je šum, zkreslení, frekvenční průběh, fázová charakteristika atd., i když tyto základní údaje mohou hodně napovědět. Každý prvek v elektronickém řetězci má řadu vlastností, které lze z těchto základních údajů vyčíst jen stěží. I při dnešních možnostech měření se většina zvukařů a majitelů studií rozhoduje při nákupu studiového vybavení na základě poslechových testů, a nikoli »papírových« údajů. U mikrofonů je tato otázka neoddiskutovatelně na prvním místě.








*Obr. 2: Příklad analogového nahrávacího řetězce*

# 1.3 Zvuk a lidský sluch

Ještě než se pustíme do popisu jednotlivých mikrofonních systémů, bude dobré si zopakovat základní fakta související se vznikem zvuku, jeho šířením a vnímáním. Zvuk se vytváří tehdy, když určitý předmět (tím může být např. struna ve spojení s deskovou ozvučnicí nebo blána bubnu) kmitá ve slyšitelném frekvenčním pásmu. Pokud se tyto kmity prostřednictvím vzduchu dostanou až k našim uším, způsobí souhlasné rozkmitání ušních bubínků, což náš mozek vyhodnocuje jako zvuk.

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

Zvukové vlny se od zdroje zvuku šíří všesměrově (kulově) a s rostoucí vzdáleností slábne i akustická energie (síla zvuku). Dvojnásobek určité vzdálenosti od akustického zdroje odpovídá útlumu 6 dB. Pro lepší představu uvádíme tabulku závislosti akustického tlaku na vzdálenosti od zdroje zvuku.

| Vzdálenost [m] | Hladina ak. tlaku [dB] |
|---|---|
| 1 | 0 |
| 2 | – 6 |
| 4 | – 12 |
| 32 | – 30 |
| 100 | – 40 |
| 400 | – 52 |

*Tab. 1: Závislost poklesu hladiny akustického tlaku na vzdálenosti*

Narazí-li zvuk na nějakou překážku, dochází částečně k jeho pohlcení a přeměně na tepelnou energii, částečně k jeho odrazu (část zvuku se rovněž šíří vibracemi např. zdí nebo prochází na druhou stranu). Tepelná energie vznikající pohlcováním zvuku je i při dost silných úrovních zvuku takřka zanedbatelná.

V přirozeném prostředí dochází k vícenásobným odrazům, které přicházejí k našim uším s různým zpožděním (vlivem rychlosti zvuku), v různé barvě (odrazivost rozličných povrchů se mění s frekvencí), v různé fázi a z různých směrů. Tento jev vnímáme jako přirozený dozvuk.

Lidský sluch je schopen vnímat zvuk v rozsahu frekvencí od 20 Hz do 20 kHz, a i když zde existují určité individuální rozdíly, platí zhruba pravidlo, že za každých





deset let věku se horní hranice snižuje zhruba o 1 kHz. Ucho není na všechny frekvence zvukového spektra stejně citlivé (nejcitlivější je v oblasti 2–4 kHz), a pokud jde o dynamický rozsah, je schopno pracovat v rozpětí až 140 dB.

Pokud máme obě uši zdravé, jsme schopni poměrně přesně určit směr, ze kterého zvuk přichází. Děje se tak na základě vnímání rozdílu fáze, intenzity a frekvenčního průběhu signálu mezi levým a pravým uchem.

Další nezanedbatelnou vlastností lidského sluchu je efekt maskování jednoho zvuku zvukem jiným. Jistě jste si všimli, že určité zvuky, které mají agresivnější charakter a jsou hlasitější, mohou zcela zakrýt tišší zvuky v nahrávce včetně různých šumů (této relativní nedokonalosti lidského sluchu využívá řada digitálních systémů při kompresi dat). Při vyšších zvukových intenzitách dochází rovněž k určitému zkreslení (ochrana sluchu proti přetížení), které se projevuje především vnímáním kombinačních kmitočtů.

Lidský sluch se stejně jako další smyslové orgány dokáže po určité době unavit, otupit, zvyknout si atd., proto jsou při práci se zvukem nutné určité přestávky na odpočinek, jinak se stává, že zvukař se sebekvalitnějším sluchem nemůže druhý den ráno uvěřit, co večer smíchal. Mikrofony jsou sice na rozdíl od lidského sluchu v některých parametrech dokonalejší, musí však splňovat jiná náročná kritéria související se zpracováním zvuku v el. obvodech. Jedním z nejnáročnějších požadavků je převod někdy nepatrného množství akustické energie bez zkreslení a šumu na značný elektrický signál.

# 1.4 Citlivost mikrofonu

Citlivost mikrofonů se určuje na základě měření výstupní úrovně signálu pro určitý zvukový tlak. Systém měření spočívá v umístění mikrofonu v akustickém poli o konstantní úrovni akustického tlaku 1 Pascalu (10 mikrobarů), přičemž se měří výstupní napětí mikrofonu (SPL = SOUND PRESSURE LEVEL = úroveň akustického tlaku). Měření se provádí v otevřeném obvodu, tzn. že výstup mikrofonů není nijak zatěžován (vysokoimpedanční měřicí systém). Čím vyšší je citlivost mikrofonu, tím je lepší odstup užitečného signálu od šumu, protože při vyšším signálu není zapotřebí tak velké zesílení vstupního kanálu mixážního pultu. Běžné studiové mikrofony mívají citlivost 1–10 mV/Pa.

Akustický tlak 1 Pa lze vyjádřit i v dB (1 Pa ≈ 94 dB SPL), a protože nemusí být každému zcela jasné, jak se k takové hodnotě došlo, vysvětleme si ve stručnosti systém jednotek pro měření v akustice:

**Akustický tlak** [Newton/m², Pascal, mikrobar]
- vyjadřuje zvýšení nebo snížení tlaku oproti klidovému stavu.

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

**Akustický výkon** [Watt]
- je energie vyzářená zdrojem za časovou jednotku.

**Akustická intenzita** [Watt/m²]
- je množství zvukové energie, která projde plochou 1 m² za 1 sekundu.

**Hladina akustického tlaku** [decibel]
- Výzkum potvrdil, že průměrný práh slyšení začíná pro kmitočet 1 kHz na hodnotě akustického tlaku $2 \times 10^{-5}$ Pa (to odpovídá prahové intenzitě $10^{-12}$ W/m²). Je-li tato hodnota vyjádřena jako vztažná úroveň 0 dB, je možné i hladinu akustického tlaku vyjádřit v dB. Důvodem pro upřednostnění této jednotky je zejména to, že většina ovládacích prvků a měřících systémů na el. přístrojích má stupnice ocejchované v dB. Tato jednotka je výhodná i z toho důvodu, že 1 dB odpovídá zhruba právě slyšitelné změně v úrovni hlasitosti (závisí to na kmitočtu zvuku a jeho intenzitě).

Protože lidský sluch nevnímá všechny kmitočty stejně silně, existují rovněž jednotky pro vyjádření hlasitosti. Ty mají sice vztah k velikosti akustického tlaku, berou však v úvahu i měnící se citlivost sluchu v celém zvukovém spektru. Základem pro jejich vznik byly rozsáhlé analýzy frekvenčního průběhu lidského sluchu v závislosti na intenzitě zvuku, na jejichž základě byly vytvořeny tzv. Fletcher–Munsonovy křivky a později nově korigované křivky ISO (doporučené Mezinárodní organizací pro normalizaci). Vznikly tak další jednotky:





**Hladina hlasitosti** [fón]
- odpovídá hladině akustického tlaku vyjádřené v dB pouze na referenčním kmitočtu 1 kHz, bere v úvahu různou citlivost sluchu v celém akustickém pásmu.

**Hlasitost** [son]
- umožňuje na rozdíl od jednotek pro hladinu hlasitosti jednoduše určit hlasitost několika zvuků najednou.

$40\ Ph \approx 1\ son$

Kdybychom nahlédli do grafu Fletcher–Munsonových křivek, zjistili bychom, že při vyšší intenzitě zvuku jsou křivky vyrovnanější, zatímco při vyšších hladinách akustického tlaku se práh vnímání hlubokých a vysokých tónů zhoršuje. Znamená to, že pro vyrovnaný poslech při tišší hlasitosti je zapotřebí zvýšit úroveň basů a výšek. Právě proto bývají některé přístroje vybavené fyziologickým regulátorem hlasitosti, který alespoň částečně tento nedostatek odstraňuje.

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

*Tab. 2: Vyjádření hladiny akustického tlaku pro některé běžné zvuky*

Dalším parametrem, který je možné najít ve specifických údajích daného mikrofonu, je elektrický šum. Výrobci jej často označují jako ekvivalent SPL. Jedná se vlastně o úroveň externího zvuku, který by vytvořil stejnou signálovou úroveň na výstupu dokonalého bezšumového mikrofonu.

Měření šumu se provádí buď pomocí měřicího přístroje s rovnou frekvenční charakteristikou od 20 Hz do 20 kHz, systémem, který má frekvenční charakteristiku přizpůsobenou průběhu lidského sluchu – tzv. filtr A – weighted (kompenzace rozdílů v citlivosti ucha při různých frekvencích). Druhá metoda přináší obvykle příznivější výsledek. Odečtením šumového ekvivalentu SPL od maximální hodnoty SPL, kterou je mikrofon schopen přenést bez většího zkreslení, dostaneme dynamický rozsah mikrofonu.

Ukažme si vše na příkladu velmi kvalitního kondenzátorového mikrofonu firmy AKG C 414. Výrobce ve specifických údajích uvádí:

*Maximální akustický tlak, který může mikrofon zpracovat při zkreslení 0,5 % (Max.Sound Pressure for 0.5 % THD):*
200 Pa ≈ 140 dB SPL pro frekvenci 1 kHz
100 Pa ≈ 134 dB SPL v pásmu 30 Hz – 20 kHz

*Šumový ekvivalent (Equivalent Noise Level):*
25 dB podle DIN 45405
14 dB podle DIN 45412 (kompenzace A)

*Z těchto údajů je odvozen i celkový dynamický rozsah (Total Dynamic Range):*
min. 126 dB

*Citlivost mikrofonu při nezatíženém obvodu při 1 kHz (Open–circuit Sensitivity at 1 kHz):*
12.5 mV/Pa ≈ 1.25 mV/bar

Z uvedeného příkladu vidíte, že hodnoty měření šumu podle obou norem se od sebe dost liší a rovněž měření maximálního akustického tlaku, který je mikrofon schopen zpracovat, se uvádí buď pro 1 kHz nebo pro celé akustické pásmo. Pro výpočet dynamického rozsahu mikrofonu se zde používá druhá metoda měření šumu (kompenzace sluchu) a maximální akustický tlak při 1 kHz. Při porovnávání těchto parametrů je vždy důležité vědět, za jakých podmínek jsou naměřené hodnoty udávány.

Pro tišší zvuky, které nedosahují hodnot maximálního akustického tlaku, se bude samozřejmě odstup signálu od šumu adekvátně zhoršovat (obdobná situace jako šum pásku při magnetofonovém záznamu). Výrobce také uvádí tento údaj:

*Odstup signálu od šumu při akustickém tlaku 1 Pa (94 dB SPL) při měřicí metodě s kompenzací (S/N ratio ref.1 Pa (A–weighted)):*
80 dB

Na příkladu vidíte, jak se s poklesem akustického tlaku (tišší zvuky) odstup zhoršuje, proto by se měly méně hlasité nástroje točit vždy na ty nejcitlivější mikrofony, které máte k dispozici.





# 1.5 Směrová charakteristika

Měření citlivosti se obvykle provádí v celém pásmu frekvencí v různých úhlech natočení mikrofonu a tím se vlastně zjišťuje, jakým způsobem mikrofon reaguje na zvuky, které přicházejí ze směrů mimo jeho osu. Měření probíhá za přísně dodržovaných akustických podmínek (mrtvá komora) tak, že se mikrofon namontuje na otáčivý testovací talíř. V pevné vzdálenosti od otáčivého talíře je umístěn reproduktorový systém, přičemž výstup mikrofonu se připojí přes předzesilovač s obvodem pro měření úrovně k zapisovacímu přístroji. Papír, na který se zapisují údaje, se otáčí synchronizovaně s mikrofonem, zatímco zapisovací pero se pohybuje podle výstupní úrovně, která přichází z mikrofonu. Tak je možné zaznamenat citlivost mikrofonu v rozsahu 360 stupňů při různých frekvencích.

Výsledky měření jsou zaneseny v kruhovém diagramu (POLAR PATTERN), který se nazývá směrová charakteristika. Najdete ji v každé slušné mikrofonní dokumentaci. Protože se předpokládá, že levá a pravá polovina diagramu bude symetrická, využívá se někdy z důvodu větší přehlednosti každá polovina pro jiné kmitočty.

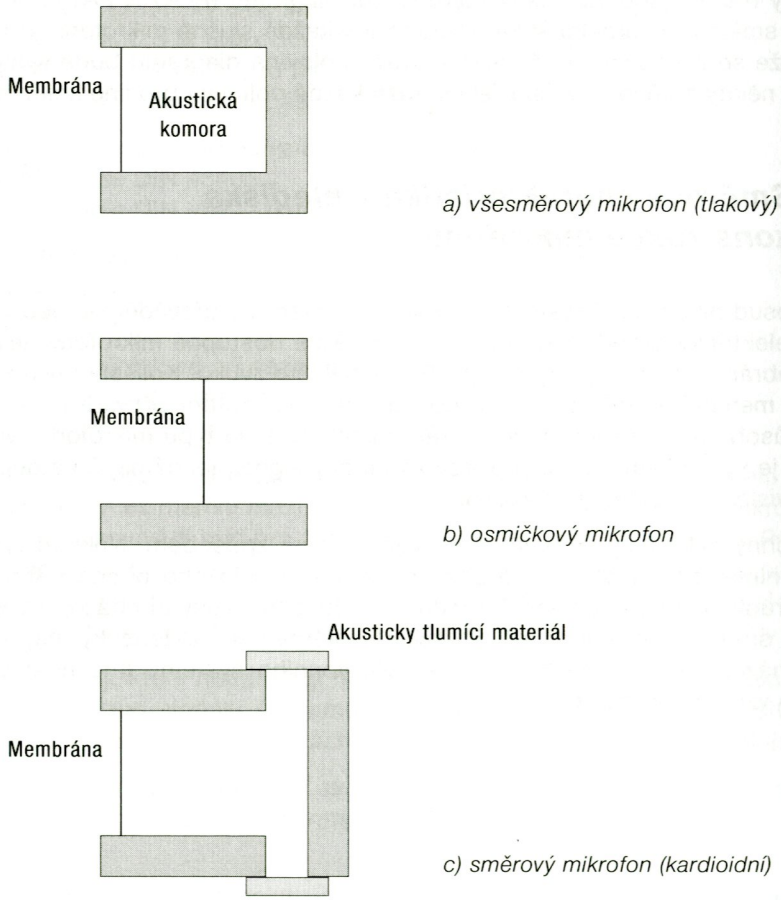
## 1.5.1 Směrová charakteristika z hlediska konstrukce mikrofonu

Protože dosud nikdo nevymyslel takový systém, který by převáděl vibrace vzduchu přímo na elektrický proud, využívají všechny běžně dostupné mikrofony nějaký typ lehké membrány, která se pohybuje podle kmitajícího zvuku. Kolísání tlaku vzduchu v blízkosti membrány způsobuje její pohyb, který se potom převádí na elektrický signál. Způsob, jakým se to provede, závisí konkrétně na typu mikrofonu. Ve všech případech je výsledkem tohoto procesu elektrický signál, jehož napětí stoupá nebo klesá v závislosti na snímaném zvuku.

Ne všechny mikrofony však snímají zvuk stejným způsobem. Některé typy jsou schopné snímat zvuk rovnoměrně bez ohledu na to, z jakého přichází směru, jiné jsou konstruovány tak, aby naopak reagovaly pouze na zvuky přicházející z jednoho či ze dvou směrů. Všechny běžně používané směrové charakteristiky mají svůj název a vycházejí ze způsobu konstrukce mikrofonního systému (možnost přístupu kmitajícího vzduchu k membráně).

## 1.5.2 Kulová (všesměrová) charakteristika (OMNI–DIRECTIONAL)

Na obr. 3a je znázorněn princip mikrofonu s kulovou směrovou charakteristikou, který se někdy rovněž nazývá „tlakový" mikrofon (reaguje přímo na změny tlaku vzduchu). Membrána tohoto mikrofonu je upevněna na okraji vzduchotěsné, uzavřené dutiny, takže tlak vzduchu na zadní část membrány je konstantní, zatímco na přední straně se mění v závislosti na zvukových vlnách. Změny tlaku probíhají bez ohledu na to, ze kterého směru zvuk přichází, proto je takový mikrofon všesměrový. V praxi se dutina za membránou nedělá vzduchotěsná, protože by se v ní nemohly vyrovnávat změny vnějšího tlaku vzduchu a mikrofon by fungoval jako barometr.




*Obr. 3: Vliv konstrukce mikrofonu na jeho směrovou charakteristiku*

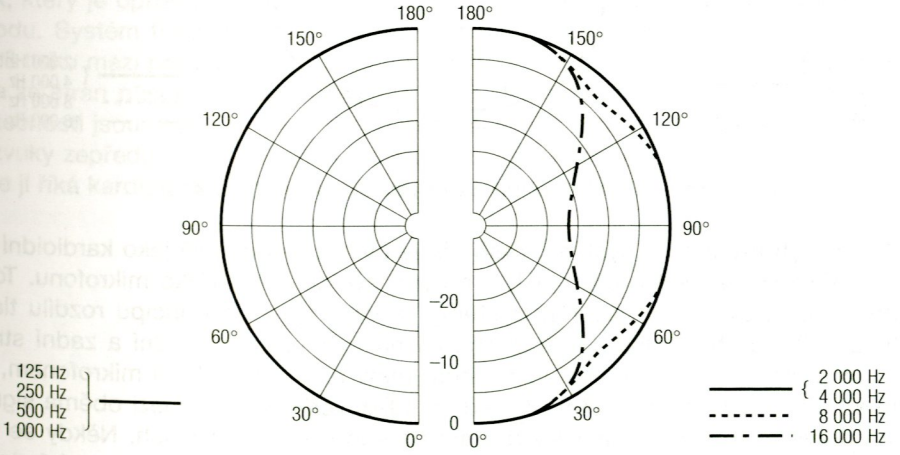




Všesměrová charakteristika je často méně dokonalá z toho důvodu, že rozměry samotného mikrofonu částečně brání dokonalému přístupu zvukových vln, zvlášť na vyšších frekvencích. Proto bývá citlivost na výškách ze zadní strany a z boků o něco horší než zepředu. Čím je mikrofon menší, tím jsme na tom v tomto ohledu lépe.

Všesměrové mikrofony mají ale také oproti ostatním typům celou řadu výhod. V prvé řadě se u nich neuplatňuje efekt narůstání basů se snižující se vzdáleností (PROXIMITY EFFECT) jako u kardioidních a osmičkových systémů (viz další kapitola). Mají také většinou přirozenější zvuk než ostatní systémy, protože zvuky přicházející ze směrů mimo osu mikrofonu jsou přenášeny relativně věrně. Tyto mikrofony mají také lepší odolnost vůči hlukům při manipulaci (HANDLING NOISE) a většinou jsou schopné přenášet i vyšší akustický tlak.

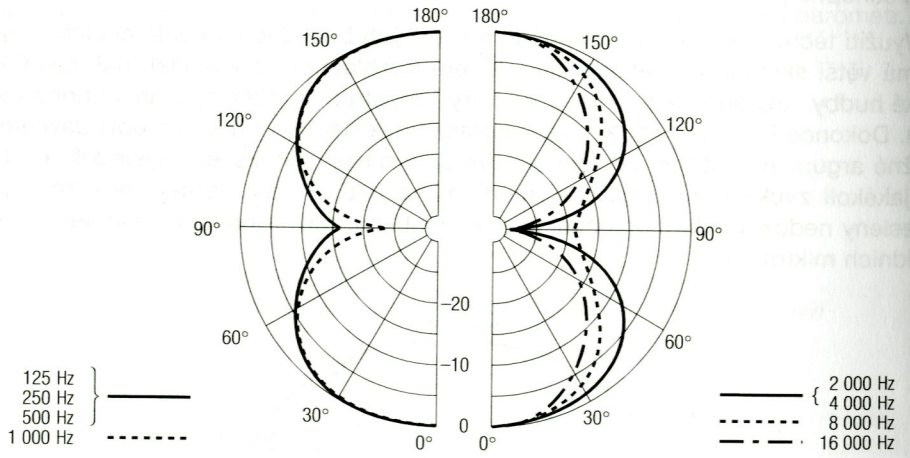
Využití těchto mikrofonů je zejména při různých besedách a konferencích, kdy se snímá větší skupina lidí jedním mikrofonem (rozhlas) nebo v oblasti nahrávání klasické hudby, kdy se snímá do značné míry i prostředí koncertního sálu (mono i stereo). Dokonce i v situacích, kdy je odstranění přeslechů primárním požadavkem, je možné argumentovat tím, že všesměrové typy dávají přirozenější výsledek, protože se jakékoli zvuky přicházející ze směrů mimo osu snímají věrněji, než když jsou zkresleny nedokonalou frekvenční charakteristikou, což je právě případ většiny kardioidních mikrofonů.




*Obr. 4: Typická všesměrová charakteristika (AKG C 414)*

### 1.5.3 Osmičková charakteristika (FIGURE–EIGHT, BI–DIRECTIONAL)

Na obr. 3b vidíte princip mikrofonu s osmičkovou charakteristikou. Tento systém má membránu uchycenou tak, že umožňuje přístup zvukovým vlnám z obou stran. Zvuk je tedy rovnoměrně snímán zepředu i zezadu, zatímco z boků je tento systém necitlivý, neboť zvuková vlna přicházející ze strany dorazí k přední i zadní straně membrány zároveň. Protože nenastane žádný rozdíl v tlaku vzduchu, membrána se nepohybuje. Tento princip je také nazýván jako systém fungující na rozdílu tlaků.

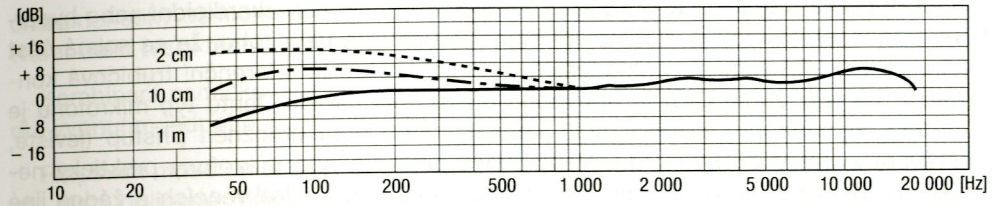



*Obr. 5: Typická osmičková charakteristika (AKG C 414)*

Mezi nevýhody tohoto systému patří, že je ovlivňován (stejně jako kardioidní mikrofon) efektem narůstání basů, když je zdroj zvuku velmi blízko mikrofonu. Touto vlastností jsou ovlivněny všechny systémy, které fungují na principu rozdílu tlaků, protože délka dráhy zvuků, které přicházejí na membránu z přední a zadní strany není úplně stejná. Čím je menší vzdálenost mezi zdrojem zvuku a mikrofonem, tím více se tento rozdíl drah uplatní. Vzhledem k fázovému rozdílu mezi oběma signály vzniká právě toto charakteristické zesílení na spodních frekvencích. Někdy se této nedokonalosti využívá ve prospěch hlasatele nebo zpěváka, neboť basové frekvence přidávají hlasu určitou sytost. Některé firmy mají vliv tohoto efektu zakreslený v kmitočtové charakteristice. Na obr. 6 vidíte příklad, jak PROXIMITY efekt ovlivňuje daný mikrofon na basech.





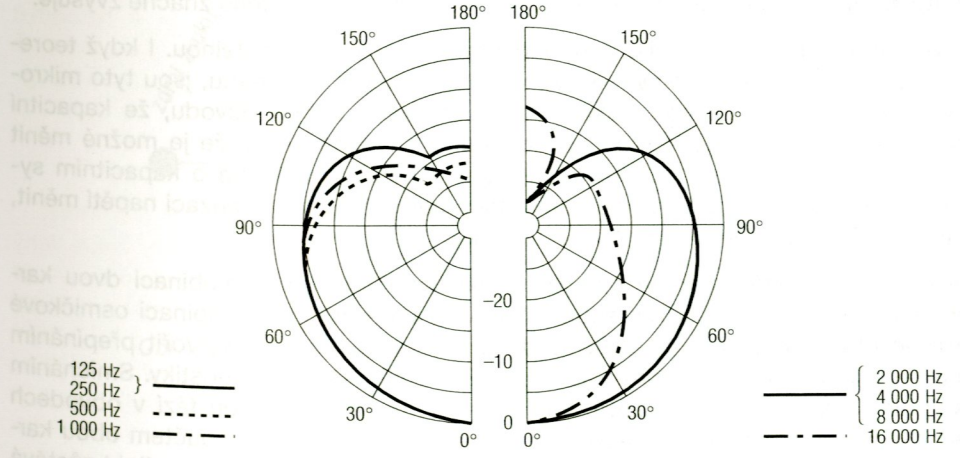



*Obr. 6: Frekvenční charakteristika mikrofonu firmy Beyer M 201 se znázorněním PROXIMITY efektu*

Mikrofony s osmičkovou charakteristikou se dnes využívají pouze pro speciální aplikace (např. při snímání ve stereu systémem MS – viz příslušná kapitola). Dříve se často používaly i při živém hraní pro snímání dvou proti sobě stojících zpěváků či muzikantů, často se s nimi můžete setkat v rozhlasových studiích.

### 1.5.4 Kardioidní (ledvinová) charakteristika

Mikrofon s kardioidní charakteristikou je z hlediska konstrukčního principu obdobou předchozího typu. Konstrukce se liší v tom, že k zadní straně membrány přichází zvuk, který je oproti přímému zvuku zpožděný díky speciálně konstruovanému zvukovodu. Systém funguje tak, že zvuky přicházející na mikrofon zepředu způsobují rozdíl tlaku mezi přední a zadní stranou membrány, zatímco zvuky přicházející zezadu a ze stran působí tak, že je tlak po obou stranách membrány zhruba stejný. Ve skutečnosti jsou však snímány i zvuky přicházející ze stran, i když ne tak účinně jako zvuky zepředu. Směrová charakteristika takového mikrofonu má tvar srdce, proto se jí říká kardioidní. Princip konstrukce takového mikrofonu je na obr. 3c.




*Obr. 7: Typická kardioidní charakteristika (AKG C 414)*

Obdobou kardioidní charakteristiky je úzce směrový superkardioidní nebo hyperkardioidní systém, kdy je eliminován signál z boků na úkor toho, že se snímá část zvuku zezadu. Extrémním příkladem hyperkardioidy je interferenční trubicová konstrukce, na jejíž zadní část je upevněna mikrofonní kapsle. Tento typ mikrofonu je výhodný zejména pro bodové snímání míst, kam není umožněn přístup (jeviště, nahrávání zvířat v přírodě atd.). Ve studiové praxi se tyto mikrofony prakticky nepoužívají, neboť mají velmi malou účinnost na hlubokých frekvencích a žádné jiné objektivní výhody oproti jiným typům nepřinášejí.

Všechny typy směrových mikrofonů se využívají zejména v situacích, kdy chceme potlačit na minimum zvuky, které přicházejí na mikrofon mimo jeho osu, jak je tomu např. u odrazů v nepříliš dobře znějící místnosti. Jsou nezbytné také ve všech případech, kdy je zapotřebí snížit přeslech z ostatních nástrojů na minimum. V nahrávacím studiu je to nejen při natáčení několika nástrojů hrajících současně ve stejném prostoru, ale i při snímání jednotlivých bubnů v sadě bicích nástrojů, kde je umístění bubnů blízko sebe velkým problémem. Přesto je třeba si uvědomit, že i při použití těchto mikrofonů bude stále přeslech dost značný a navíc bude nepříjemně frekvenčně zabarven, neboť přichází ze směrů mimo osu mikrofonu.

Odstranění přeslechů u jednotlivých nástrojů je zvlášť důležité při živých vystoupeních, proto se prakticky všude v těchto situacích používají kardioidní systémy.

### 1.5.5 Mikrofony s měnitelnou směrovou charakteristikou

Tyto mikrofony se dají rozdělit v podstatě do dvou hlavních skupin. Ta první vychází z možnosti výměny mikrofonní kapsle, neboť každý mikrofonní systém je v nějaké kapsli zabudován. U některých typů (většinou kapacitních) je kapsle jednoduše vyměnitelná pro 2–3 charakteristiky, čímž se využitelnost mikrofonu značně zvyšuje.

Do druhé skupiny patří mikrofony s charakteristikou přepínatelnou. I když teoreticky lze postavit přepínatelný mikrofon i u dynamického systému, jsou tyto mikrofony většinou kapacitní konstrukce. Je to částečně z toho důvodu, že kapacitní kapsle má ucelenou a jednoduchou koncepci, a hlavně proto, že je možné měnit jednotlivé charakteristiky změnou polarizace napětí (viz kapitola o kapacitním systému). U lacinějších elektretových mikrofonů nelze bohužel polarizaci napětí měnit, proto u nich nelze přepínat ani charakteristiky.

Princip měnitelné směrové charakteristiky spočívá buď v kombinaci dvou kardioidních systémů obrácených zadní stranou k sobě, nebo v kombinaci osmičkové a kulové charakteristiky. Při dvou kardioidních systémech lze vytvořit přepínáním polarizace jednoho ze systémů všechny běžné směrové charakteristiky. Smícháním výstupních signálů z obou kapslí, v různém množství a s různou fází v obvodech předzesilovače, se vytváří požadovaná charakteristika. Rovným součtem obou kardioidních signálů vzniká kulová charakteristika, při vypnutí jedné z kardioid zůstává samozřejmě charakteristika kardioidní, součtem kardioid v protifázi se dosáhne





charakteristiky osmičkové. Změnou výstupní úrovně jedné z kapslí se dají navíc vytvářet další tvary těchto charakteristik (široká kardioida, hyperkardioida).

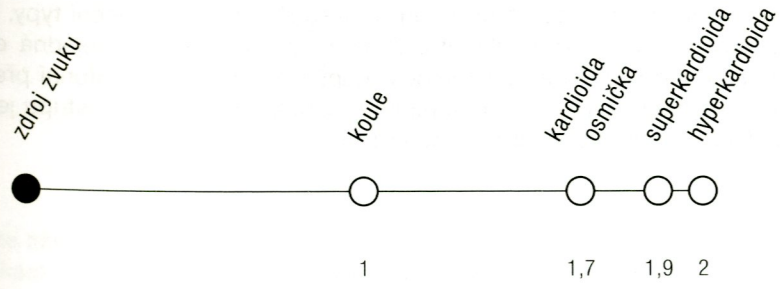
Kombinací osmičkové a kulové charakteristiky lze vytvořit dobře znějící kardioidu, vypnutím jednoho ze systémů vznikne osmička a koule.

Přepínání mikrofonních charakteristik lze u některých mikrofonů provádět i dálkově. Mezi oblíbené mikrofony s přepínatelnou charakteristikou patří v současnosti AKG C 414-B-XLS, Audio-Technica AT4050SM, Beyer MC 840, Neumann U 87, SONY C–800G, Rode NT2000 a další.

### 1.5.6 Směrová charakteristika a vzdálenost od zdroje zvuku

V přirozeném prostředí je zvuk nástroje do značné míry vždy záležitostí poměru přímého zvuku a zvuků odražených (dozvuku). Při menší vzdálenosti od zdroje zvuku je snímán hlavně přímý zvuk, zatímco dozvuku je pouze nepatrné množství, s rostoucí vzdáleností se přítomnost prostoru stává patrnější. Tento poměr je jedním z rozhodujících faktorů při nahrávání nástrojů v hudebním studiu i v koncertních sálech. Nasměrování mikrofonu, místo, kde je zvuk snímán a zejména vzdálenost mikrofonu od nástroje ovlivňují v zásadě celkovou kvalitu snímaného zvuku.

Při každém natáčení je třeba nejprve rozhodnout, jakou směrovou charakteristiku použijeme (nejlépe je vše v praxi odzkoušet a porovnat). Na obr. 8 jsou znázorněny relativní vzdálenosti při zachování poměru přímého zvuku a dozvuku pro různé směrové charakteristiky.




*Obr. 8: Relativní vzdálenosti /DISTANCE FACTOR/ pro různé směrové charakteristiky pro zachování stejných prostorových poměrů*

## 1.6 Frekvenční charakteristika

Kromě směrového diagramu pro různé frekvence lze nalézt u každého modelu i frekvenční charakteristiku naměřenou v ose mikrofonu. Na vodorovné ose jsou vyznačené frekvence pro celé zvukové spektrum, zatímco na svislé se uvádí úroveň výstupního signálu v dB. Protože se u jednotlivých kusů může frekvenční průběh nepatrně lišit, měří často firmy každý vyrobený mikrofon individuálně a frekvenční charakteristiku zpracovanou zapisovacím měřícím systémem přikládají k danému kusu do krabice.

## 1.7 Impedance mikrofonu

Mikrofony se konstruují buď jako vysokoimpedanční (5–10 kOhm) nebo nízkoimpedanční (150–600 Ohm). U některých typů se impedance výrazně mění s frekvencí, proto se ve specifických údajích často uvádí i to, při jaké frekvenci je hodnota udávána (většinou 1 kHz). Tento údaj bývá někdy ještě doplněn doporučenou minimální zatěžovací impedancí, která bývá o něco vyšší.

Vysokoimpedanční mikrofony dávají sice silnější signál, jsou však náchylnější na elektromagnetická rušení a jsou daleko více ovlivňovány kapacitou kabelu. Proto se využívají spíše pro domácí komerční přístroje nebo jiné neprofesionální aplikace, kde postačí relativně krátké kabely (2–3 m). Výhodou je možnost použití jednodušího mikrofonního předzesilovače, vzhledem k vyšší signálové úrovni.

V profesionální technice se používají výhradně nízkoimpedanční typy, které počítají s připojením k mixážnímu pultu. Protože u mikrofonů se nejedná o výkonové přizpůsobení, ale o přenos maximálního napětí, může mít mikrofonní předzesilovač vstupní impedanci až 10 × vyšší. Větší impedance mikrofonního vstupu je výhodnější i z hlediska uplatňování impedance kabelu.



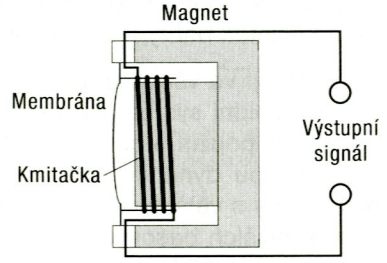


## 1.8 Typy mikrofonních systémů

I když se některé dražší kapacitní mikrofony hodně přibližují k požadavkům na ideální mikrofon, který by fungoval perfektně pro všechny účely, zpravidla je vždy zapotřebí sáhnout k určitým kompromisům, a to i z hlediska ekonomického. Podle toho, jakým způsobem se provádí převod akustické energie na elektrický signál, dělí se klasické mikrofony na dynamické a kapacitní. Oba systémy mají ještě řadu modifikací, a kromě těchto typů se vyrábějí i různé speciální mikrofony pro kontaktní využití. V následujících kapitolách se na jednotlivé systémy podíváme blíže, nejen z konstrukčního hlediska, ale popíšeme si i jejich vlastnosti, seznámíme se s jejich nedostatky a zmíníme se krátce o jejich využití.

### *1.8.1 Dynamické mikrofony*

Princip konstrukce dynamického mikrofonu se v mnohém podobá konstrukci reproduktoru. Základem systému je lehká kruhová membrána vyrobená z tenké plastické hmoty, mechanicky spojená s cívkou z velmi jemného drátu, která se pohybuje v mezeře permanentního magnetu. Membrána, kmitající podle změn akustického tlaku, převádí tyto kmity na cívku, pohybem vodiče v magnetickém poli vzniká v závitech cívky elektrický proud. Jak víme, je tento proud velice slabý, a proto se zesiluje na potřebnou úroveň např. mikrofonním předzesilovačem v mixážním pultu.




*Obr. 9: Princip konstrukce dynamického mikrofonu*

Jedním ze základních faktorů, který ovlivňuje parametry tohoto systému, je hmotnost a velikost membrány. Větší membrána je zajisté lepší z hlediska šumu, neboť signál vzniká tlakem většího počtu molekul vzduchu, čímž lze v praxi dosáhnout lepšího výsledku. Čím je ale membrána větší, tím má také vyšší setrvačnost (je »líněji«), což se projevuje poklesem frekvenčního rozsahu na vyšších kmitočtech. Další nevýhodou velké membrány je to, že zvuky přicházející na membránu ze směru mimo osu dosáhnou jedné strany membrány dříve než druhé, čímž se některé vyšší frekvence kombinují mimo fázi. Tím se samozřejmě výrazně narušuje kvalita zvuku vyšších tónů, které přicházejí ze směrů mimo osu. Čím je větší membrána, tím je také větší hluk při manipulaci s mikrofonem (HANDLING NOISE) a větší roz-

měr membrány znamená také zvětšení rozměrů celého mikrofonu, což nepříznivě ovlivňuje možnost dobrého přístupu vyšších frekvencí na membránu z ostatních směrů. Velká membrána má ale zase nižší rezonanční kmitočet, a tím lepší přenos hlubokých frekvencí. Proto je velikost membrány dynamického mikrofonu většinou záležitostí kompromisu, i když je jedním ze základních parametrů, které určují využití daného mikrofonu.

Dalším faktorem ovlivňujícím využití mikrofonu je hmotnost cívky (typ použitého vodiče, počet závitů). Vyšší hmotnost cívky, stejně jako vyšší hmotnost membrány, brání celému systému v rychlejším pohybu, což má opět za následek pokles účinnosti na vyšších frekvencích. Hlavně z tohoto důvodu mají dynamické mikrofony horší frekvenční rozsah než např. kapacitní systémy. Počet závitů cívky se může výrazně snížit použitím silnějšího magnetického pole. Právě proto má hodně moderních dynamických mikrofonů magnet z neodymia, což umožňuje zkonstruovat systém fungující až do 20 kHz.

Dynamické mikrofony mají před ostatními typy několik výhod: jsou relativně nenákladné na výrobu a mechanicky dost odolné, což znamená, že se mohou používat nejen ve studiu, ale i naživo. Mohou snášet extrémě vysoké úrovně zvukového tlaku a nevyžadují žádné napájení, protože samotný mikrofon neobsahuje žádné elektronické obvody.

Jednou z nevýhod dynamických mikrofonů je skutečnost, že dávají relativně slabý výstupní signál, což vyžaduje větší zesílení vstupního předzesilovače, čímž rapidně vzrůstá šum. Proto jsou tyto mikrofony určeny zejména pro snímání hlasitějších zvuků z menších vzdáleností. Při natáčení tichých akustických nástrojů by musel být tento typ mikrofonu umístěn v těsné vzdálenosti od zdroje zvuku, čímž je ve většině případů vyloučeno věrné sejmutí barvy a charakteru nástroje.

Dynamické mikrofony se konstruují ve všech třech směrových charakteristikách, i když nejběžnějšími typy jsou kardioidní systémy. Každý model nabízí většinou jedinu snímací charakteristiku, neboť použití více než jedné membrány je u tohoto systému dost nepraktické. Volba typu dynamického mikrofonu je vždy záležitostí konkrétního nástroje nebo hlasu, typy s větší membránou a dobrou účinností na basech se hodí dobře ke snímání silnějších basových nástrojů a velkého bubnu (některé mají charakteristický zdvih v oblasti 80 Hz).

Vyrábějí se i speciální typy s kompenzační cívkou (lepší odstup signálu od brumu) nebo s oddělenými systémy pro vyšší a nižší frekvence (lepší frekvenční rozsah). Zatímco kapacitní systémy mívají širší využití, je většinou každý typ dynamického mikrofonu vyhrazen pro konkrétní účel. Zakoupit se dají i velmi laciné modely pro komerční využití, u nichž je kabel s monojackem součástí mikrofonu (CANON by vyšel dráž než celý mikrofon). Mezi oblíbené výrobce dynamických mikrofonů pro profesionální využití patří firmy AKG, Audio–Technica, Beyer, Electro–Voice, Sennheiser, Shure a další.



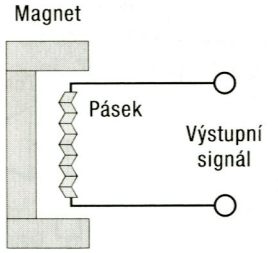


## 1.8.2 Páskové mikrofony (RIBBON)

Na obr. 10 vidíte princip konstrukce páskového mikrofonu. V podstatě se jedná o stejný princip, na jakém funguje dynamický mikrofon, s výjimkou toho, že membrána a cívka jsou v tomto případě nahrazeny tenkým vodivým páskem. Jedná se vlastně o ekvivalent dynamického mikrofonu s jediným závitem cívky, proto je vznikající el. napětí velmi slabé a musí se přizpůsobovat standardní hodnotě prostřednictvím zabudovaného transformátorku.

I když nejsou tyto typy příliš rozšířené, mají oproti dynamickým a kapacitním systémům určité výhody. Páskový mikrofon může mít frekvenční rozsah často až přes 20 kHz, přičemž frekvenční průběh je velice vyrovnaný. Dříve byly tyto typy méně spolehlivé kvůli své křehkosti, ale moderní páskové mikrofony jsou již poměrně robustní, zvlášť modely, u kterých je pásek nahrazen tenkou kovovou vrstvou napařenou na plastické membráně.

Tyto mikrofony bývají k dispozici v různých směrových charakteristikách a někteří zvukaři je používají i při nahrávání klasické hudby, neboť mají subjektivně příjemnější zvuk než ostatní typy. Nezanedbatelnou záležitostí je i nižší cena oproti kapacitním systémům a absence napájecího zdroje.



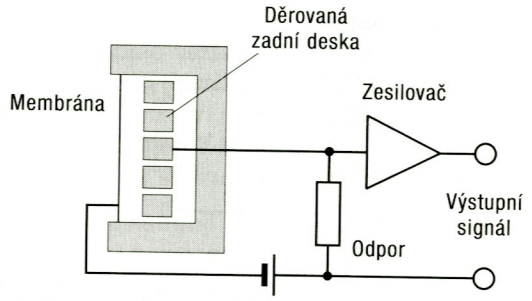

*Obr. 10: Princip konstrukce páskového (RIBBON) mikrofonu*

## 1.8.3 Kapacitní mikrofony

Kapacitním mikrofonům se často říká také kondenzátorové, neboť fungují na stejném principu jako kondenzátor (pár kovových paralelních destiček uchovávajících elektrický náboj, které jsou oddělené izolátorem). Celý princip je založen na faktu, že pokud se mění kapacita kondenzátoru tím, že se změní vzdálenost mezi oběma deskami, změní se mezi nimi i napětí. Připojíme-li mezi napájecí napětí a kapacitu určitý odpor, můžeme na něm v závislosti na protékajícím proudu odvodit určité napěťové změny, které se potom přivádějí na vstup vysokoimpedančního zesilovače.

U kapacitního mikrofonu je jedna vodivá destička pevně uchycena (díry pro průchod vzduchu), zatímco druhá má podobu pružné plastické membrány, na které je napařena velmi tenká kovová vrstva. Je-li na obou deskách systému přítomen příslušný el. náboj, způsobuje jakýkoli pohyb membrány změnu kapacity a na odporu se snímá napětí, které odpovídá těmto změnám.

Protože celý systém funguje pouze za předpokladu přítomnosti el. náboje na deskách, musí se do mikrofonní kapsle přivést tzv. fantomové napětí (viz příslušná kapitola). Aby nedocházelo k oslabování náboje, musí mít předzesilovač velmi vysokou impedanci, což se zajišťuje použitím tranzistorů FET nebo elektronek.




*Obr. 11: Princip konstrukce kapacitního mikrofonu*

Některé starší elektronkové modely kapacitních mikrofonů se dodnes velmi cení, neboť mají určité charakteristické zabarvení, pro které jsou u některých zvukařů značně oblíbené. „Fetové" systémy jsou zase lacinější, konstrukčně méně náročné (odpadá žhavení) a mohou se napájet přímo z fantomového systému (žádná další krabice navíc).

Ve srovnání s dynamickými mikrofony jsou kapacitní typy konstrukčně složitější, což se promítá i v jejich ceně. Při studiové práci však mají řadu nesporných výhod (o některých jsme se již ve stručnosti zmínili v souvislosti se směrovými charakteristikami). Současná technologie umožňuje vyrobit pokovenou plastickou membránu velmi tenkou (několik mikronů), a tedy i lehkou. Protože má membrána minimální setrvačnost, může reagovat na mnohem vyšší frekvence, než je tomu u dynamických systémů.





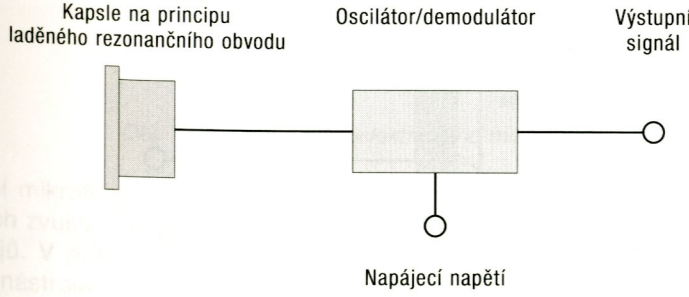
Kapacitní mikrofony jsou ze všech klasických systémů nejcitlivější a za předpokladu kvalitního předzesilovače mají i velmi nízký šum. Jejich kmitočtová charakteristika je vyrovnaná a na obou koncích běžně překračuje hranice lidského sluchu. Směrové charakteristiky lze často přepínat (dvě membrány). Některé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

Klasické kapacitní mikrofony mají jednu malou „vadu na krásе", o které ne každý ví. Při použití mikrofonu ve vlhkém prostředí dochází vlivem vlhkosti k vodivému spojení a částečnému vybíjení náboje na deskách. Důsledkem je potom nižší citlivost mikrofonu (v extrémních případech může dokonce signál zcela zmizet). U některých typů může docházet k tomuto jevu nejen vlivem vlhkosti daného prostředí, ale při menší vzdálenosti může tyto poklesy citlivosti způsobit i vlhký dech zpěváka (tento jev nenastává u kapacitních mikrofonů RF). Máte-li ve studiu problémy s vlhkostí, ukládejte tyto mikrofony vždy na suchém, odděleném místě, nejlépe společně s prostředky odstraňujícími vlhkost.

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

### • Kapacitní mikrofony RF

Tyto mikrofony nejsou žádnou „horkou novinkou", neboť se vyráběly již v době prvních modelů kapacitního systému. Potom se od nich na čas ustoupilo, ale brzy přišly některé firmy znovu se zdokonalenými modely.




*Obr. 12: Princip konstrukce mikrofonu RF*

Místo stejnosměrného předpětí je na kapsli přiváděn elektrický náboj o střídavém napětí s frekvencí zhruba 8 MHz (RF = RADIO FREQUENCY). Na tento vysoký kmitočet je superponován audiosignál (stejně jako u rozhlasu FM), který je dekódován pomocí speciálních obvodů uvnitř mikrofonu.

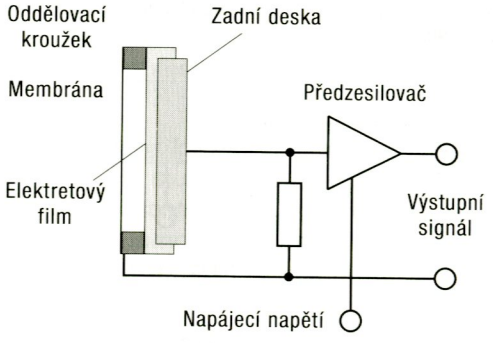
Tento systém není na rozdíl od klasických modelů příliš ovlivňován vlhkostí vzduchu a současné mikrofony této konstrukce přinášejí prakticky stejné výhody jako systémy se stejnosměrným napájením. Navíc mají frekvenční rozsah na basech až téměř k nule, proto se výborně hodí pro různé měřicí účely.

## 1.8.4 Elektretové mikrofony

Elektretové mikrofony jsou opět obdobou kapacitního systému, ale el.náboj není na membránu přiváděn z napájecího zdroje, ale je její pevnou součástí. To se zajišťuje již při výrobě tím způsobem, že hmota na výrobu membrány má velmi dobré izolační vlastnosti, proto mohou záporné částice, které jsou její součástí, zůstat po dlouhá léta neporušené. Aby bylo vůbec možné přivést z mikrofonu nějaký signál, je součástí elektretové kapsle i „fetový" předzesilovač napájený většinou z tužkové baterie, která je umístěna v rukojeti mikrofonu. Tyto mikrofony se rozšířily zejména jako součásti přenosných kazetových magnetofonů, neboť i přes velmi nízkou výrobní cenu dávají relativně kvalitní signál.

### • *Back–elektretové mikrofony*

Velkou nevýhodou klasických elektretových mikrofonů je to, že membrána nesoucí elektrický náboj si vyžaduje vyšší hmotnost než například membrána u kapacitního systému, což má opět vliv na účinnost systému při vyšších frekvencích (vyšší setrvačnost membrány). V průběhu vývoje těchto systémů sice docházelo k dílčím vylepšením, zásadní změnu však přinesly teprve mikrofony typu BACK ELECTRET. U těchto modelů je materiál nesoucí trvalý náboj připevněn k nepohyblivé zadní desce, a proto je možné vyrábět membránu ze stejných materiálů jako u kapacitních mikrofonů.




*Obr. 13: Schéma back–elektretového systému*



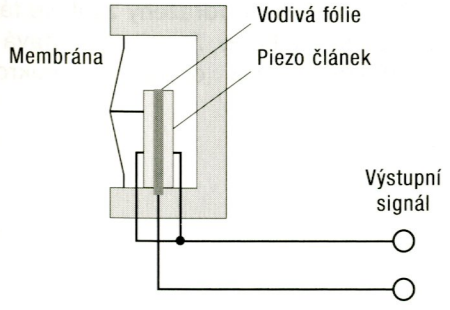


Složitý vývoj back–elektretové technologie přinesl celou sérii laciných a kvalitních mikrofonů, které se mnohdy svými vlastnostmi přibližují kapacitním systémům. V profesionální nahrávací technice postupně nacházejí stále výraznější uplatnění.

## 1.8.5 Kontaktní mikrofony

Tyto mikrofony se využívají zejména v situacích, kdy je zpětná vazba nebo přeslech vážným problémem, a musí se tedy vyhledat určitý kompromis mezi kvalitou snímaného zvuku a jeho oddělením od ostatních nástrojů. Princip těchto mikrofonů spočívá v reakci na povrchové vibrace některé části nástroje. Membrána se tedy nepohybuje podle změn akustického tlaku, ale má přímý kontakt s povrchem nástroje (ozvučnice u kytary, korpus bubnu atd.). Vibrace z nástroje se tedy mohou mechanicky přenášet na krystal, který po deformaci vytváří určité el. napětí, jak je tomu např. u piezoelektrického principu, jiné systémy fungují na principu pohyblivé cívky nebo tenzorových pásků.

Piezoelektrické kontaktní mikrofony (vhodnější název by byl snímače) mají velmi vysokou výstupní impedanci, proto se musí do jejich blízkosti zapojit vhodný vysokoimpedanční předzesilovač. Hlavní součástí tohoto systému je krystalová substance, která vykazuje při deformaci určité napětí. Její povrch je pokovený, aby bylo možné toto napětí přivést do předzesilovače. Na obr. 14 vidíte princip konstrukce krystalového mikrofonu, kde je pohyblivá membrána spojená s krystalem. Frekvenční průběh těchto mikrofonů není příliš dokonalý, proto jsou většinou nezbytnou součástí předzesilovače různé korekční obvody.




*Obr. 14: Schéma piezoelektrického mikrofonu*

Kontaktní mikrofony mají využití zejména při živých aplikacích, zvlášť v případě velmi tichých zvuků, které se musejí velmi často snímat v blízkosti dechových či bicích nástrojů. V případě, kdy je přeslech tak vážným problémem, že by klasický mikrofon u nástroje přenášel z větší části ostatní zvuky, je dokonce nezbytnou volbou. Někteří výrobci často vestavují tyto snímače přímo do nástrojů, nebo jsou dodávány samostatně ve formě různých destiček z plastické hmoty se samolepicí hmotou pro uchycení. U některých modelů akustických kytar bývají tyto snímače přímo součástí kobylky.

Hlavní nevýhoda tohoto systému spočívá v tom, že snímáním vibrací jedné části sebelepšího nástroje nelze v žádném případě věrně přenést jeho skutečný zvuk. Proto je při hledání vhodného místa pro snímač zapotřebí trochu trpělivosti, neboť není snadné nalézt bod, který bude celkový zvuk reprezentovat nejlépe. Propracovanější systémy využívají při kontaktním snímání kombinaci miniaturního mikrofonu a snímače (AKG C 411).

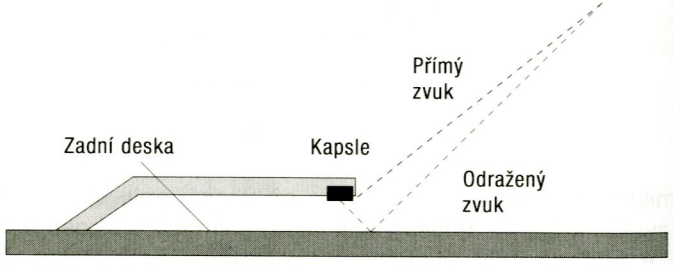
Kontaktní mikrofony se dají také velmi dobře využívat pro spouštění sampleru (nahrazení zvuku bubnu samplovaným vzorkem) nebo k ovládání klíčovacího vstupu u dynamických efektů (viz další kapitoly).

## 1.8.6 Mikrofony s tlakovou zónou (PZM)

Správné označení těchto mikrofonů je BOUNDARY EFFECT MICROPHONE (mikrofony s efektem ohraničené plochy), PZM (PRESSURE ZONE MICROPHONE) je pouze obchodní označení, které se ujalo i pro ostatní typy.

U klasických mikrofonů vznikají při větších vzdálenostech problémy s odrazem zvuku od zdí a dalších ploch. Tyto odrazy přicházejí na mikrofon oproti přímému zvuku o něco později a v různé fázi, což způsobuje nepříjemné zdvihy a poklesy na různých frekvencích (efekt hřebenového filtru – viz příslušná kapitola).

Mikrofony s tlakovou zónou spoléhají na to, že v pevně ohraničených plochách nenastává žádný pohyb vzduchu, neboť tomu zabraňuje daná hmota. Některé modely mají mikrofonní kapsli zabudovanou v desce, jiné ji zavěšují v malé vzdálenosti nad ní a otáčejí ji směrem na desku (Tandy PZM). Kapsle v tomto případě reaguje na změnu tlaku v mezeře mezi ní a ohraničující plochou. Pokud je kapsle ve vzdálenosti do 3 mm od desky, zůstává přímý a odražený zvuk ve fázi v celém akustickém pásmu. Výhodou tohoto systému je také to, že mikrofon dává dvojnásobný výstupní signál, neboť přímý a odražený zvuk dorazí na mikrofonní kapsli ve fázi.




*Obr. 15: Princip konstrukce mikrofonu PZM*





Použitá ohraničující plocha je buď součástí mikrofonu (větší možnosti při rozmísťování) nebo se počítá s namontováním mikrofonu na podlahu, na zeď či na jinou rovnou plochu. Velikost ohraničující plochy zásadně ovlivňuje frekvenční průběh na basech a pro dobrý přenos v celém akustickém pásmu se uvádí nutná velikost plochy alespoň 1 $m^2$. Uspořádání typického mikrofonu PZM vidíte na obr. 15.

Směrová charakteristika u mikrofonů PZM může být kulová s tím, že druhá polovina koule je odříznuta vzhledem k ohraničující desce. Vyrábějí se i různé směrové typy s kardioidní kapslí, která se obvykle nasměruje podél desky, což už není v pravém slova smyslu systém s tlakovou zónou, i když je dodržena podmínka sfázování přímého a odraženého zvuku.

Mikrofony PZM nacházejí ve studiu stále širší uplatnění a lze s nimi provádět i vynikající stereofonní nahrávky (viz kapitola o stereofonní technice).

## 1.8.7 Subminiaturní mikrofony pro bezdrátový přenos

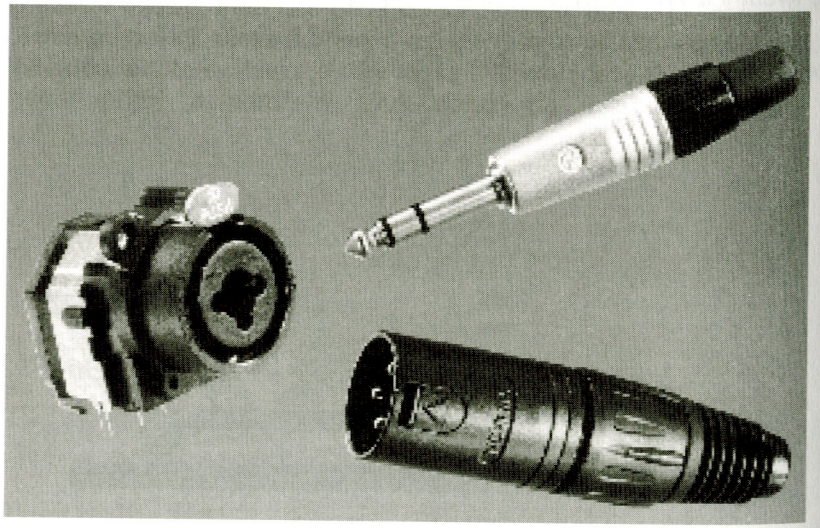
Především televizní studia, videostudia či divadla vyžadují nenápadný a důmyslný design mikrofonu. Všude tam, kde je zapotřebí přímý, kontaktní zvuk a volný pohyb konferenciéra nebo dalších účinkujících se využívají miniaturní hlavové (kapsle je umístěna před okrajem úst a systém je fixován za uchem) či klopové (různé typy sponek) modely, jejichž aplikace budí minimální pozornost. Miniaturní elektretová kapsle (zhruba 2,5 mm) s kardioidní nebo kulovou charakteristikou sice nepřináší oproti studiovým modelům tak vynikající parametry (nižší citlivost, horší odstup šumu atd.), ale vzhledem k bezprostřední a neměnné vzdálenosti od zvukového zdroje zajišťuje kvalitní a vyrovnaný přenos audiosignálu.

# 1.9 Příslušenství, kabely, konektory a další doplňky

Mikrofon se jako celek neskládá pouze z mikrofonní kapsle, ale je vybaven většinou nějakou ochrannou mřížkou (někdy s molitanovou výplní), aby se alespoň částečně omezily nárazy vzduchu, a korpusem, do kterého bývá vestavěna veškerá elektronika.

Na korpusu se často nacházejí různé přepínače pro úpravu funkce mikrofonu. U typů určených pro živé využití můžeme často najít vypínač, kterým se mikrofon vyřadí z činnosti. Ten bývá někdy doplněn přešroubovatelným aretačním páskem, kterým se dá vypínání zablokovat, aby nedocházelo k nechtěným výpadkům při vystoupení. Další přepínání může sloužit pro odřezání hlubokých frekvencí, někdy je i vícestupňové. Jde o obdobnou funkci, jakou můžete najít na vstupních dílech některých mixážních pultů, která zajišťuje, aby se do nahrávky nebo do PA systému nedostávaly nežádoucí subbasové frekvence. Řada mikrofonů má také možnost snížení citlivosti (zpravidla o 10 až 20 dB), což se využívá zejména při snímání velmi hlasitých zdrojů zvuku. U dražších studiových modelů se můžete setkat ještě s možností přepínání až čtyř směrových charakteristik.

Součástí mikrofonního korpusu je také konektor pro připojení kabelu (většinou XLR), i když u některých laciných modelů může být kabel (většinou nesymetrický) pevnou součástí mikrofonu.



*Obr. 16: Kombinovaný konektor XLR/Jack firmy NEUTRIK*





Kabely používané pro připojení mikrofonu musí být vždy stíněné vzhledem k tomu, že výstupní signál má velmi nízkou úroveň, a je proto náchylný na elektromagnetické interference. Takto provedený kabel se skládá z izolovaného středového vodiče, který je obklopen stíněním (zem) spleteným z jemných drátků. Povrch kabelu je opatřen ochranným gumovým či syntetickým pláštěm. Tento typ kabelu sice nabízí slušnou ochranu proti rušivým signálům, mnohem účinnější je však systém symetrického vedení signálu, kde se nevyužívá pouze jednoduchého středového vodiče, ale páru ve společném stínění (princip je popsán v příslušné kapitole).

Stíněných kabelů se vyrábí spousta typů v různém provedení, tloušťkách i kvalitě. Lepší ochranu proti interferencím nabízejí kabely, které mají stínění hustě spřádané, než typy, kde stínění pouze ovíjí středový vodič (ty jsou vyhovující pro kratší vzdálenosti a přenos audiosignálu na linkové úrovni). Symetricky provedené mikrofonní kabely s gumovým pláštěm určené pro profesionální využití mají často navíc pevné bavlněné vlákno, které celkově zvyšuje pevnost kabelu. Existují i speciální kabely s vodivým stíněním z pokoveného plastu, podél kterého vede kontaktní drát (možnost připájení). Tyto typy nejsou sice v ochraně proti rušivým signálům nejúčinnější, mají ale zase výhodu v tom, že nevytvářejí smyčky, při pohybu vydávají minimální hluk a dobře se s nimi pracuje při pájení.

Velmi důležitým parametrem kabelu je také jeho kapacita, která se nepříznivě projevuje zejména u typů s větší impedancí. Čím je kabel delší, tím je větší i jeho kapacita, což vede ke zvýšení útlumu na vyšších frekvencích. Protože průměrný mikrofonní kabel může mít kapacitu řádově až stovky pF/m, není tento efekt bezvýznamný. Při nízkých impedancích mikrofonu je možné používat kabely až o délce několika desítek metrů (pro 50 m je ztráta na nejvyšších frekvencích akustického pásma zhruba 1 dB). Samotný odpor kabelu je i pro větší délky oproti jeho impedanci zanedbatelný a většinou se neuvádí.

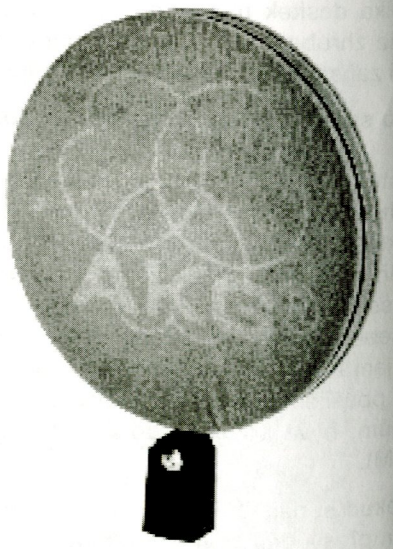
Pro správnou funkci několika mikrofonů umístěných blízko sebe ve stejném prostoru (např. stereofonní snímání) je třeba zajistit správné sfázování mikrofonů. V systému XLR (CANON) je u správně zapojeného mikrofonu pozitivní nárust akustického tlaku převáděn na kladnou hodnotu napětí (kontakt HOT). Jestliže dojde u některého mikrofonu k přehození kontaktů 2–3, vzniká situace, kdy pozitivní tlak vytváří hodnotu napětí zápornou. Pokud se mikrofon používá samostatně, přefázování se nijak neprojeví, použijeme-li však dva či více přefázovaných mikrofonů vedle sebe, dochází k vzájemnému vyrušení podstatné části signálu. K nesprávnému zapojení může dojít nejen vlivem přehození kontaktů na konektoru, ale také tehdy, když použijeme nějaký atypicky zapojený mikrofon. Aby se předcházelo těmto problémům, bývá součástí dokumentace i schéma zapojení mikrofonu (WIRING DIAGRAM).

Pokud si nejste jisti, zda máte všechny mikrofony správně sfázované, můžete se o tom přesvědčit velmi jednoduchým testem. Postavte dva mikrofony v těsné vzdálenosti vedle sebe (o jednom z nich zcela jistě víte, že je zapojený správně) a smíchejte oba signály zhruba ve stejném množství na mixážním pultu. Pokud bude výsledná kombinace zhruba o 6 dB silnější, je vše v pořádku, jestliže se při najetí druhého mikrofonu signál naopak zeslabí, jste zcela jistě v protifázi.

Firmy zabývající se výrobou mikrofonů většinou nabízejí i bohaté příslušenství. K základní nabídce patří různé typy mikrofonních stojanů, držáků pro uchycení (někdy v otřesuvzdorném provedení), kabely různé délky, konektorové redukce, fantomové napaječe, mikrofonní předzesilovače a řada filtrů proti nárazům vzduchu (POP FILTER). Tyto filtry slouží nejen jako protivětrné kryty při používání mikrofonů venku, ale zejména jako ochrana proti „přefouknutí" mikrofonu hláskami „P" a „B". Protože je tento nepříjemný efekt poměrně častým jevem, pojďme se ve stručnosti zmínit o tom, jak mu předcházet.

Toto slyšitelné silné bouchnutí na hlubokých frekvencích je způsobeno nárazem vzduchu vytvářeným ústy zpěváka nebo „spíkra" při všech souhláskách explozivního charakteru. Jejich odstranění spočívá v turbulentním rozptýlení vzduchových nárazů pomocí mřížky nebo síťky umístěné před mikrofonem. Obyčejné molitanové filtry nejsou příliš účinné, a tak se ve studiu používá plastická nebo kovová gáza napnutá přes kovový rám o průměru zhruba 20 cm. Profesionálně provedené POP-filtry jsou dost drahé, ale dají se plně nahradit nylonovou punčochou napnutou na kovovém rámečku ve vzdálenosti asi 15 cm od mikrofonu. Některé firmy dodávají POP–filtr ve formě jemné kovové síťky, která se připevní přímo k mikrofonu.

Přefouknutí mikrofonu se dá sice částečně odstranit při mixáži použitím speciálně zapojeného kompresoru (SIDE CHAIN FILTER), prevence ve formě POP–filtru je však mnohem jednodušším a dokonalejším řešením.




*Obr. 17: POP–FILTER firmy AKG*

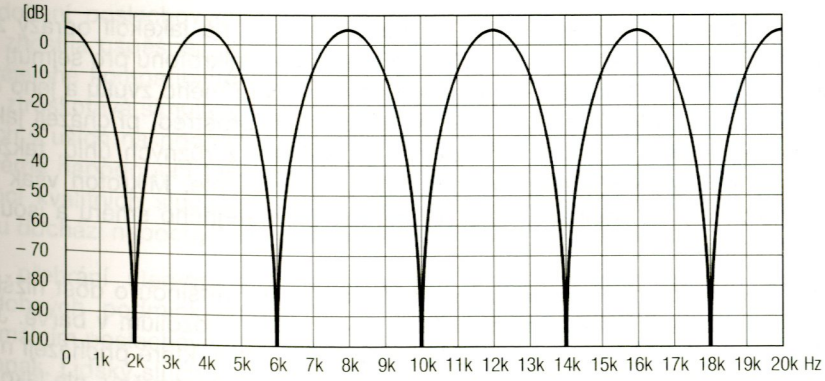




# 1.10 Mikrofonní technika

## 1.10.1 Snímání zvuku několika mikrofony (MULTIMIKING) a efekt hřebenového filtru

Ještě než se dostaneme ke stereofonnímu snímání zvuku, bude dobré si vysvětlit některé jevy, které se uplatňují při snímání nástroje nebo nástrojové skupiny systémem dvou či více mikrofonů. U každého systému, kde dochází ke kombinaci přímého zvuku se zvukem zpožděným, je vnímání zvuků přicházejících ze stejného směru ovlivňováno efektem tzv. hřebenového filtru (název je odvozen od grafického vyjádření frekvenčního průběhu, kdy ostré hroty křivky připomínají zuby hřebenu). Takový průběh je důsledkem toho, že při srovnatelných úrovních se zvuk na některých frekvencích kombinuje ve fázi a dochází k součtu obou úrovní, zatímco jiné frekvence se kombinují v protifázi a dochází tedy k částečnému či úplnému odečítání signálu. Jak bude taková kombinace vypadat, vidíte na příkladu smíchání dvou zvuků, z nichž jeden je zpožděn o 0,25 ms (obr. 18). K takové situaci dojde v případě, kdy jsou mikrofony v prostoru umístěné ve vzdálenosti zhruba 8,5 cm za sebou, v ose, kterou vytváří směr přicházejícího zvuku. Za předpokladu, že je vzdálenost mezi oběma mikrofony zanedbatelná oproti vzdálenosti od zdroje zvuku (což je většina situací při stereofonním snímání klasické hudby), je přímý i zpožděný zvuk kombinován zhruba ve stejné úrovni, což je ta nejpříznivější varianta pro vznik tohoto efektu (zdvihy a poklesy frekvenčního průběhu jsou nejvýraznější).




*Obr. 18: Křivka frekvenčního průběhu signálu o úrovni 0 dB, který je smíchán s časovým zpožděním téhož signálu ve stejné úrovni (0,25 ms)*

Z příkladu je patrné, že zdvihy a poklesy se ve frekvenčním průběhu střídají pravidelně, v tomto případě je maximální úroveň signálu na 0, 4, 8, 12, 16 a 20 kHz, minimální je na 2, 6, 10, 14 a 18 kHz. Kdyby bylo zpoždění např. 2 ms (vzdálenost cca 70 cm), bude hřebenový filtr vypadat tak, že zdvihy budou na 0, 0,5, 1, 1,5, 2 kHz atd., zatímco poklesy na 0,25, 0,75, 1,25, 1,75 kHz atd. V takovém případě se

podstatná část zdůrazněných frekvencí opakuje v oktávových intervalech, což má za následek, že dochází k podstatnému zabarvení zvuku tónem $h_1$ (500 Hz) a jeho harmonických frekvencí, což vede k drastické změně barvy signálu.

U stereofonní techniky je kombinace dvou mikrofonů naprostou samozřejmostí, a proto se právě zde setkáváme s těmito problémy nejvíce. Právě proto je tak důležité, aby např. při systému XY byly obě mikrofonní kapsle co možná nejblíže, neboť při velmi malé vzdálenosti se hřebenový filtr uplatňuje až na frekvencích, které leží mimo akustické pásmo. Při vzdálenosti obou mikrofonů zhruba 1 cm od sebe vypadá vlastně hřebenový filtr v akustickém pásmu jen jako mírný pokles od 0 Hz (max. úroveň) do 16 kHz (min. úroveň).

Když se nad těmito fakty zamyslíme, můžeme z nich vyvodit celkem logické, ale nekompromisní závěry. Při poslechu stereofonní nahrávky (nebo jakékoli kombinace dvou mikrofonů) ve stereu vzniká situace, kdy hřebenový filtr prakticky nevnímáme, neboť zvuky snímané jednotlivými mikrofony přicházejí z různých směrů (levý a pravý reproduktor). Je to obdobná situace, jako když se nacházíme v přirozeném prostředí. Po přepnutí nahrávky na monofonní poslech však dojde k tomu, že oba zvuky budou přicházet z jednoho směru, a my uslyšíme zvuk, jehož frekvenční průběh je ovlivňován efektem hřebenového filtru. V případě snímání orchestru stereofonní dvojicí mikrofonů, která je umístěna v sále v určité vzdálenosti od zdroje zvuku, dochází ke stavu, kdy zvuky přicházející na oba mikrofony současně nebudou prakticky hřebenovým filtrem ovlivněny, tzn. že jejich barva zůstane stejná ve stereu i v monu, zatímco všechny zvuky, které přicházejí na jeden mikrofon o něco později než na druhý, se stávají právě zdrojem těchto problémů při přehrávání nahrávky na monofonní poslech.

Toto pravidlo platí všeobecně, tzn. že se uplatňuje i na jakékoli odrazy zvuku v daném prostoru. Znamená to, že i při použití jediného mikrofonu pro sejmutí nějakého nástroje, u něhož dochází k výraznější kombinaci přímého zvuku a jeho odrazů, se hřebenovému efektu nevyhneme. V přirozeném prostředí přicházejí jakékoli odrazy přímého zvuku (s určitým časovým zpožděním) z různých úhlů, takže zabarvení, které by vytvořil hřebenový filtr, takřka nevnímáme. Mikrofon však bude přenášet tyto zvuky do nahrávky tak, že přicházejí ze stejného směru a jsou tedy i barevně změněné.

Naštěstí je v tomto případě úroveň odražených zvuků většinou o dost nižší, než je úroveň přímého zvuku, takže nedochází k tak značným rozdílům v barvě. Jedná se prakticky o tzv. počáteční odrazy (EARLY REFLECTION), které přicházejí na mikrofon v prvních 50 ms, a které naše uši nevnímají ještě jako ozvěnu, ale jako součást daného zvuku. Tyto odrazy mají na barvu zvuku největší vliv, protože jsou úrovňově jen o málo nižší než přímý zvuk, a proto mají i největší podíl na vzniku efektu hřebenového filtru.

Hřebenový filtr nevzniká pouze v uvedených situacích, ale můžeme se s ním setkat i při kombinaci několika identických zvukových zdrojů v prostoru (reproduktory v reproboxech pro el. kytary a baskytary), či při vytváření prostorových informací v mixáži pomocí digitálních zpožďovacích linek (DDL).





Ve všech uvedených případech je nejlepším a nejrychlejším způsobem vyhodnocení hřebenového filtru poslech nahrávky na monofonní poslech a následné přizpůsobení situace požadovanému výsledku. Jemná změna barvy nemusí ve všech případech znamenat znehodnocení výsledné kvality, kromě toho se v některých situacích efektu hřebenového filtru záměrně využívá.

## 1.10.2 Princip stereofonního nahrávání

Stereofonní nahrávání zvuku souvisí především s faktem, že máme dvě uši, které nám umožňují vnímat směr přicházejících zvuků na základě rozdílů v úrovni, fázi a spektrálním složení. Pokud jsou oba zvuky od sebe časově oddělené o více než cca 15 ms, je náš mozek schopen vyhodnotit, který zvuk přichází jako první, a z toho odvodit i příslušný směr. Tím se podstatně liší vnímání odražených zvuků v malé místnosti a ve velkém sále, kde dochází k mnohem delšímu intervalu časových zpoždění.

To, co slyšíme na moderních nahrávkách populární hudby se ale od „klasického" sterea výrazně liší, neboť se jedná o soubor odděleně nahraných monofonních (stereofonních) zvuků, které jsou v mixáži nasměrovány do různých bodů na stereofonní bázi a upraveny umělým dozvukem se stereofonními výstupy. Reálné stereo (např. nahrávky klasické hudby) si však klade za cíl, aby snímání v daném prostoru působilo co nejpřesvědčivějším dojmem.

Přestože dodnes neexistuje (stejně jako v případě obrazu) žádný systém pro věrné sejmutí a reprodukci akustického pole, řada vícekanálových formátů se věrného napodobení poslechových podmínek v koncertním sále nebo reálném prostředí (film) zhostila úspěšněji, než různé pokusy s vývojem tzv. umělé hlavy. Totéž platí i o vzájemné kompatibilitě prostorové (surround) a stereofonní reprodukce. Oproti tomu ztroskotává simulace reálného prostředí pomocí miniaturních mikrofonů zastrčených v uších na podmínce, že pokud je zvuk snímán uvnitř ucha, musí tam být pro věrné napodobení také přehráván. Této teorii se sice dost přiblížilo přehrávání pomocí kvalitních sluchátek, ale v simulaci zvuků přicházejících z předozadního směru dochází nepochybně k výraznému prostorovému zkreslení.

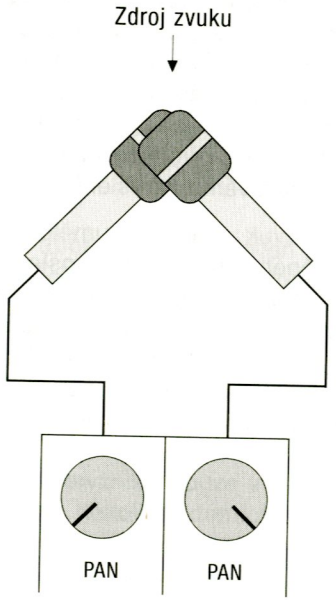
Po přehrání stereofonní soustavou má zvuk snímaný umělou hlavou nebo v podobných podmínkách jen málo společného s věrným poslechem, protože v normálním poslechovém prostředí slyšíme zvuky z levé bedny také pravým uchem a naopak. Lidský sluch je ale k rozdílu mezi reprodukčními podmínkami v prostředí místnosti a přímým poslechem (slyšíme širokou paletu zvuků přicházejících ze všech možných úhlů) naštěstí dost tolerantní. Dnes existuje několik osvědčených způsobů stereofonního snímání, které vytvářejí přesvědčivý prostorový vjem ve sluchátkách i v normálním poslechovém prostoru.

## • *Systém XY*

Jedním z nejpoužívanějších způsobů stereofonního snímání zvuku je použití tzv. koincidenčního páru (časová shoda), označovaného XY. Mikrofonní pár je sestaven ze dvou kvalitních kardioidních (osmičkových) mikrofonů, které mají shodné charakteristiky a svírají vůči sobě úhel 90°. Obě kapsle musí být co nejblíže k sobě, aby nedocházelo k fázovým problémům při přepnutí nahrávky na mono.

Protože jsou oba mikrofony směrové, snímá jeden mikrofon v mnohem větší míře levou, a druhý pravou polovinu snímaného prostoru. Při použití osmičkových mikrofonů je navíc snímán i zadní prostor místnosti (např. šum publika a dozvuk místnosti). Tento systém sice respektuje změnu v úrovni zvuků zleva doprava, nesimuluje však žádné frekvenční a fázové efekty, vznikající vlivem maskovacího efektu hlavy a vzdáleností obou uší. Kardioidy však mají většinou frekvenční charakteristiku mimo osu horší na vyšších frekvencích, a tak je možné frekvenční útlum způsobený hlavou do jisté míry (i když nezáměrně) napodobit.

Výhodou této snímací metody je zejména dobrá kompatibilita v monu, protože vzhledem k velmi malé vzdálenosti obou mikrofonů od sebe nevznikají problémy s fází, a tím ani s efektem hřebenového filtru při přepnutí na mono poslech. Nedostatek fázových informací však poněkud oslabuje stereofonní efekt a nedokonalá frekvenční charakteristika kardioidních mikrofonů mimo osu může způsobit, že střed snímaného prostoru bude znít poněkud tupě; vše ale závisí na použitých typech mikrofonů. Při použití osmičkových mikrofonů (technika Blumlein–Stereo) je zapotřebí si uvědomit, že zadní snímaný prostor nebude od předního v nahrávce nijak odlišen a všechny zvuky budou přicházet ze směrů před posluchačem.




*Obr. 19: Koincidenční pár XY*





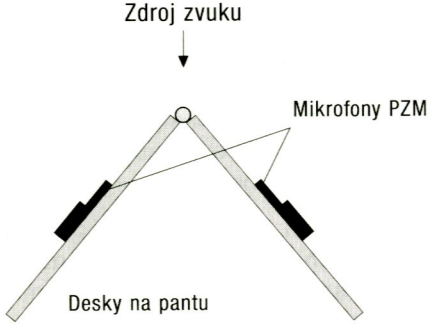
Úhel, který mezi sebou svírají oba mikrofony koincidenčního páru, bývá okolo 90 stupňů, a tak veškeré zvuky, které přicházejí ze směrů mimo tento úhel, nebudou do nahrávky přeneseny ze směrového hlediska věrně. Úhel je samozřejmě možné o něco rozšířit (zhruba na 110°) na úkor ztráty kvality zvuku ve středu stereofonního obrazu.

Přes uvedené nevýhody je systém XY velmi často využíván v oblasti hudby i mluveného slova, neboť přináší dobře předvídatelné a často i vynikající výsledky.

Někteří zvukaři používají metodu XY, u které není záměrně dodržována co nejtěsnější vzdálenost obou mikrofonů, ale oba mikrofony jsou ve vzdálenosti několika cm od sebe. Tím se vytvářejí další prostorové informace (vzhledem k časovému zpoždění mezi oběma mikrofony), které jsou obdobou našich uší. Pro snímky, kde se předpokládá, že se budou poslouchat pouze ve stereu, je tato technika přijatelná, v opačném případě, tj. při sloučení signálu do mona, dochází k výraznému zabarvení zvuku.

Mezi často používané techniky vycházející z této nekompatibilní metody patří např. ORTF–Stereo, kde je rozteč mezi směrovými mikrofonními kapslemi 17 cm a úhel, který mezi sebou svírají je 110°. DIN–Stereo využívá 2 kardioidy ve vzdálenosti 20 cm a NOS–Stereo volí vzdálenost 30 cm, přičemž pro obě metody platí stejný úhel 90°. Stereo–180 zase využívá 2 kardioidy s roztečí 4,5 cm a úhlem 135°. Určitě je možné experimentovat dál, v různých variantách roztečí, úhlů i směrových charakteristik.

Chceme–li použít pro koincidenční techniku XY mikrofony PZM, umístíme je po obou stranách dřevěné desky nebo desky z plexiskla či obdobného materiálu o ploše nejméně 1 m², která je zavěšena tak, aby hrana této desky směřovala ke zdroji zvuku. Mikrofony by se neměly upevňovat přesně do středu desky, jinak může dojít ke vzniku tzv. difrakčního efektu. Tomuto způsobu snímání odpovídá v klasické sestavě použití osmičkových mikrofonů, neboť zvuky z přední a zadní části místnosti se snímají rovnoměrně. Aby bylo možné potlačit zvuky přicházející zezadu, je nutné namísto jedné desky použít desky dvě. Ty spolu svírají určitý úhel, který se otevírá směrem k zadní straně a na jehož velikosti závisí, do jaké míry budou zadní zvuky snímány. Čím je úhel větší, tím méně zadních zvuků systém snímá, a tím se také zúží stereofonní obraz přední strany.

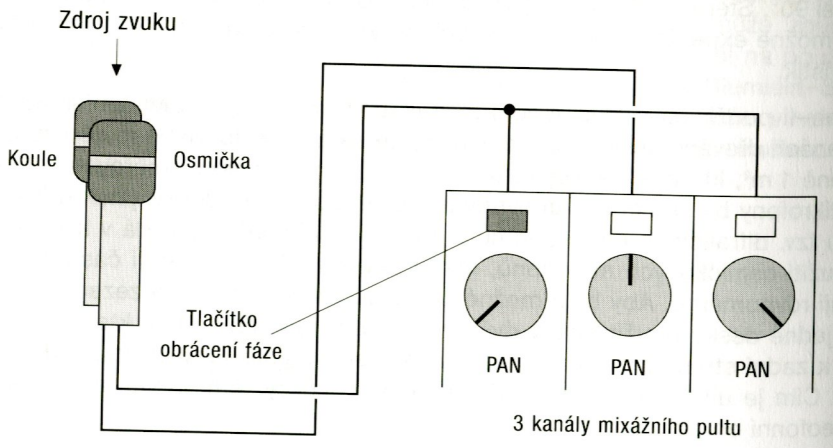



*Obr. 20: Koincidenční stereofonní systém s mikrofony PZM*

## • Systém MS

Další koincidenční stereofonní technikou je systém MIDDLE & SIDE (střed a strana). U tohoto systému lze vytvořit kvalitnější střed stereofonního obrazu, než je tomu u páru XY, a navíc je tato stereofonní technika naprosto kompatibilní v monu. Jeden z mikrofonů v páru má kulovou (nebo kardioidní) charakteristiku a pokrývá především střed snímaného prostoru v monu, druhý je osmičkový a slouží ke snímání zvuků přicházejících ze stran. Tento mikrofon zajišťuje zvukovou informaci o tom, jak se signály přicházející z levé a pravé strany liší od signálu ve středu.

Rozlišení levého a pravého signálu je zde o něco složitější, neboť pro jeden kanál se signál středového a stranového mikrofonu sčítá a pro druhý se stranový signál odečítá od středového. Pro tento účel se vyrábějí speciální boxy pro součet a rozdíl obou signálů, i když je možné provést totéž tím způsobem, že na jednom kanále mixážního pultu obrátíme fázi signálu. Pro tento způsob práce ovšem potřebujeme namísto dvou kanálů kanály tři. Středový (kulový nebo kardioidní) mikrofon je nasměrován doprostřed, zatímco stranový (osmičkový) mikrofon je rozdělen do dvou kanálů, z nichž jeden je úplně vlevo a druhý vpravo. Po otočení fáze na jednom z těchto kanálů získáváme součtový a rozdílový signál.




*Obr. 21: Koincidenční pár MS*

U systému MS je možné měnit šíři stereofonního obrazu poměrem monofonního středového signálu a signálů stranových. Pokud zcela potlačíme úroveň kanálů s oběma stranovými signály, zůstane nám monofonní signál ze středového mikrofonu, po zvýšení úrovně stranových signálů nad úroveň středového vzniká uměle rozšířený stereofonní obraz.

Důležitým předpokladem pro správnou funkci systému je stejná úroveň obou stranových signálů (rychlou kontrolu lze provést nastavením obou kanálů na střed, kdy by se oba signály měly vzájemně vyrušit).



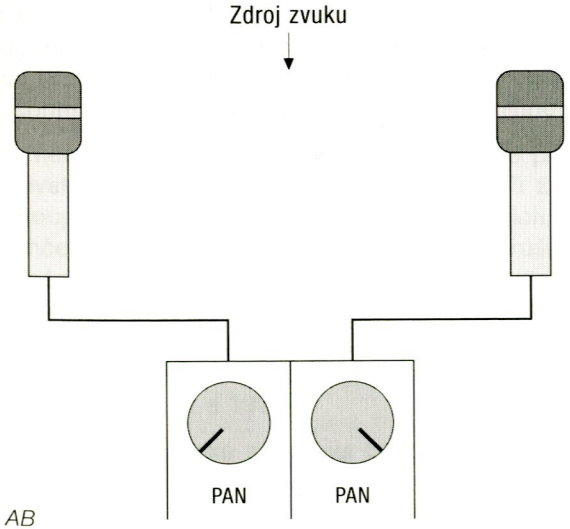


Velkou výhodou této metody je kromě mono kompatibility i to, že šířku stereofonního obrazu lze měnit i dodatečně. Provádí se to tak, že se signál z každého mikrofonu natáčí do individuální stopy, přičemž dekódování (výrobu součtového a rozdílového signálu) lze provádět až dodatečně.

Oproti systému XY snímá systém MS střed stereofonního obrazu s maximální věrností vzhledem k tomu, že se nachází přímo v ose středového mikrofonu. Stranové signály ve fázi a v protifázi se při sloučení snímku do mona zcela vyruší (za předpokladu správného nastavení), což může na druhou stranu zase vést k tomu, že nejsou zcela přesvědčivě sejmuté okraje snímaného prostoru, a to nejen v monu, ale i ve stereu, neboť podstatná část zvuku přichází ze směrů mimo jeho osu. Protože i u systému MS se jedná o koincidenční techniku a mezi oběma mikrofony je minimální vzdálenost, nepřenáší tato metoda snímání prakticky ani žádné fázové informace. Přesto se velmi doporučuje a často se s ní pracuje namísto metody XY.

## • Systém AB

Poslední z trojice osvědčených snímacích metod ve stereofonii je použití dvou mikrofonů s kulovou charakteristikou umístěných ve větší vzdálenosti od sebe. Vzdálenost je nutné volit tak, aby snímaný prostor neměl ve středu stereofonního obrazu hluchá místa (ta se sice dají „vykrýt" dalším mikrofonem umístěným ve středu, ale za cenu dalších problémů s fází). Jako obecné pravidlo pro tento způsob snímání platí, že vzdálenost mezi oběma mikrofony by měla být minimálně trojnásobná, než je vzdálenost mikrofonů od zdroje zvuku. Při dostatečné vzdálenosti obou mikrofonů je efekt hřebenového filtru méně zřetelný, přesto je třeba věnovat mono kompatibilitě dostatečnou pozornost. Také je důležité si uvědomit, že kulové mikrofony snímají mnohem více prostoru než ostatní typy a že nalezení přesné vzdálenosti od




*Obr. 22: Prostorový pár AB*

zdroje zvuku může být v některých případech dost kritické. Určitě se vyplatí (pokud je to možné) natočit si za sebe několik variant umístění páru a ty pak poslechem na kvalitní sluchátka bezprostředně mezi sebou porovnat.

U systému AB se obecně uvádí, že je vhodnější spíše pro snímky, které jsou určené k poslechu na reproduktorových soustavách než na sluchátka, i když ve většině případů lze jen těžko posoudit, jakým způsobem se bude snímek poslouchat.

I pro tuto stereofonní metodu lze s výhodou využívat mikrofony PZM, umístěné jak na desce, tak na zdi či na podlaze. V případě desky se mikrofony umísťují poblíž nástroje ve vzdálenosti alespoň 1 m od sebe. Při umístění na zdi je vhodné, tvoří-li vzdálenost mezi oběma mikrofony a zdrojem zvuku zhruba rovnostranný trojúhelník. Při montování na podlahu nezapomeňte na to, že systém bude náchylný na různé hluky a hluboké vibrace vznikající chvěním podlahy.

### • *Bodové mikrofony*

Při pořizování nahrávek velkých orchestrů se často doplňuje hlavní stereofonní pár ještě dalšími pomocnými mikrofony s kardioidní nebo kulovou charakteristikou, aby se dosáhlo dobrého vyvážení jednotlivých nástrojových sekcí, které nemusí být v případě použití samostatného páru ideální. Tyto mikrofony se umísťují poblíž účinkujících a přidávají se v požadovaném poměru k signálu, který je snímán hlavním stereofonním párem. V mixáži se potom nasměrují do příslušného bodu na stereofonní bázi.

Vzhledem k omezené rychlosti šíření zvuku mohou nastat při použití těchto mikrofonů určité problémy, protože zvuk snímaný těmito mikrofony se objeví v mixáži o několik milisekund dříve, než ho může sejmout hlavní stereofonní pár. To vede v některých případech nejen k narušení přirozené hloubky prostoru a stereofonního obrazu, ale i k fázovým problémům. Právě proto se používají k vyrovnání tohoto časového posunu kvalitní zpožďovací linky. Posunutím o několik milisekund se tyto mikrofony dostávají na stejnou časovou linii s hlavním stereofonním párem. Signály z těchto bodových mikrofonů (SPOT MICROPHONES) se přidávají k signálu hlavního stereofonního páru pouze v nezbytně nutném množství, aby se příliš nenarušil původní zvukový obraz.





## 1.10.3 Snímání bicích nástrojů

Klasická sada akustických bicích nástrojů je pro nahrávání někdy dost „tvrdým oříškem", zvlášť v takových žánrech, kde tvoří bicí základní stavební pilíř celé nahrávky (ROCK, POP) a kde jejich barva společně s prostorovým umístěním ve snímku upoutává do značné míry pozornost posluchače (pokud nehrají dobře bicí, nestojí většinou za nic celá nahrávka). Podle typu hudebních žánrů existuje několik základních způsobů snímání akustické soupravy, navíc se u každé techniky nabízí možnost využití přirozené akustiky studia.

Ať už jde o jakýkoli hudební žánr, je sestavení základní sady prakticky stejné, podstatnější rozdíly jsou spíše ve zvuku jednotlivých bubnů a v typech použitých činelů. Liší se i způsob smontování celé sady (souvisí to především s technikou hry), neboť většina dobrých mechanik umožňuje nastavení bubnů i činelů v relativně libovolné výšce, úhlu i vzdálenosti. Z hlediska snímání je pro zvukaře vždy nejvýhodnější takové rozestavení, kdy jsou jednotlivé bubny od sebe v sadě co nejdál, totéž platí i o vzájemné vzdálenosti činelů (hi–hatky) a bubnů (kotle co nejníž a činely co nejvýš), protože při bodovém snímání je dobré dosáhnout co nejmenších přeslechů. Tato fakta však zůstávají většinou pouze zbožným přáním, neboť můžeme po bubeníkovi těžko chtít jiné rozmístění soupravy, než na jaké je zvyklý (jistě by to přinášelo technické problémy, které by se při hraní mohly odrážet velmi nepříznivě). Bicí sadu musíme vždy brát jako několik individuálních nástrojů umístěných (bohužel) těsně vedle sebe, což pochopitelně přináší při snímání řadu problémů.

Kvalita jednotlivých bubnů a činelů v sadě je však, stejně jako u ostatních akustických nástrojů, základním předpokladem toho, aby tyto nástroje zněly dobře i na nahrávce. Tato skutečnost se celkově dost podceňuje a řada bubeníků mívá podivné představy o tom, že ve studiu se z mizerně znějící sady pomocí různých přístrojů dosáhne špičkového zvuku. To by snad mohlo platit pro případ, kdy se jednotlivé bubny použijí pouze pro vytvoření impulsu, který bude spouštět ze sampleru vzorek zcela jiného bubnu, ale při přímém použití zvuků z dané sady jsou takové úvahy samozřejmě naprostým nesmyslem. Tento způsob přemýšlení ale není jen tuzemskou specialitou, protože i v malých komerčních studiích v zahraničí se někteří zvukaři museli v zájmu dobré nahrávky naučit perfektně seřizovat jednotlivé bubny, protože je to často rychlejší způsob, než vysvětlovat některým bubeníkům, že při studiové práci musí zvuk bubnů splňovat poněkud přísnější požadavky než při živém hraní na koncertě. Při živých vystoupeních si často některých nežádoucích vlastností bubnů vůbec nevšimnete (drnčení, kovové zvonění, bzučení či další rušivé zvuky), protože se ztrácí v ostatních nástrojích či hluku publika. Ve studiu se tyto nedostatky projevují vždy mnohem zřetelněji, a tak je obvykle zapotřebí ještě před tím, než se rozestaví mikrofony, strávit určitý čas doladěním, dotlumením či odtlumením soupravy. (Pozn.: Zajímavé články o správném naladění bubnů lze nalézt v některých starších číslech Muzikusu, ročník 1991 a 1992).

Podívejme se nejdříve, jak vypadá klasická souprava bicích nástrojů z pohledu zvukaře, který ji bude snímat:

**Velký buben (BASS DRUM, KICK)** (basový buben, „šlapák", „kopák" atd.)

Buben o větším průměru, zakotvený na boku korpusu, jehož součástí je nožní dál, převádějící pohyb pravé nohy na pohyb palice z plstěného, dřevěného, ko vého či jiného materiálu (beater–čti:bítr), která obstarává jednotlivé údery do z blány bubnu. Mezi pedály velkého bubnu je dost podstatný rozdíl v provedení chaniky a materiál, který obstarává úder do blány bubnu, výrazně ovlivňuje cha ter zvuku, především v oblasti náběhu. Do místa úderu beateru do blány se č přilepuje speciální hmota, která zdůrazňuje attack bubnu (CLICK), což je výho zejména tam, kde chceme dosáhnout průraznějšího zvuku (existují speciální po ložky tzv. Kick Pady).

Z hlediska bubeníka je důležité, aby mechanika pedálu svým provedením co n více vyhovovala stylu hry (způsob převodu, vratná síla apod.), pro zvukaře je z důležité, aby pedál nevytvářel žádné postranní zvuky, jako je vrzání či skřípání (pr mazat speciálním olejem), které v nahrávce nepůsobí zrovna nejlepším dojmem Někteří bubeníci používají z technických důvodů dva velké bubny, což jim umožňu hrát daleko rychlejší tempa. Je tu i možnost využití jediného bubnu s důmysl zkonstruovaným dvojitým pedálem.

Basový buben se vyrábí ve velikostech 18 až 24 palců. Každý z průměrů má sv určitý účinný rozsah ladění, a tak je celkem nesmyslné snažit se dosáhnout povole ním blány u menších průměrů stejně hlubokého zvuku jako u větších bubnů. Men průměry se užívají většinou pro jazzovou a orchestrální hudbu, větší se využíva především v rockové hudbě.

Kompletní přední blána (ta, na kterou se nehraje) se sice u některých velkých bubnů stále používá (dunivější zvuk), mnohem běžnější je však vystřižený otvor (ne bývá uprostřed), který umožňuje jednak lepší možnosti snímání a zároveň slouží i pro únik stlačeného vzduchu uvnitř bubnu. Někteří bubeníci sice přední blánu od straňují úplně, zde však vzniká nebezpečí nestejnoměrného tlaku na korpus bubnu, při kterém může docházet ke ztrátě barvy či k určitému zkreslení zvuku. Otvor v přední bláně by měl být tak velký, aby zbývající materiál nerezonoval, a aby byl umožněn snadný přístup mikrofonem dovnitř bubnu.

**Malý buben (SNARE DRUM)** („rytmičák", „šroťák", „céčko" apod.)

Základní rytmický buben každé soupravy, sestávající z dřevěného či kovového korpusu, vrchní blány, na kterou se hraje a spodní blány, která má těsný kontakt s jemnými kovovými pružinkami (strunami) napnutými napříč blánou. Tímto kontaktem vzniká při úderu charakteristický průrazný (chrastivý) zvuk. Malý buben se vyrábí v několika velikostech; nejčastějším průměrem bývá 14 palců, hloubka bubnu se pohybuje zhruba v rozmezích 3½–8 palců (nejčastěji 5¾″ nebo 6½″). Kovový korpus dává zvuku zvonivější charakter a čím je korpus hlubší, tím je i hlubší a sytější celkový zvuk.

Pokud nejsou spodní struny přesně nastavené a nemají ideální kontakt s blánou, je každý úder doprovázen přeznívajícím drnčením a bzučením, při nedostatečném kontaktu zní buben tupě a mrtvě. Obě blány by měly být rovnoměrně vypnuté (fuk-





nutí na okraje blány v různých místech vytváří stejně vysoký tón), při přepnutí vrchní blány vzniká plechový a nepříjemný zvuk, při nedotažení chybí správná rezonance korpusu. Častým problémem bývá zvonivý zvuk na určitém tónu, který se dá omezit volným přiložením kruhu vystřiženého ze speciálního materiálu (rovněž k dostání v příslušných prodejnách), který přitlumuje zvonící okraje blány. Většina bubnů má uvnitř korpusu nastavitelné tlumítko pro vrchní blánu, a i když se leckdy jedná o poměrně propracovaný systém, málokdy se dosáhne přijatelných výsledků (přítlakem na jeden bod blány se narušuje ladění). Proto se někdy vrchní blána přitlumuje ještě hedvábným papírem, látkou či molitanem (přelepení lepící páskou), aby se odstranily drobné nedostatky v přeznívání. Čím více se však použije tohoto dodatečného tlumení, tím je zvuk tupější, až v krajním případě připomíná spíše krabici od bot než buben. Rozmístění těchto pomocných tlumících bodů na bláně musí samozřejmě být mimo oblast úderů a při snímání z těsné vzdálenosti je lepší se těmto bodům raději vyhnout a nasměrovat mikrofon na netlumenou část bubnu.

**Kotle (TOMS)**

Počet těchto bubnů v sadě není jednoznačně určen, ale obvykle má bubeník k dispozici dva méně hluboké kotle o průměru 12 a 14 palců (RACK TOMS, TOM TOMS) vpředu nad velkým bubnem a jeden až dva hluboké kotle (FLOOR TOMS) po pravé straně. Pro zpestření zvuku se často používají i další menší průměry, rozmístěné po levé straně.

Kotle bez spodní blány se při bodovém snímání nahrávají pochopitelně lépe, neboť se mohou snímat zespodu, odkud se šíří plnější zvuk a kde je i více oddělen přeslech mezi bubny. Přítomnost spodní blány je vždy pro bubeníka i zvukaře velké dilema, protože z hlediska hráče, který sedí za nástrojem, se může buben se spodní blánou jevit jako hutnější, neboť ho vnímáme jako celkovou směs zvuků vycházejících ze všech jeho částí. Totéž platí i pro posluchače, který je v určité vzdálenosti od neozvučené sady nebo sady přizvučené pouze párem stereofonních mikrofonů, umístěných až ve větší vzdálenosti nad soupravou. V momentě, kdy snímáme zvuk tohoto bubnu pouze z jednoho bodu v těsné blízkosti a musíme zvolit kompromis, kterou část nástroje si vybereme jako nejpřirozenější zastoupení celkového zvuku, přestávají veškerá pravidla o hutnosti a plnosti takto sestaveného bubnu platit. Při rozhodnutí odstranit ve studiu spodní blánu je nutné zajistit, aby uvolněné matky pro její uchycení při úderu nedrnčely (vtlačení plastelíny do utahovacích matic nebo osazení náhradní blánou s vystřiženým otvorem, která udržuje jednotlivé upínací komponenty v tahu).

Ať už jsou blány jednoduché či dvojité, je potřeba věnovat značnou pozornost jejich správnému naladění či utlumení. Vyrábí se mnoho typů, od tenkých a tvrdých (jasnější zvuk s dlouhým doznínáním) až po tlustší nebo dvojvrstvé (hutnější a kratší zvuk), či značně zatlumené typy plněné těžkým olejem. Oblíbeným trikem při ladění těchto bubnů je rovnoměrně vypjatá blána, u níž se lehce povolí jeden ladící šroub (jemný pokles ladění po každém úderu). Všechny blány by měly být, zvlášť pro nahrávání, v perfektním stavu, protože starší blány mívají nehomogenní a promačkaný povrch a nerovnoměrně se rozpínají, což způsobuje značnou ztrátu kvality tónu.

Lehké přitlumení kotlů je rovněž možné provést pomocí lepicí pásky s tlumicí hmotou, vždy je však dobré tlumit zvuk co nejméně, protože přetlumené bubny znějí po přidání dalších nástrojů v celkovém kontextu zcela nepřirozeně.

**Další doplňky**

Ke každé sadě bubnů náleží i hi–hatka („haihetka"), stojící po levé straně bubenín... Skládá se ze dvou činelů, které se navzájem proti sobě otvírají či zavírají, podle to... ho, jak se sešlápne pedál ovládaný levou nohou. Čím větší silou jsou k sobě oba č... nely přitlačeny, tím je zasyčení kratší. Na tento nástroj se hraje jednou i oběma pa... ličkami ve spolupráci s pedálem, nebo se ovládá jen pomocí pedálu a někdy se na... něj hraje pouze paličkami s tím, že je zavření obou činelů fixováno v určité poloze.

Celá souprava je doplněna sadou dvou, tří, či více činelů, z nichž nejdůležitější jsou RIDE („rajd") používaný pro doprovodné rytmy a akcentový CRASH („kreš"). Činelů je dnes na trhu obrovské množství (nejznámějšími firmami jsou PAISTE, ZILDJIAN, SABIAN a MEINL), takže bubeníci si vybírají nejen podle speciálních typů, ale i podle tloušťky (HEAVY, THIN, MEDIUM), průměru, a především charakteru zvuku. Do studia se hodí většinou tišší typy (menší problémy s přeslechem do kotlů), málokterý bubeník je však vybaven tak, aby mohl používat ve studiu jinou sadu činelů než na živém hraní.

Činely se uchycují na speciálních stojanech vybavených filcovými podložkami a nylonovým obložením, ve kterém se musí pohybovat zcela volně (jinak může dojít k poškození), a proto dochází při větším úderu ke značnému výkyvu. S tím je třeba počítat nejen při rozmisťování mikrofonů snímajících činely (OVERHEAD), ale i při ozvučování kotlů, které jsou v jejich těsné blízkosti.

Stejně jako dochází k degradaci zvuku u starších a promačkaných blan bubnů, ztrácejí činely na své průzračnosti usazováním nečistot na svém povrchu a oxidací, a proto se musí čas od času vyčistit, aby si zachovávaly svůj kvalitní zvuk.

Každá základní sada bývá často podle potřeby doplňována nejrůznějšími perkusními nástroji (asi nejčastějším je kravský zvonec), zvlášť tehdy, jedná–li se o technicky zdatného a nápaditého bubeníka a kapela nevlastní hráče, který by tyto nástroje obsluhoval samostatně.

## • *Rozmístění mikrofonů*

Především podle toho, zda tvoří bicí dominantní složku v daném žánru, nebo zda jsou spíše doprovodným nástrojem, a také podle požadavku, zda má být zvuk co nejrealističtější, nebo má mít hutný, explozivní charakter, existují i různé způsoby snímání bicí soupravy. Prakticky nejvěrnější sejmutí bubnů, tak, jak je slyšíme ve skutečnosti, se provádí pomocí stereofonního páru kvalitních mikrofonů, umístěného ve výšce asi jeden a půl metru, ve vzdálenosti dva až čtyři metry od soupravy. Tím se věrně zachytí živý zvuk v dané akustice, problémy však nastanou, jakmile začnou hrát ve společné místnosti další nástroje, protože mikrofony budou nevyhnutelně snímat i přeslechy z nich. Řešením jsou v tomto případě akustické paravá-





ny nebo zvukově izolační kabiny pro ostatní nástroje. Tento postup se hodí spíše pro klasickou či jazzovou hudbu, v populárních a rockových nahrávkách se však takový způsob snímání prakticky nevyužívá. Dokonce i u výše jmenovaných žánrů se velký, a někdy i malý buben přizvučuje mikrofony snímajícími tyto bubny zblízka (CLOSE MIKING), přičemž se počítá se smícháním tohoto signálu (většinou po určitých úpravách) buď s tímto hlavním prostorovým dvojčetem, nebo s párem mikrofonů (XY, AB) snímajících zvuk v určité vzdálenosti nad soupravou (OVERHEAD).

Bodové snímání basového bubnu se provádí obvykle uvnitř korpusu pomocí speciálního mikrofonního stojanu. Přesné umístění a nasměrování mikrofonu výrazně ovlivňuje (stejně jako u jiných akustických nástrojů) charakter zvuku, a proto je dobré nejprve všechny barevné možnosti vyzkoušet a teprve potom se snažit dokorigovat barvu ekvalizérem. Vzdálenost mikrofonu od bodu, kde se beater dotýká blány, může být zhruba v rozmezí od 5 do 20 cm, čím je mikrofon blíž, tím méně je celková barva ovlivňována korpusem bubnu, a proto zvuk poněkud ztrácí na přirozenosti. Pro začátek je dobré umístit mikrofon uvnitř bubnu mírně excentricky a nasměrovat ho na místo, kam dopadá úder palice. Posunem mikrofonu k okraji bubnu, nebo změnou jeho snímacího úhlu je možné zdůraznit harmonické frekvence vytvářené korpusem. Někteří zvukaři kombinují ve velkém bubnu dva mikrofony: jedním je snímán především attack úderu, druhý má za úkol dodat zvuku hutnost (korpus).

Vzhledem k tomu, že uvnitř velkého bubnu vzniká extrémně vysoký akustický tlak, je nutné pro jeho snímání používat vždy mikrofony, které jsou schopné tento signál bez zkreslení zpracovat. K tomuto účelu se dobře hodí dynamické typy s velkou membránou s kardioidní nebo osmičkovou charakteristikou, které mají dobrý přenos basových frekvencí. Často používanými typy jsou AKG D112, Electro Voice RE20, Beyerdynamic Opus 99, či dvousystémový AE2500 od firmy Audio–Technica. Řada mikrofonů, které se doporučují pro snímání velkého bubnu, má charakteristický zdvih na frekvencích kolem 80Hz (hutnost) a 3kHz (zdůraznění náběhu).

Pro snímání malého bubnu se využívá dynamických i kapacitních mikrofonů. Oba typy dávají dobrý zvuk, kapacitní typ přináší u jasně znějících bubnů ostřejší zvuk. Volba směrové charakteristiky závisí na konkrétních podmínkách, především na hlasitosti ostatních nástrojů v sadě, jejich vzdálenosti od malého bubnu a také na tom, zda se chystáte buben oddělit od ostatních zvuků gejtem. Kardioidní typ sice více omezí přeslechy z ostatních bubnů pokud jde o úroveň, protože však většina zvuků přichází ze směrů mimo osu mikrofonu, budou přeslechy z nich zabarvené nedokonalou frekvenční charakteristikou. Kulový mikrofon bude o něco věrněji snímat nejen samotný malý buben, ale i přeslechy z hi–hatky a dalších nástrojů v soupravě, i když budou přítomné ve vyšší úrovni. Při snímání různých částí malého bubnu z různých vzdáleností budete možná překvapeni, k jak velkým barevným změnám dochází. Tento fakt je způsoben tím, že každá část nástroje vyzařuje po úderu kvalitativně zcela odlišný zvuk.

Ideální umístění mikrofonu bývá několik centimetrů nad vrchní blánou v místě, kde je málo pravděpodobné, že by jej mohl bubeník zasáhnout paličkou. Nad ráfkem je zvuk jasnější, blíže ke středu bubnu se ostrost poněkud ztrácí, navíc hrozí větší nebezpečí poškození úderem. Směrový mikrofon umístěný nad okrajem bubnu

by měl mířit zhruba na jeho střed. Při používání techniky, kdy se na úderu pod i ráfek (CROSS STICKING) je lépe nasměrovat mikrofon do bodu, kde se paličk dotýká ráfku. Při používání kardioidního mikrofonu je také dobré vzít ohled na to jak je mikrofon nasměrován vzhledem k ostatním zvukům v soupravě (největší pro blém bývá s hi-hatkou), a snažit se ho natočit tak, aby tyto přeslechy snímal mini málně (úhel ve směrové charakteristice, kde má kardioida minimální citlivost).

Pro získání větší ostrosti se často používá přídavný mikrofon, kterým se sním zvuk kontaktních strun spodní blány, a který se (po otočení fáze o 180 stupňů) pří míchává k hlavnímu zvuku. Někdy bývá takto snímaný zvuk příliš chrastivý, a tak někteří zvukaři umisťují tento pomocný mikrofon poblíž spodního ráfku nebo ze strany ke korpusu bubnu, poblíž otvoru pro vyrovnání tlaku. Existují i různé pokusy se snímáním bubnu zevnitř, takový postup je však již záležitostí experimentování konkrétního, úzce spolupracujícího týmu.

K oblíbeným mikrofonům pro snímání malého bubnu patří např. SHURE SM 57, Beyer M 201, AKG D 22, Sennheiser MD421, Neumann KM 84 a další modely.

Kotle se snímají obdobnou technikou jako malý buben, tzn. mikrofonem ze vzdálenosti zhruba 5–15cm, umístěným nad okrajem bubnu. Čím je mikrofon blíž k bláně, tím více se pochopitelně uplatňuje její rezonance na úkor celkového přirozeného zvuku. Chybí-li spodní blána, je rovněž možné snímat kotel zespodu, mikrofonem mírně zasunutým dovnitř bubnu obdobně, jako při snímání velkého bubnu. Někdy se snímají jedním mikrofonem dva kotle, ale v tomto případě musí být mikrofon umístěn ve větší vzdálenosti, aby se zachytil zvuk obou kotlů zhruba ve stejné intenzitě, proto se snímají i mnohem větší přeslechy z ostatních bubnů a činelů.

Při snímání kotlů se používají jak dynamické, tak kapacitní mikrofony (lépe definovaný attack) s kardioidní i kulovou charakteristikou (výhody i nevýhody stejné jako u malého bubnu).

Činely se většinou snímají stereofonním párem kvalitních kapacitních mikrofonů (OVERHEAD), občas je nezbytné některý nevýrazný nebo bokem umístěný činel přizvučit zvláštním mikrofonem. I zde platí pravidlo, že při snímání systémem AB by měly být mikrofony od sebe alespoň třikrát dále, než je jejich vzdálenost od činelů. Chceme-li omezit snímání ostatních bubnů v sadě, je nezbytné u těchto mikrofonů odříznout nebo potlačit od určité frekvence celé spodní pásmo. Nejsou-li činely rozmístěny v extrémních vzdálenostech od sebe, můžeme pro natáčení s výhodou použít systému XY; touto metodou sice nedosáhneme tak širokého stereofonního obrazu jako při větších vzdálenostech obou mikrofonů, ale zcela se vyhneme fázovým problémům.

Hi-hatku snímáme rovněž kvalitním, nejlépe kapacitním mikrofonem, který dobře přenáší vysoké frekvence (menší membrána). Umístěním mikrofonu nad horním činelem hi-hatky a nasměrováním do míst, kde se bubeník dotýká hi-hatky paličkami, se zdůrazní veškeré jemné nuance této hry. Vzdálenost a snímací úhel mikrofonu je dobré volit tak, aby nedocházelo k nárazům vzduchu na mikrofonní kapsli, které nastanou při každém uzavření hi-hatky, a aby mikrofon snímal minimálně zvuk kotlů a basového bubnu, které se někdy nacházejí v těsné blízkosti. Hi-hatku





je možné snímat i zespoda; nalezení ideálního zvuku je opět záležitostí experimentování.

U perkusních nástrojů se řídíme obdobnými pravidly jako při snímání ostatních nástrojů v sadě; jsou-li tyto nástroje součástí soupravy, kde dochází ke značným přeslechům, je vždy nezbytné najít takový bod nástroje, který při snímání zblízka reprezentuje daný nástroj co nejvěrněji. Jsou-li tyto nástroje od základní sady oddělené, můžeme si samozřejmě dovolit zvýšit vzdálenost mikrofonu až na 1 metr i více, abychom po nalezení nejvhodnějšího snímacího úhlu v dané studiové akustice dosáhli co nejpřirozenějšího výsledku.

Pokud se vám po natočení vaší sady bubnů zdá zvuk ve srovnání se známými zahraničními nahrávkami podstatně horší, vězte, že tyto nahrávky jsou spojením špičkové muzikantské techniky a skvělé sady nástrojů vyladěné zkušeným odborníkem, která se natáčí ve výborné studiové akustice, kde přes obrovské zkušenosti nahrávacího týmu vše závisí na hodinách příprav a experimentování při hledání nejideálnějšího způsobu snímání. Neočekávejte, že kvalitní mikrofony udělají se zvukem bubnů zázraky, neboť špatně znějící nástroj bude znít po sebelepším sejmutí zase špatně, a vzhledem k věrnému přenesení všech nedostatků možná ještě hůř.

## 1.10.4 Snímání basové kytary

Nejběžnější způsob natáčení basové kytary je přímé propojení do mixážního pultu (aktivní elektronika), zapojení přes DI-box nebo využití linkového výstupu z nástrojového zesilovače. Basový box slouží ve studiu většinou spíše pro odposlech nebo pro případné přimíchání signálu snímaného mikrofonem (pozor na protifázi), kterým se dosáhne živějšího zvuku. Vhodné jsou zejména dynamické mikrofony s velkou plochou membrány, které dobře fungují na nižších frekvencích.

Při snímání mikrofonem z těsné vzdálenosti je třeba pečlivě zvážit vliv proximity efektu, při větší vzdálenosti od reproduktoru se začínají značně uplatňovat odrazy od podlahy a od zdí na hlubokých frekvencích (vznikající fázové posuvy mohou dost nepříznivě ovlivnit kvalitu zvuku). Právě z těchto důvodů se nedoporučuje stavět ve studiu basovou aparaturu těsně u zdi, do rohů místnosti apod.

Pokud je k dispozici dobrý nástroj s kvalitními strunami ve spojení s dobrou hráčskou technikou, není třeba snažit se o nějaké větší experimenty. Při větší dynamice nebo častých změnách způsobu hry je velkým pomocníkem vhodně nastavený kompresor. Dozvuk se s výjimkou sólových partů na basovou linku příliš nepoužívá, a pokud se vám zdá vhodné částečně využít prostor studia, je dobré odříznout u prostorových mikrofonů spodní pásmo, jinak se zvuk stává nečitelným. Případné korekční úpravy se většinou ponechávají až na mixáž, protože to, co se může jevit jako dobrá barva samostatně, nemusí být ve spojení s ostatními nástroji ideální. Přidáváním nebo ubíráním užších pásem (třetinooktávový ekvalizér) v oblasti basů nebo nižších středů je ovlivňována hlasitost několika konkrétních tónů, které se v mixáži potom mohou vytrácet, nebo se projevují jako určité rezonance, a proto je lépe se takovým úpravám vyhýbat.

## 1.10.5 Snímání elektrické kytary

S nástupem rockové éry v populární hudbě našla elektrická kytara kromě své doprovodné funkce, či sólových partů v orchestrech nebo skupinách s klávesovými a dechovými nástroji zcela nové uplatnění. Zatímco v aranžmá, kde se vyskytuje jen jako doplňující nástroj, je možné použít poměrně jednoduchý způsob snímání, který nevyžaduje velké experimentování, u skupin, které na kytarovém zvuku staví celkový výraz kapely (v nahrávce se často ani jiné harmonické a melodické nástroje neobjeví), je vytvoření ideálního zvuku poměrně složitou záležitostí. Konečný zvuk závisí nejen na nástroji samotném, ale i na použitém zesilovači, typu zkreslení, akustice místnosti, umístění reproboxu a především na způsobu, jakým se na tento nástroj hraje.

### • Kytarové reproboxy

V kytarových boxech se používají buď deseti- nebo dvanáctipalcové reproduktory, které mají omezený frekvenční rozsah a charakteristické zesílení v oblasti 2–3 kHz. Výrazně přebuzený, harmonicky zkreslený zvuk, který je těmito reproduktory vyzařován, je poměrně agresivní a ostrý, ale vzhledem k omezenému frekvenčnímu rozsahu reproduktoru ve vrchním pásmu nezní kytara bzučivě (vrchní harmonické se nepřenášejí). Z tohoto důvodu se do kytarových boxů nepřidávají už žádné vysokotónové reprodukční systémy, neboť tato „mizerná" frekvenční charakteristika soustavy je přesně to, co je pro přebuzený zvuk kytary zapotřebí.

Kytarové boxy se vyrábějí buď zcela uzavřené, nebo se vzadu nechávají částečně otevřené (hutnější zvuk). Většina kytarových reproduktorů je úmyslně konstruována tak, že při vyšším výkonu přidávají zvuku ještě určité charakteristické zkreslení, což má za následek, že znějí při vyšší hlasitosti jinak, než když se hraje potichu. Je to jeden z důvodů, který vede rockové kytaristy k tomu, aby hráli „nadoraz", i když to není z hlediska vyrovnání poměrů jednotlivých nástrojů v kapele žádoucí. Mezi oblíbené kytarové reproduktory patří např. výrobky firmy CELESTION, které do svých boxů osazuje i firma MARSHALL.

Systémy využívající více reproduktorů znějí poněkud odlišně než malá komba s jedním nebo dvěma reproduktory, a to nejen díky většímu objemu boxu (hutnější zvuk ve spodním pásmu), ale i proto, že jsou ovlivněny efektem hřebenového filtru, vznikajícího vlivem fázových posuvů mezi jednotlivými prvky v soustavě.

Většina rockových kytaristů dává přednost zesilovačům osazeným elektronkami, protože vytvářejí příjemnější harmonické zkreslení a mají některé další vlastnosti, kterých se snaží někteří výrobci dosáhnout i u polovodičových systémů. Plně vybuzený lampový zesilovač zní vzhledem k přídavnému zkreslení koncového stupně také poněkud jinak než při nižším výkonu.





### • Vhodné typy mikrofonů

Vzhledem k omezenému frekvenčnímu rozsahu a poměrně značné úrovni akustického tlaku lze u kytarových reproboxů bez obav použít i ty nejméně citlivé dynamické mikrofony. Pokud je mikrofon umístěn v těsné blízkosti reproduktoru, nepodílí se jeho směrová charakteristika příliš na výsledném zvuku, a tak je možné využít nejen kardioidu, ale i osmičkový nebo kulový systém (kardioida je vhodnější při velkém přeslechu z ostatních nástrojů).

Američtí zvukaři používají častěji při snímání elektrické kytary kapacitní mikrofony (stejně jako v případě bicích nástrojů), což vede k tomu, že jejich nahrávky mívají obvykle říznější zvuk, než je evropský standard. Volba mikrofonu nebo mikrofonních kombinací je však především záležitostí představ o tom, jakého zvuku chceme dosáhnout. Modely se zdůrazněným frekvenčním pásmem v oblasti 2,5–5 kHz přinášejí o něco průraznější a ostřejší zvuk, s čímž je třeba v nahrávce počítat. Rovněž mikrofony zdůrazňující hluboké frekvence mohou přinášet značné změny ve zvuku, zvlášť v případě heavy metalu, kde není rozsah spodních frekvencí jednoznačně určen nejnižší strunou na kytaře (82,4 nebo 73,4 Hz), ale úderem trsátka o strunu (CABINET CLUNK) se značným zdůrazněním spodního pásma. Hučení na spodních frekvencích je při zatlumování strun u metalové kytary takřka neřešitelné bez použití gejtu, který je zapojen už na výstupu z kytary (před prvním procesorem zkreslení nebo zesilovacím stupněm), protože při zapojení do cesty signálu snímanému mikrofonem již není možné nastavit práh citlivosti (rušivé zvuky jsou vzhledem k charakteru přebuzení na stejné dynamické úrovni jako užitečný signál).

### • Umístění mikrofonů

Ke snímání kytarového boxu ve studiu je nutné přistupovat obdobně jako ke kterémukoli akustickému nástroji, neboť zvuk nevychází jen z reproduktoru, ale i z ostatních částí boxu (zezadu a ze stran), a to i v případě, že jsou boxy vzadu uzavřené. Pro věrné sejmutí zvuku klasického Marshallova systému (dva boxy po čtyřech reproduktorech) tak, jak ho slyší posluchač nebo kytarista, je nezbytné snímat zvuk minimálně ze vzdálenosti 3 metry, protože jenom tak je možné relativně věrně přenést zvuk z aparatury včetně fázových efektů a odrazů od podlahy. Tak mohou ale pracovat pouze velká profesionální studia, a v případě, že spolu hraje více muzikantů najednou, vzniká opět řada problémů s přeslechem.

Obvyklejší přístup k ozvučování kytarového boxu spočívá v umístění mikrofonu ve vzdálenosti asi 15 až 25 cm před některým reproduktorem v boxu. Nasměrováním na střed reproduktoru je zvuk nejostřejší, posunutím mikrofonu mimo reproduktorovou osu se docílí temnějšího zvuku. Při snímání z menších vzdáleností než 1 m je nutné si uvědomit vliv proximity efektu na zvuk kytary, při 10 cm bývá na 80 Hz (spodní struna E) zdvih oproti ostatním strunám na kytaře zhruba o 6 dB, při 2 cm až o 12 dB. Při snímání reproboxu z těsné blízkosti se také vyplatí provést kontrolu zvuku před různými reproduktory v soustavě, protože se jejich barva (zvlášť u starších boxů) může někdy dost podstatně lišit.

U vzadu otevřených boxů je možné snímat zvuk i zezadu (hutnější barva), nebo použít smíchaný zvuk z předního a zadního (postranního) mikrofonu; pozor na otočení fáze u jednoho z mikrofonů, jinak se signál bude odečítat. Další oblíbenou kombinací je mikrofon umístěný v těsné vzdálenosti a mikrofon snímající přirozený prostor studia, umístěný ve vzdálenosti 3 až 4 metry od boxu. Smícháním signálu snímaného zblízka, který je konkrétnější, s jemnější barvou prostorového mikrofonu, se dá dosáhnout mnohem nápaditějšího zvuku než u předchozích postupů.

Při snímání kytarové aparatury je často nezbytné upravit zvuk použitím korekcí na mixážním pultu, což je možné provést jak při natáčení (pokud máte o barvě zcela jasnou představu), tak při mixáži. U temných zvuků se často potlačuje pásmo mezi 100 a 200 Hz.

Čistý zvuk elektrické kytary nevyžaduje při snímání takové experimentování jako přebuzené kytary. Při větších dynamických změnách je obvykle nutné použít kompresor a některé zvuky znějí velmi pěkně při rozjasnění enhancerem. U čistého zvuku se obdobného efektu dá dosáhnout i jemným přimícháním signálu z kapacitního mikrofonu, kterým se snímá přímý zvuk kytarových strun (kytarista musí hrát v jiné místnosti, než je umístěna aparatura). Takto sejmutý zvuk je velmi tenký, ale po smíchání se zvukem z reproboxu může přidávat tónům attack lépe než exciter (country, Stratocaster). V žánrech, kde kytarista bezprostředně střídá čistý a zkreslený zvuk, je výhodnější točit každý z nich do zvláštní stopy, aby se odstranily rušivé zvuky při přepínání pedálů. Výhodou tohoto postupu je i možnost individuálního nastavení obou zvuků při mixáži.

## • *Kytarové efekty*

Většina kytaristů používá při hře řadu efektových pedálů („krabičky"), které se zapojují mezi nástroj a zesilovač či do efektové smyčky zesilovače. Ve studiu se často nabízí otázka, zda je vůbec účelné všechny tyto pedály využívat (ztrácí se možnost rozhodovat o většině efektů při mixáži).

Asi nejlepším řešením je dohodnout se s kytaristou, které efekty bude dobré použít již při záznamu a které vytvoří zvukař za asistence kytaristy až později s využitím kvalitnějších studiových procesorů. Obvykle je výhodnější ponechat všechny efekty vytvářející bohatý stereofonní zvuk až na mixáž (CHORUS, DELAY, REVERB), zvlášť při záznamu kytary do jedné stopy. Efekty, které se bezprostředně podílejí na tvorbě zvuku v zesilovacím systému (procesory přebuzení, WAH–WAH, gate, kompresor, sustain) a kytarista na ně bezprostředně reaguje, je naopak nutné použít již při záznamu.





## • *Alternativní způsoby snímání*

Kytaru je možné za určitých předpokladů nahrávat i přes linkový vstup mixážního pultu (DI = DIRECT INPUT). Pokud nemá daný nástroj zabudovanou aktivní elektroniku (většina klasických modelů), je nezbytné použít tzv. DI–BOX, který přizpůsobí vysokou impedanci kytarových snímačů linkovému vstupu na pultu (bez tohoto prvku je výrazně omezen přenos vyšších frekvencí i doznívání nástroje). Pro kytaru zapojenou přes DI–BOX je zpravidla nutné korekcemi napodobit frekvenční průběh kytarového reproduktoru a teprve potom je možné zvuk upravovat dalšími procesory či efekty. Takto zpracovaný zvuk kytary je zpravidla vyhovující pro čistý rytmický doprovod; přesvědčivějšího výsledku lze dosáhnout použitím kytarového procesoru.

U běžných kytarových procesorů (obdoba multiefektových procesorů) je možné kombinovat gate, kompresi, korekční úpravy, delay, chorus, několik obvodů přebuzení a simulovat činnost reproduktoru. Některé obsahují i měnič ladění, dozvuk a další efektové programy. Prakticky všechny tyto procesory lze programovat a řídit pomocí MIDI. I když se tyto jednotky většinou snaží i o napodobení lampového zvuku, většina rockových kytaristů dává přednost klasickému zesilovacímu systému. Ve studiu často kytaristé s překvapením zjišťují, jak skvěle jejich aparatura hraje, když se vyřadí všechny krabičky (bez kterých si předtím nedokázali hraní představit) a použije se pouze ušlechtile znějící zkreslení lampového zesilovače, které není degradováno dalšími obvody (narušení utkvělé představy, že čím více financí se obětuje, tím by měl systém hrát lépe).

Poslední možností zapojení kytary systémem DI je použití klasického lampového zesilovače, u něhož se reproduktor nahradí tzv. repro–emulátorem (simulátorem). Jedná se o umělou zátěž, která umožňuje zesilovači, aby fungoval stejným způsobem, jako když se k němu připojí reproduktor. Typické zabarvení reproduktoru se napodobuje různými filtračními obvody a výstupní signál se omezuje na linkovou nebo mikrofonní úroveň (často bývá výstup symetrický). Tento způsob práce přináší obvykle mnohem lepší výsledky než obyčejný DI–BOX; málokdy lze ale dosáhnout tak přesvědčivého zvuku jako při snímání boxu mikrofonem, a to ani po přidání umělého dozvuku.

Jak se můžete dočíst i v kapitole o jednotkách zkreslení, lze přebuzený tón zpracovat i dodatečně tak, že se při záznamu odbočí z DI–boxu do stopy přímý signál (neupravený zvuk), o jehož dalších úpravách, zejména pokud jde o zkreslení a způsob přebuzení, se může rozhodnout až později (dodatečné snímání zvuku z kytarové aparatury ve speciálně upravených místnostech nebo úpravy ve virtuálních procesorech na DAW).

## 1.10.6 Snímání akustické kytary

Akustická kytara by se měla ve studiu snímat kvalitním kapacitním nebo back-elektretovým mikrofonem s dostatečnou citlivostí, abychom se vyhnuli (zvlášť při jemné hře) problémům se šumem. Nejsilnější signál vychází z kruhového otvoru ozvučnice, pokud ale umístíte mikrofon v jeho těsné blízkosti, objeví se nepříjemné dunění, vzhledem k akustickým rezonancím uvnitř korpusu (zvuk vycházející z korpusu je jen jednou složkou mnoha různých vibrací vycházejících z dalších částí nástroje).

Při živém hraní, kde je zapotřebí snímat co nejsilnější signál z důvodů největšího omezení přeslechu z dalších nástrojů (vokálů), se snímání zvuku v blízkosti rezonančního otvoru občas používá (pokud není kytara snímána kontaktním snímačem); v tomto případě je ale nezbytné odříznout spodní dunění ekvalizérem (ve studiu ale není takový postup nejvhodnější).

### • *Kontaktní snímače*

Sebekvalitnější kontaktní snímač (většinou zabudovaný v kobylce kytary) nemůže ani u těch nejdražších nástrojů přenést barvu nástroje věrně, neboť snímáním vibrací pouze v jediném bodě se nelze ani s pomocí sebelepších elektronických obvodů (bývají součástí těchto nástrojů) přiblížit zvukové realitě. Posluchač stojící v určité vzdálenosti od nástroje vnímá směs vibrací vycházejících z otvoru v korpusu, z hlavy, krku a z ozvučnice, které jsou obohacené přímým zvukem kytarových strun. Směs těchto barev je navíc značně ovlivněna akustikou místnosti, takže je jasné, že umístěním mikrofonu v těsné vzdálenosti od určitého bodu na nástroji, stejně jako sejmutím tohoto bodu kontaktním způsobem nemůžeme získat ve studiu žádné zvláštní výhody.

Při živých aplikacích, kde se akustická kytara používá ve spojení s amplifikovanými nástroji a bubny, je snímání kontaktním způsobem prakticky jediným řešením (i když na úkor kvality zvuku), neboť přeslechy z ostatních nástrojů dosahují často mnohonásobně vyšších hodnot, než je užitečný signál z mikrofonu snímajícího kytaru (někdy i v případě, že je v těsné vzdálenosti u nástroje).

Některé firmy umožňují osadit nástroj kontaktním snímačem přenášejícím vibrace z ozvučnice, který je kombinován s miniaturním kapacitním mikrofonem snímajícím vrchní pásmo (cinkání strun). Obdoba této kombinace se nabízí i ve studiu, kde se může zvuk z mikrofonu se zvukem zabudovaného snímače smíchat. Pokud ale nemáte problémy s přeslechem a nástroj se natáčí zvlášť, přináší snímání klasickým způsobem obvykle nejuspokojivější výsledek.





### • *Varianty umístění mikrofonu*

U každého nástroje je zvuk vycházející z jeho různých částí odlišný, a proto je nutné najít takové umístění mikrofonu, aby zněl nástroj co nejpřirozeněji. V mnoha případech to bývá mikrofon ve vzdálenosti 50–80 cm od nástroje nasměrovaný na spojnici krku s korpusem. Podle toho, do jaké míry je zvuk dunivý (nebo jaké jsou požadavky na sejmutí spodního pásma nástroje v daném aranžmá), je možné posouvat mikrofon směrem od rezonančního otvoru ke krku nebo naopak, či změnit výšku tak, aby se nástroj snímal mírně seshora.

Existují i metody snímání více mikrofony, ať už je nástroj nahráván jen do jedné stopy, nebo ve stereu. Mezi nejoblíbenější postupy patří výše popsané umístění mikrofonu v kombinaci s mikrofonem ve vzdálenosti zhruba 25 až 70 cm od krku nasměrovaným přímo na hlavu krku. Při tomto postupu se dosáhne velmi reálného, konkrétního zvuku, zvlášť při rozkládaných akordech nebo klasickém stylu hry. Oba použité mikrofony mohou být kardioidní i kulové, neobvyklá není ani jejich kombinace; hlavní vliv na barvu zvuku má nastavení jejich vzájemného poměru.

Při stereofonním snímání lze použít některou klasickou stereofonní techniku (asi 0,5–1 m od nástroje), včetně mikrofonů PZM, dobře zní i kombinace mikrofonu snímajícího nástroj z menší vzdálenosti s prostorovým mikrofonem, přičemž každý z nich je nasměrován na opačnou stranu stereofonní báze. Akustická kytara se může snímat v poměrně živé akustice; vhodným prvkem je odrazivá podlaha v kombinaci s odraznými paravány či difuzéry. Pokud natáčíte zvuk v relativně zatlumeném prostředí, je při mixáži obvykle žádoucí přidání umělého dozvuku.

Někteří zvukaři hledají ideální pozici mikrofonu nebo mikrofonních kombinací velmi nápaditým a poměrně rychlým způsobem. Signál z jednoho či více mikrofonů smíchaných v určitém poměru (může se začít např. s 1 : 1) si odešlou do kvalitních studiových sluchátek zapojených v místnosti, kde hraje kytarista. Při posouvání mikrofonů slyší potom ve sluchátkách přímo vliv změn daného snímacího bodu a úhlu na zvuk nástroje, a tak se může relativně rychle nalézt ideální pozice, při které zní nástroj nejlépe.

Stejně jako u dalších akustických nástrojů, které hrají dost potichu, je užitečný signál z akustické kytary doprovázen různými rušivými zvuky. Kromě nadměrného drnčení strun nebo svistů při změně polohy (lze omezit potřením prstů speciálním práškem nebo použitím de-esseru) je třeba věnovat pozornost i vrzajícím židlím, přeslechu ze sluchátek (pozor na metronom), tikání hodinek, šustění oděvu a hlasitému dýchání, hekání, chrochtání či funění, kterým si někteří hráči pomáhají v technicky složitých partech. Zvlášť při použití komprese se tyto zvuky dostávají na vyšší úroveň než normálně a stávají se mnohem nápadnějšími. Řada rušivých hluků vychází i ze špatně seřízených mechanických částí nástroje (ladicí mechanika).

- *Další úpravy*

Kvalita výsledného zvuku je ovlivněna nejen způsobem snímání, ale především nástrojem samotným. Mizerně znějící kytara bude hrát v nahrávce vždycky špatně, i když se zvuk upraví těmi nejdražšími procesory. Nové kvalitní struny jsou nejen zárukou dobrého zvuku, ale i vyrovnaného ladění ve všech polohách.

Stejně jako v případě malého bubnu, nemá smysl snažit se o vytvoření zcela nového zvuku, protože například akustická koncertní kytara s nylonovými strunami bude vždy přinášet mnohem temnější zvuk než nástroje osazené kovovými strunami. U nich se dá zvuk ještě více rozjasnit přidáním vrchního pásma na ekvalizéru SHELVING nebo použitím exciteru. Někdy bývá dobré mírně potlačit dunění v pásmu 100–200 Hz, nebo nepříjemné zabarvení v oblasti zhruba 0,8–2,5 kHz.

Prakticky stejná pravidla jako při snímání akustické kytary platí i pro další strunné a drnkací nástroje, mezi které patří např. dvanáctistrunná kytara, mandolína, banjo, harfa apod. Uvádět detailní popis snímání jednotlivých typů nemá velký smysl, protože pokud víte, jak nejlépe postupovat a na co si dávat pozor u akustické kytary, jsou další postupy pouze variantou předchozích snímacích metod. Ať už se setkáte pouze s klasickými a „odzkoušenými" typy, nebo se vám naskytne příležitost nahrávat indické, japonské či další exotické zvuky, kterých existuje obrovská řada, vždy je třeba zvážit, kolik elementů (a do jaké míry) se podílí na celkovém zvuku a postupovat při snímání tak, aby byl celkový charakter nástroje reprodukován co nejlépe, aniž byste se dostali do problémů s fází, postranními hluky apod. Pokud je to možné, je dobré se v co největší míře vyhnout snímání v prostředí, kde hrají společně další nástroje (zvlášť, jestliže jsou hlučnější), aby se nemuselo přistupovat ke kompromisním řešením z přeslechových důvodů.





## 1.10.7 Snímání lidského hlasu

Ať už se jedná o zpívaný nebo mluvený projev, patří nahrávání lidského hlasu ve studiu k těm snadnějším úkolům, protože se jedná prakticky o bodový zdroj zvuku, a pokud jde o umístění mikrofonu, není nutné experimentovat takovým způsobem, jako u akustických nástrojů.

Na rozdíl od živých aplikací, kde se využívají úzce směrové, většinou dynamické mikrofony (maximální omezení přeslechů a zpětné vazby, robustní konstrukce, ostřejší zvuk vlivem prezenční špičky v oblasti 3–5 kHz), ve studiu se při natáčení vokálů (sólový hlas nebo vícehlasý sbor) většinou využívá kvalitní kapacitní mikrofon, aby byl hlas co nejpřirozenější. Tím se zaručí nejen věrný přenos vyšších kmitočtů, ale i to, že nevznikají problémy se šumem v tichých pasážích (šepot), a to ani tehdy, když je interpret ve vzdálenosti několika desítek centimetrů od mikrofonu. Ve studiu se samozřejmě mohou využívat i klasické dynamické mikrofony a u některých rockových zpěváků může dobře zvolený dynamický model přinést dokonce lepší výsledky, protože se dosáhne průraznějšího zvuku a nebo se zabarvení výborně hodí k hlasu zpěváka (tím, že ho nepřenese věrně mu může v některých případech i pomoci). Máte-li ve studiu k dispozici více modelů kvalitních dynamických mikrofonů, určitě se v některých případech vyplatí je vyzkoušet.

U většiny hlasů se při snímání objevují určité anomálie, které při poslechu v přirozeném prostředí takřka nevnímáme. Při snímání kvalitním mikrofonem mohou být ale natolik zdůrazněny, že v extrémním případě mají za následek přebuzení některých el. obvodů a následné zkreslení. Dají se rozdělit do dvou kategorií, z nichž každou je nutné řešit zvlášť.

První skupinu tvoří všechny hlásky explozivního charakteru (výrazně „B" a „P", méně „D" a „T") vytvářející kromě zvuku prudké vzduchové nárazy vznikající činností rtů a jazyka, které po nárazu na membránu způsobí nepříjemné bouchance, zvlášť u citlivějších mikrofonů. Řešením je buď zvýšení vzdálenosti od mikrofonu nebo použití některého POP-filtru (viz příslušná kapitola), v nouzi se dá pomoci i speciálně zapojeným kompresorem (kapitola o kompresorech).

Dalším problémem bývají sykavky („C", „S", „Z"), či jemné nahvízdnutí spojené s hláskami „S" a „T". Nepříjemné zdůraznění těchto ostrých zvuků může nastat hlavně při použití kapacitních mikrofonů nebo typů zdůrazňujících pásmo 3–5 kHz, přidáním výšek na ekvalizéru nebo exciteru či použitím jasně znějícího dozvuku. Odstranění nadměrných sykavek se nemusí řešit jen používáním de-esseru (viz kapitola o kompresorech), napomoci se dá i výběrem vhodného mikrofonu (je lépe se vyhnout brilantně znějící typům, které přinášejí dobré výsledky například při snímání smyčcové sekce), nebo vhodným nasměrováním (ne přímo na střed úst). Jisté zlepšení může přinést i použití kulové směrové charakteristiky namísto kardioidy.

Vzdálenost mikrofonu od interpreta se ve studiu pohybuje zhruba mezi patnácti a šedesáti centimetry, vše je závislé především na akustice studia a na charakteristice mikrofonu. Výšku mikrofonu je dobré nastavit tak, aby nebyl přímo na úrovni úst, ale kousek nad nimi (lepší možnost umístění pultu s textem) nebo pod nimi

(stolní stojan v hlasatelně). V extrémně jemných nebo šeptaných pasážích je možné vzdálenost o něco zmenšit, musíme si ale uvědomit, že u směrových mikrofonů narůstá PROXIMITY efekt a zároveň začínají být dobře slyšitelné veškeré nežádoucí zvuky doprovázející zpěv nebo řeč (mlaskání, dýchání, cvakání zubů apod.). Navíc mohou vznikat prudké výkyvy v hlasitosti a zabarvení hlasu sebemenším pohybem nebo vychýlením hlavy. Pokud tedy chcete pracovat tímto způsobem, měl by zpěvák mít již značné zkušenosti, pokud jde o práci s mikrofonem.

Ideální zabarvení hlasu je vždy nejlépe nalézt výměnou typu mikrofonu a nikoli používáním korekcí na mixážním pultu. Jemné přidání vrchního pásma na ekvalizéru typu SHELVING většinou není na závadu, ale při větším zesilování či potlačování pásem na ekvalizéru typu BELL začíná hlas znít velmi nepřirozeně, a proto je lépe se mu vyhnout. Pokud je hlas příliš kulatý, huhňavý či jinak neprůrazný, může mu dost pomoci přidání vrchních harmonických na enhanceru.

Většina studiových nahrávek vokálů se provádí v relativně mrtvém prostředí a s přidáním dozvuku se počítá až při mixáži. Proto je dobré mít ve studiu buď akusticky zatlumený kout, nebo používat akusticky pohltivé paravány složené do pravého úhlu za zpěvákem. Tak lze velmi dobře omezit nepříznivý vliv jakékoli místnosti, protože veškeré odrazy jsou pohlceny akusticky absorbujícím materiálem a nedostávají se zpětně na mikrofon (platí při použití kardioidní charakteristiky). Akusticky tlumící materiál musí být účinný především ve frekvenčním pásmu, které zabírá lidský hlas (nemusí mít příliš velkou pohltivost na basech).

## • *Monitoring při natáčení vokálu*

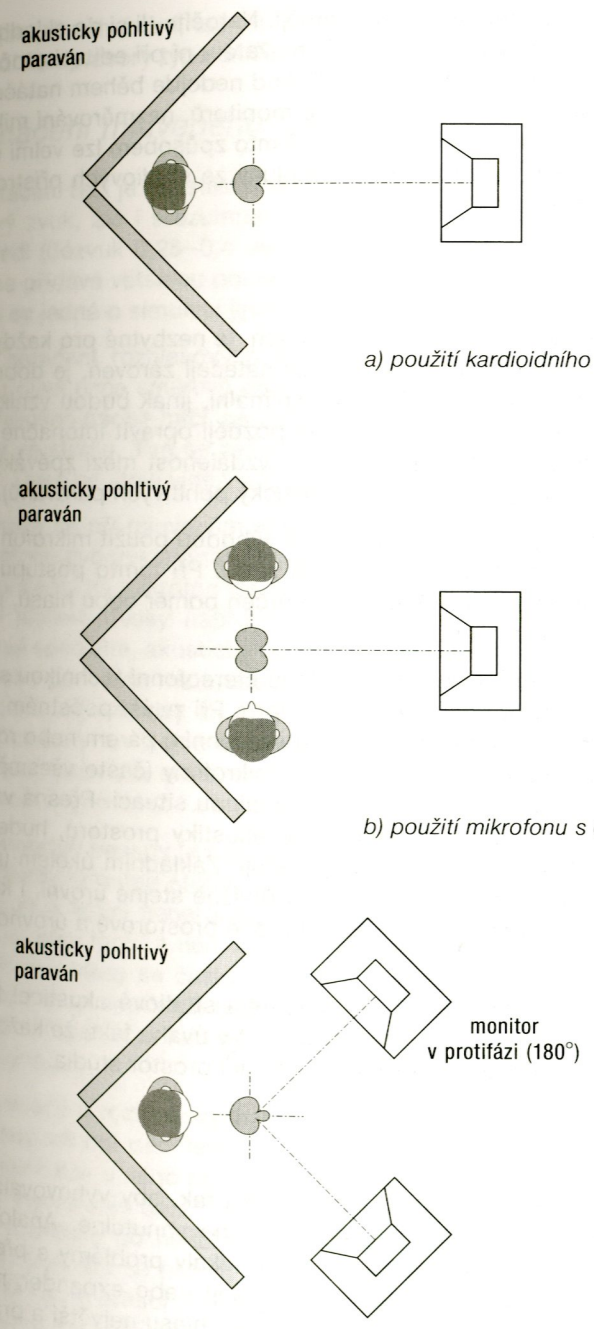
Většina sólových i sborových vokálů se točí na playback až po natočení doprovodných nástrojů. Při použití uzavřených sluchátek nevznikají velké problémy s přeslechem podehrávky; větší pozornost úrovni poslechu ve sluchátkách je třeba věnovat pouze při malé vzdálenosti od mikrofonu (tiché pasáže), kdy je signál z mikrofonu značně zesílen a hrozí nejen nebezpečí většího přeslechu, ale při hlasitějším poslechu vlastního hlasu může dojít i ke zpětné vazbě. Pokud se do sluchátek pouští i metronom (CLICK), je rovněž nutné dobře zkontrolovat, zda „neprolézá" do mikrofonu na zpěv (jeho odstranění v pasáži bez hudebního doprovodu by se při mixáži mohlo stát neřešitelným).

Některým interpretům poslech na sluchátka nevyhovuje (především z intonačních důvodů), a proto je nezbytné použít pro poslech podehrávky reproduktorové monitory. Na obr. 23 vidíte několik variant uspořádání monitorového poslechu tak, aby byl přeslech do mikrofonu minimální při uspokojivé hlasitosti pro zpěváka.

Čím je zpěvák blíž k mikrofonu a čím je menší hlasitost poslechu, tím je samozřejmě přeslech nižší. Velkého snížení přeslechu lze dosáhnout zapojením dvou monitorů (monofonní poslech), z nichž jeden je zapojen v protifázi (přepólování na zadních svorkách monitoru nebo na reprokonektoru). Hrají-li oba monitory ve stejné hlasitosti, dá se pečlivým umístěním mikrofonu nalézt bod, kde se signál z obou monitorů vyruší natolik, že je přeslech pouze minimální. Na zpěváka poslouchajícího monitory oběma ušima se bude efekt protifáze uplatňovat mnohem méně.








*a) použití kardioidního mikrofonu*

*b) použití mikrofonu s osmičkovou charakteristikou*

*c) použití hyperkardioidního mikrofonu*

*Obr. 23: Natáčení vokálního playbacku s hlasitým poslechem*

U DAW lze pracovat s přeslechem ještě elegantněji. Natočíte-li si do skladby pomocnou stopu, kde je pouze přeslech z monitorů, můžete u ní při editaci otočit fázi a posléze ji smíchat s výslednou vokální stopou. Pokud nedojde během natáčení ke změnám poslechových podmínek (hlasitost, pozice monitorů, nasměrování mikrofonů apod.), bude přeslech z monitorů téměř nulový. Tímto způsobem lze velmi dobře natáčet vokály přímo v poslechové režii (pozor na hluky ze studiových přístrojů, ty se i po přefázování mohou naopak sčítat).

## • *Vícehlasé sbory*

Chcete-li mít další vokální hlasy v nezávislých stopách, je nezbytné pro každý hlas použít i oddělený mikrofon. V případě, že se vokály natáčejí zároveň, je dobré mikrofony umístit tak, aby byl přeslech mezi hlasy minimální, jinak budou vznikat fázové problémy a v žádném případě nebude možné později opravit intonačně nebo rytmicky nevyhovující úseky (minimálně trojnásobná vzdálenost mezi zpěváky, než je jejich vzdálenost od mikrofonu, nebo použití akusticky pohltivých paravánů).

Při natáčení dvojhlasu do jediné stopy je možné s výhodou použít mikrofon s osmičkovou charakteristikou a zpěváky postavit proti sobě. Při tomto postupu musí být vzdáleností obou zpěváků od mikrofonu přesně určen poměr obou hlasů, protože ho později nebude již možné změnit.

Větší pěvecké sbory se většinou nahrávají vhodnou stereofonní technikou snímající v podstatné míře také akustiku nahrávacího prostoru. Při zvlášť početném obsazení je možné snímat každou sekci samostatným stereofonním párem nebo rozmístit do špatně vykrytých částí sboru přídavné lokální mikrofony (často všesměrové), které se nasměrují do nahrávky tak, aby simulovaly reálnou situaci. Přesná vzdálenost od interpretů a výška mikrofonů se volí podle akustiky prostoru, hudebního žánru a také podle toho, v kolika řadách účinkující stojí. Základním úkolem (pokud jsou hlasy vyrovnané) je sejmutí všech interpretů v přibližně stejné úrovni, i když je samozřejmě možné z uměleckého hlediska vytvářet různé prostorové a úrovňové dimenze.

Multimikrofonní techniku lze využívat pouze v kvalitní studiové akustice! Například při využití čtyř mikrofonů současně je zapotřebí vzít v úvahu fakt, že každý snímaný detail je rozmazán dalšími třemi mikrofony, snímající prostor studia.

## • *Dynamika zpěvu*

Málokterý zpěvák dokáže ovládat dynamiku svého hlasu tak, aby vyhovovala účelům nahrávání, a proto je použití komprese prakticky nevyhnutelné. Analogovou kompresi je možné používat již při nahrávání, aby nevznikaly problémy s přebuzením stop. Pokud používáte pro vyčištění pauz nějaký gejt nebo expander, měl by být zařazen ještě před kompresí, kdy je dynamický rozsah hlasu největší a práh citlivosti se dá nastavit nejlépe. Samozřejmě, že množství komprese by se mělo nastavit jen na nezbytně nutný stupeň, aby nebyla dynamika z hlasu odstraněna úplně. U některých hlasů jsou dynamické rozdíly tak extrémní, že je dobré použít kompresi jak při nahrávání, tak při míchání. Pro řízení dynamiky lidského hlasu se ideálně hodí kompresory typu SOFT KNEE.





## • *Natáčení mluveného slova*

Při natáčení řeči je akustika místnosti velmi důležitou složkou, neboť ovlivňuje nejen celkový zvuk, ale i srozumitelnost. V ideálním případě se používá dost zatlumené prostředí (dozvuk 0,25–0,4 sekundy rovnoměrně na všech frekvencích), umělý dozvuk se přidává většinou pouze v případech, kdy je prostředí velmi zatlumené, nebo pokud se jedná o simulaci jiného prostředí.

Při natáčení rozhlasových besed se často ke každému účastníkovi sedícímu u stolu dává úzce směrový mikrofon, který má v cestě zařazený expander. V době, kdy příslušná osoba mlčí, nesnímá její mikrofon další přeslechy (problémy s fází) ani odrazy ve studiu. Tím se zajistí, že jsou aktivní jen ty mikrofony, na které se právě hovoří. Dnes se stále více využívají kontaktní mikrofony s bezdrátovým systémem.

Protože se při mluveném slově většinou sedí u nějakého stolu, může být signál z mikrofonu zabarven výrazným efektem hřebenového filtru vlivem odrazu od desky, který přichází na mikrofon těsně za přímým signálem. Proto je pro tyto účely použití hladké leštěné desky naprosto nevhodné. V dobře provedených hlasatelnách se používají speciální, akusticky průchozí stolní desky (děrovaný ocelový plech pokrytý plstí nebo pěnovým materiálem, potažený speciální látkou). U ostatních konstrukcí je důležité zajistit, aby se tyto odrazy buď nedostávaly na mikrofon vůbec, nebo aby přicházely ve stejné fázi (umístění mikrofonu v jedné rovině s deskou stolu). Provedení takového stolu, který má dobře sloužit svému účelu, není jednoduché, neboť musí vyhovovat i z hlediska umístění textů, psaní poznámek atd.

Rozhlasové besedy je možné snímat i jediným mikrofonem s kulovou charakteristikou zavěšeným nad stolem (zhruba půl metru nad hlavami besedujících). Tato metoda je sice velmi nenáročná, vyžaduje ale kvalitní akustiku konferenčního studia, signál je monofonní a není možné vyrovnávat jednotlivé hlasy (nebo jen dost obtížně). Pro dva hlasy se často používá v rozhlasových hlasatelnách osmičkový mikrofon, který sice nepřináší problémy s fází jako dva kardioidní systémy, zvuk je ale opět monofonní, a pokud se oba hlasy úrovňově výrazně liší, je lépe se jeho použití raději vyhnout.

Při natáčení rozhlasových her se často používají buď oddělené kardioidy, nebo jeden stereofonní pár. Ten sice přináší lepší stereofonní vjem a větší hloubku prostoru, ale nelze u něho později vyrovnávat úrovňové a prostorové poměry, ani umístění na stereofonní bázi. Při práci tímto způsobem se často prostor snímané oblasti studia rozděluje do několika ploch, označených na podlaze studia písmeny nebo čísly. Do scénáře se potom vyznačí přesné místo, ve kterém se daná scéna natáčí, případně různé přesuny do dalších oblastí. Jedná se vlastně o jakési stereofonní jeviště, které má svoji šířku (pohyb zleva doprava) a hloubku (pohyb zepředu dozadu).

## 1.10.8 Snímání klavíru

Akustický klavír je unikátní nástroj, který vyzařuje zvuk poměrně složitým způs-
bem. Ještě před nahráváním je zapotřebí provést jakousi „generálku" nástroje, kt-
spočívá nejen v jeho doladění, ale i minimalizaci hluků, které vydávají jednotl-
mechanické díly (dobří profesionální ladiči jsou při natáčení klavíru nepostradatel-
Pedály nástroje jsou z hlediska nežádoucích hluků asi největším problémem, a t-
pokud nepomůže změna stylu hry, je nutné použít nějaké přídavné tlumení ve for-
měkké podložky či látky.

Klasické koncertní nahrávky se natáčejí s velkým koncertním křídlem, které m-
velmi brilantní zvuk na výškách i bohaté basy. Jen málokteré studio si může dovo-
takový nástroj vlastnit nejen z finančních důvodů, ale i kvůli starostem s údržbou a
prostorovým požadavkům. Proto se natáčení klavíru většinou provádí v koncertních
sálech a malá studia se orientují spíše na syntetické klavíry nebo samplery. I kdy-
je dnes zvuk těchto nástrojů poměrně věrný, málokterý koncertní umělec bude m-
při takové hře ideální reakce a uspokojení ze hry, protože bude postrádat jem-
nuance skutečného křídla. Pro žánry, kde je klavír pouze doprovodným nástrojem,
jsou však tyto nástroje značným přínosem z hlediska ladění i odstranění přeslechů.

Vzhledem k tomu, že klavír pokrývá prakticky celé audio–spektrum, je nezbyt-
použití kvalitního mikrofonu s rovným frekvenčním průběhem. Pro snímání je možn-
použít kteroukoli stereofonní techniku s tím, že při systému AB je možné lepší vy-
rovnání poměru vrchních a spodních registrů. Pro účely, kde je důležitá mono kom-
patibilita, je lepší využívat systému XY nebo MS.

V případě natáčení sólového klavíru nebo klavíru dobře zvukově odděleného o-
nežádoucích přeslechů je možné stereofonní pár umístit zhruba 1 až 2 metry o-
pravého boku nástroje ve výšce zhruba napůl otevřeného víka. Pokud je akustik-
místnosti ideální, je možné postavit pár ještě o něco dál, čímž se přenáší skuteč-
zvuk ještě věrněji. Jestliže není akustika sálu nebo studia pro klavír nejvhodnější, j-
lépe vzdálenost naopak o něco snížit (cca 50–80 cm) a při mixáži přidat troch-
umělého dozvuku. U koncertních modelů vychází téměř polovina zvuku ze spodn-
části křídla, a pokud nemá tato barva adekvátní podíl na celkovém zvuku, zní klav-
suše a břinkavě (chybí mu „tělo"). Jestliže tedy není vzdálenost mikrofonů od ná-
stroje taková, aby ho reprezentovala jako celek, nebo jsou odrazy od leštěné podla-
hy nahrazeny absorbcí v hustém koberci, stojí určitě za to vyzkoušet přídavný
mikrofon snímající spodní partie nástroje (dobře fungují i modely PZM).

V populárních žánrech se klavír často natáčí mikrofony umístěnými uvnitř nástro-
je (15–25 cm od strun), nasměrovanými na místo, kde dochází k úderu kladívek d-
strun. Oba kulové mikrofony systému AB jsou v tomto případě od sebe poměrn-
dobře oddělené, protože jeden mikrofon snímá spodní a druhý vrchní registry. Vý-
sledný zvuk je nejen ostřejší, ale je i lépe oddělen od přeslechů, pokud s klavírem
hrají nějaké další nástroje. Ještě většího oddělení od ostatních zvuků lze dosáhnout
tím způsobem, že se víko neotevře naplno, ale jen napůl a po ideálním nastavení
mikrofonů se přes něj přehodí těžký závěs.





I když jsou v tomto případě oba mikrofony v relativně dostatečné vzdálenosti od sebe, je dobré zkontrolovat mono kompatibilitu tím, že necháte klavíristu při navole-
ném monofonním poslechu několikrát přehrát chromatickou stupnici v celém rozsa-
hu nástroje (tím si zkontrolujete i vyrovnanost spodních a vrchních registrů). Pokud se nějaké problémy vyskytnou, je nutné buď zmenšit vzdálenost mezi mikrofonem a strunami, nebo umístit mikrofony dál od sebe. Protože každá část nástroje vyza-
řuje zcela odlišný zvuk, je dobré přesným umístěním a nasměrováním obou mikro-
fonů nalézt barvu, která se pro daný účel hodí nejlépe.

Pro stereofonní snímání klavíru se rovněž výborně hodí mikrofony PZM nalepené na spodní straně víka, které vytváří ideální odraznou plochu pro tuto techniku. Je-
den mikrofon opět pokrývá spodní a druhý vrchní část zvukového spektra. Přesné umístění je třeba nalézt obdobným způsobem jako u klasických mikrofonů.

Snímání obyčejného pianina, které nevytváří tak bohatý zvuk jako klasický klavír, je poněkud obtížnější, neboť pro přijatelný výsledek je nezbytné odstranit přední kryt a víko nástroje, aby se zvuk mohl volně šířit. Stereofonní pár se potom umístí buď nad nástroj (platí obdobná pravidla jako při snímání klavíru), nebo za klavíristu. Zvuk nástroje je bohatší u odrazivých povrchů (zdi, dřevěná či kamenná podlaha), než v místnostech pokrytých hustými závěsy a kobercem. Pokud je zvuk nástroje tupý, je možné jej rozjasnit použitím enhanceru nebo ekvalizéru (SHELVING).

## 1.10.9 Snímání dechových nástrojů

U řady dechových nástrojů vychází podstatná část zvuku nejen z trouby (otevřený konec nástroje), ale i z otvorů pod klapkami, které jsou rozmístěny často po celém korpusu nástroje, a v některých případech zvuk vychází i přímo z náústku (hubičky). Pokud nesnímáme celou dechovou sekci, ale pouze jednotlivé nástroje, můžeme se často setkat s problémem odečítání fáze, kdy na mikrofon dorazí zvuk z otvorů na korpusu s určitým časovým posunem oproti zvuku vycházejícího z trouby nástroje. Problém je o to složitější, že s výškou tónu se mění i otvor, ze kterého je zvuk vyza-
řován, což vede k rozdílným časovým (fázovým) posuvům různých tónů.

Dalším potenciálním problémem při záznamu těchto nástrojů je skutečnost, že jejich zvuk vytváří často velmi ostré a především asymetrické tvarové křivky, při kte-
rých mohou vznikat vyšší úrovně špiček, než jaké ukazují indikátory (zvlášť u indi-
kátorů odvozujících úroveň z jedné půlvlny), a proto je třeba dávat si dobrý pozor na přebuzení.

U dřevěných dechových nástrojů a saxofonu nebývá nejvýhodnější poloha mikro-
fonu přímo v prodloužené ose konce nástroje, odkud vychází nejhlasitější zvuk, ale věrnějšího sejmutí se dosáhne umístěním mikrofonu mírně ze strany, zhruba upro-
střed mezi nejvyšším a nejnižším otvorem v korpusu. Vzdálenost od nástroje může být přibližně taková, aby vrchní a spodní otvor tvořily s mikrofonem body rov-
nostranného trojúhelníku. Přesnou vzdálenost je nutné dorovnat podle akustiky místnosti a velikosti přeslechu z ostatních nástrojů. I zde se vyplatí nechat si pře-
hrát tóny v celém rozsahu nástroje a zkontrolovat jejich vyrovnanost.

U saxofonu se sice nejpřirozenějšího zvuku dosáhne výše popsanou metodou, kdy je mikrofon umístěn mírně ze strany nástroje, ale v populární hudbě se často využívá agresivnějšího zvuku, kdy je mikrofon umístěn přímo proti troubě nástroje. Zatímco v případě dřevěných dechových nástrojů je nejvhodnější volbou kapacitní mikrofon, snímá se saxofon často i dynamickým typem, aby se dosáhlo kulatějšího, plnějšího zvuku.

Flétnu je možné rovněž snímat klasickým způsobem zhruba v polovině vzdálenosti mezi vrchním a spodním otvorem; ale v populární hudbě, kde je občas vyžadován dýchavější zvuk, je zapotřebí posunout mikrofon blíže k hubičce (pozor na vzduchové nárazy).

U žesťových nástrojů vychází většina zvuku přímo z trouby, a proto se mikrofony umísťují nejčastěji proti ní. Nasměrováním ke středu nebo k okraji trouby se dá najít požadovaná barva nejlépe, neboť posunutím mikrofonu k okraji trouby se snímá více vibrací z korpusu nástroje a zvuk je bohatší na vrchní harmonické. V případě použití dusítka platí toto pravidlo dvojnásobně. Vzdálenost mikrofonu od trouby se doporučuje cca 50–70 cm, u větších nástrojů (tuba) se může ještě o něco zvýšit.

Snímání dechové sekce v orchestru se samozřejmě neprovádí individuálním snímáním nástrojů. Typická žesťová sekce se skládá ze čtyř trumpet, dvou tenorových pozounů, jednoho basového pozounu, tuby a čtyřech horn. Přesný poměr trumpet a trombonů se nastavuje obtížně, velkou pomocí ale může být spolupráce hráčů: v tichých pasážích, kdy se přikloní více k mikrofonu, zatímco při hlasitějších se zase odkloní. Na každou dvojici hráčů se používá samostatný mikrofon, basový pozoun a tuba mívají svůj vlastní mikrofon. Horny se mohou snímat zezadu, a pokud jsou umístěny u odrazivých zdí nebo paravánů, lze je snímat i zepředu (snímá se odražený zvuk). Hráči na dřevěné dechové nástroje (dřeva) sedí u pultů obvykle v párech. Typická sekce se skládá ze dvou fléten, dvou hobojů, dvou klarinetů a dvou fagotů, přičemž někteří hráči mohou nástroje poměrně často střídat, s čímž je třeba při nahrávání počítat. U každého páru se obvykle umísťuje samostatný mikrofon.

Obdobným způsobem (po dvojicích) se snímají také dechové nástroje v Big Bandech. Přiblížení či natočení k mikrofonu (zvednutí sólisty ze židle) udělá často větší práci než samostatný mikrofon, který je vždy potenciálním zdrojem fázových problémů.





## 1.10.10 Snímání smyčcových nástrojů

I když smyčcové nástroje nevytvářejí příliš velkou hladinu akustického tlaku, jsou charakteristické svým obrovským dynamickým rozsahem a výrazovými změnami. Hrají se na ně i složité flažolety, které se často pohybují na hranici slyšitelnosti, a tak je prakticky jediným řešením dobrý kapacitní mikrofon (oblíbené jsou i páskové modely, které se vzhledem k menší citlivosti musí většinou umístit blíž k nástrojům).

Směrová charakteristika je většinou dána akustikou studia a otázkami přeslechu z ostatních nástrojů nebo sekcí; často se používá kardioida, ale pokud to dovolují akustické podmínky studia nebo koncertního sálu, zní velmi dobře i charakteristika kulová.

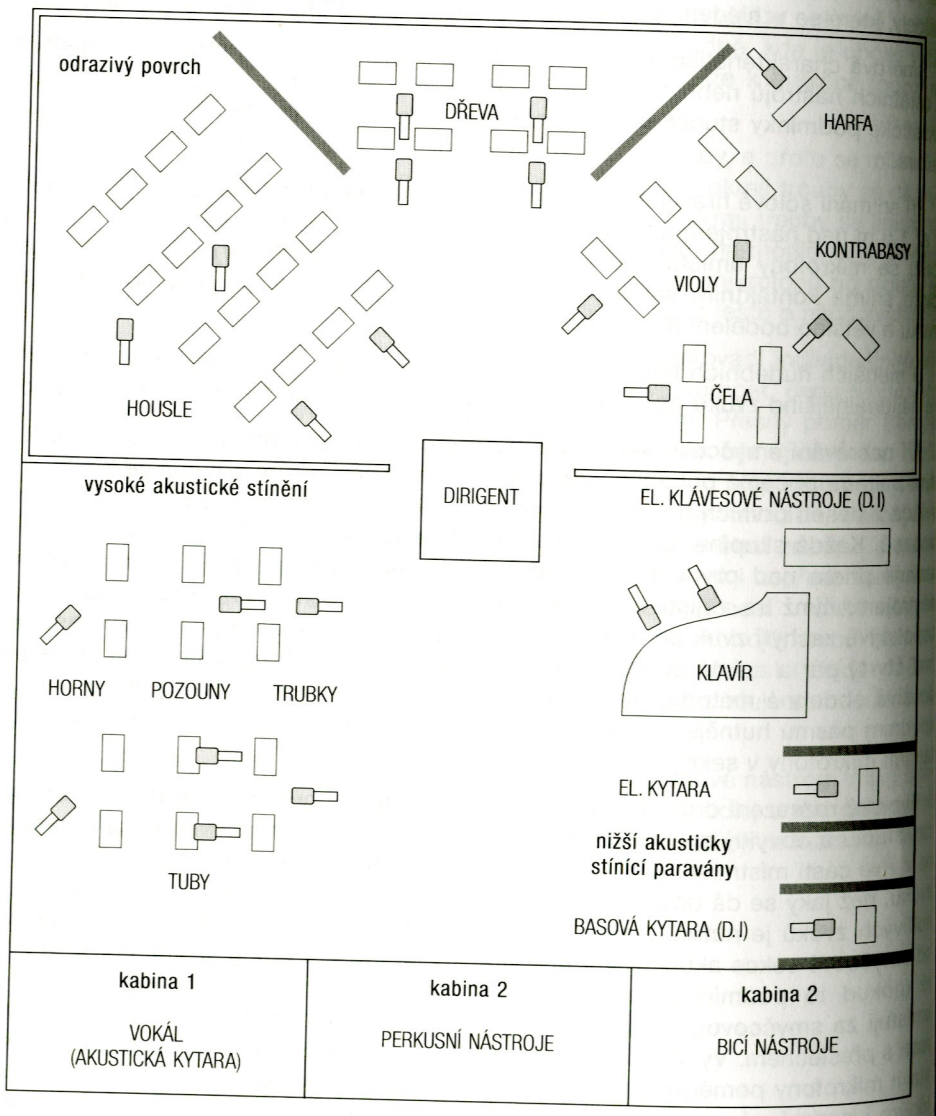
Při snímání sólově hrajících houslí nebo violy se mikrofon umísťuje ve vzdálenosti 1 až 1.5 m nad nástrojem (obvykle je nutné použít speciální stojan), u čela a kontrabasu se mikrofony umísťují před nástrojem. V populárních žánrech se kontrabas často snímá kontaktním snímačem nebo mikrofonem, aby se dosáhlo hutnějšího zvuku a většího oddělení přeslechů.

U menších hudebních těles, jakými jsou například smyčcová kvarteta, se dosáhne nejideálnějšího zvuku použitím některé stereofonní techniky ve vhodné akustice.

Při nahrávání smyčcové sekce u větších orchestrů sedí hráči po dvou před každým pultem, přičemž pulty jsou uspořádány za sebou. Průměrná sekce smyčců se skládá z deseti prvních houslí, osmi druhých houslí, šesti viol, čtyř čel a dvou kontrabasů. Každá skupina se obvykle snímá dvěma mikrofony. První mikrofon se nastavuje přímo nad první housle nebo sólistu ve výšce alespoň dvou metrů nad nástrojem, čímž se zajistí dobré sejmutí jakéhokoli sólového partu a zároveň se uspokojivě zachytí zvuk prvních tří nástrojových párů. Druhý mikrofon se nastavuje nad čtvrtý pár a snímá se jím zadní část sekce. Pro druhé housle, violy a čela se používá obdobná metoda. Kontrabasy se obvykle snímají zblízka, aby byl zvuk ve spodním pásmu hutnější (dozvuk z těchto nástrojů je v podstatné míře snímán ostatními mikrofony v sekci).

Typické rozsazení orchestru pro natáčení populární hudby v moderním nahrávacím studiu a obvyklý způsob snímání vidíte na obr. 24. Smyčcová sekce je umístěna v živé části místnosti, neboť přirozený dozvuk studia vede k mnohem bohatšímu zvuku, než jaký se dá dosáhnout přidáním umělého dozvuku (správné vyvážení jednotlivých zvuků je nutné provést již při záznamu). Žesťovou sekci je nutné oddělit od smyčcové sekce akustickými paravány až ke stropu. Francouzské horny je dobré (pokud to podmínky dovolují) rovněž umístit do živého prostředí, dřeva se umísťují za smyčcovou sekci, neboť jejich dynamický rozsah nezpůsobí velké starosti s přeslechem. Využití živého prostředí pro tuto skupinu nástrojů umožňuje nastavit mikrofony poměrně vysoko nad hráče, čímž se vyhnete ostrým a udýchaným tónům i nadměrnému snímání klapek. Živé části místností jsou výhodné zejména v tom, že je možné používat mikrofony ve větších vzdálenostech od nástrojů než při práci v zatlumených podmínkách, kde je snímání z menších vzdáleností nezbytné pro dosažení maximální srozumitelnosti.

Protože žádné nahrávací studio není naprosto dokonalé a úplné oddělení přesluchů je nemožné, natáčí se v některých případech jednotlivé sekce orchestru na playback (nejčastěji smyčce). V takovém případě musí mít každý hráč poslech z nahraných stop smíchaný ve sluchátkách. Tento postup však zabere podstatně více času, a tak pokud je to možné, natáčí se ve studiu celý orchestr najednou.




*Obr. 24: Typické rozsazení orchestru pro natáčení populární hudby ve velkém studiu a obvyklý způsob snímání*





# 1.11 Příklady některých často využívaných mikrofonů

V předchozích vydáních této příručky jste mohli na následujících stránkách najít poměrně rozsáhlé tabulky s přehledem aktuálních modelů dynamických i kapacitních mikrofonů. Myslím, že v době masového rozšíření internetu již podobné přehledy postrádají smysl, a tak uvádíme pouze orientační příklady několika často využívaných modelů. Za nimi následují už pouze spojení www, kde můžete nalézt naprosto vyčerpávající údaje.

| Model | systém | směrová char. | citlivost [mV/Pa] | frekvenční char. [Hz-kHz] | orientační cena [€] | poznámka, využití |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **AKG (Rakousko)** | | | | | | **www.akg.com** |
| D 112 | dynam. | kardioida | 1,8 | 20–17 | 209 | basové nástroje |
| D 3700 S | dynam. | kardioida | 2,5 | 70–20 | 117 | série TRI POWER; vyp.; zpěv |
| D 3800 S | dynam. | kardioida | 2,5 | 50–20 | 174 | série TRI POWER; vyp.; zpěv |
| C 1000 S | kapacitní | volitelná (2) | 6,0 | 50–20 | 209 | má vyp.; studio, live |
| C 2000 B | kapacitní | kardioida | 20,0 | 30–20 | 250 | domácí studio |
| C 3000 B | kapacitní | kardioida | 25,0 | 20–20 | 338 | studio |
| C 414 B–XLS | kapacitní | přepínatelná | 23,0 | 20–20 | 1 128 | studio |
| C 426 B COMB | kapacitní | přepínatelná | 11,0 | 20–20 | | XY STEREO; studio |
| C 451 B | kapacitní | kardioida | 9,0 | 20–20 | 431 | studio |
| C 4500 B–BC | kapacitní | kardioida | 20,0 | 30–20 | 630 | vysílání, bicí, dechy |
| C 4000 B | kapacitní | přepínatelná (3) | 25,0 | 20–20 | 568 | studio |
| C 542 BL | elektret | polokoule | 20,0 | 20–20 | 256 | k instalaci na plochu |
| C 562 CM | elektret | polokoule | 25,0 | 20–20 | 175 | k instalaci na plochu |
| C 568 B | elektret | úzce směr. | 11,0 | 20–20 | 458 | směrové snímání zvuku |
| C 5900 | kapacitní | superkard. | 6,0 | 20–20 | 431 | série TRI POWER; zpěv |
| C 12 VR | kapacitní | přepínatelná | 10,0 | 30–20 | 4 390 | lampový model; studio |
| C 480 B (ULS/61) | kapacitní | kardioida | 20,0 | 20–20 | 621 | kapsle CK 61+C 480B; studio |
| CK 62 ULS | kapacitní | koule | 20,0 | 20–20 | 218 | kapsle pro C460B; studio |
| CK 63 ULS | kapacitní | hyperkard. | 20,0 | 20–20 | 218 | kapsle pro C460B; studio |
| CK 391 B | elektret | kardioida | 10,0 | 20–20 | 407 | SE300B + kapsle CK91; studio |
| CK 92 | elektret | koule | 10,0 | 20–20 | 202 | kapsle pro SE300B; studio |
| CK 93 | elektret | hyperkard. | 10,0 | 20–20 | 202 | kapsle pro SE300B; obecné |
| CK 94 | elektret | osmičková | 10,0 | 20–20 | 388 | kapsle pro SE300B; obecné |
| Perception 100 | kapacitní | kardioida | 18,0 | 20–20 | | 1˝ kapsle |
| Perception 200 | kapacitní | kardioida | 18,0 | 20–20 | | 1˝ kapsle |
| Solidtube | kapacitní | kardioida | 20,0 | 20–20 | 919 | lampový model |
| **AUDIO–TECHNICA (Japonsko)** | | | | | | **www.audio–technica.com** |
| AE2500 | kap.+dyn. | kardioida | 2,8/1,9 | 20–17 | 619 | dvousystémový model |
| AE3000 | kapacitní | kardioida | 7,0 | 20–20 | 286 | bicí, el.kytara |
| AE3300 | elektret | kardioida | 7,9 | 30–18 | 333 | zpěv live |
| AE4100 | dynam. | kardioida | 1,7 | 90–18 | 214 | zpěv live |

| Model | systém | směrová char. | citlivost [mV/Pa] | frekvenční char. [Hz-kHz] | orientační cena [€] | poznámka, využití |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AE5400 | elektret | kardioida | 10,0 | 20–20 | 405 | zpěv live |
| AE6100 | dynam. | hyperkardioida | 1,7 | 60–15 | 214 | zpěv live |
| AT2020 | elektret | kardioida | 14,1 | 20–20 | 111 | domácí studio |
| AT3032 | elektret | koule | 19,9 | 30–20 | 229 | malá membrána; studio |
| AT3035 | elektret | kardioida | 25,1 | 20–20 | 226 | studio |
| AT3060 | kapacitní | kardioida | 25,1 | 50–16 | 619 | studio |
| AT4041 | elektret | kardioida | 15,8 | 20–20 | 309 | malá membrána; studio |
| AT4033 ASM | elektret | kardioida | 25,1 | 30–20 | 405 | studio |
| AT4040 | kapacitní | kardioida | 25,1 | 20–20 | 405 | studio |
| AT4047 SV | kapacitní | kardioida | 17,7 | 20–18 | 738 | studio |
| AT4050 SM | kapacitní | přepínatelná (3) | 15,8 | 20–18 | 738 | studio |
| AT4060 | kapacitní | kardioida | 19,9 | 20–20 | 1 999 | lampový model; studio |
| ATM25 | dynam. | hyperkardioida | 1,9 | 30–15 | | nástroje, bicí |
| ATM41 HE | dynam. | hyperkardioida | 2,8 | 50–17 | | zpěv live |
| ATM89 R | kapacitní | hyperkardioida | 7,9 | 70–20 | | univerzální; výměnné kapsle |
| **BEYERDYNAMIC (Německo)** | | | | | | **www.beyerdynamic.com** |
| M 130 | dyn.pásk. | osmička | 1,0 | 40–18 | 560 | MS STEREO; klavír, smyčce |
| M 160 | dyn.pásk. | hyperkard. | 1,0 | 40–18 | 489 | MS, XY STEREO; klavír, smyčce |
| M 201 TG | dynam. | hyperkard. | 1,2 | 40–18 | 209 | univerzální |
| M 260 | dyn.pásk. | hyperkard. | 1,2 | 40–18 | 289 | zpěv, nástroje |
| M 58 | dynam. | koule | 1,3 | 40–20 | 199 | reportáže |
| M 59 | dynam. | hyperkard. | 3,0 | 50–16 | 210 | univerzální |
| M 99 | dynam. | hyperkard. | 3,0 | 30–18 | 399 | velký buben, nástroje |
| TGX 60 | dynam. | hyperkard. | 3,0 | 40–18 | 229 | zpěv, nástroje live |
| TGX 80 | dynam. | hyperkard. | 3,2 | 30–18 | 249 | zpěv live |
| MC 740 | kapacitní | přepínatelná (5) | 10,0 | 20–20 | 1 598 | studio |
| MC 833 | kapacitní | kardioida | 25,0 | 20–20 | | stereofonní; studio |
| MC 834 | kapacitní | kardioida | 20,0 | 20–20 | 849 | studio |
| MC 930 | kapacitní | kardioida | 30,0 | 40–20 | 399 | malá membrána; studio |
| MCE 530 | elektret | kardioida | 5,0 | 30–20 | 148 | nástroje a sbory ve stereu |
| MCE 90 | elektret | kardioida | 10,0 | 30–20 | | domácí studio |
| MCE 93 | elektret | kardioida | 10,0 | 30–20 | | domácí studio |
| Opus 51 | elektret | polokoule | 7,0 | 30–20 | 269 | boundary; klavír, velký buben |
| Opus 69 | dynam. | superkard. | 2,5 | 35–16 | 111 | zpěv live |
| Opus 83 | elektret | kardioida | 3,2 | 40–20 | 202 | nástroje |
| **DPA** | | | | | | **www.dpamicrophones.com** |
| 3532–SP | kapacitní | koule | 50,0 | 20–20 | | studio; široká membrána |
| 4006–TL | elektret | koule | 35,0 | 15–20 | 2 090 | studio |
| 4015–TL | elektret | kardioida | 10,0 | 40–20 | | studio |
| 4023 | elektret | kardioida | 7,0 | 40–20 | | kompaktní design |
| 4028 | elektret | široká kard. | 7,0 | 40–20 | | kompaktní design |
| 4041–SP | kapacitní | koule | 65,0 | 20–20 | | studio; široká membrána |
| 4053 | elektret | koule | 30,0 | 20–20 | | kompaktní design |
| 4060–BM | elektret | koule | 20,0 | 20–20 | 345 | miniaturní model |
| 4090 | elektret | koule | 20,0 | 20–20 | 524 | studio i pódium |

| Model | systém | směrová char. | citlivost [mV/Pa] | frekvenční char. [Hz-kHz] | orientační cena [€] | poznámka, využití |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **NEUMANN (SRN)** | | | | | | **www.neumann.com** |
| GFM 132 | kapacitní | polokoule | 18,0 | 20–20 | 2 006 | aplikace na plochu; studio |
| KM 120 | kapacitní | osmička | 12,0 | 20–20 | 1 379 | studio |
| KM 130 | kapacitní | koule | 12,0 | 20–20 | 1 126 | studio |
| KM 140 | kapacitní | kardioida | 15,0 | 20–20 | 1 097 | studio |
| KM 150 | kapacitní | hyperkard. | 10,0 | 20–20 | | studio |
| KM 183 | kapacitní | koule | 12,0 | 20–20 | 870 | studio, nástroje |
| KM 184 | kapacitní | kardioida | 15,0 | 20–20 | 772 | studio, nástroje |
| KMR 81 i | kapacitní | úzce směr. | 18,0 | 20–20 | 1 609 | exteriéry, film, video |
| KMR 82 i | kapacitní | úzce směr. | 21,0 | 20–20 | | exteriéry, film, video |
| M 147 | kapacitní | kardioida | 20,0 | 20–20 | | lampový model; studio |
| M 149 | kapacitní | přepínatelná | 34–62 | 20–20 | 4 750 | lampový model; studio |
| TLM 103 | kapacitní | kardioida | 21,0 | 20–20 | 1 158 | studio |
| TLM 170 R | kapacitní | přepínatelná | 8,0 | 20–20 | 2 848 | studio |
| TLM 193 | kapacitní | kardioida | 18,0 | 20–20 | 1 411 | studio |
| TLM 50S | kapacitní | koule | 20,0 | 20–20 | 5 632 | nahrávky Beatles; studio |
| U 87 Ai | kapacitní | přepínatelná | 20–28 | 20–20 | 2 736 | nejužívanější model; studio |
| U 89 i | kapacitní | přepínatelná | 8,0 | 20–20 | 2 767 | studio |
| **SENNHEISER (SRN)** | | | | | | **www.sennheiser.co.uk** |
| e 604 | dynam. | kardioida | 1,8 | 40–18 | 141 | bicí, dechy |
| e 606 | dynam. | superkard. | 1,5 | 40–15 | 141 | el. kytara |
| e 845 | dynam. | superkard. | 1,8 | 40–16 | 134 | zpěv |
| e 902 | dynam. | kardioida | 0,6 | 20–18 | 223 | velký buben |
| e 905 | dynam. | kardioida | 2,6 | 40–18 | 182 | malý buben |
| MD 421 II | dynam. | kardioida | 2,0 | 30–17 | 449 | studio, reportáže, vysílání |
| MD 425 | dynam. | superkard. | 1,6 | 40–18 | | řeč, zpěv |
| MKH 20 | kapacitní | koule | 25,0 | 12–20 | 1 727 | studio |
| MKH 30 | kapacitní | osmička | 25,0 | 40–20 | 1 860 | studio |
| MKH 40 | kapacitní | kardioida | 25,0 | 40–20 | 1 699 | studio |
| MKH 50 | kapacitní | superkard. | 25,0 | 40–20 | 1 750 | studio |
| MKH 8020 | kapacitní | koule | 31,0 | 10–60 | 1 288 | studio |
| MKH 8040 | kapacitní | kardioida | 20,0 | 30–50 | 1 288 | studio |
| MKH 8050 | kapacitní | superkard. | 20,0 | 30–50 | 1 288 | studio |
| **SHURE (USA)** | | | | | | **www.shure.com** |
| BETA 52 A | dynam. | superkard. | 0,6 | 20–10 | 211 | nástroje, velký buben |
| BETA 56 A | dynam. | superkard. | 2,8 | 50–16 | 165 | malý buben, kotle |
| BETA 57 A | dynam. | superkard. | 2,8 | 50–16 | 165 | nástroje |
| BETA 58 A | dynam. | superkard. | 2,6 | 50–16 | 201 | zpěv |
| BETA 91 | electret | polokard. | 1,1 | 20–20 | 308 | boundary, vým. kapsle; v. buben |
| KSM 32 | elektret | kardioida | 16,0 | 20–20 | 713 | studio |
| KSM 44 | kapacitní | přepín.(3) | 16,0 | 20–20 | 951 | studio |
| PG 57 | dynam. | kardioida | 1,6 | 50–15 | 75 | domácí studio; nástroje |
| PG 58 | dynam. | kardioida | 2,2 | 60–15 | 75 | domácí studio; zpěv |
| SM 7B | dynam. | kardioida | 1,1 | 50–20 | 618 | rozhlas, TV |
| SM 48 | dynam. | kardioida | 1,3 | 55–14 | 85 | zpěv |

| Model | systém | směrová char. | citlivost [mV/Pa] | frekvenční char. [Hz-kHz] | orientační cena [€] | poznámka, využití |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SM 57 | dynam. | kardioida | 1,6 | 40–15 | 134 | nástroje |
| SM 58 | dynam. | kardioida | 1,8 | 50–15 | 164 | zpěv |
| SM 81 | kapacitní | kardioida | 5,6 | 20–20 | 451 | nástroje |
| SM 86 | kapacitní | kardioida | 3,2 | 50–18 | 230 | zpěv |
| SM 87 A | kapacitní | superkard. | 2,4 | 50–20 | 365 | zpěv |
| **RODE (Austrálie)** | | | | | | **www.rodemic.com** |
| Classic II | kapacitní | přepínatelná (9) | 14,0 | 20–20 | 1895 | studio; lampový model |
| K2 | kapacitní | plynule přepín. | 16.0 | 20–20 | 599 | studio; lampový model |
| NTK | kapacitní | kardioida | 12,0 | 20–20 | 549 | studio |
| NT1A | kapacitní | kardioida | 25,0 | 20–20 | 199 | studio |
| NT2A | kapacitní | přepínatelná (3) | 16,0 | 20–20 | 333 | studio |
| NT3 | kapacitní | kardioida | 12,0 | 20–20 | 179 | studio; 3/4″ kapsle |
| NT4 | kapacitní | kardioida (2x) | 12,0 | 20–20 | 409 | studio; stereo model (1/2″) |
| NT55 | kapacitní | kard., osmička | 16,0 | 20–20 | 259 | studio; výměnné 1/2″ kapsle |
| NT2000 | kapacitní | plynule přepín. | 16,0 | 20–20 | 429 | studio |
| S2 | kapacitní | kardioida | 15,0 | 40–20 | | zpěv live |

*Tab. 3: Příklady některých často využívaných mikrofonů*

- *Internetové adresy některých dalších výrobců:*

www.apexelectronics.com
www.audixusa.com
www.bluemic.com
www.bockaudiodesigns.com
www.cadmics.com
www.coleselectroacoustics.com
www.crownaudio.com
www.earthworksaudio.com
www.electrovoice.com
www.goldenagemusic.com
www.groovetubes.com
www.hebdensound.co.uk
www.joemeek.com
www.manleylabs.com
www.mojaveaudio.com
www.m-audio.com
www.nady.com
www.oktava.com
www.royerlabs.com
www.samsontech.com
www.seelectronics.com
www.schoeps.de
www.sonyproaudio.com
www.studioprojectusa.com
www.superlux.us
www.wesdooley.com



# 2. ANALOGOVÝ MIXÁŽNÍ PULT

# 2.1 Úvod

Mixážní pult (mixing console) je vlastně jakési nervové centrum studia či jakéhokoli zvukového komplexu, neboť jím procházejí prakticky všechny audio signály nutné pro další zpracování. Jeho základní funkce spočívá v úpravě a následném smíchání různých zdrojů signálu. Výstupní signál se potom při živých aplikacích (koncerty apod.) použije pro ozvučení (PA), v případě rozhlasu či televize bude vyzářen vysílačem do éteru, v nahrávacím studiu může sloužit pro záznam na některé z mnoha nahrávacích médií.

Pro každé z těchto využití je vyžadován specifický typ mixážního pultu, a proto se např. pulty určené pro vysílání v žádném případě nehodí pro nahrávací či ozvučovací účely. Zvláštní kapitolu tvoří modely určené pro spolupráci s videotechnikou, vyrábějí se i speciální mixpulty pro diskžokeje (DJ), monitorové pulty sloužící jen pro ozvučení velkého jeviště při živém vystoupení, digitální pulty s rozhraním TDIF nebo ADAT a jistě bychom našli řadu dalších situací, kdy jsou některé prvky základního systému rozvinuté do propracovaného komplexu, zatímco ostatní jsou záměrně vynechány. My se budeme zabývat klasickým mixážním pultem, jaký se používá v nahrávací technice nebo při ozvučování. Pochopením všech základních signálových cest získáte přehled o základních funkcích, jejichž případné rozšíření je už pouze záležitostí daného modelu.

Pokud se vám při pohledu na složitě nastavený pult v nahrávacím studiu zatočí hlava, je to pouze tím, že vám dosud nikdo nevysvětlil, jak přehledně a naprosto logicky je zde všechno uspořádáno.

Následující kapitoly jsou všeobecným shrnutím vědomostí, které jsou zapotřebí při práci s klasickým analogovým mixážním pultem určeným pro nahrávání, i když většina funkcí platí i pro varianty dalšího využití. Pro větší přehlednost uvádím u důležitých funkcí anglické výrazy, u obrázků jsou anglické popisy stejně jako na pultech a dalších přístrojích většiny světových výrobců.





# 2.2 Vstupní kanál (INPUT CHANNEL)

Větší část každého mixu zabírají vstupní kanály, které u klasického ozvučovacího pultu upravují pouze signály určené k zesílení výkonovou soustavou (PA), zatímco u pultu určeného pro nahrávání se tyto signály natáčejí na vícestopý analogový či digitální rekordér, a potom jimi znovu mohou procházet při míchání.

Ve studiové praxi existují dvě základní fáze zpracování nahrávky: první se nazývá záznam (recording) a druhá mixáž nebo smíchání (mixdown). V obou etapách se nabízejí rozsáhlé možnosti signálových úprav; některé úpravy je lépe provést již při nahrávání, zatímco jiné postupy je vhodnější ponechat až na mixáž.

Na obr. 25 vidíte základní funkce vstupního kanálu. Každý z jednotlivých stupňů (sekcí) může být proveden různými firmami odlišně, i když je většina základních funkcí totožná.

upravuje vstupní signál z různých zdrojů signálu na optimální úroveň

upravuje signál frekvenčně (barva zvuku)

odesílá požadovanou úroveň z každého vstupního kanálu (smíchání) do příslušné sběrnice (bus) a následně do dalších přístrojů a obvodů (efekty, odposlechové soustavy, atd.)

odesílá požadovanou úroveň z každého vstupního kanálu prostřednictvím sběrnic do hlavních výstupů a do výstupů pro vícestopý záznam

*Obr. 25: Základní funkce vstupního kanálu*

## 2.2.1 Vstupní díl

### • Připojení signálových zdrojů

Vstup každého kanálu je obvykle určen pro dva nebo dokonce tři typy signálu: pro mikrofon, linkovou úroveň a někdy ještě pro vstup z rekordéru. Jestliže pult není vybaven těmito porty, musí být výstupy z vícestopého rekordéru připojeny do linkových vstupů. Volba vstupů se obvykle provádí přepínačem, vstupní konektory jsou na zadním nebo horním panelu umístěny souběžně s daným kanálem.

Na typickém pultu střední cenové skupiny jsou mikrofonní vstupy zapojeny symetricky pomocí zásuvek XLR (canony) a linkové či další vstupy jsou opatřeny čtvrtpalcovými jackovými zásuvkami (pro konektor typu JACK), které mohou, ale nemusí být symetrické. U některých modelů se můžeme setkat s poněkud atypickým využitím symetrické čtvrtpalcové zásuvky pro jack: jedná se o nesymetrické zapojení pro dvojí úroveň (+4 a −10 dB), aby bylo možné dosáhnout lepšího úrovňového přizpůsobení z různých signálových zdrojů.

### • Symetrické vedení signálu

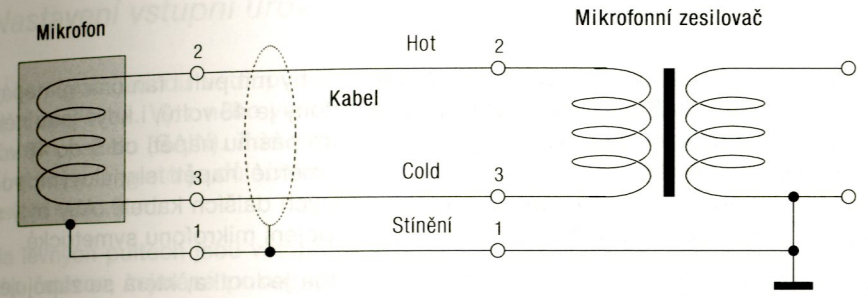
U symetrického vedení signálu se v kabelu využívá dvou středových vodičů obklopených ochranným stíněním. Aby celý systém fungoval tak, jak má, musí být symetrický nejen vstupní díl mixážního pultu, ale i příslušný mikrofon. Výstupní signál z takového mikrofonu je rozdělen do dvou obrácených fází, většinou pomocí transformátoru. Tyto dvě fáze jsou známé jako pozitivní a negativní, neboli HOT a COLD, a přivádějí se do dvou centrálních vodičů v mikrofonním kabelu. Stínění je spojeno v mixážním pultu se zemí a v mikrofonu s kostrou, ale nepřenáší žádný výstupní signál z mikrofonu.

V mixážním pultu či předzesilovači je buď další transformátor nebo elektronicky symetrický vstup, který obrací jednu fázi signálu ještě předtím, než se obě napětí sečtou. Protože se oba signály zkombinují ve fázi, neodečítají se, ale sčítají a zanechávají pouze užitečný signál.

Rušivé signály (interference) jsou zpracovány zcela jinak, neboť ovlivňují obě vnitřní žíly kabelu stejným způsobem a jakýkoli rušivý signál v pozitivním vodiči se objeví i v negativním, protože se oba potenciálně vyskytují ve stejném fyzikálním prostoru. Když se tento rušivý signál objeví na vstupu symetrického zesilovače, jedna z fází se obrací, což znamená kombinaci signálů, které mají stejnou úroveň a jsou v protifázi, takže se vzájemně vyruší. Výsledkem je to, že je přítomen pouze užitečný signál a všechny interference téměř zmizí. Téměř proto, že pro dokonalou funkci systém spoléhá na dokonale symetrický vstupní zesilovač nebo transformátor, účinný na všech frekvencích. V praxi má tolerance součástek vliv na to, že se obvody nechovají dokonale symetricky a většina těchto obvodů je také méně účinná pro vyrušení interferencí na vyšších frekvencích. Ve speciálních případech se tato schopnost potlačení rušivých signálů vyjadřuje v dBs a obvykle se specifikuje pro jednotlivou frekvenci, např. 1 kHz.





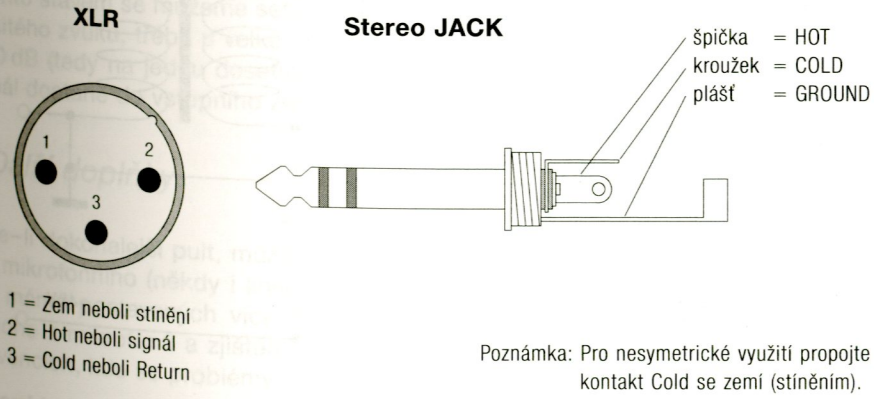



*Obr. 26 Princip symetrického vedení signálu*

Protože symetrie není při omezování rušivých signálů nikdy stoprocentně účinná, je rozumné dodržovat určité zásady, jako např. co možná nejkratší kabely, které se nevedou poblíž síťových šňůr nebo zařízení, ve kterých jsou síťové transformátory.

Symetrické mikrofony se většinou konstruují s oddělenými kabely typu XLR, které se zasunou do rukojeti mikrofonu. U standardního mikrofonního kabelu se využívá „samice" (FEMALE) XLR (zásuvka se třemi kontakty) pro připojení na straně mikrofonu a „samec" (MALE) XLR (vidlice se třemi kontakty) na straně druhé.

Všechny tři kontakty jsou u zásuvky i vidlice typu XLR číslovány (obvykle jsou čísla vylisována v plastické hmotě uchycující kontakty), a celkem snadno se dá zapamatovat, co se k čemu připojí: 1, 2, 3 = X, L, R, kde X je zem, L znamená LIVE (živý) neboli HOT a R je RETURN (zpět) neboli COLD. Stínění se tedy připojí ke kontaktu č. 1, HOT ke kontaktu č. 2 a COLD ke kontaktu č. 3. Tato norma platí pro všechny symetrické systémy, i když některé firmy, zejména americké, stále vyrábějí přístroje, kde kontakt č. 3 je HOT a kontakt č. 2 je COLD.




*Obr. 27: Správné zapojení konektorů XLR a symetrických i nesymetrických jacků*

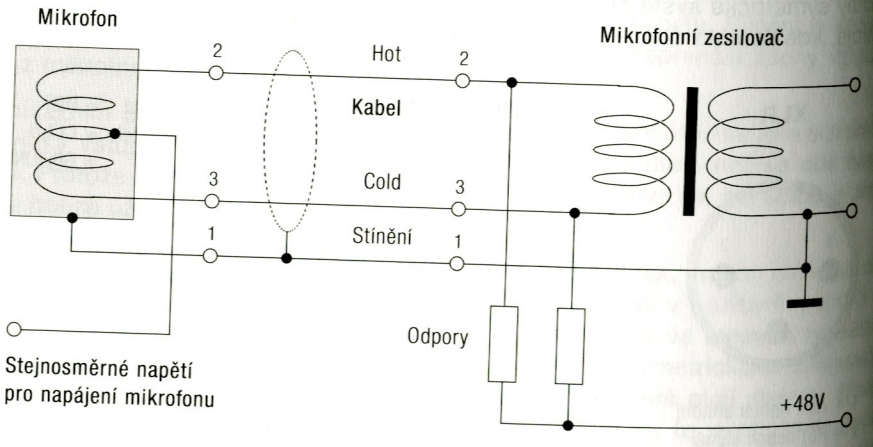
## • Fantomové napájení

Máte-li v úmyslu používat kapacitní mikrofony, měl by mít pult i fantomové napá
mikrofonních vstupů. Standardní napětí pro mikrofony je 48 voltů, i když jsou ně
ré modely konstruovány tak, aby fungovaly v celém pásmu napětí od 9 do 48 vo
Tento důmyslný systém přivádí potřebné stejnosměrné napětí signálovými vo
mikrofonního kabelu, a proto není již potřeba žádných dalších kabelů. Aby byly s
něny podmínky celého systému, musí však být zapojení mikrofonu symetrické.

Fantomový napájecí zdroj může být i samostatná jednotka, která se zapojuje
série s mikrofonním kabelem v některém vhodném bodě, nejčastěji se však potř
né napětí vytváří v mixážním pultu a přivádí se přímo do vstupních mikrofonních zá
suvek. Levnější pulty umožňují fantomové napájení zapínat a vypínat centrálně, z
tímco u lepších pultů je možné zapínání individuálně pro každý mikrofonní vstup.

Připojení dynamického mikrofonu do fantomově napájeného vstupu nezpůso
žádné problémy, pokud je mikrofon zapojen symetricky. V tomto případě se n
obou koncích kmitací cívky objeví stejné napětí, a tak jí neprotéká žádný proud. Pa
kud je ale mikrofon zapojen nesymetricky, objeví se na cívce fantomové napě
a hrozí to, že nastane poškození cívky protékajícím proudem. Dokonce i tehdy, kd
je mikrofon zapojen symetricky, vyplatí se nepřipojovat ho k zapnutému fantomov
mu napájení, neboť v případě, kdy se jeden kontakt spojí dříve než druhý, bude m
okamžik cívkou protékat proud. Není sice příliš pravděpodobné, že to způsobí nějk
ké poškození, ale je lepší problémům předcházet než je potom řešit.

Následující schéma přináší typické zapojení tohoto systému:




*Obr. 28: Princip fantomového napájení*





## • Nastavení vstupní úrovně

Jakmile signál jednou vstoupí do pultu, dostane se do obvodu, který se nazývá vstupní zesilovač. Vy z něho vidíte prakticky jen knoflík na ovládání citlivosti (zisku) na čelním panelu (GAIN). Zde se upravuje signál na úroveň, která je optimální pro další obvody, a proto je důležité nastavit citlivost správně, aby nevznikalo zbytečné zkreslení nebo šum.

Na levných pultech jsou vstupní mikrofonní zesilovače často nejslabším článkem celého řetězce, zejména pokud jde o šum. Kvalita tohoto dílu je jedním z nejpodstatnějších faktorů při posuzování celkových vlastností pultu a většinou se výrazně promítá i v ceně jednotlivých přístrojů.

Pro kontrolu správného nastavení vstupního zesilovače slouží led-dioda (PEAK); ta by neměla v žádném případě svítit ani poblikávat, protože indikuje stav obvodu těsně před slyšitelným zkreslením (CLIPPING). Někdy bývá vstup opatřen i zelenou led-diodou pro indikaci stavu užitečného vybuzení (–20 dB); ta by naopak měla při přítomnosti signálu převážně svítit. Má-li pult PFL (poslech před faderem) nebo tlačítko SOLO, ukáží se signály v daném kanálu na jednom z indikátorů na pultu (po navolení), což umožňuje jednoduché nastavení citlivosti bez závislosti na faderu. V tomto případě uslyšíte tento zvuk také samostatně na monitoru.

Pokud nemáte na pultu tlačítka PFL nebo SOLO, nejlepší způsob nastavení je takový, že vyjedete fader asi na tři čtvrtiny dráhy, výstupní fadery dáte do polohy 0 dB a potom nastavíte citlivost tak, aby na hlavních indikátorech byla rozumná úroveň signálu. „Rozumnou" úrovní míním takovou úroveň, při které ukazují indikátory během špiček maximálně na začátek červeného pole (+3 dB).

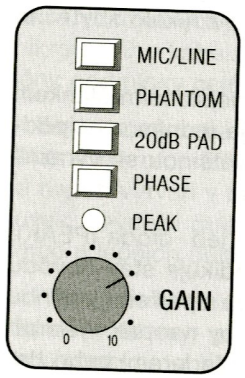
Ke vstupní části pultu patří i přepínač útlumu (PAD), který se používá v situacích, kdy je úroveň signálu z mikrofonu příliš velká pro nastavení na vstupním zesilovači. S tímto stavem se můžeme setkat třeba tehdy, když umístíme citlivý mikrofon poblíž hlasitého zvuku, třeba u velkého bubnu. Tlačítko PAD sráží vstupní úroveň většinou o 20 dB (tedy na jednu desetinu, pokud uvažujeme o napětí) ještě předtím, než se signál dostane do vstupního zesilovače.

## • Další doplňky

Máte-li dokonalejší pult, může být vybaven také fázovým přepínačem, který obrací fázi mikrofonního (někdy i linkového) vstupu (PHASE). Hodí se to např. v situacích, kdy máme postavených více mikrofonů vedle sebe. Trik spočívá v obrácení fáze jednoho z mikrofonů a zjištění, zda je výsledný zvuk lepší, nebo horší na spodních frekvencích, kde se problémy s fází projevují nejvíce.

Součástí vstupního dílu mohou být u složitějších dílů i další obvody. Jedná se většinou o dynamické procesory, které se za normálních okolností připojují do vstupních kanálů pomocí zásuvek INSERT (INJECT) na zadním panelu. Jejich úlohou je zejména odstranění nežádoucích rušivých signálů, komprese, expanze, limi-

tace či další úpravy. Někdy najdeme ve vstupním dílu i subsonické filtry či jiné ko
rekční obvody pro odříznutí okrajového signálového spektra; ty patří ale vlastně
do další sekce, která slouží pro frekvenční úpravy. U dražších modelů není výjim
ani indikátor vstupní úrovně.




*Obr. 29: Příklad uspořádání vstupního dílu*





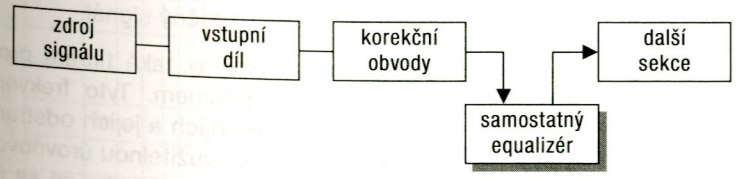
## 2.2.2 Korekční obvody (EQUALIZATION)

Dalším dílem vstupního kanálu, kterým signál prochází, jsou korekční obvody. V této části se nabízejí možnosti frekvenčních úprav, tzn. že můžeme libovolně měnit barvu jednotlivých nástrojů, přidávat a ubírat jim výšky, hloubky a u složitějších systémů i další části zvukového spektra, které přímo souvisí s barvou zvuku. Zkušení zvukaři poznají velmi rychle poslechem jednotlivých stop, které frekvence bude zapotřebí ubrat nebo přidat, aby měl zvuk nástroje nebo hlasu co nejpřirozenější charakter, nebo aby zněl příjemně a dobře se pojil s ostatními nástroji. Naučit se dobře a rychle pracovat s korekčními obvody je velmi důležité, ať už jsou součástí pultu nebo jsou umístěné v „racku" (unifikovaný rozměr zvukových jednotek – 19´´) mimo pult (grafické nebo parametrické ekvalizéry).

Při používání korekcí platí jedna důležitá zásada. V žádném případě není nutné je za každou cenu použít jenom proto, že jsou na každém kanálu k dispozici. Pokud je zvuk dobrý a nic mu nechybí, není žádný důvod ničit jeho přirozený charakter a snažit se z něj udělat něco jiného. O barvě nástroje bychom si měli udělat zcela jasno už při snímání mikrofonem, při výběru nástroje či aparatury nebo při volbě zvuků ze syntezátoru, zvukového modulu či sampleru. Pokud vám zvuky, které jste si natočili do jednotlivých stop, nejdou spolu vůbec dohromady, těžko se pomocí korekcí dopracujete k nějakému přijatelnému výsledku, i když nad tím strávíte hodiny experimentování. Možnosti frekvenčních úprav signálu jsou přesto obrovské, a proto se touto kapitolou budeme zabývat poněkud podrobněji.

Pokud máte na pultu obyčejné basy a výšky a je zapotřebí provádět složitější signálové úpravy, není ještě zdaleka nic ztraceno. Dobré pulty mívají možnost vložit do signálové cesty jakýkoli další procesor, tedy i ekvalizér, a barvu zvuku upravit externě. Nastavování frekvenčního průběhu signálu ekvalizérem má kromě ovlivňování barvy zvuku i mnoho dalších speciálních využití, ale o tom až později.

Ekvalizér je pouze jedním z termínů, který se používá pro korekční obvody (zkratka EQ), a proto většina firem rozumí pod tímto pojmem i jednoduché tónové clony, zatímco na druhé straně se stejným názvem honosí i např. velký třetinooktávový grafický ekvalizér (27 pásem). Na několika následujících stránkách se proto seznámíme se všemi klasickými typy, ať už jsou vestavěné v pultu nebo se používají jako samostatné procesory.



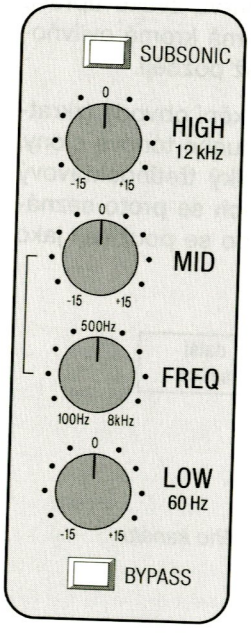

*Obr. 30: Vložení externího ekvalizéru do signálové cesty některého kanálu*

## • Ekvalizér jako součást pultu

Je-li součástí pultu pouze jednoduché ovládání basů a výšek (Hi a Lo), neobs… většinou korekční díl už žádná další tlačítka, a normální průchod signálu je za… nastavením obou prvků do nulové polohy. Pokud je však tato sekce složitější, bý… její součástí i tlačítko, označené většinou jako BYPASS (vyřazení obvodu z činn… nebo EQ, které slouží k porovnání nekorigovaného signálu se signálem upraven… Takto se dá po dlouhém a problematickém nastavování korekcí například sn… zjistit, zda není upravený signál ještě horší, než byl před úpravou.

Při zesílení různých částí signálového spektra se však zesiluje i celkový sig… a proto je takto korigovaný zvuk hlasitější, což působí psychoakusticky jako j… vylepšení. Chceme-li upravený zvuk porovnat opravdu objektivně, musíme to p… vést při stejné hlasitosti, a s tím se většinou u obyčejných pultů nepočítá. T… problém nenastává při připojení externího ekvalizéru, pokud má daný model m… nost dorovnání hlasitosti korigovaného signálu.

Zapamatujte si také, že když korekce nepotřebujete, je dobré korekční obv… tlačítkem vyřadit, protože signál prochází v tomto případě přes méně elektrick… komponentů, takže je pravděpodobné, že bude nepatrně čistší. Jako všeobec… pravidlo platí, že je dobré snažit se o vytvoření požadovaného zvuku buď bez, n… jen s použitím takového množství korekcí, které je nezbytně nutné. Jistě net… zdůrazňovat to, že když je zvuk špatný již od začátku, žádná úprava ani korekce … příliš nepomůže. Spoléhat na to, že mixáž vše napraví, se příliš nevyplácí. Výjim… může být snad jenom používání korekcí k vytvoření speciálních efektů.




Obr. 31: Příklad uspořádání sekce ekvalizéru

Máte-li složitější pult, mohou být v jeho korekční č… i některé další doplňky. Často se kromě přepínání frekv… filtru pro středové pásmo dají volit i dvě různé frekven… hodnoty pro výšky a basy. Jinou možností je subbasový … kterým je možné odřezat hluboké frekvence ležící pod p… mem normálního poslechu. Subsonické frekvence, které … nahrávky nepatří, mohou vznikat např. při rezonanci pod… hy, na které stojí mikrofonní stojan, nebo jsou způsobe… dopravním ruchem či dalšími zvuky v okolí. Výhodou využ… subbasového filtru již během záznamu je to, že při odřez… nežádoucích frekvencí lze někdy předejít zbytečnému p… buzení – nahrává se pouze užitečný signál.

Korekce mohou být vybaveny také filtrem pro odřez… frekvencí nad slyšitelným pásmem. Tyto frekvence čas… vznikají v elektronických nástrojích a jejich odstranění je ž… doucí nejen proto, že zabírají využitelnou úrovňovou kapac… tu při nahrávání, ale také z toho důvodu, že se mohou p… kombinaci s dalšími vyššími frekvencemi projevit jako slyš… telný zvuk, který je v dané hudbě nežádoucí.



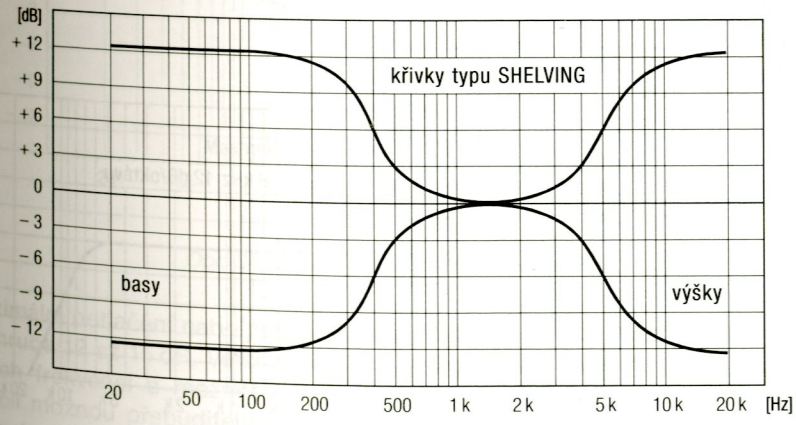


U pultu typu IN LINE bývá někdy k dispozici u korekčních obvodů tlačítko SPLIT, kterým se ekvalizér rozdělí na dvě jednoduché samostatné sekce, z nichž jedna zůstává přiřazena vstupnímu kanálu a druhá slouží k upravení monitorové sekce (poslech stop z vícestopého magnetofonu). Výhody tohoto doplňku jsou však diskutabilní, neboť v určitých situacích se přiřazení korekcí stává poněkud nepřehledným.

## • Princip ekvalizéru

Slovo ekvalizér bylo původně vymyšleno jako název pro zařízení, které se používalo k vyrovnání barvy zvuku nedokonalých mikrofonů. Přesto je jeho poněkud okázalý název „ekvalizér“ (nebo zkráceně EQ), pouze dalším termínem pro tónovou clonu, běžně používanou pro vyrovnání nedokonalých signálů v nahrávacím řetězci a k vytvoření nových barev z čistě uměleckých hledisek. První ekvalizéry byly velmi jednoduché, obvykle pracovaly jen jako jednoduchá tónová clona, umožňující změnit stupeň odříznutí výšek. První opravdový ekvalizér, který byl přijat s uznáním, postavil pan P. J. Baxandall. Ten se skládal již z oddělených basů a výšek, přičemž obojí bylo možné zeslabit nebo zesílit. To znamenalo, že se ovládací prvky musely nastavit do střední polohy, pokud měl signál procházet zařízením beze změn.

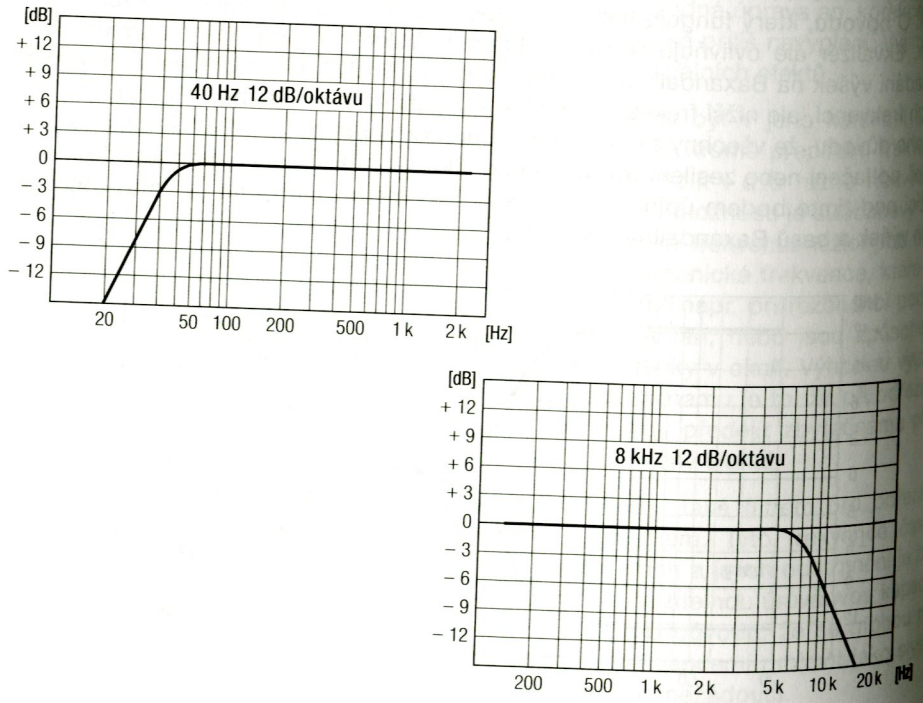
Co ale dělá vlastně ekvalizér se signálem? Při obyčejném řízení úrovně signálu (hlasitosti) se přidává nebo ubírá celý signál beze změny barvy. Dá se tedy říci, že všechny frekvence obsažené v signálu se přidávají nebo ubírají ve stejném množství. O obvodu, který funguje tímto způsobem, se říká, že má rovný frekvenční průběh. Ekvalizér ale ovlivňuje úroveň některých frekvencí více než ostatních. Např. ovládání výšek na Baxandallově ekvalizéru způsobí zdvih nebo pokles úrovně vysokých frekvencí, ale nižší frekvence nechává prakticky nezměněné. „Prakticky“ říkám z toho důvodu, že všechny ekvalizéry mají určitou strmost (SLOPE). Znamená to, že např. potlačení nebo zesílení frekvencí nad 4 kHz o několik dB nenechává frekvence ležící pod tímto bodem úplně beze změny. V následujícím grafu je znázorněn průběh výšek a basů Baxandallova ekvalizéru.




Obr. 32: Baxandallův ekvalizér

Všimněte si, že křivky poklesu a zesílení nevzrůstají neomezeně. Tato charakteristika je popisována jako průběh s mírným sklonem, neboť klesající či zesilující část křivky se nakonec narovná. Lze vyrobit i ekvalizér, u kterého stupeň zesílení s frekvencí dále vzrůstá, ale obvykle je to nežádoucí. V případě ovládání výšek by to znamenalo, že čím vyšší frekvence, tím větší zesílení. Tak by docházelo k většímu zesílení na velmi vysokých frekvencích, nebo dokonce na frekvencích mimo zvukové pásmo, než je nutné. To by vedlo ke zvýšení šumu a mohlo by dojít i k přebuzení obvodů a následnému slyšitelnému zkreslení. Basový ekvalizér s podobnou charakteristikou by naopak měl tím větší zesílení, čím je frekvence nižší, a tak by vznikaly problémy s duněním a hučením, a mohly by se rovněž velmi snadno přebudit elektronické obvody. Proto se většina ekvalizérů používaných ve studiové praxi vyrábí buď s mírným sklonem (SHELVING), nebo jako pásmové propusti (BANDPASS).

Strmost filtru je obvykle definována v dB na oktávu (dvojnásobný, resp. poloviční kmitočet) a běžné ekvalizéry pro hudební využití mají strmost 6 nebo 12 dB/oct. Při požadavku odfiltrovat např. subsonické frekvence pod 50 Hz, nebo velmi vysoké frekvence nad 20 kHz, se používá vyšší strmost (24 dB/oct) a filtry jsou navrženy tak, že se jejich křivky nenarovnávají. Takové filtry nazýváme horní a dolní propusti, protože umožňují procházet buď vysokým nebo nízkým frekvencím a často je můžeme najít na složitějších pultech nebo na HIFI systémech ve formě filtrů nazývaných SCRATCH nebo RUMBLE (odříznutí dunění). Na obr. 33 vidíte typický průběh takových filtrů.




*Obr. 33: Typický průběh filtrů typu horní a dolní propust*



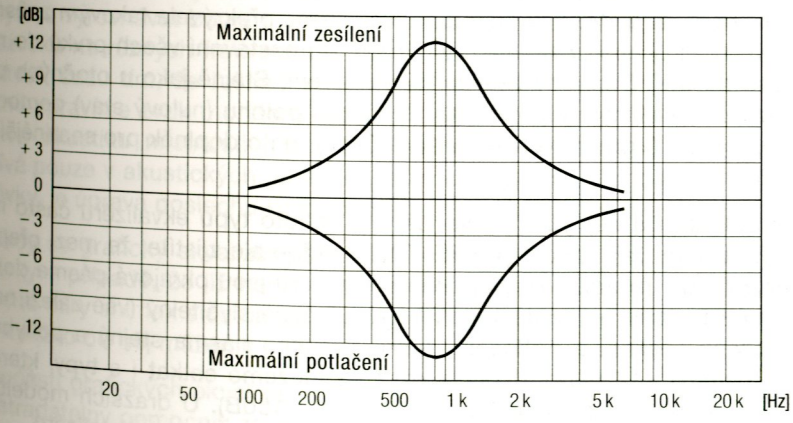


## • Pásmová propust

Kombinací horní a dolní propusti lze získat tzv. pásmovou propust (BANDPASS), které se též podle charakteristického tvaru křivky říká ekvalizér typu BELL (zvon). Tento korekční obvod působí pouze na určité pásmo frekvencí a na frekvence ležící nad nebo pod tímto pásmem v podstatě nemá vliv. Na obr. 34 vidíte, jak vypadá charakteristika typického pásmového filtru při maximálním zeslabení a zesílení. Čím je křivka širší, tím je ovlivňováno širší pásmo frekvencí.

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

Vzhledem ke schopnosti těchto filtrů ovlivňovat pouze určité pásmo frekvencí, využívají se pásmové ekvalizéry často pro ovládání středů a mohou být konstruovány buď jako jedno nebo vícepásmové. Jedná se o obvody, kde je pevně nastavená šířka pásma a frekvence, s možností přidávání a ubírání zesílení. Někteří výrobci pultů mají přepínatelné také basy a výšky buď na charakteristiku se zvonovou křivkou (BELL), nebo na křivku s mírným sklonem (SHELVING), což může za jistých okolností přinášet subjektivně lepší výsledek. Můžeme uvést příklad, kdy má basová sekce střed frekvence okolo 80 Hz, což je dobré pro zdůraznění basové kytary a velkého bubnu. Tak je možné vytvořit „pevnější" zvuk než při používání ekvalizérů typu SHELVING, které zesilují celé pásmo basů bez omezení.




*Obr. 34: Typický průběh pásmového filtru*

Maximální potlačení nebo zesílení je u ekvalizérů při nahrávání omezeno na hodnotu zhruba 12 až 15 dB. Větší zesílení by vedlo k příliš velkému zvýšení úrovně jednotlivých frekvencí a možnosti zkreslení. Signál ve špičkách by pravděpodobně překročil možnou přebuditelnost obvodu. Ekvalizéry některých pultů dovolují větší potlačení než zesílení, aby nevznikaly problémy s přebuzením obvodů.

## • *Typy ekvalizérů*

### a) grafický ekvalizér

Grafický ekvalizér se skládá z několika pásmových filtrů zapojených společně v j
nom přístroji, nastavených pevně na určitou frekvenci. Tak je možné velmi dob
nastavit kmitočtový průběh v celém slyšitelném spektru. Celý přístroj je osazen n
místo otočných potenciometrů potenciometry tahovými, a protože jsou jednotl
filtry naladěny vždy v určitých pravidelných intervalech, vytváří se polohou jednot
vých prvků jakýsi graf (od toho je odvozen i název), který umožňuje přehledn
a rychlou orientaci při nastavování.

Jednotlivé filtry jsou naladěny buď po oktávách (cca 10 pásem), po půloktávác
a nebo po třetinooktávových intervalech (cca 27 pásem). Protože hudební interv
jedné oktávy je vždy dvojnásobkem dané frekvence, může vypadat uspořádání p
sem oktávového ekvalizéru např. takto:

31 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz, 16 kHz

Pro lepší orientaci uvádím i frekvence třetinooktávového ekvalizéru o 30 pásmech:

25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800 Hz;
1, 1,25, 1,6, 2, 2,5, 3,15, 4, 5, 6,3, 8, 10, 13, 16, 20 kHz.

Protože jednotlivá frekvenční pásma následují těsně za sebou, musí být v tomto pí
padě šířka pásma jednotlivých filtrů mnohem užší než např. u oktávového ekvalizé
ru, aby nebylo příliš ovlivňováno pásmo sousedních frekvencí. Při konstrukci grafic
kého ekvalizéru je důležité, aby se jednotlivá pásma překrývala takovým způsobem
aby byl frekvenční průběh relativně vyrovnaný při nastavení všech prvků do nulov
polohy, nebo do stejné polohy zesílení či zeslabení. Stejně jako u otočných poten
ciometrů, které mívají někdy definovanou střední polohu (nulový stav) pomocí arr
tační drážky, bývá i u grafických ekvalizérů často tento doplněk pro snadnější iden
tifikaci „nuly".

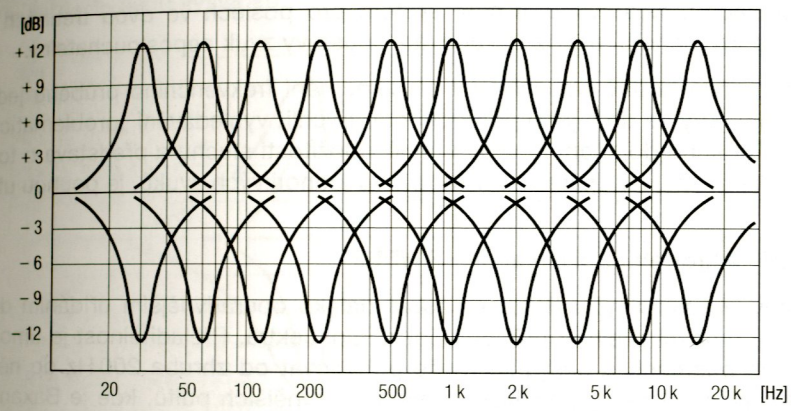
Filtry pro nejnižší a nejvyšší frekvence je u tohoto typu ekvalizéru často možn
přepínat z filtru typu BELL na typ SHELVING, běžně ale zjistíte, že mezi přepnutím
nebývá velký rozdíl, protože na grafickém ekvalizéru jsou okrajová pásma dost nás
ko (vysoko) na to, aby byl tento rozdíl nějak výrazně slyšitelný (vše záleží na typu
signálu). Rozsah zesílení a potlačení je pro všechna pásma stejný a pohybuje se
většinou v rozmezí ±12 nebo 15 dB, i když se můžeme setkat i s typy, které mají
menší rozsah zesílení než potlačení (např. +12 a −15dB). U dražších modelů bývá
někdy rozsah volitelný. Na obr. 35 vidíte průběh filtrů grafického ekvalizéru.

Najdeme-li grafický ekvalizér jako součást mixážního pultu, není příliš pravděpo
dobné, že bude součástí vstupního kanálu, a to ani u velmi drahých a složitých pul
tů. Často se ale objevuje jako doplněk korekčních obvodů výstupních a pomocných
sekcí na pultech určených pro živé ozvučení, kde může sloužit k částečné kompen
zaci nedokonalých reproduktorových soustav, k vyrovnání nedostatků způsobených
špatnou akustikou daného prostředí či potlačení frekvencí způsobujících zpětnou
vazbu v odposlechových soustavách.





Oproti ostatním typům má grafický ekvalizér velkou výhodu ve snadné ovladatelnosti a přehlednosti, pro méně zkušené zvukaře je rozhodně lepší naučit se pracovat nejdříve s tímto typem a teprve po získání určitých zkušeností s ovládáním korekčních obvodů přejít na typy, které mají přeladitelné různé parametry.




*Obr. 35: Průběh filtrů grafického ekvalizéru*

V nahrávacím studiu se dříve často používal grafický ekvalizér v režii jako zařízení, které mělo vyrovnávat nedostatky v akustice místnosti. V poslední době se od tohoto systému velmi rychle ustupuje, neboť se různými testy došlo k závěru, že je nesmyslné vyrovnávat boule a poklesy v průběhu místnosti způsobené různými časy dozvuku na různých frekvencích, tzn. pokoušet se napravit problémy, které jsou záležitostí času tím, že řešíme záležitosti frekvenční. Pravda je taková, že pokud výrazně upravíme zvuk monitorů ve studiu pomocí grafického ekvalizéru, vnímáme špatnou akustiku místnosti i nadále, navíc ještě frekvenčně zkreslenou. Řešení spočívá pouze v akustických úpravách místností, a pokud chcete mít věrný poslech nahrávky, je úprava poslechu pomocí grafického ekvalizéru naprostým nesmyslem.

Někdy se grafický ekvalizér používá i při různých „nápravách" špatně smíchané nahrávky v případě, že již není k dispozici vícestopý záznam. Tímto způsobem se do určité míry snímek sice upravit dá, ale takový postup je vždy velkým kompromisem, a těžko od něj můžeme očekávat nějaký solidní výsledek.

Součástí grafických ekvalizérů bývá často i frekvenční analyzér, který slouží jako nepostradatelný pomocník zejména při živých vystoupeních, kde se střídají akustiky různých sálů. Toto důmyslné zařízení analyzuje frekvenční průběh signálu, aniž bychom museli provádět rozsáhlá měření, nebo zkoušet doladit jednotlivá pásma sluchem. Princip funkce spočívá v rozdělení signálu do jednotlivých frekvenčních pásem (stejně jako u grafického ekvalizéru), jejichž úrovně jsou zobrazovány na displeji. Drahé modely mají dokonce funkci, která podle naměřeného výsledku automaticky nastaví parametry ekvalizéru na příslušné hodnoty, nebo vytiskne daný průběh na připojené tiskárně. Chceme-li zjistit, jak vypadá celé slyšitelné spektrum v daném sále, pouštíme do monitoru takový signál, který obsahuje rovnoměrně

všechny frekvence (růžový šum). V určitém poslechovém bodě se potom z monitoru, částečně ovlivněný akustikou sálu, snímá měřicím mikrofonem a do analyzéru. Vyrovnávání akustických nedostatků sálů pomocí grafického ekva ru je ale obdobným kompromisem, jako jeho používání pro studiové monitory. zde stejné výhrady jako pro studio, navíc je vnímání zvuku daleko více ovliv místem poslechu. Nastavíme-li celý systém pro poslech ve dvou třetinách sál může být ve vzdálenosti poblíž ozvučovací soustavy zvuk neposlouchatelný.

Analyzér může hodně napovědět i při zkoumání frekvenčního průběhu jednot vých nástrojů, kdy se dá s jeho pomocí dost urychlit vyhledávání „problematických frekvencí. Konečné doladění je však stejně záležitostí sluchu a představa o tom, ž nám analyzér ukáže, jak máme nastavit barvu jednotlivých zvuků, je pouhou utopi

### b) Ekvalizér s laditelnou frekvencí – SWEEP

Jednoduchý ekvalizér typu BELL se stává daleko operativnějším přidáním dalšího prvku, který umožní přeladit určitou část audiospektra. Přeladitelnost je umožněna ve středních pásmech a často se může pohybovat od zhruba 200 Hz do několika kHz. Je to běžný systém, používaný u většiny levnějších pultů, kde je Baxandallův ekvalizér pro basy a výšky, a buď jedno, nebo dvě přeladitelná středová pásma.

Šířka pásma, neboli Q, se u těchto ekvalizérů volí kompromisně; příliš nízké Q má vliv na zbytečně široké pásmo frekvencí, kdežto příliš vysoké Q zní drsně a špičatě, jestliže se používá k zesílení. Různému hudebnímu materiálu vyhovuje tedy i různé Q. Typickým příkladem jsou elektrofonické nástroje snímané mikrofonem, které obsahují ostře vymezenou rezonanci způsobenou reproboxem (např. 400 Hz). V tomto případě by bylo vhodné nastavit ekvalizér na 400 Hz, a potom potlačit toto pásmo pouze v takové šířce, aby nebyly příliš ovlivněny frekvence ležící po stranách tohoto pásma. Pokud chcete naopak zesílit středy celkově, je nižší Q rozhodně vhodnější.

### c) Parametrický ekvalizér

U některých pultů se můžeme setkat s tlačítkem pro volbu dvou různých šířek pásma (QUALITY), ostřejšího a mírnějšího, což je vlastně jakýsi náznak jednoduchého parametrického ekvalizéru. U klasického modelu je šířka pásma (Q) plynule laditelná, což je samozřejmě mnohem výhodnější. U tohoto typu je tedy možné ovládat prakticky všechny důležité parametry – stupeň zesílení a potlačení, frekvence, kde leží střed daného pásma a šířku pásma (zvukového spektra), které je ovlivňováno.

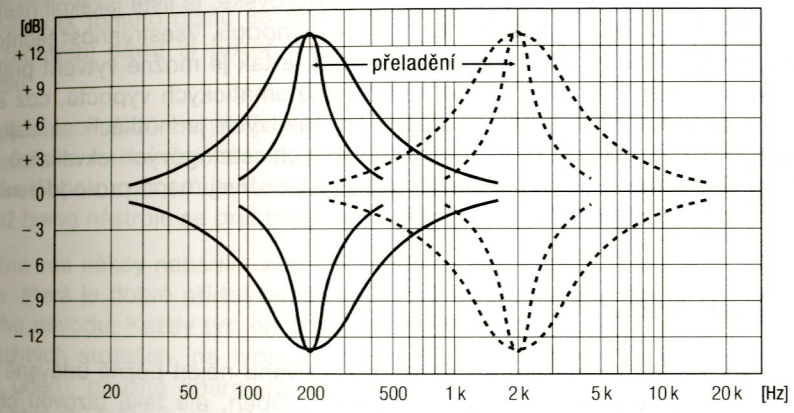
U některých modelů je možné dosáhnout užšího pásma než je jeden půltón, čímž se dají z nahrávky vyfiltrovat různé rezonance nebo brumy, aniž bychom nějak výrazně ovlivnili charakter zvuku. Pro tento účel je někdy parametrický ekvalizér vybaven i funkcí NOTCH, která umožňuje potlačit tak úzké pásmo i o větší hodnoty než je obvyklých 15 až 18 dB.

Práce s parametrickým ekvalizérem vyžaduje podstatně více praktických zkušeností, než je tomu u předchozích modelů. Nejjednodušší způsob nastavení spočívá





většinou ve vyhledání pásma, které si „zasluhuje pozornost“, a to tak, že nastavíme filtr na maximální zesílení nebo zeslabení a potom přeladujeme frekvenci. Pokud si nejsme jisti nastavením Q, necháme ho ve střední poloze, dokud nebudou nastavené ostatní parametry. Po nalezení hledané oblasti upravíme zesílení nebo potlačení na přiměřenou úroveň a potom můžeme doladit i Q tak, abychom dospěli k co nejlepšímu subjektivnímu výsledku.




*Obr. 36: Řízení šířky pásma Q a přeladění u parametrického ekvalizéru*

Pokud je parametrický ekvalizér součástí pultu, bývají k dispozici většinou jen dvě pásma, jedná-li se o samostatný přístroj, můžeme počítat se čtyřmi až šesti filtry, přičemž je většinou možné jejich individuální vyřazení, stejně jako vyřazení celé jednotky (BYPASS). Při možnosti doregulování celkové hlasitosti se nabízí možnost opravdu objektivního srovnání upraveného zvuku se zvukem původním.

Protože není nezbytně nutné, aby všechny filtry pracovaly v celém akustickém pásmu, bývá u každého z nich rozsah nastavitelných frekvencí poněkud limitován, a to takovým způsobem, že první filtry slouží k nastavení nižšího pásma frekvencí, další jsou pro střední pásma a poslední filtry slouží pro nejvyšší hodnoty. Přesto se rozsah nastavitelných hodnot u jednotlivých filtrů bohatě překrývá, a okrajové filtry mívají navíc ještě možnost přepnutí průběhu kmitočtové charakteristiky z typu BELL na SHELVING.

Po určité době práce s parametrickými ekvalizéry většinou zjistíte, že konečná úprava spočívá spíše v potlačování jednotlivých frekvenčních pásem než v jejich přidávání, neboť lidské ucho je na potlačování frekvenčních rozsahů daleko méně citlivé. Pokud například zesílíte nějakou frekvenci na vyšších středech a máte nastaveno vysoké Q, může se zvuk zdát nepříjemně ostrý až pichlavý, při stejném Q si však zvuk potlačením různých pásem stále zachovává přirozený a měkký charakter. Proto je dobré při zesilování frekvenčního pásma používat Q opatrně, pokud nechceme vytvářet nějaký speciální efekt.

**d) Digitální ekvalizér**

Z hlediska specifických parametrů nenabízejí digitální ekvalizéry ani modely, [...] jsou součástí DAW žádné zvláštní výhody oproti klasickým typům, ať už jde o [...] mové vlastnosti, nebo o jiné záležitosti, související s kvalitou zvuku. Jejich h[...] přednosti spočívají především v možnostech ovládání, ukládání nastavených [...] metrů do paměti, řízení pomocí MIDI a některých dalších výhodách. Uvědom[...] si, že kombinační možnosti nastavení filtrů jsou obrovské, je jistě jakékoli nast[...] uložené v paměti počítače neoddiskutovatelnou výhodou. Všestrannost těchto [...] delů je omezena pouze programovým vybavením, a tak je možné vytvořit prak[...] jakýkoli frekvenční průběh filtru, třeba i podle matematických výpočtů, což anal[...] gové filtry v žádném případě neumožňují. Na takových jednotkách se dají na[...] i naprogramovat charakteristiky různých špičkových analogových ekvalizérů, n[...] vytvořit filtry s extrémně ostrou strmostí, jaké se používají např. pro oddělení vz[...] kovacího kmitočtu u digitálního záznamu.

## • *Fázové záležitosti*

Při posuzování kvality ekvalizéru je třeba brát v úvahu nejen běžně udávané par[...] metry, jakými jsou šum, zkreslení či frekvenční průběh, ale také fázovou charak[...] teristiku daného přístroje, která je rovněž významným faktorem, podílejícím se n[...] celkové barvě zvuku.

Všechny ekvalizéry vykazují určitý fázový posuv. Při různých frekvencích vzni[...] mezi jednotlivými harmonickými malé časové zpoždění, které má nepochybně sub[...] jektivní vliv i na celkový zvuk ekvalizéru. Právě tento parametr má za následek, že [...] některé přístroje znějí příjemněji než ostatní, i když „v papírech" mají stejné speci[...] fické údaje. Obecně se uvádí, že subjektivní výsledek je sluchově příjemnější [...] u ekvalizérů s rovnými, postupnými fázovými posuvy, než u typů, které mají posuvy [...] náhlé a ostré.

## • *Používání ekvalizérů*

Ekvalizér je přístroj, který je neocenitelný jak při nahrávání, tak při živém ozvučová[...] ní, ale v žádném případě jím nelze nahrazovat nedostatky v kvalitě zvuku, ke kterým [...] došlo nedokonalým snímáním. Právě proto je tak důležité zvolit si správný typ mi[...] krofonu nebo mikrofonní soustavy, určit si správnou vzdálenost a úhel snímání, [...] a v neposlední řadě i vhodnou akustiku. Různé mikrofony mají zcela odlišné za[...] barvení, na kterém se nepodílí jenom jejich frekvenční průběh, ale i různé fázové [...] posuvy, takže zkoušet napodobit nějaký specifický mikrofon tím, že vytvoříme ekva[...] lizérem obdobný průběh, se do značné míry míjí účinkem.

Při výběru hotových zvuků (syntezátory, samplery) je mnohem lepší výběr vhod[...] né zvukové banky než korekční úpravy zvuku, který se dobře nepojí s nahrávkou. [...] Vždy je mnohem výhodnější použít korekční obvody ke konečnému doladění, než [...] ke změně charakteru zvuku. Chceme-li, aby zvuk zněl přirozeně, v žádném případě [...] ho nemůžeme prohnat různými filtry s extrémně nastavenými parametry.





K jemnému doladění barvy v některých případech úplně postačí jednoduchý Ba[...] xandallův ekvalizér, kde se dá např. pomocí výšek dobře rozjasnit hlas, přidat cin[...] kání strunám u akustické kytary, perkusivním nástrojům přidat na průraznosti atd. [...] Pomocí basů se dá v některých případech zhutnit zvuk, je však celkem logické, že [...] po přidání spodního pásma okamžitě vzroste i úroveň, a potom je nezřídka nutné [...] stáhnout jeho hlasitost, takže je toto vylepšení silně relativní. Pokud daný zvuk [...] neobsahuje vůbec žádné výšky, těžko je do nahrávky jakýmkoli přidáním korekcí [...] dostaneme (k tomuto účelu se používají enhancery). Totéž platí o basech, kde je [...] navíc zapotřebí dávat si pozor na různá dunění a hluboké rezonance, obsažené [...] v signálu.

Při práci s ekvalizérem je vždy nutné mít na paměti, že zeslabujeme nebo zesilu[...] jeme pouze ta frekvenční pásma, která jsou součástí daného zvuku. Pokud se po[...] koušíme o opak, zdůrazňujeme jenom různé šumy, brumy a další rušivé elementy, [...] přičemž barva nástroje se prakticky nemění.

Možná vás někdy napadlo, zda by nebylo dobré sepsat u každého nástroje fre[...] kvence, které je dobré přidat nebo potlačit. Nic takového nelze provést z jednoho [...] prostého důvodu: Každý typ nástroje má zcela odlišný charakter zvuku; vše záleží [...] na použitých strunách, na typu a uchycení blány, nezanedbatelný je způsob hry, [...] kvalita úderu, použitá aparatura či mikrofon, způsob snímání, akustika místnosti [...] a další spousty faktorů, které mají vliv na to, co na vstup ekvalizéru přichází. Proto [...] v tab. 4 uvádím pouze orientační údaje o vlivu různých frekvencí na zabarvení zvuku.

## • *Frekvenční diagramy*

Chceme-li natočit průzračnou a dobře čitelnou nahrávku, musíme si již v rámci [...] aranžmá dobře rozmyslet, které nástroje (barvy) budou hrát najednou a které by se [...] v žádném případě neměly spolu setkat. Dostane-li se několik nástrojů hrajících [...] současně do stejného frekvenčního pásma, stává se nezřídka zvuk blátivým, úzkým [...] a nečitelným, zvlášť tehdy, hrají-li nástroje ve stejné dynamice. Proto je úspěšný [...] snímek také záležitostí této přípravy – špatné rozmístění nástrojů ve zvukovém [...] spektru se velmi těžko napravuje, a nezřídka jsou korekce v tomto případě k ničemu. Usmyslí-li si skladatel, že v určitém místě budou hrát kromě činelu RIDE přes [...] sebe ještě tři cinkavé zvuky a ostré smyčce, bude se muset při mixáži smířit s tím, [...] že buď něco z toho nebude slyšet, a nebo ho uvítá neprostupná zvuková stěna, [...] která nemá nic společného s čitelností mixáže.

Tento problém není jen záležitostí POPMUSIC, kde se používá často v jediné [...] skladbě spousta syntetických barev, ale jedná se i o rockové nahrávky, kde zkresle[...] ný a přebuzený zvuk kytar zabírá velkou část audiospektra. Určité typy zkreslení [...] používané na kytaru dávají nástroji agresivní, průrazný zvuk, který dobře vyčnívá [...] z mixáže. To má také ale své problémy, neboť jednotka zkreslení pracuje v určitém [...] smyslu stejným způsobem jako kompresor a udržuje tedy víceméně konstantní úro[...] veň signálu. Vzniká také velké množství nových harmonických frekvencí přesahují[...] cích do pásem, která zabírají ostatní nástroje. Ty se potom stávají daleko hůře defi[...] novatelné. Máme-li dvě podobně znějící zkreslené kytary, vzniká tendence splynutí

| | |
|---|---|
| do 30 Hz | oblast subbasových kmitočtů, která se většinou z nahrávky odfi |
| 30–65 Hz | hluboké basy; jejich zdůrazněním mohou vznikat problémy s d ním a hučením, zvlášť při poslechu nahrávky v prostředí, kde v na těchto frekvencích stojaté vlnění, nebo při poslechu u zd v koutech místnosti |
| 50 (100) Hz | kmitočet síťového napětí; indukuje se většinou do nesymetric vedení, která jsou v blízkosti síťových transformátorů; lze jej d vyříznout pomocí parametrického equalizéru nastaveného na úz šířku pásma |
| 70–90 Hz | hutnost nástrojů, které zabírají v nahrávce spodní pásmo; všim si, že většina mikrofonů pro snímání basových nástrojů má na t to frekvencích určitý zdvih |
| 90–180 Hz | vysoké basy či velmi nízké středy; dodávají zvuku hloubku a sytost |
| 150–350 Hz | nízké středy vznikající většinou rezonancí větších těles; některé barvám mohou dodávat sytost, u některých zvuků vytvářejí „kra cové“ zabarvení |
| 250–750 Hz | nižší středy vznikající většinou rezonancí menších nástrojů (bas jejich nadměrná přítomnost v signále vytváří „dřevěné, huhlavé“ za barvení; všimněte si, že equalizéry zapojené pro domácí poslech si většinou každý nastavuje zhruba do tvaru „V“, kde je právě t oblast značně potlačena |
| 700–1200 Hz | zvýrazněním této oblasti se zabarvení stává „plechovým, nosovým“, či jinak nepříjemným, u přebuzených kytar či dechových nástrojů začíná nabývat na hrubosti; někdy se dá zvýrazněním této oblasti přidat trochu razance u basové linky |
| 1.2–3 kHz | vyšší středy, které se výrazně podílejí na zabarvení nástroje; jejich zdůrazněním dostávají zvuky kovově ostrý, „mlaskavý“ či chrastivý charakter; toto pásmo má výrazný podíl na srozumitelnosti zvuku |
| 2.5–6 kHz | vysoké středy, které přidávají cinkání a rozjasňují zejména ty zvuky, které nemají směrem nahoru příliš velký frekvenční rozsah (např. el. kytary – cca do 7 kHz); ostatním zvukům dodávají ostrost a jas |
| 6–20 kHz | pásmo velmi vysokých středů a výšek, jehož zesílení dodává zvuku pocit čistoty a průzračnosti, samozřejmě pouze za předpokladu, že je v signále obsaženo. U nástrojů, kde chceme ponechat zvuku jeho přirozený charakter (např. lidský hlas), je mnohem výhodnější používání výšek typu SHELVING než BELL. |

*Tab. 4: Vliv různých frekvencí na zabarvení zvuku*





obou zvuků dohromady, a vzhledem k přítomnosti velkého množství harmonických, zní mixáž zaplněně ještě před tím, než se přidají další nástroje. Proto se party s ostře fázovanými a členěnými útvary stávají mnohem čitelnějšími, než svázané, držené akordy.

Obdobné problémy se vyskytují u syntetických zvuků, kde je velmi důležité vybrat si takový registr, který vychází dobře v mixáži, a přesto zanechává prostor ostatním zvukům, které máte v úmyslu použít. Celá záležitost není tak jednoduchá, jak by se mohlo na první pohled zdát, protože většina syntezátorů má nastavené zvuky programů tak, aby byly co nejpůsobivější, když si je zkoušíte bez hudebního doprovodu. Použitím stejných zvuků v nahrávce pravděpodobně zjistíte, že zaplňují veškerý prostor v aranžmá. Technika, kterou používá hodně producentů spočívá v tom, že jednotlivé nástroje dobře zapadají do různých částí zvukového spektra a minimálně se frekvenčně překrývají, což napomáhá dobře je sluchově rozlišit od sebe.

Zkuste si ještě před natáčením vytvořit takový frekvenční diagram, kde si včas dokorigujete výběr zvuků nebo upravíte aranžmá tak, aby potom při mixáži nebylo nutné napravovat ekvalizérem to, k čemu vůbec nemuselo dojít. Většina zkušených odborníků vám potvrdí, že frekvenčně dobře sestavená nahrávka se „míchá sama“, tedy bez dlouhých úvah o barvách a o úrovních příslušných zvuků.

## • *Speciální využití ekvalizérů*

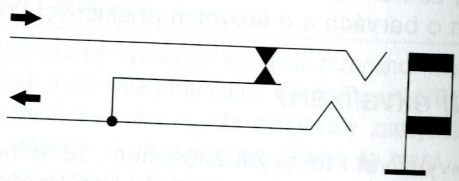
Ekvalizéry je možné využívat i takovým způsobem, že se nepodílejí na barvě zvuku přímo, ale jsou zapojeny do řídicích obvodů různých dynamických procesorů. Například zařazením ekvalizéru do řídicího obvodu kompresoru lze dosáhnout toho, aby kompresor omezoval dynamiku signálu pouze na vybraných frekvencích. Tak je možné odstranit z nahrávky např. přehnané sykavky či vzduchové nárazy na mikrofon, u efektů typu GATE se zase dá omezit otvírání nežádoucími nástroji při přeslechu atd. Podrobné informace budou uvedeny v kapitole o dynamických efektech.

Kromě klasických ekvalizérů existují i typy, u kterých korekční úprava probíhá v závislosti na dynamice signálu (takto je možné rozjasnit například i zvuky, které by jinak značně šuměly, neboť zvuk se stává jasnějším až po překročení určité hlasitosti).

### 2.2.3 Pomocné výstupy (AUXILIARY SECTION)

Dalším dílem vstupního kanálu na mixážním pultu, do kterého putuje signál ný v korekčních obvodech, je sekce pomocných výstupů.

Ještě před touto sekcí bývá možnost rozpojení signálové cesty a zařaz ších procesorů (INJECT, INSERT). Rozpojení se většinou provádí pomocí jac zásuvek s přepínacími kontakty. Pokud není připojen žádný jack, signál pr normálně, tj. z korekčního obvodu do obvodu pomocných výstupů. Po zasun ku se cesta rozpojí a signál odchází z korekčních obvodů ke zpracování do ního procesoru, ze kterého se navrací zpět už přímo do sekce pomocných v Někdy bývá rozpojení provedeno již za vstupním zesilovačem, a signál potom přichází z externího procesoru nejprve do korekcí. Zásuvka bývá řešena bu stereofonní jack (zem, signál do procesoru, signál z procesoru), nebo jako d mostatné zásuvky.



*Obr. 37: Rozpojení signálové cesty pro zařazení externího procesoru*

Někdy bývá v těchto bodech vyveden na zadní panel i přímý výstup z kanálu (D RECT). Je určen pro různá speciální využití a v podstatě jej lze nahradit i výstupe INJECT, u kterého spojíme oba signálové body, aby signál mohl procházet do dal ších částí vstupního kanálu.

Pomocné výstupy bývají označené jako PRE FADER a POST FADER (před a z faderem), nebo jsou přepínatelné pro obě možnosti. Pomocný výstup (AUX) zapoj ný před faderem je jednoduché nastavení úrovně nezávisle na nastavení fader signál z kanálu se přivádí na sběrnici v pultu, kde se míchá společně s dalšími sig nály z ostatních kanálů, které odcházejí také před faderem. Tento smíchaný pomoc ný signál se potom přivádí do obvodu nastavení celkové úrovně (MASTER AUX), který je obvykle umístěn na pravé straně pultu, kde jsou i další výstupy. Tímto po stupem získáváme vlastně monofonní mixáž všech kanálů (jednotlivé poměry jso určené nastavením prvků AUX), kterou je možné použít k nastavení poslechu pr muzikanty. Celková úroveň (MASTER AUX) je zde vlastně ve funkci hlavních výstup (MASTER VOLUME).

Dražší pulty mohou být doplněné dalšími pomocnými výstupy před faderem, kte ré mají zase svoji vlastní sběrnici a pracují zcela nezávisle. Umožňují například od lišné smíchání poměrů jednotlivých nástrojů, takže každý muzikant má svůj vlast



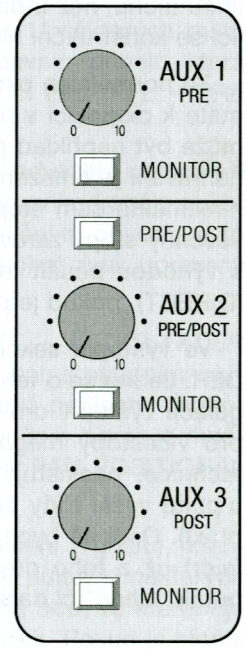


poslech. Je to výhodné zejména z toho důvodu, že se zpěváci v kapele potřebují dobře navzájem slyšet, aby ladili, bubeník chce zase na druhé straně slyšet hlavně hráče na basu. Proto jsou často pomocné výstupy zapojené před faderem nazývány zpětným poslechem (FOLDBACK) a ve studiu se na ně obvykle připojuje zesilovač pro sluchátka.

Pomocné výstupy POST FADER jsou velmi podobné systému PRE FADER, ale jsou ovlivňovány nastavením faderu v daném kanálu. To je předurčuje k odesílání signálu do efektových přístrojů, protože při potlačení nástroje faderem obvykle potřebujeme ubrat i úroveň efektů v odpovídajícím poměru. Ve studiu je dnes běžné používat více efektových procesorů, a tak čím více těchto cest máme k dispozici, tím jsme na tom lépe.

Často je možné přepínat pomocné cesty před faderem do funkce za faderem (když už nepotřebujeme zpětný poslech), čímž dosáhneme toho, že máme více cest pro odeslání do efektů. Ideální stav je, máme-li alespoň tři cesty k odeslání signálu do efektů, pokud je jich k dispozici více, není to nikdy k zahození. Velkým pomocníkem pro práci s pomocnými výstupy jsou také tlačítka PFL či SOLO, umístěná v této sekci pro kontrolu signálu, který je odesílán do efektů.

U pultu typu IN LINE je navíc možné přiřadit pomocné výstupy monitorové sekci (systém IN LINE bude podrobně popsán v dalších kapitolách). U dražších modelů bývá každý AUX doplněn ještě tlačítkem MUTE (umlčení signálu), čímž se dá přesně určit, kdy bude daný signál odeslán do určeného efektu.




*Obr. 38: Příklad uspořádání sekce pomocných výstupů*

## 2.2.4 Výstupní sekce

Ve spodní části každého kanálu můžeme najít panoramatický potenciometr (P... RAMA, PANPOT, v české terminologii též pod názvem směrovač či lokalizátor), ... čítka pro určení další trasy signálu (ROUTING, ASSIGN) a především FADER, ... vlastně nejdůležitější část každého kanálu, protože se jím řídí celková úroveň ... lu (hlasitost).

Tlačítka pro přiřazení výstupů v této sekci určují, kam bude signál z daného ... nálu odeslán. Nejjednodušší variantou je připojení výstupu z kanálu přímo ke ... nici levého a pravého výstupního kanálu (LEFT, RIGHT), tedy do hlavního stereo... ního výstupu, který bývá nejčastěji označován jako L,R. Je-li toto tlačítko zap... řídí se poměr mezi levým a pravým výstupem prvkem PANORAMA, což umožň... umístit signál při mixáži do určitého bodu na stereofonní bázi. Takto vlastně ... studiový pult stejnou funkci jako jednoduchý mixpult pro PA, kde u té nejjednodu... ší varianty nemusí vůbec žádná tlačítka pro přiřazení výstupů být.

Natáčíte-li na multitrack, musí signál z kanálu odcházet do správné stopy, a ... tedy nezbytné určit jeho další trasu. Teoreticky by tedy mělo být na každém kan... tolik tlačítek, kolik máme k dispozici stop. V praxi bývají tato tlačítka řešena tak, ... se vybírají páry výstupů, 1–2, 3–4 atd., a volba výstupu v daném páru se provád... prvkem PANORAMA. To znamená, že když navolíme např. pár 3–4 a PANORAM... otočíme úplně doleva, odchází signál do 3. výstupu a tedy i do 3. stopy. Výhod... tohoto systému je to, že můžeme signál umístit kdekoli na bázi stereofonního pár... což je dobré zejména tehdy, nahráváme-li více nástrojů najednou a máme jasn... představu o jejich umístění ve stereu. Zmíněná tlačítka plní u pultu SPLIT troch... jinou úlohu, než u pultu IN LINE, ale to si popíšeme podrobně až v kapitole zabýv... jící se konstrukční filozofií obou typů.

Za normálních okolností by měl mít pult kromě volby LR tolik výstupů, kolik stop ... máte k dispozici v reálném čase, ale dá se přistoupit i na různé kompromisy. Tak ... může být například pouhá polovina výstupů na pultu oproti stopám na rekordéru - ... nahrávání je omezeno např. při šestnáctistopém záznamu tak, že můžeme nahrávat ... maximálně osm stop najednou. Ale ani při nahrávání živých koncertů, kdy se toč... všechny stopy zároveň není nic ztraceno. Pro nahrávání jednotlivých stop můžeme ... s výhodou použít individuální výstupy kanálů (body INSERT) nebo přímé výstupy ... (DIRECT), pokud je pult má.

Ve výstupní sekci každého vstupního kanálu je tím nejdůležitějším prvkem FA... DER. Jedná se o tahový potenciometr v různých provedeních, kterým se provádí re... gulace výstupní úrovně buď do hlavních výstupů (LR), nebo do navolených výstupů ... pro vícestopý magnetofon. Jako u mnoha dalších ovládacích prvků ve studiové ... technice, neexistuje ani zde žádný zažitý český ekvivalent pro název, i když se ... u pultů vyšší třídy často používá doslovný překlad – TLUMIČ (hlavně v rozhlasové ... praxi). Osobně bych se přimlouval za to, nazývat tento prvek anglickým FADER (čti ... fejdr) už z toho důvodu, že to zní přece jen o něco odborněji než „šavle, klika, ... poťák, taháč“ či další výrazy běžně používané ve studiové „hantýrce“.





Profesionální typy se vyznačují poměrně dlouhou dráhou, vysokou přesností, trvanlivostí, odolností proti prachu a dalšími vlastnostmi, které se promítají také v ceně. Součástí faderu bývají i různé přepínací kontakty, kterými je možné vyjetím z nulové polohy ovládat další přístroje (rozjezdy magnetofonů, přehrávačů CD, jukeboxy atd.), ale tento doplněk se vyskytuje spíše na pultech pro vysílání či obdobné aplikace. Speciální fadery určené pro pulty s automatickou mixáží mají vlastní pohon a jejich poloha je při míchání řízena počítačem.

Výstupní sekce každého kanálu bývá doplněna i tlačítky SOLO, PFL a MUTE. První dvě slouží pro poslech vstupního signálu, aniž by byl nějak ovlivňován signál odcházející přes fader do dalších výstupů. Znamená to, že navolením tohoto tlačítka odchází signál do stop magnetofonu nebo hlavních výstupů beze změn, i když se z poslechových soustav ozývá pouze signál daného kanálu, který se objeví i na hlavním indikátoru. Tato část kanálu bývá řešena různými výrobci odlišně a ani názvy, používané pro tato kontrolní tlačítka, neodpovídají vždy stejným funkcím.

U pultů pro PA je tlačítkem SOLO umožněna kontrola signálu výhradně do připojených sluchátek, neboť jakákoli přítomnost jiného zdroje signálu v ozvučovacím systému, než je hlavní výstup z mixážního pultu, je zde naprostým nesmyslem. U studiových pultů se dá někdy rovněž signál pro kontrolní poslech přepnout do jiné cesty než je hlavní monitorový systém, tzn. buď do sluchátek, či do pomocného reproduktoru, který je zabudován přímo v pultu (u vysílacích a přenosových pultů), nebo je vyveden do samostatného výstupu, odkud se dá propojit kamkoli.

Další rozdíl bývá v tom, zda je možné navolit pouze jediný zdroj signálu (např. jeden vstupní kanál), či více signálů najednou (např. kanál 3 a 4). U všech tlačítek, která slouží pro takové monitorování signálu, je důležitá optická kontrola navolených zdrojů, jinak je práce s těmito tlačítky velmi nepřehledná. U některých pultů bývá kromě led-diody u každého tlačítka i další indikace na hlavním panelu, která upozorňuje, že máme někde na pultu navolené tlačítko SOLO či PFL (PFL – PRE FADER LISTEN = poslech před faderem).

U různých pultů se liší i bod, ze kterého je signál pro SOLO odvozen, což záleží částečně i na umístění zásuvky INSERT. Poslech signálu na vstupním kanálu může být proveden přímo za vstupním zesilovačem nebo až za korekčními obvody, a to buď před bodem INSERT, či až za ním, aby bylo možné poslouchat zvuk upravený individuálně externími procesory.

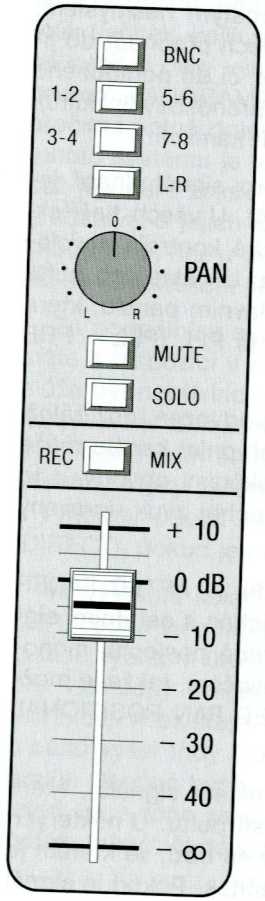
Dalším možným bodem poslechu je signál za faderem (AFL – AFTER FADER LISTEN = poslech za faderem), tedy těsně před tím, než je smíchán s ostatními signály do společné sběrnice. Některé pulty bývají vybavené kromě poslechu monofonního zvuku přímo za faderem i poslechem signálu za směrovačem, takže je možné sledovat i umístění zvuku na stereofonní bázi (APL – AFTER PAN POSITIONAL LISTEN = poslech za panoramatickým potenciometrem).

Posledním velmi důležitým tlačítkem je funkce MUTE (umlčení signálu), která slouží k přerušení výstupního signálu z kanálu do dalších částí pultu. U některých pultů můžeme najít tuto funkci i pod názvem SQUELCH. I zde se bod, ve kterém je signál zamutován může lišit, stejně jako u odposlechových tlačítek. Pokud je signál

přerušen hned za vstupním zesilovačem, je logické, že se nedostane nejen do rekcí, ale ani do pomocných výstupů před nebo za faderem. Ve kterém bodě je nál přerušován, to už musíte vyčíst z přiložené dokumentace.

U funkce MUTE je velmi důležité, aby přerušení či zapnutí signálu neprob ostře, ale aby mutování bylo měkké a nedocházelo k různým vedlejším efektům pance, kliksy apod.).

Tlačítko MUTE je užitečným pomocníkem nejen ve studiu, ale i při živých cích, neboť při vypínaní jednotlivých nástrojů zůstává zachována přesná úroveň nálu nastavená faderem. Pulty pro živé aplikace mívají také možnost ukládat mutované kombinace do několika skupin. Tyto konfigurace je možné aktivovat ledně stiskem jediného tlačítka.




*Obr. 39: Příklad provedení výstupní části vstupního kanálu*





## 2.2.5 SPLIT

Ještě než se dostaneme k podrobnému popisu monitorové sekce a dalších dílů mixážního pultu, bude nezbytné říci si něco o dvou základních konstrukčních filozofiích – IN LINE a SPLIT, neboť to s dalšími tématy velmi úzce souvisí.

Až na drobné výjimky je uspořádání vstupních kanálů u obou typů stejné. Oba modely se od sebe liší zejména rozmístěním výstupních dílů a systémem, jakým je provedena monitorová sekce. Podívejme se nejprve na uspořádání pultu SPLIT (rozdělený), který je v určitém smyslu přehlednější a využívá se jak ve studiu, tak při živém ozvučení. Schematické uspořádání jednotlivých dílů vidíte na obrázku 40.

U pultů SPLIT funguje vstupní kanál v podstatě tak, jak byl popsán v minulých kapitolách, s výjimkou tlačítek pro odeslání signálu. Volbou hlavních výstupů se sice dostáváme přímo do hlavního stereofonního výstupu, vybereme–li si však některý výstupní pár, neodchází signál přímo do výstupních zdířek, ale dostává se nejprve do zvolených subvýstupů (skupin), kde je možné provést nejen celkové nastavení úrovně, ale i obdobné operace, jako na vstupních kanálech.

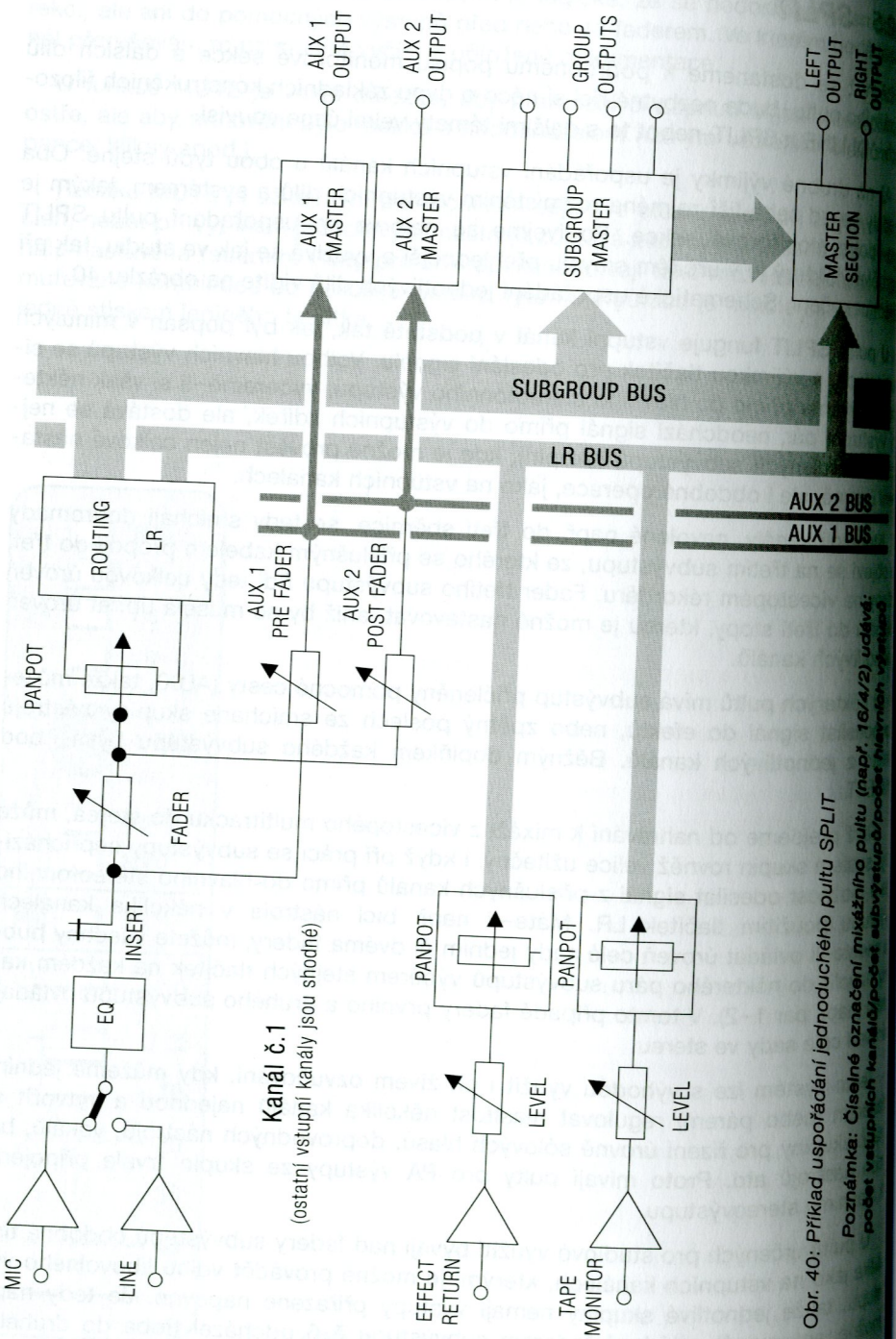
Kterékoli kanály, navolené např. do třetí sběrnice, se tedy smíchají dohromady a objeví se na třetím subvýstupu, ze kterého se příslušným kabelem propojí do třetí stopy na vícestopém rekordéru. Fader třetího subvýstupu řídí tedy celkovou úroveň signálu do třetí stopy, kterou je možné nastavovat, aniž by se musela ubírat úroveň jednotlivých kanálů.

U některých pultů mívá subvýstup přičleněny pomocné cesty (AUX), takže můžete odesílat signál do efektů, nebo zpětný poslech ze smíchané skupiny nástrojů místo z jednotlivých kanálů. Běžným doplňkem každého subvýstupu bývá i bod INSERT.

Když přejdeme od nahrávání k mixáži z vícestopého multitracku do sterea, může být systém skupin rovněž velice užitečný, i když při práci se subvýstupy nepřicházíte o možnost odesílat signál z příslušných kanálů přímo do hlavního stereofonního výstupu použitím tlačítek LR. Máte–li např. bicí nástroje v několika kanálech a chcete–li ovládat úroveň celé sady jedním či dvěma fadery, můžete všechny bubny navolit do některého páru subvýstupů výběrem stejných tlačítek na každém kanálu (např. pár 1–2). V tomto případě fadery prvního a druhého subvýstupu ovládají úroveň celé sady ve stereu.

Tento systém lze s výhodou využít i při živém ozvučování, kdy můžeme jedním faderem (nebo párem) regulovat hlasitost několika kanálů najednou a vytvořit si např. skupiny pro řízení úrovně sólových hlasů, doprovodných nástrojů, vokálů, bicích nástrojů atd. Proto mívají pulty pro PA výstupy ze skupin trvale připojené k hlavnímu stereovýstupu.

U pultů určených pro studiové využití bývají nad fadery subvýstupů obdobná tlačítka jako na vstupních kanálech, kterými je možné provádět volbu libovolného výstupu, takže jednotlivé skupiny nemají výstupy přiřazené napevno. Je tedy např. možné, aby signál ovládaný faderem subvýstupu č. 6 odcházel třeba do druhého




Obr. 40: Příklad uspořádání jednoduchého pultu SPLIT
Poznámka: Číselné označení mixážního pultu (např. 16/4/2) udává: počet vstupních kanálů/počet subvýstupů/počet hlavních výstupů





výstupu. Kromě volby výstupů pro nahrávání je na všech subvýstupech samozřejmě i tlačítko LR, kterým se dostáváme při mixáži do hlavního stereovýstupu, stejně jako u vstupních kanálů.

## • Monitorová sekce u pultu SPLIT

Smyslem monitorové sekce na mixážním pultu je možnost poslechu různých signálů, aniž by byly nějak ovlivňovány signály, které procházejí pultem do nahrávacího zařízení, do efektů či do hlavních výstupů. Na pultu pro PA tuto sekci v klasické podobě nenajdete, neboť jak už jsme se zmínili, kontrola potřebných poslechových bodů se provádí tlačítky SOLO rozmístěnými na kanálech a dalších důležitých sekcích, přičemž je tento signál přiveden do sluchátkového zesilovače a na indikátory.

Výstup monitorové sekce je většinou proveden jako stereofonní a připojuje se k němu zesilovač pro poslechové soustavy v režii nahrávacího studia. Zde je nutné si uvědomit, že hlavní stereovýstup z pultu není totéž, co výstup monitorový, do kterého si volíme právě ty signály, které nás v dané chvíli zajímají, přičemž ostatní signály jsou automaticky zamutovány.

Ve studiu je nezbytná nejen kontrola jednotlivých signálových bodů, ale do monitoru přicházejí rovněž veškeré signály z multitracku, jejichž úroveň můžeme individuálně nastavovat. Ovládací prvky pro nastavení bývají umístěny většinou nad fadery subvýstupů, a kromě regulace úrovně mívá každá stopa i možnost nastavení prvku PANORAMA a přepínač, kterým si volíme poslech buď ze vstupu rekordéru, nebo z výstupu příslušné stopy. Tak je možné provádět velmi jednoduchou stereofonní mixáž nahraných stop. Někdy je tato sekce doplněna i pomocným výstupem AUX pro přidání efektů (např. hall) v případě, že chcete dosáhnout lepší představy o tom, jak bude výsledný snímek znít. V této sekci se můžeme opět setkat u každého kanálu (stopy) s tlačítky MUTE a SOLO.

Vstupy a výstupy z multitracku nejsou zdaleka vším, co potřebujeme poslouchat. Již jsme se zmínili, že stlačením tlačítka PFL nebo SOLO přerušíme jakýkoli signál na monitoru, ale jsou i další možnosti pro přepínání monitorového systému. Jednou z nejčastěji volených signálových cest je hlavní stereofonní výstup. Jedná se o výstup, na který se připojuje stereofonní rekordér (MASTER), kde budeme chtít slyšet přesně to, co jde do záznamu při mixáži. Navolení PFL nebo SOLO má před tímto poslechem stále přednost, ale na hlavní stereovýstup nemá žádný vliv.

Monitorový systém je tedy možné přepínat mezi vstupy a výstupy z multitracku (vícestopého rekordéru), hlavním stereovýstupem z mixu, ale i stereovýstupy ze záznamových přístrojů pro mixáž (MASTER), aby byla možná kontrola nahraného signálu. Před kterýmkoli tímto přepnutím má ale funkce PFL nebo SOLO přednost.

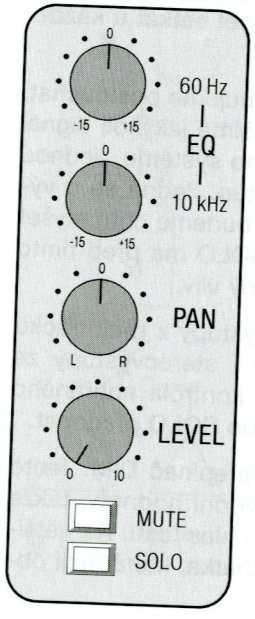
Výstup z monitoru má vlastní ovládání hlasitosti a někdy i přepínač DIM. Tento užitečný doplněk potlačuje hlasitost monitoru asi na 10 % původní hodnoty, takže můžete třeba telefonovat, aniž by se změnilo původní nastavení hlasitosti. Na většině běžných pultů se připojuje do tohoto bodu i výstup pro sluchátka, která mají obvykle oddělené řízení hlasitosti.

## • *Používání efektových procesorů u pultu SPLIT*

Efektové procesory je vždy možné připojovat několika způsoby. Využíváme-li procesor pouze pro jeden nástroj, můžeme ho vložit do bodu INSERT, a poměr přímého signálu (DRY) a efektu (EFFECT) řídit prvkem MIX přímo na daném přístroji. U tohoto způsobu zapojení by neměly vznikat žádné problémy, stejně jako u zapojení efektového přístroje mezi nástroj (syntezátor) a vstup mixážního pultu.

Pokud ale používáte k odeslání signálu do efektů (SEND) pomocné cesty zvané faderem (AUX) na vstupních kanálech s tím, že pro návrat efektů (RETURN) použijete speciální efektové kanály na pultu, které přidávají signál z efektů při mixáži přímo do hlavních stereovýstupů, potom zde přece jenom jeden problém vzniká. Jsou totiž kanály místo připojení k hlavnímu stereovýstupu skupinovány pomocí subvýstupů, neovládá fader daného subvýstupu množství přidaného efektu; to se děje pouze faderem na kanálu.

Potom se stane to, že když např. potlačíte předmíchané bicí, na které jsou použité fadery subvýstupu, zůstává umělý dozvuk, jehož úroveň se ovládá některým pomocným výstupem na kanálu, stále v pozadí. Aby se vyřešil tento problém, musí se signál do efektů odesílat buď ze subvýstupů (namísto ze vstupních kanálů), nebo je nutné přivést signál z efektů (RETURN) do stejného páru subvýstupů. Většina mixů toto řešení umožňuje, neboť pomocné kanály pro návrat signálu z efektů mívají stejná tlačítka pro odeslání signálu do subvýstupů, jako jsou na kanálech. Z obou možností je ta druhá nepochybně lepší, ale musíte si uvědomit, že nelze používat stejné efektové jednotky na zbývajících kanálech, jinak se problém objeví znovu.




*Obr. 41: Příklad provedení kanálu pro návrat signálu z efektů (RETURN)*





U některých pultů nemají pomocné kanály pro signál z efektů (RETURN) žádné korekce, zatímco jiné mohou mít ovládání výšek a hloubek, nebo dokonce dokonalejší vybavení. Můžeme zde nalézt i prvek PANORAMA, ale jen v několika výjimečných případech mají tyto kanály pomocné výstupy (AUX) nebo INSERT.

Protože kanály pro zpáteční signál z efektů jsou řešeny obdobně jako vstupní kanály, i když mnohem jednodušeji, mohou se používat i jako přídavné linkové vstupy (pokud nejsou pro efekty zapotřebí), a stejným způsobem je možné naopak využívat kterékoli volné vstupní kanály pro návrat signálu z efektů. Používáte-li vstupní kanály pro zpáteční signál z efektů, zapamatujte si, že na nich nesmíte používat AUX pro odeslání do příslušného efektu, jinak odesíláte výstup z efektu zpět na vstup, čímž způsobíte zpětnou vazbu.

Důležité pravidlo: Při používání efektových procesorů systémem SEND/RETURN je nutné nastavit poměr přímého zvuku a efektu na procesoru naplno na „EFFECT" (WET), jinak přichází do pultu nazpět znovu přímý zvuk. Tím mohou vznikat nejen různé komplikace s fází signálu, ale je omezována i samotná účinnost použitého efektu (stejné pravidlo platí i pro práci v DAW).

## 2.2.6 IN LINE

Provedení pultu typu IN LINE se od klasických pultů SPLIT dost liší. Na těchto modelech nenajdete žádné subvýstupy, neboť jednotlivé kanály je možné modifikovat takovým způsobem, že plní funkce nejen vstupních kanálů, ale i subvýstupů či monitorových sekcí pro poslech signálu z vícestopého magnetofonu. Je potom na uživateli, které z těchto kanálů použije jako vstupní a které jako subvýstupy. Práce se subvýstupy může být v některých případech u těchto pultů dost nepřehledná, čemuž nenapomáhá ani skutečnost, že většina výrobců má vyvinutý svůj vlastní unikátní systém.

Provedení IN LINE má však řadu výhod, a proto se tyto pulty stále častěji objevují i v profesionálních studiích po celém světě. Při pohledu na takto provedený pult se může zdát, že se celý systém skládá pouze ze vstupních kanálů, hlavního stereovýstupu a několika doplňků, o kterých ještě bude řeč, případně z několika kanálů pro návrat signálu z efektových procesorů (RETURN). Při bližším prozkoumání zjistíte, že každý kanál obsahuje oproti pultu SPLIT několik „rafinovaných" tlačítek navíc, a kromě vstupní sekce, korekčního dílu (EQ), sekce pomocných výstupů (AUX) a výstupního dílu, obsahuje ještě sekci monitorovou (MONITOR). Tato část pultu není tedy oddělená jako u pultu SPLIT, ale je součástí každého kanálu.

### • *Výstupní a monitorová sekce kanálu IN LINE*

Vstupní díl sekce ekvalizéru a pomocné výstupy jsou na pultech IN LINE řešeny obdobně jako u pultů SPLIT, proto se jimi již nemusíme zabývat. Výstupní sekce mixu u systému IN LINE však funkci poněkud odlišnou, neboť kromě odeslání signálu do jednotlivých výstupů slouží i k přepínání pracovního režimu.

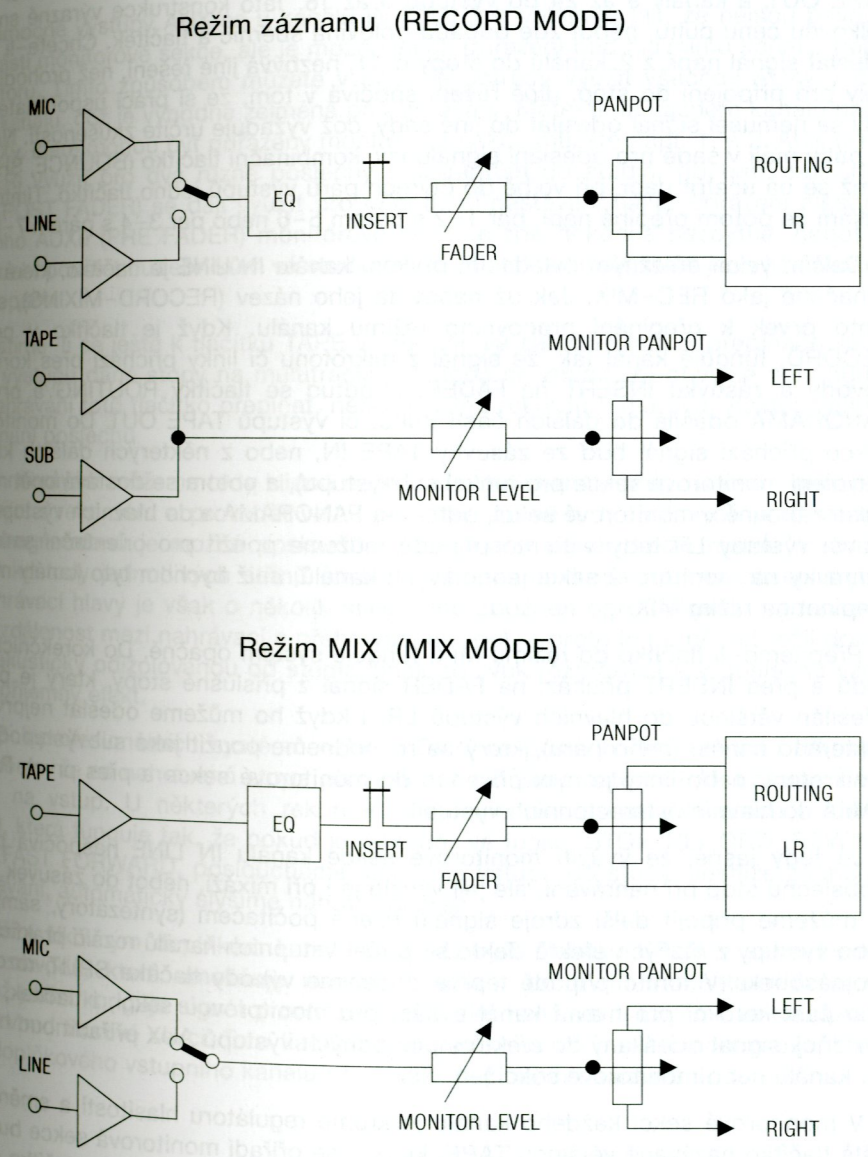
Na zadním panelu každého kanálu IN LINE najdete zásuvky (jack nebo XLR) pro spolupráci s vícestopým magnetofonem nebo jiným rekordérem: mohou být označené např. TAPE OUT (výstup do stopy) a TAPE IN (signál z nahrané stopy). Pokud nechcete mít v propojení zmatek, je samozřejmě nutné, aby čísla kanálů odpovídala i stopám na multitracku.

Tlačítka pro odeslání signálu z kanálu jsou vyřešena stejně jako u pultu SPLIT, najdete zde jak páry výstupů 1–2, 3–4 atd., tak tlačítka pro hlavní stereovýstup LR. Při odeslání signálu do hlavních výstupů funguje vše jako u modelu se subvýstupy. Pokud si ale navolíte některý pár výstupů, odchází signál přímo do příslušných výstupů TAPE OUT. Výstup v páru, nebo umístění signálu na stereofonní bázi určuje opět prvek PANORAMA.

Jestliže si tedy navolíme např. signál ze 3. kanálu do stopy č. 3, budeme ho poslouchat na monitorové sekci 3. kanálu, což je poměrně logické. Pokud ovšem odešleme signál ze 3. kanálu např. do 5. stopy, neposloucháme nahranou stopu na 3. kanálu, ale v monitorové sekci 5. kanálu. Tento způsob práce již není tak přehledný a zpočátku může činit problémy, než si na něj zvyknete.








*Obr. 42: Znázornění obou operačních režimů kanálu IN LINE*

U některých pultů IN LINE je uspořádání sběrnic vyřešeno takovým způsobem, že např. signály z kanálů 1 až 8 je možné odesílat pouze do prvních osmi výstupů TAPE OUT, a kanály 9 až 24 do výstupů 9 až 16. Tato konstrukce výrazně snižuje celkovou cenu pultu, neboť zde odpadá polovina sběrnic a tlačítek. Chcete-li odeslat signál např. z 2. kanálu do stopy č. 11, nezbývá jiné řešení, než prohodit kabely pro připojení do stop. Jiné řešení spočívá v tom, že si práci uspořádání sám, aby se nemusel signál odesílat do jiné sady, což vyžaduje určité zkušenosti. Některé pulty mají v sadě pro odeslání signálu tzv. kombinační tlačítko (BOUNCE, SUM), čímž se dá ušetřit např. při volbě do čtyřech párů výstupů jedno tlačítko. Tímto tlačítkem se potom přepíná např. pár 1–2 s párem 5–6 nebo pár 3–4 s párem 7–8.

Dalším velmi důležitým ovládacím prvkem kanálu IN LINE je tlačítko, které bývá označené jako REC–MIX. Jak už napovídá jeho název (RECORD–MIXING), slouží tento prvek k přepínání pracovního režimu kanálu. Když je tlačítko v poloze RECORD, funguje kanál tak, že signál z mikrofonu či linky přichází přes korekční obvody a zásuvku INSERT na FADER, a odtud se tlačítky ROUTING a případně PANORAMA odesílá do dalších částí pultu, či výstupů TAPE OUT. Do monitorové sekce přichází signál buď ze zásuvky TAPE IN, nebo z některých dalších kanálů (navolení monitorové sekce pro funkci subvýstupu), a potom se dostává opět na regulátor úrovně v monitorové sekci, odtud na PANORAMA a do hlavních výstupů LR. Hlavní výstupy LR tedy v tomto případě můžeme použít pro orientační smíchání nahrávky na monitorové sekci jednotlivých kanálů, aniž bychom tyto kanály musili přepínat na režim MIX.

Přepneme–li tlačítko do režimu MIX, funguje systém opačně. Do korekčních obvodů a přes INSERT přichází na FADER signál z příslušné stopy, který je potom odesílán většinou do hlavních výstupů LR, i když ho můžeme odeslat nejprve do některého kanálu (nebo páru), který se rozhodneme použít jako subvýstup. Signál z mikrofonu nebo linky je nyní přiveden do monitorové sekce a přes prvek PANORAMA do hlavních stereofonních výstupů.

Je tedy jasné, že využití monitorové sekce kanálu IN LINE nespočívá pouze v poslechu stop při nahrávání, ale její využití je i při mixáži, neboť do zásuvek TAPE IN můžeme připojit další zdroje signálu řízené počítačem (syntezátory, samplery) nebo výstupy z různých efektů. Takto se počet vstupních kanálů rozšíří prakticky na dvojnásobek. (V tomto případě teprve doceníme výhody tlačítka SPLIT, rozdělujícího část korekcí pro hlavní kanál a část pro monitorovou sekci, i tlačítek, která umožňují signál odesílaný do efektů s pomocných výstupů AUX přiřadit buď hlavnímu kanálu nebo monitorové sekci.)

V monitorové sekci každého kanálu je kromě regulátoru hlasitosti a směrovacího ještě tlačítko nazývané většinou TAPE, kterým se přiřadí monitorová sekce buď pro výstup z kanálu, nebo pro poslech signálu ze stopy (TAPE IN). Toto tlačítko slouží buď k přepínání signálu odcházejícího do rekordéru a přicházejícího nazpět, nebo k modifikaci dané monitorové sekce na subvýstup. Funkce systému IN LINE je tedy do značné míry záležitostí kombinace tlačítek REC–MIX, TAPE a ROUTING (ASSIGN).





Monitorová sekce bývá rovněž osazena tlačítky MUTE a SOLO, která se s výhodou využijí ve všech pracovních režimech.

Pomocné výstupy AUX se u kanálu IN LINE řeší většinou tak, že nejsou pevnou součástí monitorové sekce, ale je možné jejich přiřazení buď hlavnímu kanálu, nebo monitoru. Tímto způsobem můžete v případě potřeby využít všechny AUXy v daném kanálu, což je výhodné zejména při nahrávání. Máte–li na každém kanálu např. 4 AUXy, které mohou být přiřazeny monitorové sekci, můžete např. 1. a 2. AUX (PRE FADER) využít pro dva různé poslechy muzikantům do studia, přičemž další dva (3, 4 POST FADER) se dají využít pro orientační nastavení hallů. Přiřazení alespoň jednoho AUXu (PRE FADER) monitorové sekci je zde dokonce nezbytné, neboť je zapotřebí pouštět hudebníkům ve studiu do sluchátek signály, které jsou již nahrané ve stopách.

Vrátíme–li se ještě k tlačítku TAPE v monitorové sekci ve funkci přepínače vstupu a výstupu dané stopy na multitracku, je třeba se zmínit, že obvykle není nutné při nahrávání toto tlačítko přepínat, neboť většina rekordérů má svůj vlastní systém přepínaní poslechu.

Při nahrávání můžeme tedy klidně nechat všechny kanály přepnuté na signál přicházející z rekordéru a provádět volbu poslechu na něm. U tříhlavých profesionálních magnetofonů je možné poslouchat již nahraný signál, takže máme možnost přímé kontroly jednotlivých střihů (slyšíme i případné drop–outy na páse), signál z přehrávací hlavy je však o několik milisekund zpožděn oproti signálu nahrávanému (vzdálenost mezi nahrávací a přehrávací hlavou), a proto je nutné mít režii dokonale akusticky odizolovanou od studia, jinak se zvuk rozmazává a v poslechu vzniká nepříjemný efekt.

U poloprofesionálních systémů nebo v DAW se poslech řeší většinou takovým způsobem, že se nahrávaná stopa při stisknutí záznamu automaticky přepíná z výstupu na vstup. U některých rekordérů najdeme pro usnadnění práce i funkci AUTO, která funguje tak, že pokud je rekordér ve funkci STOP, RECORD, REWIND nebo FAST FORWARD, posloucháme signál na vstupu do stopy. Jestliže zapneme přehrávání, automaticky slyšíme nahraný signál.

Dalším šikovným doplňkem kanálu IN LINE bývá tlačítko SPLIT v sekci korekčních obvodů, které umožňuje rozdělit ekvalizér do dvou samostatných částí, z nichž jedna koriguje signál procházející hlavním kanálem a druhou se dá upravit signál v monitorové sekci. Toto tlačítko oceníme spíše při použití monitorové sekce jako doplňkového vstupního kanálu při mixáži, než během nahrávání.

# 2.3 Hlavní (řídicí) sekce (MASTER SECTION)

## 2.3.1 Hlavní výstupní kanály (MASTER OUTPUT)

V předchozích kapitolách jsme se několikrát zmínili o tom, že všechny vstup
nály je možné pomocí tlačítek ROUTING odesílat do výstupů pro nahrávání
subvýstupů, nebo míchat přímo do hlavní stereofonní sběrnice, na kterou je
jen hlavní výstupní zesilovač. U jednoduchých studiových pultů najdete v této
pouze dva fadery (levý a pravý kanál) pro regulaci celkové úrovně do hlavní
stupu, který může být propojen s master rekordérem (někdy bývá k dispozici
nost regulace výstupní úrovně jedním stereofaderem, aby se zajistil ideální
obou kanálů). Tyto MASTER fadery zůstávají po celou mixáž převážně na
(maximální úroveň), nebo na hodnotách blízkých nule. Používají se většinou při
nulém najíždění (FADE IN) nebo stahování (FADE OUT) nahrávky.

Důležitým doplňkem této sekce jsou zásuvky INSERT, které plní stejnou
jako u vstupních kanálů. Zasunutím jacku se tedy rozpojí signálová cesta ve
stupním kanálu a je možné zařadit do ní různé procesory, které v tomto
upravují celou smíchanou nahrávku nebo zvuk pro PA. Do zásuvek INSERT na
stupních kanálech se nejčastěji připojují kompresory–limitéry, excitéry, grafické
ekvalizéry, dynamické šumové filtry a další procesory, které bývají často zkombi-
vány v jediném přístroji.

Při zapojení dynamických procesorů do výstupních kanálů je důležité, aby
použitých přístrojích byla aktivována funkce pro stereofonní využití procesoru, jinak
může dojít k tomu, že se posouvá stereofonní obraz, podle toho, jak se mění dyna-
mika v levém nebo v pravém kanálu (LINK, COUPLE). Tato funkce zajišťuje nejen
identické nastavení obou kanálů, ale i to, že veškeré dynamické změny, které se
vyskytnou v jednom kanálu, ovlivňují stejným způsobem i druhý kanál.

Podle využití pultu se můžeme setkat s různými variantami provedení výstupních
kanálů. Zatímco u pultů pro PA bývá výstupní kanál občas osazen korekčními obvo-
dy nebo dalšími doplňky, mohou být na některých typech (pulty pro vysílání) vypus-
těny i fadery, a celý výstupní zesilovač je vlastně skrytý uvnitř pultu.





## 2.3.2 Hlavní výstupy AUX (MASTER AUX)

Stejně jako u hlavního stereovýstupu přicházejí jednotlivé sběrnice pomocných výstupů AUX na vstupy příslušných výstupních zesilovačů, kde je možné nastavovat ještě celkovou úroveň do efektů či odposlechových systémů. Tyto sekce bývají doplněny funkcí MUTE a odcházející signál je možné většinou zkontrolovat tlačítkem SOLO.

Tlačítko SOLO je ve výstupní sekci AUX nezbytné, pokud chceme v režii kontrolovat, co jsme smíchali hudebníkům ve studiu do sluchátek. Při kontrole tohoto poslechu je ale důležité si uvědomit, že i když máme možnost slyšet přesně to, co jde do sluchátek pro odposlech, je situace přímo ve studiu poněkud odlišná, neboť každý hudebník slyší kromě smíchaného signálu ve sluchátkách částečně i svůj vlastní nástroj (případně i sousední nástroje). Proto je nutné toto nastavení korigovat přesně podle požadavků interpretů.

U pultů pro PA je dobré, máme–li možnost nastavení EQ pro výstupy používané pro odposlechové systémy na pódiu (INSERT pro MASTER AUX), protože nastavení zvuku, který posloucháme v sále, se může od požadavků účinkujících značně lišit. Odposlechové monitory budou znít jistě jinak než soustava PA a především prostor, který je ozvučován (pódium) si klade zcela jiné požadavky na nastavení, včetně úprav zabraňujícím vzniku zpětné vazby.

## 2.3.3 Hlavní monitorová sekce (MASTER MONITOR SECTION)

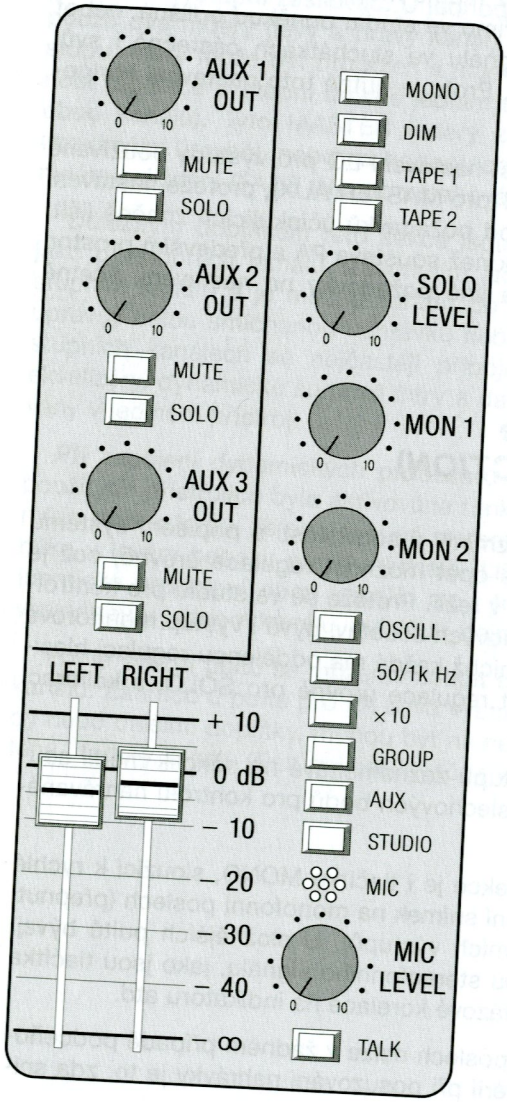
O monitorové sekci jsme se již podrobně zmínili v souvislosti s popisem systému IN LINE a SPLIT. Na výstupu této sekce je opět možnost regulace úrovně, což je vlastně v tomto případě hlasitost poslechu v režii. Protože se ve studiu pro kontrolní poslech využívá někdy více typů poslechových soustav, bývá i výstup monitorové sekce často rozveden do několika větví, z nichž každá má oddělenou regulaci hlasitosti. U některých modelů bývá i možnost regulace úrovně pro SOLO, s kalibrací pro kontrolu správné signálové úrovně.

Protože se často signál z hlavních výstupů zaznamenává na několik médií současně, bývá k dispozici většinou i více poslechových bodů pro kontrolu nahrávaného signálu.

Důležitou součástí každé monitorové sekce je i tlačítko MONO, sloužící k rychlé kontrole toho, jak bude vypadat stereofonní snímek na monofonní poslech (přepnutí nijak neovlivní stereofonní signál do hlavních výstupů). U složitějších pultů bývají často další doplňky související s kontrolou stereofonního signálu, jako jsou tlačítka pro součtový a rozdílový signál, kontrola fázové korelace na indikátoru atd.

Kontrolu nahraného snímku na mono–poslech nelze v žádném případě podceňovat, protože jedním z nejdůležitějších kritérií při posuzování nahrávky je to, zda sní-

mek zní dobře nejen z velkých studiových monitorů, ale i z malých repro
přenosných přístrojů, autopřehrávačů, rozhlasových přijímačů či televizorů.
se stává, že ve studiu perfektně znějící snímek vychází na těchto přístrojích
špatně, dochází nejen ke změnám poměrů jednotlivých nástrojů, ale i ke
jejich barvy. Hodně tomu napomáhá využívání různých stereofonních efek
mohou znít ve stereu sice impozantně, ale při poslechu nahrávky na mo
poslech zůstávají některá frekvenční pásma zcela „vykradena". Velký podíl
to handicapu má zejména vliv hřebenového filtru, který vzniká poté, co se
zpožděný signál dostává na stereofonní bázi do jednoho bodu, v tomto pří
střed. Při efektech typu DELAY
dění), které se dnes ve studiové
hodně využívají, je proto nutná
kontrola. Z hlediska mono kompa
se příliš nedoporučuje ani umí
signálů na bázi do extrémních
(úplně nalevo nebo napravo). Obd
problémy vznikají při stereofonním
mání párem mikrofonů (podrobně
světlení najdete v příslušné kapitole




*Obr. 43: Příklad provedení MASTER sekce*





## 2.3.4 Dorozumívání (TALKBACK, COMMUNICATION)

Dorozumívání je nutné k tomu, aby mohl zvukař mluvit s muzikanty ve studiu. Často bývá dorozumívací mikrofon zabudován přímo v pultu, i když některé pulty mají na předním panelu jenom zásuvku XLR pro připojení speciálního mikrofonu s „husím krkem". Kromě nastavení úrovně bývá v této sekci ještě sada tlačítek, kterou si volíme další trasu signálu. V převážné většině případů odchází signál do pomocných výstupů, tzn. hudebníkům do sluchátek, ale často je možné dostat se i do stop magnetofonu, kam se dají nahrát např. některé informace související s nahrávkou.

Tlačítko TALKBACK nemívá aretaci a funguje tedy jen po dobu, kdy ho podržíte, přičemž se automaticky potlačuje úroveň poslechu v hlavních monitorech nebo ve sluchátkách.

Tato sekce bývá na pultu často doplněna i tónovým generátorem s možností volby několika kmitočtů, který slouží ke kontrole signálových cest, nebo pro kalibrační a měřicí účely.

## 2.3.5 Indikátory

Nezbytnou součástí každého pultu jsou také indikátory, které slouží k optické kontrole signálové úrovně. Jednotlivé typy se liší jak konstrukcí, tak charakteristickým průběhem. Na starších pultech najdeme většinou ručičkové VU indikátory (VOLUME UNIT) indikující průměrnou úroveň signálu. Tyto indikátory nejsou schopny zachytit krátké signálové špičky, což je nutné brát v úvahu a modulovat signál místo do 0 dB, max. do −6 dB i méně, aby nedošlo k přebuzení. Pro lepší orientaci bývají někdy tyto jednoduché VU−metry doplněné další ručičkou, která sleduje špičky (někdy je možné navolit funkci, která zastavuje ručičku na maximální hodnotě), nebo led−diodou, která může ve špičkách poblikávat.

U rozhlasových pultů se dříve často používaly i paprskové indikátory: ty byly ale značně tepelně závislé, špatně čitelné v intenzivním osvětlení a mechanicky méně odolné; často se montovaly do samostatných jednotek jako doplněk k pultu a vyžadovaly složitý napájecí zesilovač.

Indikátory typu PEAK, které ukazují signálové špičky, jsou většinou řešeny sloupcem led−diod nebo neonovým plazmovým displejem a vyrábějí se v mnoha různých provedeních. Modely PPM (PEAK PROGRAM METER) s plazmovým displejem mají velkou rozlišitelnost (až 301 segmentů) a pracuje se s nimi mnohem lépe než s klasickými ručičkovými nebo led−diodovými systémy. Lze je přikoupit i samostatně jako doplněk k mixážnímu pultu a vyskytují se v několika odlišných měřicích standardech – bývají přepínatelné pro několik norem, které se od sebe liší zejména integračním a doběhovým časem nebo provedením stupnice. Mohou se přepínat většinou i na VU standard.

Téměř každý pult má dva hlavní (stereo) indikátory, které jsou buď spojené s výstupem monitorové sekce (co posloucháme na monitoru, vidíme i na indikátorech),

nebo se dají přepínat nezávisle pro určité signálové body (hlavní výstup LR, monitor, AUX 1,2 atd.).

Existují ale i další body, ve kterých je možné indikovat audiosignál. Velmi časté je optická kontrola všech subvýstupů, výstupů do záznamu či signálů přicházejících z jednotlivých stop rekordéru. Nejdražší a nejsložitější pulty mají indikátory signálu na všech důležitých výstupních nebo vstupních signálových bodech. Šikovným doplňkem indikátorů špiček je funkce, která na určitý čas podrží maximální dosaženou úroveň.

Některé pulty mívají i možnost kontroly stereofáze (korelátor) a další funkce.

### 2.3.6 Další doplňky

Součástí mixážního pultu mohou být i další doplňky, sloužící buď k dálkovému ovládání různých přístrojů, nebo pultu samotného. U složitých pultů lze některé funkce řídit centrálně, aby se ušetřil čas, který by obsluha musela vynaložit na přepínání jednotlivých kanálů.

U pultů vybavených funkcí MIDI MUTE býval v příslušné sekci zabudován computer pracující v interním (PATCH) i externím módu (ovládání připojených procesorů).

U profesionálních pultů, umožňujících plně automatickou mixáž, je i MASTER sekce daleko složitější, protože obsahuje počítač s příslušným řídicím programem.

### 2.3.7 Modulární koncepce

Snad s výjimkou jednoduchých pultů s několika vstupy jsou jednotlivé části mixážního pultu řešené formou výměnných modulů. Podle typu a rozměrů kovového šasi (rámu) je možné zvolit určitou konfiguraci vstupních kanálů, subvýstupů, hlavních kanálů, monitorových dílů atd. Součástí základního šasi jsou sběrnice s pevně nebo pohyblivě uchycenými multikonektory, do kterých se jednotlivé moduly zasouvají.

Výhody tohoto systému spočívají, kromě snadné přístupnosti a možnosti rychlé výměny vadného modulu, i v tom, že si můžete libovolně rozhodnout, kolik kterých modulů budete chtít do rámu osadit, čímž se dají vytvářet příslušné kombinace přesně podle požadavků daného studia.

Firmy vyrábějící složité pulty nabízejí většinou více variant provedení vstupních kanálů či dalších dílů. Tímto způsobem se dá cena pultu podstatně snížit, zvláště v případě, kdy se pult využívá jednoúčelově, stále se stejnými signálovými zdroji (kombinace složitějších vstupních mono–modulů osazených mikrofonním zesilovačem a složitějším ekvalizérem s jednoduchými stereofonními linkovými vstupy).





# 2.4. Digitální mixážní pulty (DMP)

Systém ovládání DMP by dnes asi vypadal zcela jinak, nebýt postupného vývoje, kterým klasická analogová technika po desítky let procházela. Namísto zcela nových koncepcí, které by se z čistě technologického hlediska u těchto pultů zcela logicky nabízely, navazuje současná podoba digitálních mixážních pultů na tradici klasických faderů, ekvalizérů, MUTE, SOLO a dalších funkcí, které nevyžadují nijak drastickou změnu v přístupu k systému ovládání (totéž platí ostatně i o digitálních rekordérech).

### 2.4.1. Základní vybavení a systém práce

Většina digitálních pultů má oproti svým analogovým protějškům mnohem méně ovládacích prvků, což je dáno celkovou koncepcí, která vychází z faktu, že jeden ovládací prvek slouží k nastavení různých parametrů, podle toho, v jakém režimu právě pracujete. Má-li tedy pult např. 16 faderů, neznamená to, že musí mít jenom 16 vstupních kanálů, jak by tomu bylo u analogového modelu. Tyto fadery se dají přepínat do dalších konfigurací (vrstev), takže mohou sloužit např. pro nastavení úrovně vstupních kanálů 1–16, ale i 17–32 a dále se mohou ještě využívat pro regulaci úrovní do pomocných výstupů AUX a subvýstupů či k řízení vybraných MIDI parametrů.

Jedním faderem lze tedy nastavovat mnohem více parametrů než je prosté řízení hlasitosti určitého kanálu, aniž by tím systém nějak ztrácel na přehlednosti ale naopak, možnost grafického znázornění úrovní např. pro AUX 3 (kanály 1–16 nebo 17–32) je na systému motorových faderů jistě mnohem přehlednější, než na otočných potenciometrech klasického analogového pultu.

Obdobné zásady platí i pro ekvalizér, řízení dynamiky, panorama apod., kdy je pult vybaven většinou ovládáním pro jediný kanál (může být aktivováno automaticky pohybem příslušného faderu nebo tlačítkem).

Veškerá nastavení na digitálním pultu lze většinou provádět i kurzorovými tlačítky, klávesnicí, kolečkem či myší a kontrolovat na displeji LCD nebo připojeném monitoru. Velkou výhodou je zde grafické znázornění všech důležitých funkcí (EQ, dynamika apod.).

Prakticky všechny digitální pulty obsahují analogovou část, která se skládá z nezbytných vstupních zesilovačů (linka, mikrofon, fantom. napájení, indikace špiček) a z různých analogových vstupů, výstupů či inzertů. Za vstupním zesilovačem následují již převodníky A/D (v současné době je tendence osazovat DMP velmi kvalitními 24 bitovými modely), takže další zpracování signálu probíhá již v digitálním formátu.

Většina modelů DMP nabízí pro každý vstupní kanál nejen funkce, na které jste zvyklí z analogových přístrojů (otočení fáze, ořezání subbasů, čtyřpásmový para-

metrický ekvalizér, panorama, přiřazení sběrnic a přímých výstupů, odesílání
lu do auxů a jeho indikaci), ale i další možnosti charakteristické pro digitál
středí (časové zpoždění, vytváření libovolných párů a skupin, řízení dy
využití interních efektových procesorů).

Asi největší výhodou DMP je možnost ukládání dílčích i globálních param
uživatelských pamětí a možnost jejich zpětného vyvolání. Nejčastěji se
s tzv. scénami, které jsou v podstatě kompletními konfiguracemi nastavení
pultu v příslušném okamžiku (včetně všech parametrů efektových programů).

V současné době využívají nahrávací studia nejen klasické hardwarové
pulty, ale také virtuální mixery, které jsou doplňkem prakticky všech aplikací
záznam a zpracování zvuku v DAW (viz příslušná kapitola). Tyto mixery mají
DMP řadu výhod, systém bývá graficky přehlednější a vychází na zlomek
DMP. Navíc může být doplněn různými MIDI kontroléry, čímž se od DMP v
již téměř neliší.

Řada firem (např. Soundcraft) se dnes pokouší prosazovat nové modely v
živého ozvučení a získat si tak uživatele z řad zvukařů, kteří pracovali
výhradně s analogovými verzemi mixážních pultů. V cenovém srovnání jsou
systémy stále příliš nákladné, navíc vyžadují naprosto odlišný systém práce
přinášejí analogové mixery. To je také jedním z důvodů, proč se u nás tyto
pro PA zatím příliš nerozšířily.

## 2.4.2. Časová synchronizace DMP s ostatními přístroji

Při jakékoli spolupráci digitálního mixážního pultu s rekordérem, sekvencerem
DAW či dalšími systémy, můžete na mixážním pultu provádět veškeré naprogra-
vané změny, ale pouze za předpokladu, že jsou všechny přístroje vzájemně
ronizované. Všechny DMP, které počítají s nějakou formou automatizace by
umět vysílat časový kód, v opačném případě může být DMP řízen např. z
tracku nebo z DAW. V obou případech je nezbytné propojit oba systémy
začním kabelem (MIDI, SMPTE) a správně aktivovat synchronizační režim na
přístrojích.

Dříve se k synchronizaci dvou či více přístrojů používaly jednoduché
synchronizační kódy udávající tempo bez údajů o pozici skladby. Jejich
měnila podle tempa skladby a protože neuměly určit, ve kterém místě se
nachází, muselo se startovat vždy od začátku. Tyto kódy se většinou
z prostých obdélníkových pulsů a s vyjímkou FSK se u nich nepočítalo se
mem na pás.

Vývojem relativních a později i absolutních softwarových kódů v MIDI
ztratilo používání výše uvedených kódů poněkud smysl (zvlášť pokud jste se
se všemi svými miláčky z doby audio-prehistorické) a dnes se u moderních
prakticky nevyužívají, i když se ještě můžete setkat s časovým kódem FSK-
(záznam na magnetofonový pás), MIDI SPP či DTL. Moderní synchronizační
tedy již nepracují na základě údajů o tempu skladby, ale přenášejí přímo reálný





SMPTE/EBU (Society of Motion Picture and Television Engineers), který se využí-
vá v profesionální audio i videotechnice na celém světě má čtyři různé formáty,
z nichž v audiotechnice se nejčastěji využívá 25 snímků za sekundu (25 FPS). Tento
kód je sestaven z údajů reálného času, takže se při změně tempa skladby (BPM)
nijak nemění. Časové informace se skládají z hodin, minut, sekund a snímku (např.
01:27:34:05). Pro tento kód lze využívat dva různé způsoby záznamu: podélný (LTC)
pro audiopás nebo audiostopu videorekordéru a vertikální (VITC), který je určen
výhradně pro video. Obdobou kódu SMPTE/EBU v MIDI systému je MTC (MIDI
Time Code) – jeden z novějších doplňků MIDI standardu. SMPTE/EBU i MTC jsou
naprosto necitlivé na jakékoli krátké výpadky kódu (některé synchronizéry dokážou
chybějící nebo porušená data doplnit), po spuštění přehrávání na multitracku nebo
v DAW se připojený sequencer „chytá" takřka okamžitě a to v kterémkoli místě,
a mezi nezanedbatelné výhody patří i možnost dodatečné změny tempa skladby.

Přístroj, který vysílá synchronizační signál je označován jako MASTER (řídící),
zatímco přístroje, které jsou tímto signálem řízeny se nazývají SLAVE (podřízené).
Chceme-li spolu synchronizovat dva přístroje s různým typem časového kódu, mu-
síme použít náležitý typ převodníku.

Na analogový multitrack se synchronizační signály nahrávají do synchronizační
stopy s vypnutou šumovou redukcí, jinak může dojít k narušení kvality kódu
a k chybnému čtení. Při záznamu kódu se doporučuje propojit synchronizační vý-
stup přímo do magnetofonu, protože se tím vyhnete nejen problémům se zkresle-
ním kódu, ke kterému by mohlo dojít v korekčních obvodech nebo dalších částech
mixážního pultu, ale odpadá i riziko nechtěného puštění kódu do monitorů, což by
mohlo zničit citlivé výškové drivery. Má-li být kód bezchybně čten, musí být napros-
to v pořádku, tzn. že na páse nesmí být žádné výrazné drop-outy (krátké výpadky
v modulaci vzniklé narušením souvislé magnetické vrstvy) a nesmí docházet k vel-
kému přeslechu ze sousedních stop. K takovému stavu může dojít, je-li kód přehrá-
ván a zároveň se do sousední stopy natáčí nějaký nástroj (záznamová úroveň je
mnohonásobně vyšší než přehrávací). Vyhneme se tomu tak, že do sousední stopy
nahráváme v rozumné úrovni pouze neagresivní nástroje bez ostrých přechodů, ne-
bo natočíme synchronizační kód až po nahrání této stopy.

## 2.4.3. Digitální synchronizace

Protože mnoho zvukařů, kteří začínají pracovat s digitální technikou (nebo na ni
přešli z analogové), nemá často zcela jasno v rozdílu mezi časovou (SMPTE, MTC)
a digitální synchronizací (WORDCLOCK), bude jistě prospěšné vyjádřit se i k této
tématice.

WORDCLOCK je synchronizační kód odvozený od vzorkovací frekvence a vzta-
huje se pouze k správnému nastavení digitálních obvodů uvnitř každého přístroje;
nemá tedy nic společného se synchronizací časovou. Obvykle se jeden digitální pří-
stroj nastavuje jako WORDCLOCK – MASTER (řídicí), zatímco další přístroje pracují
jako WORDCLOCK-SLAVES (podřízené). Frekvence hodin WORDCLOCK je stejná
jako zvolená samplovací frekvence.

Správné nastavení digitální synchronizace je elementární záležitostí, a i
někdy může zdát, že některé přístroje, které nejsou správně nastavené na
WORDCLOCK pracují bez problémů, opak je pravdou. Pokud dojde k nějak
srovnalostem v této oblasti (všechny propojené přístroje jsou např. přepnuté
terní WORDCLOCK), nejsou správně zpracovávána digitální data a dochází
šení kvality zvuku, někdy sotva slyšitelnému, jindy doprovázenému pra
lupanci či zkreslením. Zatímco některé systémy se nastavují automaticky,
alespoň upozorní na to, že není něco v pořádku, budete pracovat i s přístroj
si špatnou digitální synchronizaci nechají „beze studu" líbit a setkal jsem se
ce se zvukaři, kteří „netušíce, která bije" přesvědčovali muzikanty, že se
kouskovaného a studeného" digitálu jedná o normální jev.

Pokud je spolu v systému propojeno několik digitálních přístrojů, je tedy nez
né, aby byly všechny synchronizované z jediného zdroje vzorkovací frekvence (ty
lečný WORD CLOCK). V takové konfiguraci by měly být všechny digitální přístro
zapnuté, i když se třeba zrovna nevyužívají (nejdříve by se měl zapínat MASTER
potom teprve podřízené přístroje; při vypínání je dobré postupovat obráceně). Vě
šina digitálních přístrojů je vybavena indikací, zda právě pracují na interní nebo
externí WORDCLOCK. Jakékoli přepínání vzorkovací frekvence či změnu režim
digitální synchronizace je dobré provádět při vypnutých reproduktorech, chcete-l
se vyhnout nepříjemným praskancům.

U přístrojů jako je např. R-DAT se při přepnutí na záznam z digitálního zdroj
signálu přístroj automaticky přepíná na externí WORDCLOCK, zatímco v ostatních
režimech je vysílán interní WORDCLOCK podle zvolené vzorkovací frekvence nebo
podle toho, na jakou samplovací frekvenci je DAT kazeta natočena, takže se nedá
mnoho zkazit. U DMP, DAW i u různých audioprocesorů se však v příslušném
MENU setkáte nejen s možností interní a externí volby, ale u WORDCLOCK EXTER-
NAL musíte vybrat i zdroj, ze kterého je digitální synchronizační signál odvozen
(digitální vstup S/PDIF, vstup pro WORDCLOCK, ADAT či TDIF).

Při spolupráci dvou či více digitálních přístrojů ve studiu se tedy musí zásadně
dodržet následující pravidla:

- Jako MASTER WORDCLOCK funguje pouze jediný přístroj v digitálním řetězci (je
  přepnutý na interní samplovací frekvenci.
- U ostatních spolupracujících přístrojů (SLAVES) musí být bezpodmínečně aktivo-
  ván režim EXTERNAL WORDCLOCK, který se v daném MENU navolí podle toho,
  jakým způsobem jsou spolu propojena zařízení v digitální síti.





## 2.4.4. Doplňky digitálních pultů

Při pořizování digitálního mixážního pultu musíte brát v úvahu i hlediska, se kterými dalšími přístroji budete chtít spolupracovat. V základní výbavě (a tedy i pořizovací ceně) nejsou často zahrnuty doplňky, které pokládáte za samozřejmé, jako např. přídavné analogové vstupy 17–32, digitální vstupy a výstupy ve formátu AES/EBU a S/PDIF, digitální inzerty, vstupy a výstupy pro vícestopé digitální formáty, časová synchronizace SMPTE, přímá spolupráce dvou mixpultů, rozhraní pro komunikaci s videopřístroji nebo PC atd. Tyto doplňky se většinou dají přikoupit ve formě přídavných karet, které se zasouvají do prázdných slotů na přístroji. Počet slotů ale není neomezený, a tak často musíte zvolit nějaký kompromis, anebo karty ve slotech vyměňovat podle toho v jakém režimu právě pracujete.

# 2.5 Propojování přístrojů ve studiu

## 2.5.1 Přepojovače

Nezbytnou součástí analogového mixážního pultu je přepojovač. S potřebou měnit propojení signálových cest ve studiu se zjistilo, že zapojování a rozpojování kabelů na zadních panelech procesorů a mixážních pultů je dost obtížné a zabere spoustu času, a proto je vhodné přivést všechny často používané vstupy a výstupy do přepojovače, kde mohou být jednoduše propojovány podle potřeby krátkými vodiči.

U profesionálních přepojovačů se používají velmi kvalitní miniaturní konektory (často s pozlacenými kontakty), které značně prodražují cenu celého propojovacího systému, a proto se u běžných poloprofesionálních systémů používají snadno dostupné sériově vyráběné čtvrtpalcové zásuvky JACK z plastické hmoty, obvykle nesymetrické.

Rozměry samostatného přepojovače jsou obvykle dány počtem unifikovaných panelů (1 nebo 2 „racky"), které jsou tvořeny šestnácti zásuvkami ve dvou řadách, přičemž každá zásuvka vrchní řady tvoří pár se zásuvkou v řadě spodní. Typický propojovací systém má vyvedené běžně používané vstupy a výstupy, které je možné propojovat podle požadavků krátkými kabely JACK–JACK. Takto je zajištěn přístup k mikrofonním a linkovým vstupům, vstupům a výstupům doplňkových zařízení i k inzertním bodům jednotlivých kanálů.

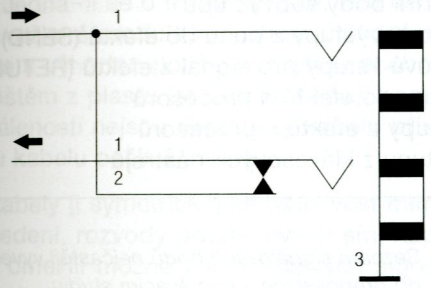
Pro zapojení přepojovačů existuje určitá norma, kterou je dobré dodržet (obr. 44). Signálové země jsou na nesymetrickém přepojovači většinou společné. Kabely přivedené do přepojovače mohou být buď přímo připájené zezadu k zásuvkám, nebo se mohou propojovat pomocí jackových zásuvek či multikonektorů na zadním panelu. Na kontakty č. 1 je přiveden signál, zatímco na kontakty č. 3 přichází signálová zem. Sada přepínacích kontaktů (č. 2) je obvykle součástí zásuvek umístěných ve spodní řadě a slouží k propojení příslušné signálové cesty. Nejsou-li do těchto zásuvek zastrčené žádné jacky, kontakty 1 a 2 jsou propojeny, takže jakýkoli signál, který přichází do vrchní zásuvky, je přiveden prostřednictvím přepínacích kontaktů do spodní zásuvky.

Zastrčí–li se do spodní zásuvky jack, kontakty se rozpojí a propojkou neprochází žádný signál (máte–li na pultu inzertní body, zjistíte, že jejich přivedení do přepojovače je velice výhodné, protože můžete snadno a přehledně propojovat do těchto bodů jakékoli externí procesory, aniž byste se museli pohybovat za pultem). Není-li do přepojovače zapojen žádný jack, signál si pouze udělá jakousi „okružní jízdu" propojkou přes kontakt č. 2 a vrátí se zpět do pultu. Pokud se však propojí vrchní zásuvka do vstupu efektového zařízení a spodní do jeho výstupu, kontakt č. 2 se rozpojí a veškerý signál prochází přes efektovou jednotku, a pak se vrací zpět do mixu. Vrchní zásuvka nemá většinou přepínací kontakty, aby bylo možné v případě potřeby zajistit rozdělení signálů do více cest. Zapojením jacku do vrchní zásuvky





se propojení nepřeruší a signál se tedy vrací zpět do pultu, přičemž zůstává k dispozici např. pro připojení do dalšího efektu, odkud se může upravený odeslat do dalšího volného kanálu. Typickým příkladem takového využití může být zdvojení signálu pomocí DDL (zpožďovací linka) ve stereu, kde je přímý zvuk nasměrován na opačnou stranu než zvuk upravený procesorem. Kdybyste neměli k dispozici přepojovač tohoto typu, bylo by nutné použít buď box pro rozdělení signálů (SPLITTER BOX), nebo alespoň nějaký rozbočovací prvek.




*Obr. 44: Systém zapojení přepojovače s konektory typu JACK*

Další způsoby využití přepojovače spočívají v propojení všech vstupů a výstupů z efektových jednotek, které máte k dispozici. Do přepojovače je možné rovněž přivést veškeré výstupy pro odeslání do efektových procesorů (SEND) a pro návrat zpracovaného signálu zpět do pultu (RETURN), takže vám pro připojení jakékoli efektové jednotky postačí pouze krátké kabely. V těchto případech není přepínací kontakt k propojení mezi zásuvkami zapotřebí.

Do přepojovače se často přivádí i klíčovací vstup, kterým jsou vybaveny některé procesory (GATE, kompresor). Zde může docházet k určitým problémům, neboť někteří výrobci aktivují tuto funkci zastrčením jacku do klíčovacího vstupu na zadním panelu procesoru. Pokud je v tomto vstupu trvale zapojený jack (vyvedení do přepojovače) funguje klíčování stále, ať už je zapotřebí, či nikoli. V tomto případě je jedinou možností nahlédnout do návodu a zjistit, jak je zásuvka klíčovacího vstupu zapojena. Většina kvalitních procesorů však s touto možností počítá, a proto aktivuje tuto funkci na předním panelu přístroje.

Do přepojovačů je možné přivést i mikrofonní vstupy, MIDI signály, pulsy a řídící napětí pro syntezátory atd. Protože se však v těchto případech jedná o rozdílné signálové úrovně, bývá zvykem používat oddělené přepojovače. Pro mikrofony se často používají přepojovače XLR zabudované ve zdi (symetrický signál).

V žádném případě však není nutné přivádět do přepojovačů všechny zdroje signálu, které máme k dispozici; u lacinějšího studiového vybavení by to znamenalo neúměrný nárůst ceny s přibýváním dalších kabelů, zásuvek a konektorů. Je také dobré si uvědomit, že s přibývajícím počtem dalších kontaktů klesá i spolehlivost celého systému.

| |
|---|
| Linkové vstupy do mixážního pultu |
| Linkové vstupy do multitracku |
| Linkové vstupy do stereofonních přístrojů |
| Linkové výstupy z multitracku |
| Linkové výstupy ze stereofonních přístrojů |
| Inzertní body vstupních kanálů |
| Inzertní body subvýstupů |
| Linkové výstupy z pultu do efektů (SEND) |
| Linkové vstupy pro signál z efektů (RETURN) |
| Vstupy do efektů a procesorů |
| Výstupy z efektů a procesorů |
| Výstupy z klávesových nástrojů |

*Tab. 5: Seznam signálových bodů nejčastěji vyvedených do přepojovače v nahrávacím studiu*

S příchodem DAW, kde se konfigurace vstupů a výstupů provádějí přímo v příslušné aplikaci se přepojovače podstatně zjednodušily a v některých případech se dokonce nevyužívají ve studiu vůbec.





## 2.5.2 Modulační kabely

Veškeré kabely sloužící pro přenos audiosignálu mezi jednotlivými přístroji je možné nazývat zkráceně modulačními kabely. Jedná se o tzv. koaxiální provedení, u kterého je středový vodič obklopen vodivým materiálem vyrobeným ze spletených tenkých měděných praménků, kovové fólie či vodivého plastu.

O výhodách a nevýhodách různých typů jsme se již zmínili při popisu mikrofonních kabelů; propojování přístrojů ve studiu však nemusíme provádět pouze klasickými ohebnými kabely. Jedná-li se o trvalé spojení, kde nedochází prakticky k žádné manipulaci, dají se veškeré modulační kabely úhledně svázat do tzv. kabelové formy. Pro tyto účely lze s výhodou použít levnější neohebné kabely s fóliovým stíněním a ochranným pláštěm z plastu (stínění se připájí pomocí drátu vedeného podél fólie). Na kratší vzdálenosti nejsou parametry kabelu příliš kritické, u delších vedení je zapotřebí kvalitu kabelu pečlivě zvážit.

Veškeré modulační kabely (i symetrické) se musí vést mimo jakékoli síťové rozvody, transformátory, vf vedení, rozvody počítačových sítí, napájecí vodiče pro reproduktory atd., abychom omezili možné zdroje rušivých signálů na minimum. Pokud už musíte v některé části studia vést modulační kabely poblíž kabelů síťového rozvodu, neveďte je vedle sebe paralelně a v žádném případě je nedávejte do společného svazku (formy).

Výroba vlastních kabelů přijde v některých případech mnohem levněji než nákup hotových, jindy je rozdíl v ceně zanedbatelný (většina mikrofonních kabelů). Pokud neumíte dobře pájet, vyplatí se jednotlivé kabely koupit hotové, neboť se může stát, že sice ušetříte pár korun, ale nekvalifikovaně provedené odizolování vodičů, studené spoje a přehřátí izolační hmoty vám může v budoucnu připravit ve studiu pěkně „horké" chvilky.

Kromě kapacity kabelu a stupně ochrany proti rušivým signálům jsou důležitým faktorem při posuzování jeho kvality i mechanické vlastnosti, jako je pevnost, stálost, ohebnost, mechanická odolnost, ale zejména náchylnost na hluk vzniklý při manipulaci (hlavně u kytarových a mikrofonních kabelů). Koupíte-li si hotový kabel, který je prodáván pro konkrétní využití, neměl by se např. u kytarového kabelu objevit nadměrný hluk při pohybu; v opačném případě kabel nesplňuje základní požadavky pro účel, ke kterému je určen, a vy máte nárok na jeho reklamaci.

## 2.5.3 Připojení přístrojů k síti

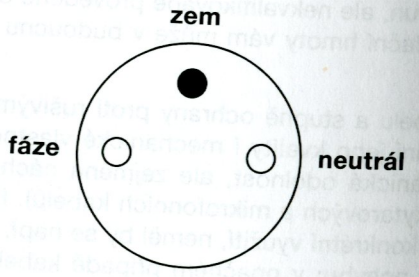
Ještě než se začnete zabývat správným propojením přístrojů, přesvědčte se u kaž-
dého dosud nepoužívaného přístroje, že je nastaven na zadním panelu na správ-
síťové napětí. V některých oblastech se používá rozdílné síťové napětí (např. 220V,
a pokud dojde k poškození přístroje vinou nesprávně nastaveného voliče napětí,
žádná firma na světě vám záruční opravu neuzná.

Zahraniční přístroje bývají vybavené odlišnou (nebo vůbec žádnou) síťovou vidli-
cí, než se používá u nás. Existují v podstatě dvě možnosti, jak se s tím vypořádat.
Buď si opatříte danou síťovou zásuvku a vyrobíte si speciální redukci, nebo stá-
žitelnou vidlici nemilosrdně odříznete a na její místo namontujete náš standard.

U třížílového síťového kabelu má barevné značení tento význam:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **hnědá** | **(černá)** | **–** | **fáze** |
| **modrá** | **(bílá)** | **–** | **neutrál (nulák)** |
| **zelenožlutá** | **(zelená)** | **–** | **zem** |

Toto zapojení je bezpodmínečně nutné dodržet, jinak se vystavujete nebezpečí úra-
zu elektrickým proudem či zničení přístroje! Pro jistotu ještě uvádím zapojení síťové
vidlice podle naší normy:




*Obr. 45: Zapojení naší síťové vidlice podle normy (pohled ze strany montáže)*

Veškerá audio zařízení ve studiu by se měla připojovat k jinému síťovému okruhu,
než ve kterém jsou zapojené další spotřebiče (ledničky, sporáky atd.). Vznikají-li
přesto nějaké problémy s rušením, můžete je částečně odstranit speciálními síťový-
mi filtry, nebo ještě lépe pomocí oddělovacího transformátoru.





## 2.5.4 Zemní smyčky

U jakéhokoli studiového zařízení může dojít k podstatnému zhoršení parametrů
(jedná se především o odstup rušivých signálů a zkreslení), pokud dojde k jeho
nevhodnému propojení s ostatními přístroji. Proto je zapotřebí seznámit se se vše-
mi základními problémy, které mohou při vzájemném propojení jednotlivých přístro-
jů vzniknout.

Objeví-li se po propojení dvou či více přístrojů nepříjemný brum, je to obvykle
způsobeno zemními smyčkami. Zemní smyčka vznikne v takové situaci, kdy dva
přístroje, uzemněné pomocí třížílové síťové přípojky, vytvoří obvod, kterým může
protékat proud, vlivem různých potenciálů zemnícího systému. Výsledkem je to, že
do audiosignálu může v určitém množství pronikat kmitočet síťového zdroje. Zemní
smyčky vznikají z toho důvodu, že neexistuje žádný ideální zemnící vodič, a tak vy-
kazují jednotlivé zemnící body mezi sebou určitý odpor nebo impedanci. Takto se
vytvářejí určité nepatrné proudy, které protékají propojovacími vodiči vlivem růz-
ných napětí v každém zemnícím bodu.

Základním pravidlem, které zabraňuje vzniku zemních smyček, je připojování
všech zemnících cest hvězdicovým systémem. V praxi to znamená zajistit, aby
všechny síťové zásuvky měly své zemnicí linky svedené na stejnou zemnicí sběrnici
v rozvodném panelu. Zemnicí linka je měděný drát, který za normálních provozních
podmínek nepřenáší žádný proud, pouze je účinnou ochranou při jakémkoli selhání
celého systému. Konečným řešením by tedy mělo být, aby veškerá studiová zařízení
byla uzemněna na stejnou sběrnici v síťovém zásuvkovém panelu. Tato sběrnice
musí být spojená se síťovou zemí, která je součástí dvoufázového nebo třífázového
rozvodu.

Základem správného propojení ve studiu je respektování skutečnosti, že existuje
nejen signálová zem, po které se přenáší signál, ale i ochranná zem spojená s kost-
rou přístroje, která žádný proud nepřenáší a chová se jako svod pro rušivé signály.
U symetrických přístrojů je kostra (šasi) izolovaná od signálové země, zatímco u ne-
symetrických systémů je signálová zem buď spojená s kostrou, nebo je řešena jako
plovoucí (floating) zem, což znamená, že na propojovací konektor se vyvede oddě-
leně signálová zem i ochranné stínění.

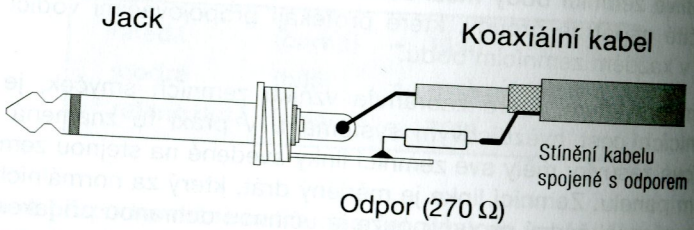
Pokud máte přístroje, které se připojují k síti pomocí dvoužilového kabelu, nebu-
dete mít s jejich propojováním asi velké problémy, ale u zařízení, která vyžadují
ochranu zemněním, je zapotřebí dodržet následující pravidla:

- stínění kabelu spojujte s kostrou pouze na vstupní straně přístroje (pro správnou funkci stačí uzemnění v jednom bodě), jinak vzniká po připojení k síti zemnící smyčka
- pro správné propojení všech signálů ve studiu používejte vždy dvoužilové stíněné kabely; pokud je systém nesymetrický, nechte stínění na straně odeslání signálu v kabelu nezapojené a spojte jej se signálovou zemí až u vstupu do dalšího přístroje; pro stínění a signálovou zem používejte vždy oddělené vodiče

– určete si centrální hvězdicový bod systému; ve většině případů by to měl být buď přepojovač nebo mixážní pult

Při odstraňování zemnících smyček je v některých studiích běžnou praxí, že u přístroje způsobujícího brum odstraní ochranný zemnící vodič u síťového kabelu. Toto řešení není v žádném případě správné a z bezpečnostních hledisek je zcela nepřípustné!

U některých přístrojů se můžeme setkat s přepínačem nazvaným GROUND LIFT (odzemnění), kterým je možné oddělit signálovou zem od kostry přístroje, většinou pomocí nějakého odporu. Toto řešení se nabízí i při výrobě vlastních odzemňovacích vodičů podle obr. 46. Jedná se o speciálně zapojený kabel, kde je v sérii se stíněním na jednom konci kabelu zapojen odpor, který může být vestavěn přímo v jacku. Máte-li potom ve studiu takto zapojené kabely (je dobré označit si je např. barevnou bužírkou), můžete je kdykoli při problémech se zemní smyčkou použít.



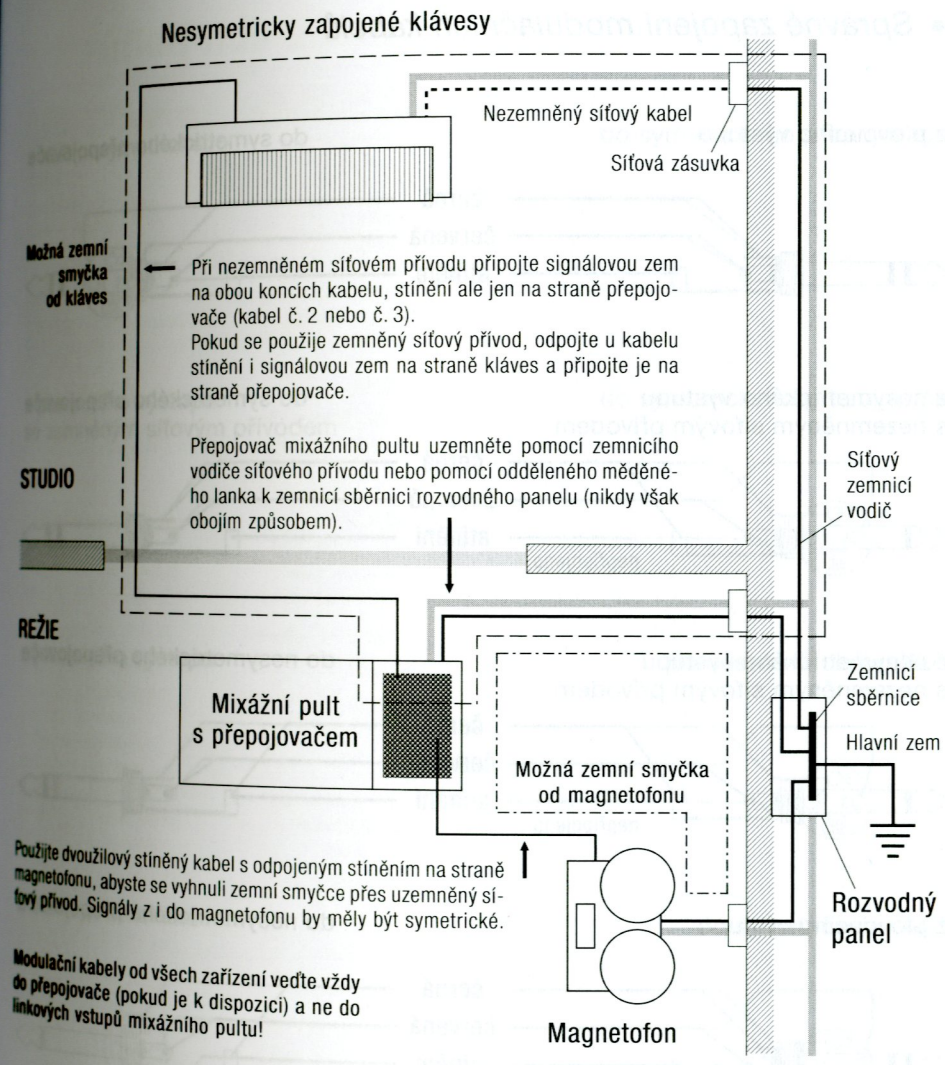

*Obr. 46: Odzemněný kabel*

Protože se často z přiložené dokumentace nedá vyčíst, jakým způsobem je provedeno zapojení vstupních a výstupních konektorů z hlediska zemnění, nezbývá často nic jiného, než začít zapojovat celý systém od začátku a vzniklé zemní smyčky odstraňovat okamžitě, když se po připojení nějakého přístroje objeví brum.

Nejhorší věc, kterou můžete udělat při odstraňování zemních smyček, je to, že zapojíte celý systém najednou a pak budete hledat, kde se stala chyba. Tímto způsobem nezjistíte nic, protože různé zemní smyčky na sebe vzájemně reagují a odstraněním jedné smyčky se brum může ještě zhoršit (tato smyčka pomáhala vyrušit brum vzniklý jinou smyčkou).





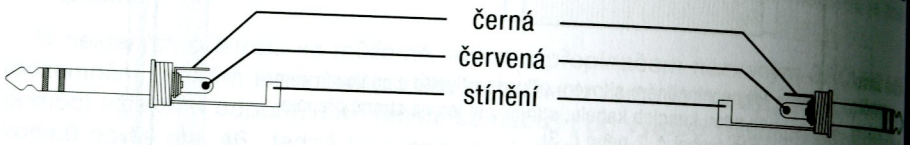



*Obr. 47: Schéma propojení zemí v malém studiu*

## • Správné zapojení modulačních kabelů

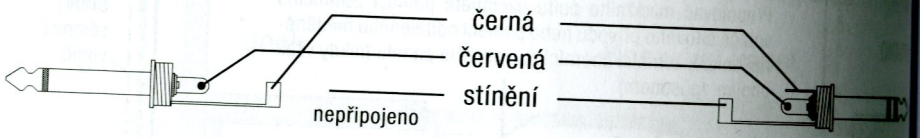
z plovoucího výstupu

do symetrického přepojovače



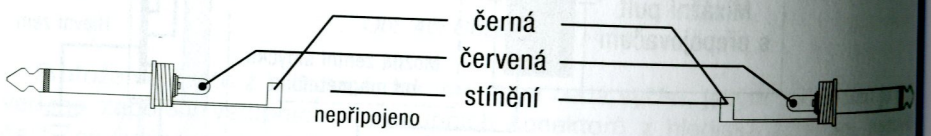

z nesymetrického výstupu
s nezemněným síťovým přívodem

do symetrického přepojovače



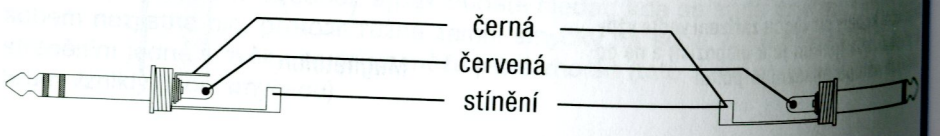

z nesymetrického výstupu
s nezemněným síťovým přívodem

do nesymetrického přepojovače



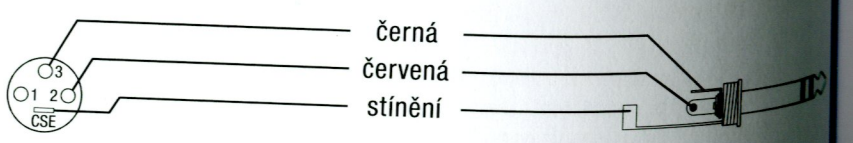

z plovoucího výstupu

do nesymetrického přepojovače




z XLR symetrického

do symetrického přepojovače

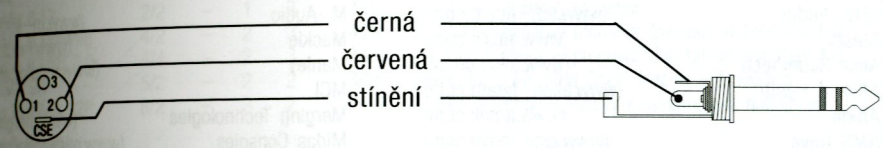






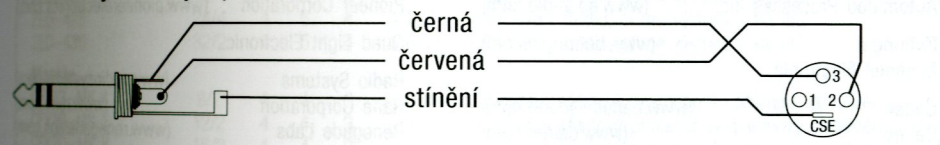

z XLR nesymetrického

do symetrického přepojovače



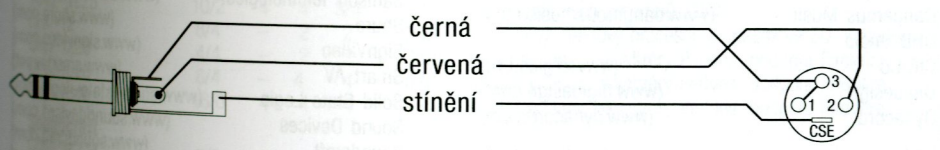

z plovoucího výstupu
se zemněným síťovým přívodem

do symetrického přepojovače



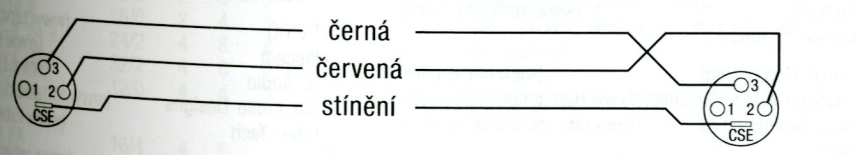

z plovoucího výstupu

do nesymetrického XLR



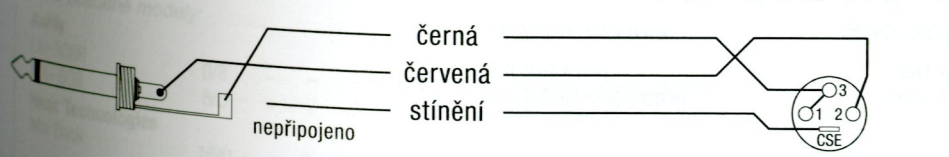

z XLR symetrického

do symetrického XLR




z nesymetrického výstupu

do symetrického XLR




*Tab. 6: Správné zapojení modulačních kabelů ve studiu*

# 2.6 Příklady některých mixážních pultů

## • Orientační přehled firem vyrábějících studiové mixážní pulty

ADT–Audio (www.adt–audio.com)
Alesis (www.alesis.com)
Alice Soundtech (www.alice.co.uk)
Allen & Heath (www.allen–heath.com)
Amek (www.amek.com)
AMS Neve (www.ams–neve.com)
ART (artproaudio.com)
Ashly (www.ashly.com)
Audient (www.audient.com)
Audio Toys (www.apiaudio.com)
Automated Processes Inc. (www.apiaudio.com)

Behringer (www.behringer.com)
Bushnell Electronic

Cadac (www.cadac–sound.com)
Calrec (www.calrec.com)
Carvin A&I (www.carvinworld.com)
Ciclotron (www.ciclotron.com.br)
Crest Audio (www.crestaudio.com)

D&R (www.d–r.nl)
Dangerous Music (www.dangerousmusic.com)
DHD audio
DiGiCo (www.digico.org)
Digidesign (www.digidesign.com)
Dynacord (www.dynacord.com)

EAW (www.eaw.com)
Edirol (www.edirol.net)
Elberg (www.elberg–elt.dk)
Euphonix (www.euphonic.com)

Fairlight (www.fairlightau.com)
Daniel Flickinger

Harris Corporation (www.harris.com)
Harrison Audio Consoles (www.harrisonconsoles.com)
Hear Technologies (www.heartechnologies.com)
Helios

InnovaSON (www.innovason.com)
Inter–M (www.inter–m.net)

Jim Gamble Associates (www.gambleboards.com)

Klotz Digital (www.klotz–digital.de)

Lawo (www.lawo.de)
Logitek (www.logitekaudio.com)

M–Audio (www.m–audio.com)
Mackie (www.mackie.com)
Manley (www.manleylabs.com)
MCI
Merging Technologies (www.merging.com)
Midas Consoles (www.midasconsoles.com)
Neotek (www.sytek–audio–systems.com)

Peavey (www.peavey.com)

Phonic Corporation (www.phonic.com)
Pioneer Corporation (www.pioneerelectronics.com)

Quad Eight Electronic

Radio Systems (www.radiosystems.com)
Rane Corporation (www.rane.com)
Renegade Labs (www.renegadelabs.com)
Roland Corporation (www.rolandus.com)

Salzbrenner Stagetec (www.stagetecusa.com)

Samick (www.smcmusic.com)
Samson Technologies (www.samsontech.com)
Shure (www.shure.com)
SignVideo (www.signvideo.com)
Smart AV (www.smartav.com)
Solid State Logic (www.solid–state–logic.com)
Sound Devices (www.sounddevices.com)
Soundcraft (www.soundcraft.com)
Stage–tec (www.stagetechnology.com)
Staner (www.stanner.com)
Studer (www.studer.ch)
Studiomaster (www.studiomaster.com)

TAPCO (www.tapcoworld.com)
Tascam (www.tascam.com)
TL Audio (www.tlaudio.co.uk)
Toft Audio Designs (www.toftaudiodesigns.com)
Tube–Tech (www.tube–tech.com)

Wheatstone Corporation (www.wheatstone.com)

Yamaha Corporation (www.yamaha.com)





## • 50 oblíbených analogových mixážních pultů (USA 2008)

| Výrobce/model | IN (mono/stereo) | GRP | AUX | EQ | Orientační cena [€] | Využití, poznámka |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Alesis** | | | | | | |
| MultiMix 6 FX | 2/2 | – | 1 | 3 | 129 | 24–bitový efektový procesor |
| MultiMix 8 FireWire | 4/2 | – | 2 | 3 | 499 | 28–bitový efektový procesor, 24–bit 44.1/48 kHz FW |
| MultiMix 8 USB 2.0 | 4/4 | – | 2 | 3 | 349 | 28–bitový efektový procesor, 24–bit 96 kHz USB 2.0 |
| iMultiMix 9R | 5/2 | – | 2 | 2 | 349 | mixer do racku, iPod Dock, inzerty, videovýstup |
| Alesis MultiMix 12R | 8/2 | – | 2 | 2 | 249 | 8 mikr. preampů s inzerty a fantomovým napájením |
| **Allen & Heath** | | | | | | |
| MixWizard³ 12:02 | 8/2 | – | 6 | 3/4 | 1 449 | 2x DIGITECH DSP efektový procesor |
| MixWizard³ 14:4:2 | 10/2 | 4 | 4 | 4 | 1 936 | stolní i rackový pult pro všestrané využití (i naživo) |
| ZED–14 | 6/4 | – | 4 | 3/2 | 606 | pro živé aplikace s USB, speciální ekvalizace pro hlas |
| ZED–24 | 16/4 | – | 4 | 3/2 | 900 | pro živé aplikace s USB, 16 mikr. preampů |
| ZED–420 | 16/4 | 4 | 6 | 4 | 1 782 | USB, live i studio, přímé výstupy z kanálů |
| ZED–428 | 24/4 | 4 | 6 | 4 | 2 201 | USB, live i studio, přímé výstupy z kanálů |
| ZED–436 | 32/2 | 4 | 6 | 4 | 2 678 | USB, live i studio, přímé výstupy z kanálů |
| **Mackie** | | | | | | |
| CFX12–MK II | 8/2 | 4 | 4 | 3 | 594 | 32–bitový efektový procesor, 9–pásmový ekvalizér |
| CFX16–MK II | 12/2 | 4 | 4 | 3 | 713 | 32–bitový efektový procesor, 9–pásmový ekvalizér |
| CFX20–MK II | 16/2 | 4 | 4 | 3 | 832 | 32–bitový efektový procesor, 9–pásmový ekvalizér |
| 802–VLZ3 | 3/2 | – | 1 | 3 | 273 | 3 mikrofonní preampy XDR2, 2 inzerty |
| 1202–VLZ3 | 4/4 | – | 2 | 3 | 415 | 4 mikrofonní preampy XDR2 s inzerty |
| 1402–VLZ3 | 6/4 | – | 2 | 3 | 544 | 6 mikrofonních preampů XDR2 s inzerty |
| 1604–VLZ3 | 16/0 | 4 | 6 | 3 | 1 189 | 16 mikrofonních preampů XDR2, split–monitoring |
| 1642–VLZ3 | 10/2 | 4 | 4 | 3/4 | 832 | 10 mikrofonních preampů XDR2 |
| DFX–12 | 8/4 | – | 2 | 2 | 356 | 32–bitový efektový procesor, 5–pásmový EQ, karaoke |
| Onyx 1220 | 4/4 | – | 2 | 3 | 713 | preampy Onyx, ekvalizéry Perkins, podpora FireWire |
| Onyx 1620 | 8/4 | – | 4 | 4 | 1 070 | preampy Onyx, ekvalizéry Perkins, podpora FireWire |
| Onyx 1640 | 16/0 | 4 | 4 | 4 | 1 784 | preampy Onyx, ekvalizéry Perkins, podpora FireWire |
| **Soundcraft** | | | | | | |
| COMPACT 4 | 2/2 | – | – | 3 | 137 | fantomové napájení, 3–pásmový flexibilní monitoring |
| EFX8 | 8/2 | – | 2 | 3 | 460 | 24–bitový efektový procesor Lexicon |
| EFX12 | 12/2 | – | 2 | 3 | 562 | 24–bitový efektový procesor Lexicon |
| Ghost LE 32 | 32/0 | 8 | 6 | 4 | 7 723 | preampy Ultramic Pro, ekvalizéry British EQ |
| MFX12 | 12/2 | 2 | 3 | 3 | 769 | preampy GB30, 24–bitový efekt Lexicon |
| SPIRIT FX 16 II | 16/0 | 2 | 4 | 3 | 1 190 | studiové i živé aplikace, efektový procesor Lexicon |
| SPIRIT LX–7 24 II | 24/2 | 4 | 6 | 4 | 2 308 | live i studiové aplikace |
| SPIRIT LX–7 32 II | 32/2 | 4 | 6 | 4 | 2 890 | live i studiové aplikace |
| SPIRIT M12 | 12/0 | 4 | 4 | 3 | 769 | fantomové napájení, S/PDIF výstup |
| **Yamaha** | | | | | | |
| MG 24/14 FX | 16/4 | 4 | 6 | 3 | 1 070 | 14 sběrnic, 2 DSP efektové procesory |
| MG 32/14 FX | 24/4 | 4 | 6 | 3 | 1 355 | 14 sběrnic, 2 DSP efektové procesory |
| MG 82 CX | 4/1 | – | 1 | 3 | 213 | efektový procesor SPX, fantomové napájení |
| MW10C | 4/2 | – | 1 | 3/2 | 237 | USB výstup, 2 kompresory |
| MW12CX | 6/2 | – | 2 | 3/2 | 427 | USB výstup, 4 kompresory, efektový procesor |
| *Další oblíbené modely:* | | | | | | |
| **Ashly** | | | | | | |
| LX–308B | 0/8 | – | – | – | *640 $* | linkový stereo mixer 1HU rack |
| MX–508 | 8/0 | – | 2 | 3 | *1 580 $* | mic/line stereo mixer 3HU rack |
| **Hear Technologies** | | | | | | |
| Mix Back | 16/0 | – | 3 | 4 | 2 600 | 12–výstupový monitorový mixer, 2x stereo AUX, ADAT a HearBus, možno dálkové ovládání (+ 120) |

| Výrobce/model | IN (m/st) | GRP | AUX | EQ | Orientační cena [€] | Využití, poznámka |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Manley** | | | | | | |
| 16x2 Mic Only Version | 16/0 | – | 1 | – | *9 900 $* | špičkový mixer s nízkošumovými lampovými preampy |
| **M–Audio** | | | | | | |
| NRV 10 | 4/2 | – | 2 | 3 | 729 | 24–bit/96 kHz, 10x10 FireWire, kompatibilní Pro Tools |
| **Peavey** | | | | | | |
| 16 FX | 12/2 | 4 | 6 | 3 | 799 | 2x DSP efektový procesor, USB, rekordér MP3 |
| 24 FX | 20/2 | 4 | 6 | 3 | 899 | 2x DSP efektový procesor, USB, rekordér MP3 |
| **Samson** | | | | | | |
| MDR 6 | 2/2 | – | 1 | 3 | 154 | 4x XLR s fantomy, Hard Disc Recording Mode (HDM) |
| MDR 1064 | 6/2 | – | 2 | 3 | 201 | 6x XLR s fantomovým napájením |
| **TAPCO by Mackie** | | | | | | |
| MIX 260 FX | 4/4 | 2 | 2 | 3/4 | 289 | 20–bitový efektový procesoy, fantomové napájení |
| **Toft Audio** | | | | | | |
| ATB–16 | 16 | 8 | 6 | 4 | *4 500 $* | ekvalizéry Vintage Series 80, master sekce |
| ATB–24 | 24 | 8 | 6 | 4 | *5 500 $* | ekvalizéry Vintage Series 80, master sekce |

*Tab. 7: Oblíbené analogové mixážní pulty (USA 2008)*

- *Příklady digitálních mixážních pultů*

| Výrobce/model | Orientační cena [€] | Využití, poznámka |
|---|---|---|
| **Allen Heath** | | |
| iLive 80/32x16 System | *30 000 $* | modulární mixážní systém pro live i studio, ovládání v analogovém stylu |
| **Digidesign–Venue** | | |
| Profile/HD 128 Bundle | *87 000 $* | 128 vstupů a výstupů, Show Profile System |
| **Edirol** | | |
| M–10DX | 459 | 10–kanálový digitální mixer, 24–bit/96 kHz, vestavěný spektrální analyzér |
| M–16DX | 799 | 16–kanálový digitální mixer s efekty a rozhraním USB 2.0 |
| **Mackie** | | |
| TT24 | 7 134 | 36–kanálový mixer pro živé aplikace, 24 vstupů Mic/Line, Total Mix Automation Control, 12x AUX |
| **PreSonus** | | |
| StudioLive 16.4.2. | *2 300 $* | 16–kanálový FireWire mixer, 100 mm fadery, 16 preampů ve třídě A XMAX |
| **RSS** | | |
| V–Mixing System | *15 500 $* | 58x26 kompletní digitální mixážní systém |
| **Soundcraft** | | |
| Vi6 | *80 000 $* | mixážní systém pro živé aplikace |
| **TASCAM** | | |
| DM–3200 | 3 390 | 48–vstupý digitální mixer, 16 sběrnic, 24–bit/96 kHz, TC efekty |
| DM–4800 | 5 720 | 64–vstupý digitální mixer, 24 sběrnic, 24 preampů |
| **Yamaha** | | |
| 01V 96 VCM | 2 974 | 24–kanálový stereofonní digitální mixer 24–bit/96 kHz |
| 02R 96 VCM | 12 760 | 56–kanálový mixer s 16 preampy, 8 sběrnic, 24–bit/96 kHz, Surround |
| n12 | 1 427 | 12–kanálový mixer FireWire se 2 sběrnicemi |

*Tab. 8: Příklady digitálních mixážních pultů*



# 3. VÍCESTOPÝ ANALOGOVÝ ZÁZNAM ZVUKU

## 3.1 Ohlédnutí nazpět

Postupné zdokonalování magnetofonů pro profesionální využití přineslo do nahrávacích studií zhruba v polovině dvacátého století první vícestopé systémy (multitracky), které znamenaly naprosto odlišný přístup ke zpracování hudební nahrávky (první vícestopý systém byl vyvinutý ve spolupráci firmy Ampex, Binga Crosbyho a kytaristy Les Paula již v roce 1940). V období monofonních záznamových médií rozhodovalo v zásadě o parametrech nahrávky správné rozestavění hudebníků před mikrofonem a smíchání dvou nebo více mikrofonů do společné stopy bylo okamžitým a nevratným procesem. Dodatečné zpracování jednotlivých zvuků stejně jako postupné dotáčení zvukových stop s možností letmého střihu vytvořily ve studiové technice revoluční, do té doby nevyužívané postupy a zpracování nahrávky se tak rozdělilo do několika fází.

Původní čtyř a osmistopé systémy byly brzy nahrazeny šestnácti a čtyřiadvacetistopými dvoupalcovými multitracky (na poslední stopu se nahrával časový kód pro synchronizaci s dalším multitrackem, mixážním pultem či ostatními prvky systému). Nové, zdokonalující se možnosti vícestopého záznamu také současně odstartovaly hektickou éru v oblasti vývoje mixážních pultů i přidružených efektů a procesorů (OUTBOARD EQUIPMENT).

Ještě donedávna byla práce ve studiu výhradně záležitostí tohoto typu analogového záznamu s destruktivním charakterem. Rozpis nástrojů a hlasů do stop bylo zapotřebí vytvořit takovým způsobem, aby vyhovoval příslušnému aranžmá a instrumentaci, a aby se v závěru natáčení nezjistilo, že vám např. dvě stopy chybí. Okamžitě bylo třeba rozhodnout, zda je záběr ve stopě dobrý a proto se zachová, nebo je nevyhovující a pak se tedy smaže a přetočí znovu. V případě složitějších projektů bylo nutné naplánovat i tzv. bouncing (formix), kdy se několik nástrojů či hlasů smíchalo do jediné stopy či do stereopáru a předešlé stopy se tak uvolnily pro záznam dalších nástrojů. Všechny procesy související s analogovým záznamem byly nevratné a každé chybné rozhodnutí, špatný letmý střih či nevhodný poměr při bouncingu mohly znamenat mnoho hodin stresující práce navíc.

Ani digitální vícestopý záznam na magnetofonový pás nepřinesl z tohoto hlediska žádné výhody (přepis zvukových stop novým hud. materiálem), i když zcela nepochybně znamenal určitý kvalitativní přínos i možnost kvalitnějšího zálohování dat. Jeho rozšíření mělo výrazný vliv také na vývoj kvalitních převodníků a digitálních rozhraní, z nichž některá využíváme dodnes.





## 3.2 Princip vícestopého záznamu

Při vícestopém záznamu se každý nástroj (skupina nástrojů) nahrává do zvláštní stopy, a to i v případě, že celá kapela hraje najednou, nebo se jedná o živou nahrávku (koncert). Jednotlivé hlasy či nástroje se většinou točí neupravené, aby zůstaly k dispozici široké možnosti dodatečných úprav během mixáže (při finální mixáži snadno můžete zjistit, že konečné úpravy jednotlivých zvuků budete chtít provést úplně jinak, než byste to udělali při nahrávání, kdy posloucháte skladbu v nezpracovaném stavu nebo kdy nejsou ve stopách natočené všechny nástroje). Pomocí tzv. letmého střihu (vstup z přehrávacího režimu do záznamu a naopak) je možné provádět individuální opravy ve stopách, stejně jako je možné dotáčet nástrojové a vokální stopy zvlášť. Čím více nástrojů, které hrají zároveň ve společném prostoru, se dostává přeslechem do společné stopy, tím více je omezena možnost individuálních oprav a editací během mixáže.

Volné stopy analogového multitracku (to platí ostatně o kterémkoli vícestopém systému) se dají využívat nejen pro nahrávání základních nástrojů a hlasů, ale také pro záznam zdvojených hudebních partů, pro stereofonní snímání či signál z prostorových mikrofonů. Lze na ně pořizovat i alternativní verze záběrů, či zaznamenat speciální efekty nebo pomocné signály z kontaktních mikrofonů pro klíčování. Mohou se samozřejmě využít i na kompletní analogovou mixáž ve stereu.

## 3.3 Poloprofesionální a profesionální multitracky

V poloprofesionálních studiích jste se v osmdesátých a devadesátých letech nejčastěji mohli setkat s osmi, šestnácti (půlpalcový pás) nebo s čtyřiadvaceti (palcový pás) analogovými stopami vybavenými šumovou redukcí dbx či dolby (magnetofony TASCAM, FOSTEX). Kvalita zaznamenanananého signálu byla do značné míry ovlivněna poměrně malou šířkou stop a záznam nebylo možné kontrolovat během nahrávání, protože tyto modely obsahují pouze kombinovanou hlavu (společná pro záznam i reprodukci). V současné době jsou tyto analogové multitracky ve většině poloprofesionálních a domácích studií nahrazeny DAW.

V profesionálních studiích využívajících analogový záznam se staly standardním vybavením dva čtyřiadvacetistopé analogové magnetofony s rychlostí 30 palců za sekundu doplněné systémem dolby. Studia, která byla nucena pracovat pouze s jedním magnetofonem (většinou z finančních důvodů), často využívala při záznamu techniku, která spočívá ve smíchání dvou či více stop na mixážním pultu (s příslušnými korekčními i prostorovými úpravami) a zpětným záznamem do jakékoli volné stopy nebo páru stop, které ještě zbývají k dispozici (BOUNCING, PING–PONG).

Původní, takto uvolněné stopy, bylo možné následně smazat a znovu použít pro dotáčení dalších nástrojů. Výše popsaný postup ale vede k určitým generačním zá- tám, a proto nebylo příliš žádoucí zpracovávat signály s velkým dynamickým rozsa- hem, kde dochází ke značnému zvyšování šumu. Technika bouncingu byla známá již z prvních nahrávek Beatles, kdy se pracovalo se čtyřstopými či osmistopými multitracky.

## 3.4 Kvalita magnetofonových pásů

Při posuzování kvality záznamu na magnetický pásek je zapotřebí si uvědomit, že aktivní vrstva se otírá bez ohledu na to, jestli ho přehráváte, nahráváte či dokonce pouze převíjíte. Jestliže je pásek nový, je jeho aktivní povrch naprosto hladký a homogenní, čím vícekrát se přehrává (a záleží i na čem), tím více se na něm objevují podélné pruhy, v lepším případě takřka neznatelné, v horším až takové, že začínají deformovat nosnou vrstvu.

Silnější profesionální pásy zaručují mnohem menší opotřebení než je tomu u pásků komerčních, zvlášť v případě půlpalcových, palcových nebo dokonce dvoupalcových šířek. Na analogových magnetofonech se příliš nedoporučuje používat okrajové stopy pro klíčové zvuky v nahrávce, neboť u nich nastává největší pravděpodobnost ztráty kvality vlivem deformace okrajů (většinou se používají pro záznam synchronizačního signálu, metronomu, orientačního zpěvu apod.).

V profesionálních studiích, kde se využíval nebo dodnes využívá analogový multitrack, by mělo být běžnou praxí použít pásek pouze na jednu nahrávku (částečně i proto, že se vícestopý záznam z různých důvodů archivuje). Často se však bohužel můžeme setkat (vzhledem k nezanedbatelné ceně) s postupem zcela opačným, tzn. že pásek se nahrává tolikrát, dokud z něho „něco leze“, pokud se nerozpadne a nebo do té doby, než ho nějaká kapela odkoupí za účelem zachování možnosti remixu svého skvostného díla.

Jedním z nejjednodušších testů, pokud jde o zachování kvality pásku, je jeho kontrola pomocí tónového generátoru. Běžným poslechem nepřerušovaného čistého tónu se všechny drop-outy (krátké výpadky modulace vzniklé narušením souvislé magnetické vrstvy) projeví daleko výrazněji, než když je na pásek zaznamenán normální hudební materiál. Čím vyšší je rychlost posuvu pásku, tím jsme na tom s drop-outy lépe, a proto se v žádném případě nedoporučuje použití vícenásobně nahrávaných pásků na nižší rychlosti (19 cm/s).

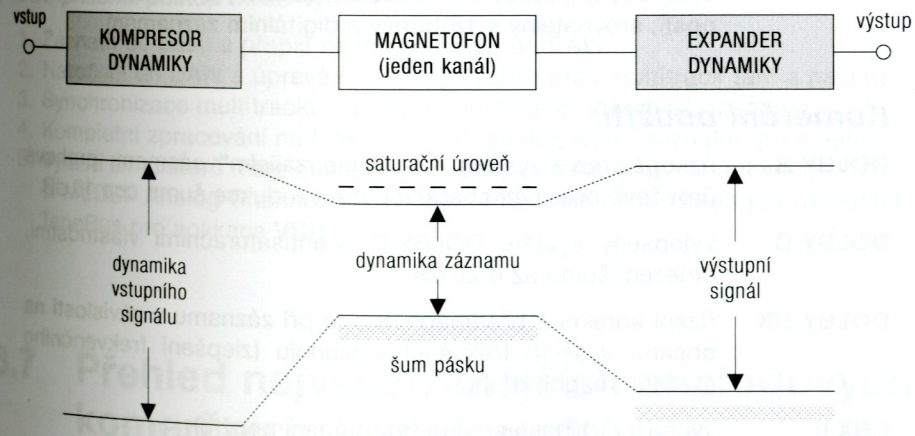
Při provozu každého magnetofonu, tedy i multitracku, je zapotřebí provádět pravidelnou údržbu, ke které patří především kontrola správně nastavené předmagnetizace (bias). Jedná se o vysokofrekvenční signál, jehož nastavení je pro různé typy pásu individuální. Dále je třeba provést kontrolu nastavení ekvalizačních křivek, vodící dráhy, odporů kladkové mechaniky a kolmosti hlav. Magnetofonové hlavy vyžadují pravidelnou demagnetizaci speciálním přístrojem a vyčištění. Je-li magnetofonová hlava zmagnetizovaná (k tomuto jevu dochází dříve či později při provozu každého přístroje), jsou při každém kontaktu s pásem znehodnocována (částečně odmazána) zaznamenaná data, což se projevuje tak, že nahrávka ztrácí postupně svou kvalitu (především ve výškách).





## 3.5 Šumové redukce pro magnetofony

Pro zlepšení dynamického rozsahu analogových magnetofonů se používaly šumové redukce, nazývané kompandéry. Samotný název vznikl složením kompresoru a expandéru, což jsou dva základní funkční bloky, ze kterých se tyto šumové redukce skládají. Podstata činnosti spočívá v tom, že kompresí signálu se slabé signály dostávají nad úroveň šumu magnetofonu a při snímání se v expandéru inverzní činností dynamika obnoví, tzn. že slabé pasáže se zeslabí na původní úroveň a s nimi se zeslabuje i šum magnetofonu.




*Obr. 48: Princip činnosti kompandéru*

Podle znázorněného principu činnosti by se mohlo zdát, že kompandérové systémy jsou velmi jednoduché a bez jakýchkoli problémů. Při konstrukci kompandéru je však třeba perfektně zajistit komplementární činnost obou funkčních bloků a přizpůsobit kompresní a expanzní charakteristiky nejen vlastnostem magnetického záznamu, ale i lidského sluchu. V praxi je činnost kompandéru poměrně složitou záležitostí.

Následující tabulka uvádí přehled nejpoužívanějších kompandérových systémů:

### *Studiové použití:*

**DOLBY A** (Ray Dolby 1966) rozděluje signálové spektrum do čtyř pásem a upravuje je samostatně, aby se zabránilo modulačním efektům; pracovní charakteristiky s prahovou úrovní; redukce šumu 10 dB v pásmu do 5 kHz, na 15 kHz až 15 dB

**DBX I** (David Blackner, uveden na trh krátce po nástupu DOLBY A) širokopásmový kompandér doplněný pre– a de–emfází (zdůraznění vyšších frekvencí při záznamu a potlačení o stejné množství při reprodukci) s lineárně–logaritmickými úrovňovými pracovními charakteristikami, redukce šumu až 30 dB za cenu drobných problémů se vznikem postranních efektů (dýchání, pumpování)

**TELCOM C 4** (AEG–Telefunken) čtyřpásmový kompandér s lineárně–logaritmickými úrovňovými pracovními charakteristikami; až 25 dB redukce šumu

**DOLBY SR** (Ray Dolby 1988) spektrálně adaptivní systém s prahovými úrovňovými pracovními charakteristikami; antisaturační vlastnosti; srovnatelný s 16-bitovým digitálním záznamem

### *Komerční použití:*

**DOLBY B** úzkopásmový systém s tzv. „klouzajícím" pásmem; prahové úrovňové pracovní charakteristiky; redukce šumu cca 10 dB

**DOLBY C** vylepšený systém DOLBY B s antisaturačními vlastnostmi, omezení šumu až o 20 dB

**DOLBY HX** řízení korekcí a předmagnetizace při záznamu v závislosti na obsahu vyšších frekvencí v signálu (zlepšení frekvenčního rozsahu magnetofonu)

**DBX II** vychází z DBX I (varianta pro domácí použití)

**HIGHCOM** (Telefunken) širokopásmový systém s lineárně–logaritmickými úrovňovými pracovními charakteristikami

**HIGHCOM II** (Telefunken & Nakamichi) dvoupásmový kompandér s lineárně–logaritmickými úrovňovými pracovními charakteristikami

**DOLBY S** spektrálně adaptivní systém s prahovými úrovňovými pracovními charakteristikami; antisaturační vlastnosti (domácí varianta DOLBY SR)

*Tab. 9: Přehled často používaných kompandérových systémů*





## 3.6 Současná funkce analogového magnetického záznamu

Kvalita digitálního záznamu (vzorkovací frekvence 96 nebo 192 kHz / 24 bitů) ve spojení s editačními možnostmi DAW je již na tak vysoké úrovni, že ji lze stěží srovnávat s klasickým multitrackem. To, čím dnes analogový záznam stále ještě hudebníky přitahuje, není jeho kvalita, ale paradoxně jeho nedokonalost. Některé charakteristické vlastnosti související s magnetickým záznamem, na které jsme si po léta zvykali, a které se tehdejším konstruktérům nepodařilo odstranit, jsou lidskému uchu příjemné a pro některé hudební žánry se zdají být až nepostradatelné. Při magnetickém záznamu totiž dochází k procesům, které se projevují jako specifická komprese dynamiky spojená se saturací pásku, modulační šum, zvlnění frekvenční charakteristiky ve spodním akustickém spektru atd. U každého modelu jsou tyto vlastnosti individuální a navíc jsou ovlivněné typem použitého nahrávacího pásu.

Tradičním analogovým způsobem (multitrack + analogový pult), který byl vždy neodmyslitelně spojený s produkcí populární hudby, se však dnes pracuje v málokterém nahrávacím studiu. Častěji se používají kombinace analogového záznamu s DAW, přičemž postup může být různý:

1. Záznam do pásu a přepis nahraných stop do DAW
2. Natočení do DAW a úprava editovaných stop přes multitrack tam a nazpět
3. Synchronizace multitracku s DAW a kombinace obou typů záznamu
4. Kompletní zpracování na DAW a použití analogového záznamu při masteringu
5. Využití simulátorů magnetického záznamu na DAW (např. Cranesong Phoenix či McDSP Analog Channel pro systémy Pro Tools nebo Voxengo Analogflux TapeBus pro aplikace VST)

## 3.7 Přehled nejvyužívanějších analogových komerčních audioformátů

| | |
|---|---|
| Válečkový fonograf | (1877) |
| Šelaková gramofonová deska 78 ot./min. | (1895) |
| Cívkový magnetofon | (1940) |
| LP gramodeska 33 ot./min. | (1948) |
| Gramofonový singl 45 ot./min. | (1948) |
| Kompaktní kazeta | (1963) |

## 3.8 Fáze realizace hudební nahrávky

S využíváním vícestopého analogového a později i digitálního záznamu se zpracování nahrávky ve studiu rozdělilo v podstatě do těchto etap:

1. Vytvoření časového harmonogramu natáčení ve studiu a ujasnění technologických postupů a systému nahrávání pro základní záznam (podehrávky) i dotáčení individuálních stop (playbacky).
2. Záznam základních zvuků a dotáčení sólistů na vícestopý analogový rekordér (SESSION TAPE) nebo do DAW (SESSION TAKES).
3. Smíchání (MIXDOWN) jednotlivých stop do stereofonního nebo multikanálového formátu (ORIGINAL MASTER).
4. Vlastní úprava finální mixáže a vypálení CD–masteru nebo dodání smíchané nahrávky do masteringového studia, odkud vychází ve formátu akceptovatelném pro výrobu sériových médií či pro šíření na internetu.
5. Sériová výroba (lisování, vypalování či další technologie) komerčně rozšířených formátů včetně tiskovin, natočení videoklipů.
6. Distribuce do obchodní sítě či umístění na příslušném hudebním serveru.
7. Přehrávání na komerčních přehrávačích CD nebo stahování hudby z internetu.



# 4. DIGITÁLNÍ AUDIOSYSTÉMY (DAW)

# 4.1 Úvod

Digitální audiotechnika je pro nás v současné době oborem, který se vyvíjí dopředu závratnou rychlostí. To, co je napsáno dnes, může u odborníků po pěti letech vyvolávat shovívavý úsměv na tváři a pracovní postupy, které se zdají být do určité míry zažité, mohou během velmi krátkého období projít revolučními změnami.

Složitost ani rozmanitost, kterými prochází současný svět digitálních technologií sice neumožňuje komplexní popis této problematiky v rámci obsahu této knížky, ale právě v době, kdy se situace ve vývoji DAW relativně stabilizovala, určitě stojí za to popsat, jak se od sebe jednotlivé digitální audiosystémy liší a jaké základní možnosti a postupy nabízejí.

Pojďme se tedy alespoň okrajově podívat, kam se v současnosti řítí hudební svět producentů a zvukařů, kteří se snaží špičkové i průměrné muzikantské výkony prostřednictvím DAW zaznamenat a zpracovat. A protože částečně zažitý překlad „digitální pracovní stanice" nepokládám za nejvýstižnější, budu se raději držet obecnějšího termínu „digitální audiosystém".

# 4.2 Digitální zpracování signálu

Na rozdíl od analogového signálu, který je charakterizován plynule se měnícím elektrickým napětím generujícím se buď v různých elektroakustických měničích (mikrofon – změny akustického tlaku, elektromagnetický snímač – chvění kovové struny v elektromagnetickém poli, piezo–snímač – deformace krystalu atd.) nebo v oscilátorech analogových syntezátorů, je digitální signál záležitostí binárních čísel (jedničky a nuly), která jsou reprezentována v digitálních obvodech přítomností či absencí nominálního, pevně nastaveného napětí. Pro převod analogového signálu na digitální informaci je zapotřebí provést odměření vzorků analogového napětí v pravidelných intervalech (kvantování), abychom získali tzv. binární kód.

Představte si určitý krátký časový úsek zvuku (1 sekunda), který je rozdělen na několik desítek tisíc částí, z nichž každá má ve vztahu k okamžité časové hodnotě určitou úroveň. Čím větší počet vzorků bude možné za sekundu naměřit, tím bude převod pochopitelně přesnější (výsledný zvuk bude tedy kvalitnější). Tento systém převodu analogového signálu na digitální se nazývá vzorkování (SAMPLING). Teorie vzorkování je poměrně složitá záležitost a v žádném případě není účelem této příručky, abychom ji zde podrobně rozebírali.

Jako základní pravidlo ale platí, že frekvence vzorkování (počet vzorků za jednu sekundu) musí být minimálně dvojnásobná, než je nejvyšší zpracovávaná frekvence audiosignálu. Pro praxi je nutné poopravit tento násobek zhruba na 2,5 až 3, což znamená, že např. pro přenos frekvencí do 12 kHz je nutné vzorkovat frekvencí 32 kHz (32 tisíc vzorků za 1 sekundu). Chceme–li mít možnost uložení tak velkého



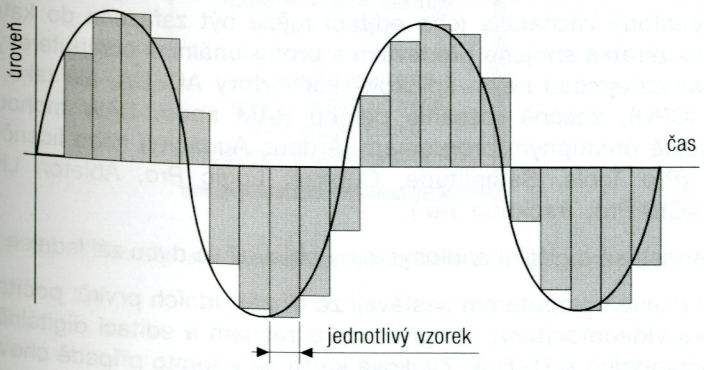


množství vzorků např. do paměti DDL, musíme mít k dispozici také odpovídající paměťovou kapacitu. Standardní vzorkovací frekvence pro profesionální zpracování audiosignálu jsou dnes 44,1 kHz, 48 kHz, 88,2 kHz, 96 kHz a 192 kHz.

Samplovací frekvence (počet vzorků za 1 sekundu) není ale jediným rozhodujícím kritériem při posuzování kvality digitálního audiosignálu. Stejně důležitým parametrem je počet kroků, kterými je velikost vzorku odměřována, což závisí především na tom, kolik bitů má analogově digitální převodník. Mezi osmibitovým a šestnáctibitovým převodem je obrovský rozdíl, protože osmi bitům odpovídá pouze 256 kroků (dvě na osmou), zatímco šestnáct bitů je reprezentováno již 65 536 kroky (dvě na šestnáctou). Obdobný rozdíl je mezi šestnácti a čtyřiadvaceti bitovým převodem – současný standard 24–bitového rozlišení je záležitostí již 16 777 216 hodnot.

Při osmibitovém převodu má nejhlasitější signál sice 256 kroků, ale tišší signály mají rozlišení minimální. Právě z tohoto důvodu vzniká při nízkých hodnotách jev nazývaný kvantizační zkreslení, projevující se v praxi jako určitý šum, který na rozdíl od analogového šumu při nepřítomnosti signálu zcela zmizí. Každý další bit použitý při vzorkování přináší maximálně 6 dB dynamického rozsahu navíc. Osmibitovému převodu tedy teoreticky odpovídá maximální dynamický rozsah 48 dB, dvanáctibitovému 72 dB, šestnáctibitovému 96 dB, dvacetibitovému 120 dB, čtyřiadvacetibitovému 144 dB a dvaatřicetibitovému 192 dB. V praxi se vlivem konverzních chyb a intermodulačního zkreslení dostáváme o něco níž: např. většina čtyřiadvacetibitových převodníků se pohybuje někde mezi 110 a 120 dB oproti teoretickým 148 dB, špičkové modely mívají rozsah dynamiky až 122 dB.

I když se v současnosti používají pro profesionální zpracování audiosignálu většinou čtyřiadvacetibitové převodníky, při editaci v DAW se signál u většiny aplikací zpracovává 32–bitově, u masteringových procesů je běžné 64–bitové či dokonce 128–bitové zpracování audiosignálu. I když je tedy výsledné médium např. 16–bitové (CD), je běžné při zpracování signálu v DAW používat podstatně vyšší rozlišení, neboť při jednotlivých procesech dochází vlivem zaokrouhlení při výpočtech k určitým bitovým redukcím. Pokud by se např. pro zpracování CD použil šestnáctibitový záznam, bude po rozsáhlém zpracování jednotlivých audiostop bitové rozlišení podstatně horší, což se projeví negativně na kvalitě zvuku.




*Obr. 49: Princip digitálního zpracování signálu*

Pro převod z vyššího bitového rozlišení na nižší se ve finální fázi zpracování používá proces nazývaný ditherig (viz kapitola 4.3.3). Pokud je záznam proveden a zpracováván při vyšších vzorkovacích frekvencích než jaké využívá výsledné médium, je nezbytné provést také kvalitní převzorkování. Teoretické diskuze o vlivu poměru vzorkovacích frekvencí na kvalitu audiosignálu (celý poměr jako např. při převodu z 88,2 na 44,1 nebo 2,17687048 při převodu z 96 na 44,1) se jeví stejně liché, jak liché jsou algoritmy používané při tomto procesu (např. oblíbené Voxengo r8brain: 147/640).

Shrnutím výše uvedených fakt tedy můžeme dojít k obecnému závěru, že čím vyšší je vzorkovací frekvence, tím lepší je frekvenční rozsah přístroje, a čím vyšší počet bitů má A/D a D/A převodník, tím lepší je odstup užitečného signálu od šumu (dynamický rozsah). Tyto parametry nejsou samozřejmě jediným ukazatelem určujícím kvalitu přístroje, ale jsou tím rozhodujícím činitelem.

## 4.3 Rozdělení a stručný vývoj DAW

Digitální audiosystém (DAW - Digital Audio Workstation) určený pro záznam a editaci (zpracování) digitálního audiosignálu je kombinací softwaru pro vícestopý záznam a špičkového hardwarového vybavení, jehož základem je série velmi kvalitních převodníků A/D a D/A. Jejich počet nemusí být stejný jako u analogových multitracků a běžnou konfigurací malého komerčního studia může být např. osm samostatných vstupů se dvěma nebo čtyřmi výstupy pro poslech v režii a monitoring. V extrémním případě, kdy se zvuky natáčejí postupně, lze teoreticky pracovat dokonce s jedním vstupním a výstupním párem.

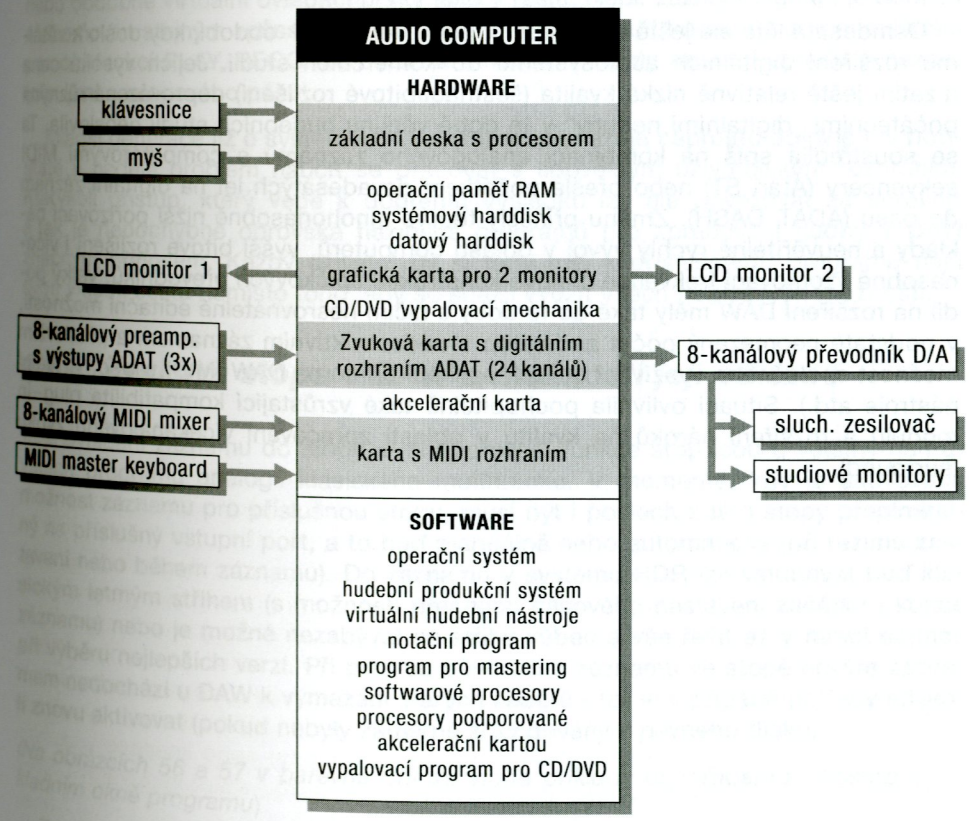
Profesionální převodníky u DAW mají obdobnou funkci jako běžné zvukové karty v počítačích, ale montují se většinou externě do racků, aby bylo možné dodržet špičkové parametry (lepší odstup, vyšší bitové rozlišení a tím i dynamický rozsah). Lze tedy souhlasit s tím, že většina počítačů pro komerční využití vybavená softwarem pro vícestopý záznam a jeho editaci může být zařazena do kategorie DAW, i když je tato zkratka spojena především s profesionálními computerovými systémy, kde jsou samozřejmostí nejen špičkové konvertory AD–DA, ale také velmi rychlé procesory (CPU), značně rozsáhlé paměti RAM apod. DAW mohou být řízené některým volně přístupným programem (Ardour, Audacity) nebo licenčně vázanými aplikacemi (Pro Tools, Samplitude, Cubase, Logic Pro, Ableton Live, SONAR, FL Studio, ACID Pro, Tracktion atd.).

V současnosti se digitální audiosystémy objevují ve dvou základních verzích:

1. Systémy řízené computerem sestávají ze tří základních prvků: počítače (většinou s několika videomonitory), programu pro záznam a editaci digitálního audiosignálu a převodníků A/D–D/A. Zvuková karta se v tomto případě chová jako audio rozhraní pro převod analogového signálu do digitálního formátu a může se podílet i na zpracování audiosignálu. Software, který řídí veškeré hardwarové komponenty má rovněž za úkol vytvořit uživatelské prostředí pro zpracování zvuku.
2. Integrované systémy kombinují mixážní pult, kompletní ovládací prvky i digitální rozhraní ve společném systému (např. série Mackie HDR, Roland MV–8800 atd). Tento přístup byl velmi rozšířený v době, než se osobní počítače staly natolik výkonnými, aby bez problémů zvládly náročné úlohy vyžadované audiosoftwarem. S výrazným poklesem jejich cen a rapidním navýšením výpočetního výkonu začala popularita těchto nákladných systémů výrazně klesat a zástupci této kategorie se dnes mnohem častěji objevují v profesionálních rozhlasových a televizních provozech než v běžných hudebních studiích.








*Obr. 50: Příklad digitálního audiosystému řízeného computerem (schéma)*

Pomineme-li některé zajímavé systémy ze sedmdesátých let, kam patřil například Soundstream zobrazující signálovou křivku na paměťovém osciloskopu, objevily se první seriózní modely teprve koncem osmdesátých let, kdy došlo k masovému rozšíření osobních počítačů. V roce 1986 spatřil světlo světa software Soundedit od firmy Macromedia pro počítače Apple Macintosh, které tou dobou již disponovaly výkonem potřebným pro zvládnutí úkonů souvisejících s digitálním zpracováním audiosignálu. První, opravdu vážný krok na tomto poli učinila ale firma Digidesign, která v roce 1987 představila jeden z prvních kompletních systémů (hardware a software pro osobní počítač) pod názvem Sound Tools. Jednalo se vlastně o předchůdce dnešních Pro Tools, které se časem staly jakýmsi standardem v oblasti digitální audiotechniky. Řada nahrávacích studií přešla na tento digitální systém právě z důvodu velmi vstřícného přístupu k ovládání i řešení signálových tras, připomínající tradiční analogové nahrávací systémy.

Osmdesátá léta ale ještě v žádném případě nepatřila k období, kdy došlo k většímu rozšíření digitálních audiosystémů do komerčních studií. Jejich vysoká cena a zatím ještě relativně nízká kvalita (šestnáctibitové rozlišení) doprovázená různými počátečními „digitálními neduhy" v té době většinu hudebních studií neoslovila. Ta se soustředila spíš na kombinaci analogového záznamu s computerovými MIDI sekvencery (Atari ST) nebo přešla počátkem devadesátých let na digitální záznam do pásu (ADAT, DASH). Změnu přinesly teprve mnohonásobně nižší pořizovací náklady a neuvěřitelně rychlý vývoj v oblasti computerů, vyšší bitové rozlišení i vícenásobné vzorkovací frekvence či nové konstrukce špičkových převodníků. Velký podíl na rozšíření DAW měly také do té doby s ničím nesrovnatelné editační možnosti, v podstatě neomezený počet audiostop s nedestruktivním záznamem a především možnost společného využívání dalších aplikací přímo na DAW (MIDI, video, virtuální nástroje atd.). Situaci ovlivnila pochopitelně také vzrůstající kompatibilita plug-in modulů a rozšíření nároků na kvalitu v oblasti zpracování vícekanálového zvuku (surround).





# 4.4 Základní funkce digitálních audiosystémů

## 4.4.1 Systém práce v DAW

Podíváte-li se na systém práce v DAW u zvukařů, kteří prošli érou analogu a těch, kteří znají záznam zvuku už jen prostřednictvím displejů LCD, uvědomíte si řadu zásadních rozdílů. Zkušenější ale zároveň méně flexibilní starší generace sází na tradiční pracovní nástroje, na které byli po léta zvyklí z analogového pásu – většina programů jim tento systém práce umožňuje a nabízí v grafickém prostředí stejné nebo obdobné virtuální ovládací prvky jako v reálu. Např. záznam signálu je dodnes znázorňován stejným způsobem jako na analogovém multitracku - tradiční ovládání pomocí funkcí PLAY, RECORD, STOP a dokonce i rychlý posuv kupředu a nazpět (převíjení analogového pásu).

Mladší generace již o systému zvukových stop uvažuje naprosto odlišně a v podstatě jí nedělá problém naučit se pracovat s libovolným uživatelským rozhraním. Kterýkoli přístup, který vede k dobrému výsledku lze ale považovat za správný, a tak je nepochybně obrovská flexibilita programů pro zpracování hudby v DAW značným přínosem. Každý uživatel by si tedy měl k příslušnému programu najít svou vlastní cestu namísto toho, aby se snažil využít všech nabízených možností.

## 4.4.2 Zvuková stopa v DAW a možnosti její editace

Také ovládání záznamu do stopy a monitorovací funkce stop jsou u většiny nahrávacích programů analogií klasického multitracku. V momentě, kdy je aktivována možnost záznamu pro příslušnou stopu, musí být i poslech z této stopy přepínatelný na příslušný vstupní port, a to buď manuálně nebo automaticky (při režimu zastavení nebo během záznamu). Do záznamu v systému HDR lze vstupovat buď klasickým letmým střihem (s možností přesného časového nastavení začátku i konce záznamu) nebo je možné nezabývat se střihy vůbec a vše řešit až v rámci editace při výběru nejlepších verzí. Při přepisu původního záznamu ve stopě novým záznamem nedochází u DAW k vymazání starých záběrů - lze je v případě potřeby kdykoli znovu aktivovat (pokud nebyly záměrně zlikvidovány z pevného disku).

*(Na obrázcích 56 a 57 v barevné příloze vidíte příklady uspořádání audiostop v základním okně programu)*

Zvukové stopy jsou v základním okně programu téměř vždy zobrazeny jako horizontální pruhy uspořádané pod sebou. Přehrávané místo je na staticky zobrazených stopách definováno kurzorem přejíždějícím zleva doprava, přičemž po dosažení konce zobrazeného úseku se obrazovka automaticky „překlopí" na další viditelný úsek (autoscroll). Jinou volbou zobrazení je zastavený kurzor a posuv stop, tedy jejich signálových křivek (obdoba pásku přejíždějícího po magnetofonové hlavě).

Rozlišení horizontální časové osy lze u DAW libovolně měnit (horizontální zoom), takže lze na obrazovce sledovat nejen zvukové stopy jako celek, ale i ty nejmenší úseky a detaily ve skladbě. Horizontální časové údaje se mohou zobrazovat nejen jako hodiny, minuty, sekundy a milisekundy či vzorky, ale dají se zkonfigurovat i jako časový kód SMPTE, nebo mohou představovat např. takty s příslušnými zlomky v zadaném tempu skladby. Jednotlivé stopy společně vertikálně protínají časové nebo taktové údaje a vytvářejí tak v příslušném okně jakousi mřížku, která usnadňuje mnohé další editační postupy. Systém zobrazení stop si může uživatel většinou graficky libovolně přizpůsobit svému vkusu (velikost, barva, popis apod.). Audiosignál v každé stopě je graficky znázorněn tzv. tvarovou křivkou signálu (waveform) - v tichých pasážích lze křivku zvětšovat (ZOOM), aniž by se měnila úroveň přehrávaného audiosignálu.

Pořadí stop pod sebou je možné kdykoli uspořádat jinak, stejně jako lze pro jednotlivé skupiny stop vytvářet složky a pracovat s nimi globálně. Audiostopy mohou vznikat v monofonním i stereofonním formátu a jejich počet se dá dodatečně rozšiřovat stejně jako individuálně rušit.

Zásadní rozdíl ve funkci zvukových stop na magnetofonovém páse a v digitálním audiosystému však spočívá v možnosti přímé editace. Zatímco v analogu existoval pouze jediný editační postup, kterým byl nový záznam (výměna krátkých částí byla značným rizikem a vyžadovala jistou dávku zručnosti), můžete dnes na DAW v libovolných úsecích jednotlivých stop (které si předtím označíte) řešit prakticky nač si vzpomenete. Lze to provádět několika způsoby, tedy nejen pomocí nástrojů (tools) přiřazených na tlačítka myši, ale také pomocí funkčních kláves, různých klávesových zkratek či vstupem do příslušného menu. Provedené úpravy lze v případě chybného postupu vracet do výchozího stavu (UNDO) stejně jako v prostředí jiných aplikací. Uvedu jen stručný přehled základních editačních postupů, které lze provádět přímo ve stopě:

- Zamutování (umlčení) libovolného úseku nebo jeho nedestruktivní vymazání: lze tak s obrovskou přesností ve stopě vyčistit hluky, odstranit nevyhovující tóny či další nežádoucí zvuky.
- Označený úsek lze libovolně posouvat v čase a kopírovat do dalších částí skladby, a to nejen v rámci dané stopy ale také mezi stopami navzájem. K užitečným pomůckám patří i ochrana záběrů ve stopě proti nechtěnému posuvu (zmrazení, uzamknutí).
- U označeného úseku lze měnit úroveň, přeladit ho, dá se zrychlit či zpomalit nebo podrobit dalším procesům (změnit prostor, upravit nějakým efektem apod.).
- U každého úseku lze nastavit vhodný náběh (fade in) nebo doběh (fade out).
- Napojování jednotlivých úseků (sestřih) se v rámci editace řeší většinou vzájemným prolnutím (crossfade), protože přechod z jednoho záběru do jiného (místo střihu) musí být naprosto neslyšitelný. Ke kritickým parametrům, které kvalitu střihu ovlivňují patří nejen výběr vhodného místa ve skladbě a přesnost jeho určení v každém s použitých záběrů (doba v taktu či její zlomky), ale také délka prolínaného úseku a výběr vhodného dynamického průběhu prolínacích křivek. *(Na obr. 60 barevné přílohy vidíte typický editor pro prolínání záběrů).*

Ještě donedávna bylo běžnou praxí provádět sestřih až u smíchaných verzí.





Současné audiosystémy již umožňují bezproblémové sestříhání hudebního materiálu i ve vícestopém formátu (střihy je možné v multitracku provádět globálně pro všechny stopy najednou, individuálně pro každou zvlášť a nebo lze využívat kombinace obou těchto možností). Pro efektivní editační práci, kdy je zapotřebí zkombinovat stovky záběrů (např. při sestřihu klasické hudby) jsou zapotřebí letité zkušenosti a rozsáhlé hudební znalosti.

- Pro většinu editačních postupů si lze označit několik úseků zároveň a pracovat tak s celými skupinami.
- Každá stopa může mít několik vrstev, z nichž se vybírají aktivní úseky v reálném čase.

V digitálních audiosystémech si můžete vytvořit také vlastní systém neaktivních (virtuálních, rezervních, záložních) zvukových stop (spare tracks) nezatěžujících systém, které slouží pouze pro odkládání alternativních záběrů. Vzhledem k prakticky neomezeným možnostem ve vytváření nových verzí je ale rozumné určit si limitující počet záběrů i rozlišovat jejich kvalitu. Například pro sólový zpěv se jeví z časového hlediska asi jako nejméně vhodný přístup natočení dvaceti záběrů pod sebe, ukončení práce a vzájemná ujišťování se o tom, že druhý den se tam ty správné verze najdou. (Druhým extrémem byla editace na analogovém multitracku, kde se okamžitým rozhodováním dobré interpretační výkony uchovají a slabší záběry se ihned likvidují.) Mnohem produktivnějším řešením při práci s HDR je rozdělení záběrů do několika kategorií, přičemž špatné záběry se buď zruší okamžitě, a nebo se v odložených verzích nahrazují těmi lepšími. Výsledkem každého záznamu má být hotová a kvalitní stopa s možností alternativního výběru a nikoli „vrakoviště" hudebního balastu.

### 4.4.3 Softwarové mixery

Virtuální mixpulty jako neodmyslitelná součást všech aplikací pro vícekanálový záznam a zpracování zvuku vycházejí ze svých analogových předchůdců, stejně jako se stopy vícekanálového HD záznamu zrodily z filozofie klasického páskového multitracku. V mnohém připomínají velké displeje profesionálních digitálních pultů, a v případech, kdy jsou DAW vybavené příslušnými hardwarovými MIDI kontroléry je tato iluze téměř dokonalá.

Variabilita prostředí mixážního pultu je v digitálních systémech stejnou samozřejmostí jako komplexní grafické rozhraní pro řízení kterékoli další funkce. Audiokanály virtuálních mixerů jsou většinou rozděleny na několik sekcí či panelů, u kterých je možné rozhodnout, zda budou v rámci příslušné konfigurace mixu zobrazovány či nikoli. Tyto možnosti aktuálně přispívají k mnohem lepší přehlednosti. Proč zobrazovat nevyužívané vstupní kanály při mixáži? Potřebuji mít k dispozici přehledné nastavení ekvalizérů, když je při záznamu nevyužívám? Chci mít během záznamu dokonalý přehled o vstupních úrovních a navolit si na kanály luxusní indikaci úrovně? Nebo bych rád viděl detailní nastavení příslušného vstupního kanálu, stopy či skupiny? Obdobné možnosti zobrazení nejsou v současnosti již žádným luxusem, ale naprostým standardem.

Virtuální technologie přináší nejen možnosti tradičních konfigurací, tzn. kombinaci různých vstupních kanálů, audiokanálů (signál z natočených stop), skupin (subgroups), výstupních kanálů či kanálů pro návrat z využívaných efektů. Grafické přizpůsobení umožňuje přidávat do sestavy také audiokanály pro vícekanálové zpracování zvuku, MIDI kanály, kanály virtuálních nástrojů či další speciální prvky, které jsou součástí příslušné aplikace.

### • Základní panely virtuálních mixerů

Spodní část každého softwarového mixeru bývá tradičně vyhrazená pro fader, který je většinou z boku doplněn orientačním indikátorem úrovně. V této sekci se také nachází nastavení směrových záležitostí, pro stereo tedy funkce panorama. Fader bývá stejně jako v analogovém prostředí lemován řadou tlačítek nebo políček pro zadání volby signálové trasy (routing). Můžete zde najít funkci SOLO a MUTE stejně jako volbu detailního zobrazení pro editaci příslušného audiokanálu, zápis a čtení automatizace, aktivaci záznamu, monitoring či různé signalizační prvky upozorňující na využití dalších kanálových funkcí. Součástí tohoto panelu bývají i políčka pro přímé zadávání číselných hodnot či názvů stop a mohou se zde objevit i další funkce související se stopami, které mají přímou souvislost s daným kanálem.

V horní části kanálu se často nachází políčka pro routing. Audiostopám se zde mohou přiřazovat vstupní kanály či přímé fyzické vstupy, probíhá zde volba do skupin či výstupů. Bývá zde i přednastavení digitální úrovně, možnost změny fáze či další funkce. Systémy routingu se u jednotlivých aplikací mohou lišit, stejně jako se může odlišovat způsob rozmístění příslušných panelů. Zatímco v některých audiosystémech je rozmístění panelů v rámci mixeru pevné, jinde je možné panely libovolně přesouvat či umísťovat některé sekce na plochu mixeru v libovolném pořadí nebo dokonce opakovaně.

Nejpoužívanějším grafickým panelem, který je možné na plochu mixu nakonfigurovat bývá panel ekvalizéru (přehlednější nastavení je vždy k dispozici v detailním nastavení). Mezi další zobrazitelné prvky patří sekce odesílání signálu do efektových plug-inů či jejich vložení do signálové trasy (inzerty). Součástí každého audiokanálu ve virtuálním mixeru se tedy stávají i příslušné efekty a procesory se všemi svými řídicími a indikačními funkcemi. Zásadním omezením toho, co všechno se dá u jednotlivých kanálů najednou sledovat je pouze počet, velikost a rozlišení grafických monitorů *(viz obr. 58 a 59 v barevné příloze).*

Pracujete-li s jediným grafickým monitorem je samozřejmě kdykoli možné softwarový mixer skrýt a aktuálně sledovat např. záznam do stop, průběh individuálních procesů, které právě probíhají či věnovat se dalším aplikacím, které používáte společně v rámci jedné DAW.





## 4.4.4 Způsoby ovládání DAW

Pro efektivní práci v DAW by si měl každý vytvořit vlastní, intuitivní přístup k ovládání mixeru, pro editační postupy i pro rychlé nastavování příslušných efektů a procesorů.

Máte-li ve studiu obě ruce volné (pro někoho naprosto výjimečná situace), patří k nejefektivnějšímu a zřejmě i nejčastějšímu způsobu ovládání práce s myší a klávesnicí s alternativním využíváním funkčních kláves (vlastní klávesové zkratky lze u naprosté většiny aplikací nakonfigurovat v preferenčním menu a mnozí začátečníci by se divili, co všechno lze v DAW provádět jediným stiskem na klávesnici). Práci s myší usnadňuje u mnoha funkcí nejen kolečko ale především pravé tlačítko, kde bývají „k rozmotání" nejrůznější menu bez složitého pátrání na lištách.

Každý program má několik základních možností, jak lze měnit jednotlivá nastavení či ovládat různé funkce. Například pohyb kurzoru lze řídit nejen pomocí tlačítek na transportním panelu či na klávesnici, ale dá se také přetahovat myší, spouštět dvojklikem, zadávat pomocí numerických hodnot či skokem na označené markery, umísťovat na nejrůznější pozice pomocí klávesových zkratek či povelů z menu skrytých na liště, posouvat ovladačem Jog/Shuttle apod. Pokud známe přesnou hodnotu, na kterou chceme nastavit příslušný parametr (např. nastavení úrovní na faderu či panpotu, čas zpoždění pro delay, parametr Q pro ekvalizér apod.), bývá často nejefektivnějším postupem zadání číselné hodnoty z klávesnice přímo do příslušného políčka.

### • MIDI kontroléry pro DAW

Při využívání samostatných MIDI kontrolérů či externích digitálních pultů, které jsou takto nakonfigurovány, přibývají další série povelů, kterými lze audiosystém ovládat, ať už pomocí faderů či otočných regulátorů nebo pomocí různých funkčních tlačítek a samozřejmě i „starého, dobrého kontroleru" Jog/Shuttle.

K velmi rozšířeným kontrolérům pro DAW, které umožňují provádět transportní povely, automatizační postupy při mixáži i běžné editační postupy patří například řídicí jednotka CS-102 od firmy JL Cooper. Pro profesionální systémy bývá tradičním řešením univerzální MCS-3000 *(viz obr. 64 v barevné příloze).* s přídavnými rozšiřovacími moduly faderů a dalších ovladačů (www.jlcooper.com). Jinou alternativou pro řízení parametrů v reálném čase může být skvělý DAW kontrolér CM Automation Motor Mix se 100 mm motorizovanými fadery a čtyřmi bankami tlačítek s 9 otočnými regulátory (www.cmautomation.com). Spřažením až čtyř modulů lze sestavit velmi univerzální a opravdu pozoruhodnou DAW, ať už ji bude řídit PC nebo Mac.

Řada MIDI kontrolérů pro DAW v sobě kombinuje také zvukovou kartu (NI Kore, M-AUDIO PROJECTMIX I/O) a stále častěji se můžeme setkat i s bezdrátovými řídicími panely (Frontier Design TranzPort).

### 4.4.5 Softwarové audioprocesory (efektové plug–iny)

Každá aplikace nabízí řadu interních efektů a procesorů, které je možné v rámci virtuálního mixážního pultu zařadit do inzertu příslušného audiokanálu nebo do smyčky systémem send/return (tyto procesy bývají k dispozici i v nabídce přímé editace stop).

K běžným doplňkům většiny aplikací patří procesory pro úpravu dynamiky signálu, frekvenční procesory, moduly zkreslení *(viz obr. 70 v barevné příloze)* nebo dozvukové, zpožďovací či modulační efekty. Součástí některých programů mohou být i procesory pro eliminaci šumu*(viz obr. 71 v barevné příloze)*, brumu, lupanců a dalších rušivých signálových složek nebo efekty určené pro práci s vícekanálovými formáty (surround). Mezi interními plug–iny naleznete i nabídku kontrolních a měřicích elementů (analyzéry, fázové korelátory, signálové a šumové generátory apod.).

Kromě interních procesorů, které jsou součástí příslušné aplikace, lze v rámci DAW používat také externí plug–iny. Jedná se vlastně o samostatné programy dodávané specializovanými firmami nebo konkurenčními výrobci.

Interní i externí plug–iny mají obrovskou výhodu v tom, že na rozdíl od hardwarových verzí je lze zařazovat vícenásobně, samozřejmě s ohledem na výkon počítače. Odpadá také další převod AD a DA, protože zůstáváte stále v příslušném digitálním prostředí a není samozřejmě nutné ani žádné propojování.

Využití profesionálních audioprocesorových plug–inů, které spotřebovávají značný výpočetní výkon, má často přímou vazbu na akcelerační kartu. Jejím pořízením získáte již v základní výbavě sadu velmi kvalitních plug–inů – licenci na další špičkové plug–iny je obvykle nutné dokoupit samostatně (např. TC POWERCORE).

Digitální akcelerované procesory využívané jako plug–iny v DAW by se daly rozdělit na simulace hardwarových analogových modelů (dynamické procesory, analogové ekvalizéry, přebuzené lampové obvody apod.) a na plug–inové verze digitálních procesorů, které mohou nebo nemusí mít svoji hardwarovou podobu. Jediný faktický rozdíl mezi moderními hardwarovými procesory s možností ovládání z DAW a jejich plug–inovými verzemi spočívá pouze v tom, že hardwarové verze lze využívat také samostatně (bez řídicího computeru, např. s analogovým mixážním pultem).





### 4.4.6 Akcelerační karty

Při využívání většího množství kvalitních audioprocesorů, ke kterému dochází především během mixáže, může nastat stav, kdy počítač pracuje na hranici svých možností nebo je dokonce předimenzován (k tomuto stavu dochází mnohem dříve při vyšším bitovém rozlišení či využívání vícenásobných vzorkovacích frekvencí). Pokud se jedná o výjimku v rámci extrémně náročného projektu, je možné značnou část zátěže odebrat z CPU tím, že se signál z kritických efektů a procesorů (využívaných např. na individuální nástroje) zaznamená do samostatných stop a příslušné plug–iny se poté vyřadí z činnosti. Tímto způsobem je možné vrátit se opět do rozumného vytížení computeru, i když se tím ztrácí určitá variabilita při některých pracovních postupech.

Jestliže jsou ale tyto problémy trvalejšího rázu, určitě se vyplatí zařadit do audiosystému např. kvalitní dozvukové jednotky v hardwarových verzích obsahující software pro spolupráci s DAW (např. Lexicon PCM96). Druhou, velmi často využívanou alternativou je osazení computeru akcelerační kartou, která je vybavena optimalizovanou jednotkou DSP. Interní verze těchto karet se připojují přímo do slotů PCI nebo PCI Express (PCIe patří nyní k standardnímu vybavení nové generace počítačů Apple i PC), externí karty využívají nejčastěji rozhraní FireWire. Výpočetní výkon těchto „akcelerátorů" často převyšuje výkon CPU v příslušném computeru, takže nejde jen o nějaké nepodstatné navýšení výkonu.

S příslušnou kartou dodává výrobce většinou „balíček" standardních plug–inů, ke kterým je možné dokoupit další efekty, procesory či virtuální nástroje (mohou být i od dalších firem). Karty stejného typu mívají možnost „spřažení" a navýšení výkonu až do skutečných extrémů. Vstupem akceleračních prvků do computerů řídících digitální audiosystémy se z běžného počítače stává opravdu výkonný a specializovaný řídicí systém zasluhující si plně zařazení do kategorie profesionálních DAW.

K oblíbeným modelům akceleračních karet patří např. T.C.Powercore (T.C.Works) či UAD–1 (Universal Audio).

# 4.5 (Pre) Mastering

## 4.5.1 Úvod

Premastering (ve studiové praxi zkráceně též nazývaný mastering) je finální proces, kterým by měla nahrávka projít před vstupem do sériové výroby. Tato fáze zpracování hudebního záznamu se postupně vyvíjela na základě požadavků, ideálně přizpůsobit smíchanou nahrávku možnostem, které s sebou přinášely technologie přislušných hudebních nosičů (gramodesky, audiokazety) či médií (rozhlas a televize). Později se začala uplatňovat také snaha o úpravu nahrávek pro univerzální poslech v nových podmínkách hlučnějšího prostředí (Hi-Fi systémy v autech, ozvučení supermarketů, miniaturní PC-reprosoustavy, sluchátka osobních přehrávačů atd.).

Nástup kompaktního disku znamenal jistě pro běžného posluchače obrovský kvalitativní rozdíl v poslechu hudby. Nahrávky konečně nešuměly, nepraskaly, neušustily, měly relativně obrovskou dynamiku, neprokopírovávaly se, nepodléhaly drop-outům ani neztrácely přehráváním nic ze své originální kvality. Určitým paradoxem ale je, že finální úpravy se po příchodu CD nestaly minulostí, ale naopak, mastering získal na důležitosti.

Zatímco dříve bývalo zvykem, že se špatně smíchaná nahrávka vrátila k přemíchání (nebo se smíchala v jiném studiu), zařadila se dnes náprava frekvenčních, dynamických a často i poměrových chyb při mixáži do úloh, které se často řeší právě v rámci tohoto procesu. Navíc jsme došli po určitém „vystřízlivění" k závěru, že nám většina handicapů souvisejících s analogovým záznamem prostě chybí... Zastesklo se nám nejen po hřejivém zkreslení vakuových elektronek z padesátých a šedesátých let, po saturaci a dalších jevech souvisejících s magnetickým páskem, ale také po nešvarech provázejících první tranzistorové konstrukce či dokonce po zvuku přenosky v drážkách šelaku či vinylu. Oproti svým předchůdcům, kteří se snažili s omezenými prostředky o maximální čistotu a věrnost, přidávají dnešní masteringoví inženýři do kouzelného kotle s bublající nahrávkou různé analogové „ingredience", aby byl digitální „lektvar" pro hudební konzumenty alespoň trochu poživatelný.

Nadšení z dynamického rozsahu, který se přibližuje možnostem našeho sluchu bohužel brzy vystřídaly závody o maximální hlasitost nahrávky. Hudba, kterou posloucháme, často nepřirozeně pumpuje, astmaticky na nás vydechuje a pohybuje se leckdy těsně pod hranicí brutálního zkreslení. Původní záměr s obrovskou dynamickou rezervou (teď mluvím především o populární hudbě) je často vystřídán dynamickým rozsahem -3 dB až 0 dB a z mnoha zvukařů specializujících se na tuto výrobní fázi se staly osoby, bez jejichž „asistence" a mnohamilionového vybavení je každý hudební projekt „předem odsouzen k neposlouchatelnosti"!

Pojďme se ale na mastering podívat bez předsudků – jako na finální proces zpracování hudebních snímků...





## 4.5.2 Tradice masteringu v zahraničí a u nás

Vzhledem k izolaci od vyspělé nahrávací techniky byl ještě v nedávných dobách celý proces masteringu zahalen určitou rouškou tajemství a mnoho muzikantů ostatně netuší oč běží ani dnes. Ve všech obdobích se ale v podstatě jednalo o přizpůsobení relativně dokonalého studiového formátu příslušným limitům, které s sebou přinášela sériová média. Starší nahrávky ze standardních analogových mixáží (dvoupalcové šestnácti či čtyřiadvacetistopé multitracky s rychlostí 38 cm/s vybavené šumovou redukcí) mixované do tzv. „úzkých pásů" (čtvrtpalcové nebo půlpalcové na rychlost 38 nebo 76 cm/s) bylo vhodné upravit tak, aby se maximálně využilo dynamiky a frekvenčního rozsahu vinylových gramodesek nebo audiokazet.

Vzhledem, ke značným nákladům, které s sebou přinášely analogové komponenty pro mastering, k velmi omezeným editačním možnostem v hotové nahrávce, ale i na základě určitých zkušeností a zvyklostí, bylo běžné přinést nahrávku smíchanou ve stereu na úzkém pásu do masteringového studia, které bylo speciálně vybaveno právě pro tyto účely. I tehdy do určité míry platilo, že čím hlasitější, tím lepší, protože ani ty nejkvalitnější gramodesky či audiokazety na tom nebyly s odstupem rušivých šumů a hluků zrovna nejlépe, a každý dB hlasitosti navíc, který nepřinášel ještě slyšitelné zkreslení byl ku prospěchu věci. Na mastering (pokud měl mít nějaký smysl) bylo nezbytné použít jen vyhlášené a drahé kompresory či limitéry, špičkové ekvalizéry či filtry, šumové redukce i rekordéry (kopírovalo se z pásu na pás). V počátcích digitální techniky se situace začala měnit tím způsobem, že řada studií produkovala své mastery na digitálním médiu (U-matic, S-VHS, R-DAT). Tím se ovšem pozice z hlediska špičkového vybavení masteringového studia příliš nezměnila, neboť mastering probíhal stále analogově a navíc zde přibyla nutnost osazení velmi kvalitními a drahými A/D a D/A převodníky. V dobách maximálně 16-bitového rozlišení bylo opravdové dilema, zda míchat do digitálu (přes problematické A/D rozhraní) a v masteringovém studiu znovu použít přechod D/A a A/D nebo se tomuto postupu raději vyhnout a míchat do pásu. To vše ale platilo na západ od našich hranic v době, kdy drtivá většina tuzemské produkce neprocházela masteringem buď vůbec, a nebo byla podrobována tajemným praktikám našich gramofonových závodů.

## 4.5.3 Správně připravená mixáž

Situace s přenášením smíchané nahrávky do masteringových studií se markantně změnila s prudkým rozvojem digitální techniky. Většina profesionálních i komerčních a domácích studií dnes využívá 24-bitové převodníky, při záznamu i editaci se pracuje v běžně dostupném formátu 44 kHz/24 bit (88,2 kHz). Profesionálové doporučují používat pro záznam a zpracování 32-bitový formát s tzv. plovoucí čárkou (floating point), neboť veškeré digitální interní procesy u většiny programů probíhají (minimálně) v tomto rozlišení a nemusejí se tedy přepočítávat. Ať už si budete mastering dělat sami ve vlastním digitálním audiosystému, a nebo se chystáte svěřit tuto choulostivou záležitost do rukou některého masteringového inženýra, každo-

pádně je žádoucí řídit se při mixáži následujícími zásadami:

1. Míchejte pokud možno v rozlišení 32 bitů (fp) a soubory nepřevzorkovávejte (pokud používáte vyšší samplovací frekvence).
2. Pro mixáž v rozlišení 32 bit (fp) nepoužívejte žádný dithering. Pokud míchate v rozlišení 32-bitů a chcete vyexportovat 24-bitový či 16-bitový audiosoubor, použijte dithering na 24-bitové nebo 16-bitové rozlišení.
3. Nepoužívejte při mixáži na výstupu žádné ekvalizace, kompresory ani limitéry.
4. V rámci mixáže nepoužívejte žádný finalizační (masteringový) procesor, i když jej máte k dispozici (finalizéry, maximizéry apod.).
5. Máte-li pochybnosti o vhodných poměrech, barvách či jiných parametrech, vytvořte si více smíchaných verzí a uložte si je tak, aby bylo možné kdykoli se k nim vrátit.
6. Míchejte nahrávku takovým způsobem, jako by žádný mastering neexistoval a nespoléhejte se na žádné dodatečné finální úpravy. Poslechněte si smíchaný výsledek v různých poslechových podmínkách, potichu i nahlas, ve stereu i v monu, porovnávejte zvuk (zatím nikoli hlasitost) s osvědčenými vzory.

## 4.6 Tradiční procesy a postupy

### 4.6.1 Kompresory pro zpracování signálu v oddělených frekvenčních pásmech (multiband)

Pokud se klasické kompresory (širokopásmová komprese) použijí na kompletně smíchanou nahrávku, musí se postupovat velmi umírněně, jinak je hudební snímek poznamenán výrazným modulačním zkreslením (nahrávka nepřirozeně „pumpuje" a dýchá, protože signály stlačené např. ve spodním frekvenčním pásmu ovlivňují také hlasitost zvuků ve středním a vrchním akustickém spektru).

Požadavky na co nejhlasitější audiosignál byly poměrně logické již v době AM rádií, kdy hutnější zvuk umožňoval větší dosah vysílače, a tím i větší počet posluchačů pro příslušnou stanici. Rovněž u hudebních nosičů, které ještě donedávna nebyly schopné přenést dynamiku orchestru v plné šíři, znamenal hlasitější zvuk výrazně kvalitnější poslech, protože se podstatně zlepšil odstup užitečného signálu od rušivých zvuků charakteristických pro daná média. A tak se geniální nápad s kompresí rozdělenou do několika frekvenčních pásem stal jedním ze základních procesů, kterým začaly procházet hudební snímky při masteringu.

Pro rozdělení audiosignálu se používají pásmové filtry (podobné jako u aktivně dělených reprosoustav), tzv. crossovery, které separují zvuk do jednotlivých frekvenčních pásem, tato pásma se po příslušném procesu opět smíchají. Počet pásem bývá volitelný (rozumný počet bývá 3–5) stejně jako nastavení dělících frekvencí. Přesná volba záleží nejen na hudebním žánru, složení kapely či aranžmá,





ale i na barevných nuancích, které jsou pro příslušný snímek charakteristické. Správné nastavení je záležitostí zkušených zvukařů-specialistů, kteří se masteringem zabývají. Každé frekvenční pásmo, ve kterém ke kompresi dochází má nastavitelnou nejen šířku a úroveň, ale také práh komprese, náběhové a doběhové konstanty a další parametry *(viz obr. 65 v barevné příloze)*. S ohledem na nepřeberné možnosti nastavení lze s vícepásmovým kompresorem řešit následující postupy:

1. Základní rozdělení celého frekvenčního pásma se obvykle provádí na subbasy a basy (eliminace modulačního zkreslení), nižší středy, vyšší středy a výšky (tzv. air band dodávající nahrávce na průzračnosti). Dělící frekvence mohou být nastaveny např. na 90 Hz, 550 Hz, 4 kHz a 12 kHz, ale přesné doladění závisí např. na spodním rozsahu basy, rezonanci nástrojů, způsobu interpretace, zabarvení hlasů, typu činelů, perkusí a mnoha dalších faktorech. Každé pásmo přenáší určitou energii, kterou lze měřit (nejvíce energie bývá při tomto způsobu dělení většinou ve druhém a třetím pásmu) a na základě naměřených hodnot potom nastavit jednotlivé prahy komprese. Naměříte-li např. průměrné úrovně v pásmech od nejnižšího po nejvyšší: -12, -5, -7, -12 a -20 dB, můžete uvažovat zhruba takto: Je-li snímek velmi dobře barevně vyvážen, nastavíte jednotlivé prahy zhruba o 2-5 dB níž, než jsou průměrné úrovně v jednotlivých pásmech. Doladíte-li potom nastavení tak, že např. u vrchních pásem bude nastavení jemnější (méně komprese) nebo nebudou-li komprimovány vůbec, znamená to, že při silnější dynamice se zvuk bude projasňovat, protože budou více komprimována basová a nižší středová pásma.
2. Stejným způsobem lze uvažovat o libovolném frekvenčním pásmu, které nezní v nahrávce dobře nebo je zastoupeno příliš. Dají se tak potlačovat sykavky, tlakové nárazy, různé rezonance, hrozivě syčící činely, vyčnívající velký buben či další zvuky, jejichž průběh nebo souznění není ideální, ať už jsou příčiny jakékoli (interpret, nástroj, způsob snímání, mixáž).
3. Každé frekvenční pásmo má samostatně nastavitelný zisk (úroveň). Nastavením této úrovně se nejen dorovnává nazpět hlasitost redukovaná kompresí, ale také vzniká pomyslná statická ekvalizační křivka celé nahrávky. Pokud tedy kompresor v žádném frekvenčním pásmu nezabírá, je barevné vyvážení nahrávky určeno právě nastavením zisku jednotlivých frekvenčních pásem. Tímto způsobem je tedy možné nastavit určité barvy zvuku pro tišší pasáže (statická ekvalizační křivka) a zcela odlišné barvy pro vypjaté, expresivní části snímku kdy zabírají kompresory v jednotlivých pásmech (dynamická ekvalizační křivka). Ty mohou znít naprosto odlišně a často velmi nepříjemně (úzký, středový hlas u zpěváků, plechové zabarvení činelů či akust. kytar apod.).
4. Při vhodném nastavení se do značné míry dají eliminovat nedostatky ve špatném aranžmá. Dostane-li se například v některé části do barevného konfliktu basa, velký buben, kotel, kytara či libovolný syntetický zvuk (hrají ve stejném frekvenčním pásmu, kde prudce naroste úroveň), správně nastavený práh citlivosti pak okamžitě kritické pásmo potlačí.
5. Zcela jinak se nastavují vokální projekty. Např. pro ženský nebo dětský sbor bez doprovodu není subbasové pásmo zastoupeno vůbec, zato dochází často k velmi nepříjemným rezonančním jevům v pásmu vyšších středů nebo v oblasti sy-

kavek (kolem 7 kHz). Zde se vyplatí najít problematické oblasti pomocí frekvenčního analyzéru a pásma rozdělit podle toho, kde se vyskytují kritické problémy. Obdobný postup je vhodné aplikovat při jakémkoli neobvyklém či extrémním obsazení kapely nebo orchestru (kontrabasové trio, soubor zobcových fléten apod.).

6. Nevhodné poměry některých nástrojů se dají eliminovat úpravou náběhového času v příslušných frekvenčních pásmech. Např. ve spodním pásmu se jeho zkrácením potlačí zvuk basového bubnu ve prospěch baskytary.
7. Důmyslným nastavením je možné dokonce do značné míry eliminovat vliv přehnané komprese (vícepásmová dekomprese). Podobné záchranné práce jsou však vždy určitým kompromisem (z hlediska kvality je vhodnějším postupem přemíchání nahrávky).

### 4.6.2 Peak Limiter

Maximální hlasitost nahrávky je v digitálním prostředí limitována maximální signálovou špičkou. Pokud tato špička nedosahuje 0 dB FS (maximální možné úrovně) je možné pomocí tzv. normalizační funkce (dříve často využívaný proces) jednoduše zvednout hlasitost celé nahrávky právě o tolik dB, kolik činí příslušná rezerva do nuly. Tím se sice zvedne hlasitost na maximum, ale v porovnání s analogovou nahrávkou, kde se při záznamu špičky elegantním způsobem seříznou, je hlasitost podstatně nižší.

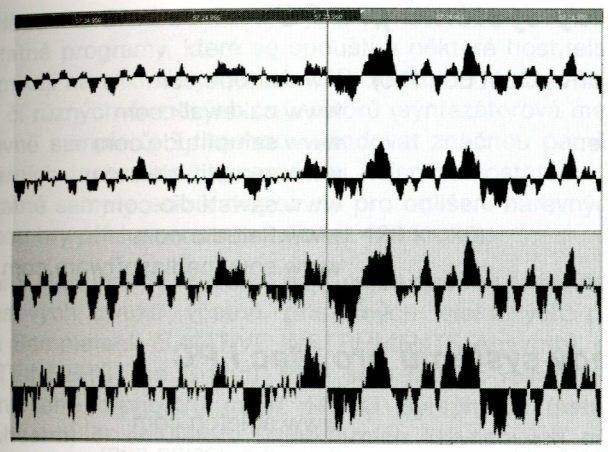
Signálové špičky jsou často velmi krátké a jejich potlačení o několik dB má na výsledný zvuk minimální vliv. Extrémní špičky, které se v nahrávce vyskytnou vyjímečně se dají potlačit i manuálně snížením hlasitosti. Pro potlačení běžných, krátkých špiček, které se vyskytují v celé nahrávce je vhodné využít na výstupu nějaký „inteligentní" limitér, který je schopen číst audiosignál v určitém předstihu, příslušné špičky vyhledat a „přetvarovat" signálovou křivku takovým způsobem, aby došlo k jejich potlačení při mimálním vlivu na zvuk. V reálném čase to vypadá tak, že se procesor chová tak, jako by každou přicházející špičku předvídal a v momentě kdy se objeví přesně věděl o kolik bude zapotřebí její úroveň snížit a jakým způsobem přetvaruje signálovou křivku, aby se to projevilo na kvalitě zvuku co nejméně. O kolik se potlačí signálové špičky, o tolik může procesor zvednout celkovou hlasitost nahrávky. Čím více špiček ale musí procesor potlačit, tím hlouběji zasahuje do původní tvarové křivky, a tím jsou také špičky širší (trvají déle), proto je vždy důležité posuzovat změnu kvality sluchem (při stejné hlasitosti) a úroveň nastavení nepřehánět. U populární muziky se dá tímto způsobem zvednout hlasitost o 6 i více dB, u žánrů kde se nevyskytují perkusivní zvuky je zapotřebí postupovat velmi opatrně, aby nevznikalo slyšitelné zkreslení nebo se tomuto procesu raději úplně vyhnout.

Protože hlídání signálových špiček je posledním procesem, který ovlivňuje úroveň audiosignálu, je v této fázi důležité rozhodnout, jakou úrovňovou rezervu ponecháme do digitální nuly. Ta nesmí být nikdy překročena a teoreticky by jí nahrávka ani neměla dosáhnout. Pro CD bývá doporučené maximum −0,3 dB, což je sotva





znatelný úbytek na hlasitosti a zároveň relativně bezpečná hranice, při které ani u většiny komerčních přehrávačů nevzniká nebezpečí clippingu (ořezání špiček přinášející hrubé zkreslení).



*Obr. 51: Porovnání signálové špičky před úpravou a po úpravě procesorem L2 (Waves). V tomto případě došlo k omezení největší špičky o 5,2 dB a zhruba o tuto úroveň bylo možné zvednout také hlasitost celé skladby*

### 4.6.3 Dithering a jeho význam

Při přechodu z vyššího bitového rozlišení do nižšího přichází ke slovu proces nazývaný dithering (v češtině dosud nevznikl ekvivalent tohoto výrazu). Pokud se proces ditheringu neuskuteční, dochází k prostému odstranění nadpočetných bitů (tzv. truncate) a ke kumulaci kvantizačních chyb, které se projevují degradací kvality nízkoúrovňových signálů. Ve zvukové kvalitě dochází konkrétně k určitému zhoršení prostorového vjemu, barevnému rozlišení i čistoty zvuku. Přimícháním nepatrného množství šumu dochází k výraznému potlačení nežádoucích jevů a právě v tom tkví podstata ditheringu.

Nutnost využívání této aplikace nastává nejen při přechodu z formátu s rozlišením 24 (32) bitů (prostředí, ve kterém se běžně zvuk zpracovává) na 16-bitový formát využívaný řadou běžných komerčních audioformátů, ať už datově komprimovaných či nikoli (Compact Disc, MiniDisc, MP3 apod.). Interní procesy v DAW v současnosti probíhají minimálně v 32-bitovém prostředí a u masteringových aplikací se můžeme setkat se špičkovými procesory, které pracují dokonce v 64 nebo ve 128-bitovém rozlišení. Dithering je tedy velmi užitečnou funkcí i v takových případech, kdy se na DAW zpracovávají 16-bitové soubory ve vyšším bitovém rozlišení, protože to se následně stává jedním z parametrů příslušného výstupního formátu. Stejně tak je vhodným postupem využívat dithering již před záznamem, pokud jsou procesory nakonfigurované v DAW na vstupních pozicích a bude se pořizovat záznam s nižším bitovým rozlišením.

# 4.7 Komerčně rozšířené aplikace

## 4.7.1 Příklady systémů pro PC

| | |
|---|---|
| Adobe Audition (dříve Cool Edit Pro): | www.adobe.com |
| Cakewalk Sonar: | www.cakewalk.com |
| Magix Samplitude: | www.samplitude.com |
| Magix Sequoia: | www.samplitude.com |
| SAW Studio: | www.sawstudio.com |
| FL Studio Pro: | www.flstudio.com |
| Acid Pro: | www.sonymediasoftware.com |

## 4.7.2 Příklady systémů pro Mac i PC

| | |
|---|---|
| Ableton Live: | www.ableton.com |
| Digidesign Pro Tools HD: | www.digidesign.com |
| Digidesign Pro Tools LE: | www.digidesign.com |

*(Pro Tools vyvinutý firmou Digidesign je zřejmě nejrozšířenější vícestopý systém na světě. Zpočátku tato aplikace vyžadovala příslušný DSP hardware, ale s postupným zvyšováním výkonu CPU se stále více funkcí přenášelo na bedra počítače. Přesto je i dnes pro provoz určitá část Digidesign hardwaru nezbytná, jinak je aplikace nefunkční. Ještě donedávna byl software Pro Tools podporován pouze hardwarovým rozhraním od Digidesignu, ale změny vlastnických práv na trhu vedly k vytvoření verze Pro Tools M–Powered, kterou je možné využívat ve spojení s řadou zvukových karet a rozhraní od firmy M–Audio.)*

| | |
|---|---|
| Mackie Tracktion: | www.mackie.com |
| Steinberg Cubase: | www.steinberg.de |
| Steinberg Nuendo: | www.steinberg.de |
| Propellerhead Reason: | www.propellerheads.se |
| Ardour (OS X/Linux/Windows): | ardour.org |
| Audacity (OS X/Linux/Windows: | audacity.sourceforge.net |

## 4.7.3 Příklady systémů pro Mac

| | |
|---|---|
| Apple Logic Pro: | www.apple.com |
| MOTU Digital Performer: | www.motu.com |





# 4.8 Virtuální hudební nástroje

Při práci s hudbou na DAW se často využívají tzv. virtuální nástroje. Jedná se o menší samostatné programy, které se spouští v některé hostitelské aplikaci. Příslušné zvuky vznikají na základě přijatých MIDI informací, buď prostřednictvím řízených oscilátorů či různých šumových generátorů (syntezátorová metoda) nebo jsou uloženy v knihovně samplerů. Ty mohou vyžadovat značnou paměťovou kapacitu, protože u moderních technologií se používají nejen samostatné vzorky pro každý tón, ale samostatné samply jsou k dispozici i pro odlišení barevných nuancí souvisejících s dynamikou hry příslušného nástroje (až 128 kroků).

Mezi virtuálními instrumenty můžeme najít nejen širokou škálu nejrůznějších syntetických klávesových zvuků včetně příslušných efektových procesorů (např. IK MULTIMEDIA Sampletank či NATIVE INSTRUMENTS Absynth), ale také klasické klavíry (např. STEINBERG The Grand). Patří sem rovněž velmi dokonalé simulace nástrojů symfonického orchestru (např. MOTU Symphonic Instrument, HALION Symphonic Orchestra) či emulátory legendárních klávesových nástrojů (klasické varhany Hammond, Minimoog, ARP Odyssey a další).

V obrovské, stále narůstající nabídce virtuálních zvuků nemohou samozřejmě chybět ani bicí nástroje (např. M–AUDIO Drum & Bass Rig nebo NATIVE INSTRUMENTS Battery) a basové či elektrické kytary (např. STEINBERG Virtual Bassist, Virtual Guitarist – *viz obr. 65 v barevné příloze*). Virtuální nástroje jsou k dispozici v několika formátech, které lze využívat v různých platformách. Patří sem např. VSTi, DXi, RTAS, HTDM, MAS, AudioUnits a další.

Z možností virtuálních nástrojů se tají dech. Pro muzikanty, kteří se nemohou vyrovnat se stále se rozšiřující nabídkou fantastických zvuků tu mám jedno velmi výstižné přirovnání: Posadíte–li se za klaviaturu, na jejímž výstupu jste schopni vyprodukovat prakticky libovolný zvuk, neznamená to ještě vůbec nic. Je to jako když se rozehrávají hráči před zkouškou symfonického orchestru. Hudba začíná až ve chvíli, kdy se rozdají noty.

## 4.9 Interní zvukové karty s převodníky AD/DA

A/D a D/A převodníky mají zásadní vliv na kvalitu zvuku u jakéhokoli audiosystému, a proto jejich výběr nelze v žádném případě podceňovat. Pomineme-li vestavěné on-board čipy, které jsou součástí základní desky (u Audio PC se musí v Biosu deaktivovat) a velmi laciné modely určené pro domácí aplikace (SoundBlaster apod.), dostáváme se k první možnosti, jak provést převod z reálného analogového prostředí do počítače a nazpět. Interní zvuková karta zapojená do slotu PCI uvnitř počítače je zřejmě nejčastějším řešením, zejména v domácích studiích, která většinou nekladou tak velké nároky na nekompromisní kvalitu zvuku. Umístění A/D a D/A převodníků přímo na desce zvukové karty totiž přináší zhoršení některých specifických parametrů vlivem nežádoucích interferencí (šumy, brumy, sršení), které se na systém přenášejí z dalších obvodů uvnitř počítače. S odstupem nežádoucích signálů jsou na tom pochopitelně lépe modely, které pracují s vyšší linkovou úrovní (+4 dB), než konstrukce s úrovní −10 dB, či různými přídavnými vstupy (mikrofon, kytara, gramo), které se řadí spíše do kategorie „hobby", než seriózních komponentů pro hudební studio.

Multikanálových interních i externích „zvukovek" je na trhu nepřeberné množství s nejrůznějšími kombinacemi analogových a digitálních vstupů, výstupů, způsobu připojení, MIDI a možností synchronizace. Např. systém R.M.E.HDSP 9632 (slot PCI) disponuje osmikanálovým dig. rozhraním ADAT IN/OUT s podporou 96 kHz, stereofonním vstupem a výstupem (24 bit/96 kHz), optickým i koaxiálním vstupem a výstupem S/PDIF, MIDI IN/OUT a výstupem na sluchátka.

### 4.9.1 Latence

Latence je krátké časové zpoždění (obvykle jednotky či desítky ms), které vzniká při konverzi analogového signálu do digitálního prostředí a naopak. Samotný AD a DA převod vyžaduje sice relativně krátký časový interval, ale protože k digitálnímu zpracování audiosignálu obvykle dochází v několika vrstvách softwaru, může se toto zpoždění výrazně kumulovat. Latence je vážným problémem zejména u platformy Windows, operační systémy jako Mac OS X nebo Linux podléhají tomuto časovému zpoždění mnohem méně.

Minimální zpoždění v reálném čase je nezbytnou podmínkou nejen pro monitoring interpretům, ale také pro využívání virtuálních hudebních nástrojů. Nastavení latence ale zásadním způsobem ovlivňuje stabilitu celého systému (jak, to závisí na výkonu počítače), a pokud pracujete na složitém projektu, rozhodně se doporučuje nastavení vyšších hodnot (neškodí provést si test). Pozor, při zařazení některých plug-inů či virtuálních nástrojů a navolení nízké latence, může docházet k výraznému narušení jejich funkce!





Pro záznam základních stop a jejich monitoring interpretům je nezbytné latenci snížit na minimum (3-1,5 ms), aby neměla negativní vliv na jejich hudební výkony. Ani v reálném prostředí či při analogovém poslechu, který dostávají muzikanti do sluchátek nebývá ovšem latence nulová - závisí na vzdálenosti mikrofonu od hráče nebo zpěváka: každých 34 cm odpovídá 1 ms zpoždění. Pro srovnání: zpěvák ve studiu stojící 50 cm před mikrofonem má i při analogovém poslechu ve sluchátkách latenci zhruba 1,5 ms, rockový kytarista stojící na pódiu 2 m od reproduktorů se slyší zhruba o 6 ms později a varhaník v kostele, kde je hrací stůl u oltáře a varhany na kůru se musí dokonce vypořádat s latencí kolem 100 ms).

V současnosti patří ke standardu zvukových karet využívaných pro PC protokol driveru ASIO (Audio Stream Input/Output) vyvinutý firmou Steinberg, jehož úlohou je zajistit nízkou latenci rozhraní mezi softwarovou aplikací a příslušnou zvukovou kartou. Zatímco podobný doplněk od Microsoftu (Direct Sound) je běžně využíván pro komerční stereofonní aplikace, ASIO umožňuje muzikantům a zvukařům využívat profesionální multikanálový monitoring (nenarušující bitové rozlišení) v příslušném hudebním programu běžícím pod Windows namísto hardwarově řešeného poslechu. Protokol ASIO tedy cestu z uživatelské aplikace ke zvukové kartě obchází (normálně by se signál musel „prodírat" vrstvami operačního systému).

Přestože moderní zvukové karty mají možnost nastavení velmi nízké latence, lze u nich využívat také funkce pro poslech signálu v reálném čase, kdy jsou vstupní signály odesílány přímo do výstupů. Monitorovaný audiosignál, který se v tomto případě vyhne latenci systému úplně, může mít vztah k přepínání režimu daných stop (přehrávání – záznam – zastavení), ale samozřejmě pro něj není možné využít procesory ani signálové trasy, které jsou součástí příslušné aplikace. K systémům umožňující tento přímý poslech patří např. ASIO DIRECT MONITORING (programy Cubase a Nuendo) nebo ZERO LATENCY MONITORING (program Samplitude).

# 4.10 Interní zvukové karty s vícekanálovým digitálním rozhraním a jejich synchronizace

Mezi dobrá profesionální řešení patří využití digitální karty, která je osazena oboustranným osmikanálovým optickým rozhraním ADAT (propojení optickým kabelem Tos-Link s externími AD a DA převodníky, s digitálním mixážním pultem nebo s vícekanálovými preampy vybavenými tímto rozhraním). Mezi nejčastější řešení pro řadu komerčních studií patří využití klasického čtyřiadvacetistopého formátu - 3x ADAT IN/OUT (např. R.M.E. DIGI9652). Karty tohoto typu mívají k dispozici rovněž S/PDIF I/O.

Při propojování digitálních karet s převodníky či dalšími digitálními elementy platí několik obecných zásad, které je nezbytné dodržet pro správnou funkci celého systému. Např. při práci s rozhraním ADAT není nezbytné zapojovat všechny tři porty, i když je máte k dispozici - stejně dobře lze využívat tento systém např. se dvěma ADAT vstupy (16 vstupních kanálů) a jedním výstupem (8 výstupních kanálů), přičemž zbytek zůstane nepřipojen a tvoří rezervu pro budoucí využití (nezapojené porty doporučuji nechat uzavřené zaslepovacími kolíky, aby nedocházelo ke znečištění optiky). Klasické rozhraní ADAT (vstupní i výstupní) může přenést všech osm kanálů pouze pro samplovací frekvence 44,1 nebo 48 kHz - na tyto frekvence bylo původně navrženo. Při dvojnásobném vzorkování (88,2 nebo 96 kHz) může systém přenášet pouze poloviční počet kanálů (SAMPLE SPLIT MODE).

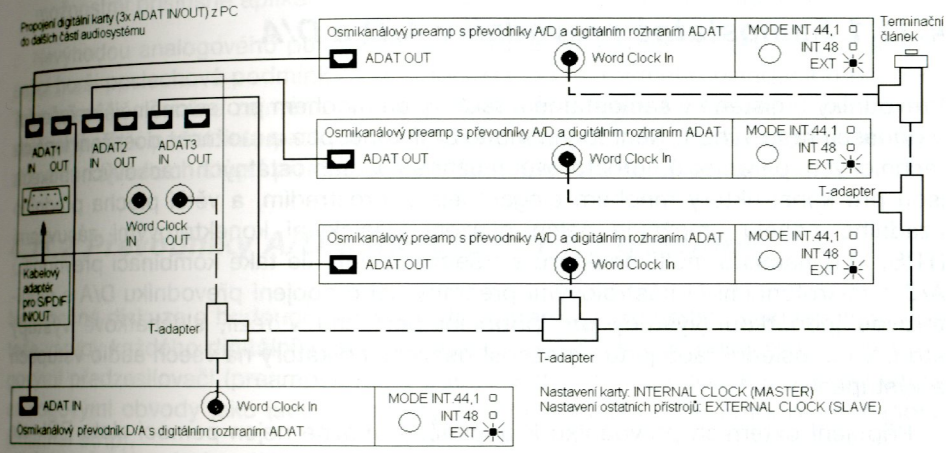
Po správném propojení celého systému pomocí optických kabelů je zapotřebí řádně nastavit digitální synchronizaci (CLOCK), jinak je zapojení nefunkční (zkreslení, lupance, drop-outy). V digitálním řetězci vždy platí striktní pravidlo jednoho řídicího přístroje (MASTER CLOCK), který funguje jako zdroj tzv. hodin pro všechny ostatní, podřízené přístroje (SLAVE), které musí být s tímto řídicím signálem v dokonalé synchronizaci (viz kapitola o digitální synchronizaci). Pro splnění těchto podmínek je zapotřebí nejen bezchybné propojení synchronizačních signálů mezi jednotlivými prvky systému, ale také správné nastavení karty (většinou v příslušném dialogovém okně na počítači) a digitálního synchronizačního režimu na všech připojených přístrojích.

Informace o digitální synchronizaci může být u rozhraní ADAT přenášena buď přímo po optických kabelech (odpadá tedy propojování pomocí dalších vodičů) nebo systémem WORDCLOCK propojeným pomocí koaxiálních kabelů s konektory BNC. Jako řídicí přístroj (MASTER) nemusí být nutně zvolena digitální karta počítače, jak je tomu na obr. 52, ale tuto funkci může převzít i digitální mixážní pult či jakýkoli převodník A/D nebo D/A. Při propojování celé sítě se používají T-adaptéry, poslední přístroj v celé synchronizační síti má být zakončen terminačním článkem. Pro propojení jsou nezbytné kvalitní koaxiální kabely o impedanci 75 ohmů. Za předpokladu, že máte k dispozici kvalitní zdroj „hodin“, je synchronizační režim Wordclock obecně považován za profesionálnější a spolehlivější řešení než je synchronizace





po optickém vedení: v mnoha případech se vyhnete zbytečným problémům a v případech, kdy připojujete do digitální sítě více přístrojů, které mají pouze port ADAT OUT, vám ani jiné řešení nezbývá.




*Obr. 52: Schéma propojení Wordclocku*

V okně pro nastavení karty je možné kromě interního a externího režimu digitální synchronizace (Master, Wordclock) nastavit i další parametry jako např. automatickou identifikaci synchronizačního signálu (AutoSync - systém se automaticky přepne z interního módu na příchozí externí synchronizační signál) nebo různé preference (ADAT 1-3 či S/PDIF), volbu portu pro optický vstup a výstup S/PDIF a především míru latence (počet bufferů a tomu odpovídající čas v ms).

Většina digitálních profesionálních karet je vybavena tzv. multicard drivery, které umožňují v rámci jednoho počítače konfiguraci několika karet stejného typu (možnost záznamu a reprodukce např. 96 stop v reálném čase).

# 4.11 Externí převodníky AD / DA a jejich doplňky

## 4.11.1 Samostatné převodníky A/D a D/A

Převodníky umístěné v samostatném racku jsou mnohem profesionálnějším řešením a přinášejí řadu výhod. Není to jen modulární koncepce a možnost dosažení lepších technických parametrů: prostorové možnosti v samostatných rackových boxech jsou pro konstruktéry mnohem elegantnějším prostředím, a větší plocha předního i zadního panelu umožňuje nejen osazení klasickými konektorovými zásuvkami (TRS, XLR namísto multikonektoru s trsem kabelů), ale také kombinaci převodníku A/D s mikrofonními či nástrojovými preampy nebo spojení převodníku D/A s monitorovou jednotkou (výstupy pro připojení poslechu v režii, sluchátkové výstupy atd.). V neposlední řadě je tu i možnost osazení indikátory na všech audio vstupech a výstupech.

Připojení externích převodníků k počítači je možné nejen pomocí slotu PCI, ale i prostřednictvím dalších digitálních rozhraní. K nejběžnějším vícekanálovým rozhraním patří:

- ADAT rozhraní pro osmikanálový (44,1 a 48 kHz) nebo čtyřkanálový (88,2 a 96 kHz) přenos po optickém kabelu (Tos Link) - viz předchozí kapitola
- dvoukanálové digitální rozhraní S/PDIF (Sony/Philips Digital Interface) s optickým (TosLink) nebo koaxiálním (CINCH) propojením
- profesionální dvoukanálové rozhraní AES/EBU se symetrickým vedením
- osmikanálové rozhraní TDIF (Tascam Digital Interface)
- AES10 (MADI) – může přenášet až 64 kanálů
- počítačová rozhraní FireWire či USB

Pro menší domácí studia patří k častým řešením např. propojování některých modelů přes porty USB 2.0. Jedním z typických přístrojů komunikující s počítačem prostřednictvím portů FireWire nebo USB2 je např. MOTU 828 MK2. Systém podporuje 24 bit/96 kHz, celkem disponuje 20 vstupy a dvaadvaceti výstupy (deset je analogových). Jiným oblíbeným řešením je třeba R.M.E.MULTIFACE II, který nabízí osm analogových symetrických vstupů a výstupů. Je snadno rozšiřitelný o dalších osm kanálů pomocí optického rozhraní ADAT (připojení ext. převodníku A/D a D/A nebo preampu vybaveného tímto rozhraním).

Pro úrovňové přizpůsobení, případně další analogové zpracování mikrofonních a linkových signálů před vstupem do A/D převodníků lze s výhodou využívat klasický, analogový mixážní pult. Toto nejstarší a tradiční řešení přináší následující možnosti:

- pro záznam se využívají pouze vstupní zesilovače (výstupy DIRECT)
- signál do záznamu bude možné upravovat také obvody ekvalizéru (výstupy DIRECT nebo SUBGROUPS) případně externími analogovými procesory zapojenými do inzertů





- hudebníkům je možné odesílat poslech přímo z pultu – analogový signál s nulovou latencí
- je možné provádět mixáž tradičním analogovým způsobem – digitální audiosystém se tedy využívá pouze jako klasický multitrack, ale se všemi editačními možnostmi příslušné aplikace (střihy, kopírování, vyčištění, doladění atd.).

Nevýhodou analogového pultu jsou ale značné prostorové nároky a s tím související horší poslechové podmínky v režii (odrazy od rozměrného ovládacího panelu). Toto řešení je výhodné zejména pro větší nahrávací studia, kde je zapotřebí snímat současně větší počet interpretů a odesílat jim kvalitní individuální poslech během záznamu základních stop i při dotáčení dalšího hudebního materiálu.

## 4.11.2 Převodníky A/D s integrovanými preampy

Nekonečné diskuze o budoucnosti analogových procesorů nemají valný smysl, protože vstupy každého digitálního audiosystému musí být tak jako tak osazeny analogovými předzesilovači (preampy), které budou vždy výzvou k osazení alternativními analogovými obvody jako jsou ekvalizéry, kompresory či různé lampové procesory (channel strip).

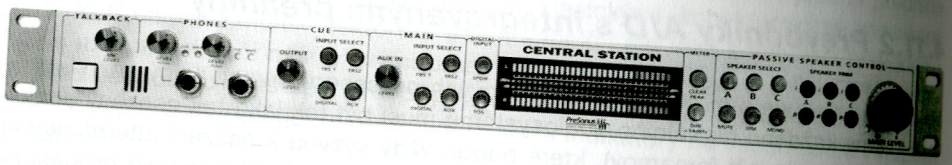
Současným trendem je osazování dvoukanálových, čtyřkanálových i osmikanálových mikrofonních a linkových předzesilovačů (jejich součástí bývají i vysokoimpedanční nástrojové vstupy) kvalitními 24–bitovými A/D převodníky zakončenými různými typy digitálních rozhraní.

## 4.11.3 A/D a D/A převod prostřednictvím digitálního mixážního pultu

Vícekanálová rozhraní (A–DAT, TDIF), která bývají součástí digitálních mixpultů, byla vždy výzvou pro to, využívat analogové vstupní zesilovače a další obvody na DMP jako součást DAW. Jejich aplikace pro záznam zvuku ale nepřináší v současnosti žádné zvláštní výhody. Většina funkcí, kterými jsou tyto pulty vybaveny, je pouze duplikací procesů přístupných v každém digitálním audiosystému. Ať už se jedná o programy ProTools, Cubase, Cakewalk, Samplitude, Wavelab, Sound Forge či další aplikace, přinášejí jejich konfigurační možnosti společně s virtuálními procesory ve vynikajícím grafickém prostředí (možnost zapojení několika videomonitorů) či automatizací při mixáži nesporné výhody, kterým klasický digitální pult může konkurovat jen stěží. DMP sice nabízí systém tradičních ovládacích prvků versus ovládání myší a klávesnicí počítače, ale vzhledem k tomu, že každý audiosystém je možné vybavit také příslušnými MIDI kontroléry, jsou i tyto výhody diskutabilní. Dnes, s jistým odstupem času, by se klasický digitální mixážní pult dal vlastně definovat jako systém DAW (bez možnosti interního záznamu na pevný disk), který je napevno propojený s příslušným hardwarem (preampy, převodníky, akcelerační karty, digitální rozhraní, MIDI kontroléry).

### 4.11.4 Převodníky D/A se zabudovanou monitorovou sekcí

Stejně jako mohou být součástí A/D převodníků preampy a různé analogové procesory, je možné se setkat také u převodníků D/A s některými funkcemi souvisejícími s přechodem do analogového prostředí. Jedná se většinou o monitorové moduly vybavené kvalitní indikací audiosignálu, s možností volby několika analogových či digitálních poslechových bodů. Výběr se provádí nezávisle pro nahrávací režii a pro monitoring hudebníkům ve studiu. Takto vybavené jednotky mohou zajišťovat i komunikaci, kontrolu na sluchátka, funkce související s nastavením hlasitosti pro několik monitorových párů, monofonní poslech, zamutování poslechu nebo jeho úrovňová redukce (DIM) apod.




*Obr. 53: Presonus - Central Station*





### 4.11.5 Příklady externích a interních zvukových karet a AD / DA převodníků

| Výrobce Model | Způsob připojení | Maximální rozlišení | Analogové vstupy | Analogové výstupy | MIDI | WC | ADAT S/PDIF | orientační cena [€] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ECHO AUDIO** AudioFire12 | EXT (FW) | 24/192 | 12x line in | 12x line out | • | • | – | 699 |
| **Roland** Edirol FA–101 | EXT (FW) | 24/192 | 2x line/mic 6x line | 8x line | • | – | – optický | 479 |
| **ESI** MaXiO 032 | EXT (EDI) | 24/192 | 2x mic/line/inst | 2x line (sluch.) | • | • | 4x coaxial | |
| **Focusrite** Saffire PRO 26 | EXT (FW) | 24/192 | 8x mic, 8x line 8x line (2x inst) | 8x line 2x sluch. | • | • | 2x coaxial | 722 |
| **Lexicon** Omega | EXT (USB) | 24/48 | 2x mic, 4x line 1x instr | 2x line (sluch.) | • | – | – coaxial | 315 |
| **M–AUDIO** ProFire 2626 | EXT (FW) | 24/192 | 8x mic/line (2x inst) | 8x line (sluch.) | • | • | 2x opt+coax | 669 |
| **MOTU** 8 pre | EXT (FW) | 24/96 | 8x mic/inst | 2x line 1x sluch. | • | – | 1x | 620 |
| **R.M.E** HDSP Multiface II | EXT (FW) | 24/96 | 8x line | 8x line (sluch.) | • | • | 1x coaxial | 758 |
| HDSP 9652 | INT (PCI) | 24/96 | – | – | • | • | 3x coaxial | 594 |
| **tc electronic** StudioKonnekt 48 | EXT (FW) | 24/192 | 4x mic/inst 8x line | 12x line (2x sluch.) | • | • | ADAT coaxial | 1 368 |
| **SSL XLogic** Alpha-Link MADI SX | EXT (MADI) | 24/96 | 24x line | 24x line | • | • | AES/EBU (24x) | 2 795 |
| **E-MU** 1616 PCI | EXT (EDI) | 24/192 | 2x mic, 4x line gramopřenoska | 6x line (sluch.) surround 5,1 | • | – | 1x opt+coax | 499 |
| **Digidesign** MBOX 2 | EXT (USB) | 24/48 | 2x mic/line | 2x line | • | – | – coaxial | 470 |
| 003 Rack | EXT (FW) | 24/96 | 4x mic 4x line | 8x line (2x sluch.) | • | • | 1x opt+coax | 1 232 |
| 96 I/O | EXT Pro Tools HD | 24/96 | 8x line | 8x line | – | • | 1x coaxial | 1 592 |
| **Apogee** ROSETTA 800 | EXT (FW) X–HD (Pro Tools) | 24/192 | 8x line | 8x line | – | • | 1x AES/EBU 8x | 2 693 |

*Tab. 10: Příklady externích a interních zvukových karet*

# 4.12 Počítače řídící digitální audiosystém

## 4.12.1 Základní sestavy

I když by se v prostředí profesionální režie měly veškeré prvky systému, které vydávají hluk nacházet v oddělených místnostech (machine room), ne vždy je možné tuto podmínku dodržet. Neodhlučněný počítač dokáže být v hudební režii velmi nepříjemným společníkem - v těchto případech je pro práci se zvukem vhodným řešením robustní, vyztužená skříň z hliníku odolná proti vibracím, tichý napájecí zdroj i chladič procesoru, speciální pouzdro pro odhlučnění pevných disků, případně úplná náhrada ventilátorů vodním chlazením.

Pokud jste uživatelem systémů Mac, máte dozajista výhodu v tom, že vzhledem k unifikovaným hardwarovým konfiguracím (G3–G5, Intel Core 2 Duo) odpadají problémy spojené s nekompatibilitou různých komponentů. Systémy jsou výrobcem optimálně vyladěny tak, aby zajišťovaly maximální stabilitu, a proto platí při doplňování dalším hardwarem jediná zásada – držet se doporučení výrobce. V poslední době nevznikají u Maců ani problémy s kompatibilitou periferních zařízení primárně určených pro Windows (externí vypalovací mechaniky, pevné disky USB či FireWire apod.).

U PC je rozumné vzhledem k nutnosti osazení základní desky velmi kvalitní čipovou sadou, dodržet zásadu většiny odborníků zabývajících se sestavami pro hudební aplikace. Ti dnes dávají přednost čipové sadě Intel před konkurenční platformou AMD využívající čipsety nVidia a VIA. Základní desku od renomovaného výrobce je třeba vybírat s ohledem na využívané fukce. Jsou–li součástí desky integrované komponenty, u kterých je předpoklad, že nebudou v Audio PC využívány, je zapotřebí se ujistit, že půjdou v BIOSu vyřadit. Týká se to především integrované zvukové či grafické karty (kvalitní integrovaná grafika je pro většinu audio aplikací naprosto dostačující), ale také např. nastavení funkce pro přetaktování (zvyšování výkonu tímto způsobem je pro Audio PC naprosto nevhodným řešením). K současnému standardu patří minimálně 4 porty USB 2.0, 4 sloty PCI a 2 sloty PCI Express (např. desky řady 9xx s paticí LG775 pro procesor).

Intel Pentium zatím dominuje u PC z hlediska kompatibility a celkové stability systému i při výběru procesoru (P4 6xx), i když je výkonnější procesor teoreticky pro audiosystém výhodnější (AMD zde často ve srovnání s Intelem vítězí). Vývoj v laboratořích počítačových firem je ale nevyzpytatelný, a tak není vyloučeno, že se brzy na přední příčce při této volbě usadí právě AMD či další výrobce. Výkon kolem 3 GHz je dnes naprosto vyhovujícím standardem i pro rozsáhé projekty využívající virtuální nástroje a velký počet efektových plug–inů. Ohlédnutí do nedávné minulosti a vývoj v oblasti vícejádrových procesorů (řada 8xx) však napovídá, že ani na této frekvenci se dlouho výkon počítačů nezastaví (starší softwarové verze programů ale nejsou pro tuto novou technologii kompatibilní).





Základní desky je u PC v současnosti možné vybavit dvěma typy pamětí: Rozumným standardem jsou paměti DDR s doporučenou pracovní frekvencí 333 nebo 400 MHz: ty se vzhledem k dvoukanálové funkci používají v párech. Druhým, výkonějším typem pamětí fungujících výhradně v párech jsou moduly RIMM (až 1600 MHz). Zejména pro rozsáhlé využívání virtuálních nástrojů a samplerů, kde je důležitá nejen velká kapacita paměti ale také propustnost systému je druhý typ vhodnější, i když se jedná o nákladnější řešení. Pro audio PC se v současnosti bere paměťová kapacita 512 MB již jako nezbytné minimum – z hlediska výkonu a spolehlivosti je jistější 1024 MB, zvlášť pokud budete pracovat se vzorky o velkých datových objemech. S ohledem na zvolený typ pamětí RAM je třeba vybírat už základní desku, která musí podporovat příslušné pracovní frekvence a bitovou šíři (16 nebo 32 bitů).

## 4.12.2 Pevné disky

V nedávné době došlo ke gigantickému nárůstu kapacity pevných disků, a tak se kapacita ve stovkách GB stala běžným standardem. Pro zpracování audia parametrově naprosto vyhovuje 7200 otáček s 8 MB vyrovnávací pamětí (cache). Nejnovější rozhraní využívané pro připojení hard disku se nazývá S/ATA (nástupce staršího U/ATA), dříve tolik sledovaná kompatibilita je již druhořadá - splňuje ji v podstatě kterýkoli výrobce.

Standardním řešením pro audio je využití několika pevných disků: systémový disk slouží pro instalaci operačního systému a všech dalších aplikací, na datové disky se zaznamenávají veškeré zvukové soubory, banky, samply atd. Výhodou je nejen rychlejší přístup k datům (svižnější načítání rozsáhlých projektů z disku), ale také to, že při nové instalaci operačního systému odpadá rozsáhlé zálohování dat. Externí disky jsou výhodné zejména při přenášení projektů z jednoho počítače do druhého. Jestliže to umožňuje základní deska, nabízí se pro náročnější projekty výrazné zvýšení výkonu využitím diskového pole RAID, kdy probíhá střídavý zápis na dva či více disků.

## 4.12.2 Periferní vybavení

Připojení myši a klávesnice prostřednictvím portu USB se pro audio příliš nedoporučuje, za vhodnější se považuje využití klasického portu PS/2. Ani bezdrátové připojení nepřináší žádné zvláštní výhody a z hlediska audio interferencí či zatížení systému je lepší se mu raději vyhnout.

Využívání klasických videomonitorů CRT je dnes v hudebním studiu spíše raritou, neboť po výrazném poklesu cen LCD displejů jim nemohou konkurovat prostorově, výkonově ani stabilitou obrazu. Běžnou praxí se stalo využití dvou či více monitorů LCD, na kterých se přehledně zobrazují všechna důležitá okna daného programu, např. nahrané stopy společně s mixerem a využívanými procesory (systém svou přehledností připomíná klasické analogové prostředí mixážního pultu

s externími efekty v racku – odpadá neustálé přepínání aktuálního zobrazení). Pro zapojení několika monitorů je ale nezbytné vybavit počítač externí grafickou kartou s příslušným počtem výstupů.

Pro zálohování a archivování projektů či vypalování audio CD patří k nezbytným doplňkům počítačů také optické mechaniky. I u nich došlo v poslední době k rapidnímu poklesu cen za současného nárůstu spolehlivosti. Původní čtecí CD mechaniky se většinou nahrazují kombinovanými modely umožňující velmi rychlý zápis i čtení všech běžných formátů CD a DVD. Vzhledem k obrovské nabídce na trhu je dobré se při výběru řídit nezávislými testy nebo použít model doporučený pro profesionální zpracování audia. Nejdůležitějším parametrem není v tomto případě ani tak rychlost a hlučnost, ale spolehlivost a minimální chybovost při zápisu a čtení.

Jedna dobrá rada na závěr: Pokud chcete pracovat na stabilním a bezproblémovém systému, vyhněte se jeho využívání pro jakékoli další účely (hry, internet apod.).

### 4.12.3 Operační systémy

Vzhledem k faktu, že firma MacIntosh začala využívat procesory Intel, je v současnosti možné na těchto počítačích pracovat pod různými operačními systémy (Mac OS X, Linux, Unix). Možnost spuštění jednoho systému v druhém dokonce dovoluje v Mac OS spustit Windows a sdílet stejná data na disku.

Poslední verzí Mac OS je Mac OS X kombinující vlastnosti tradičního uživatelského rozhraní se stabilitou Unixu. Je použitelný již od verzí G3, ale plně jej podporují procesory G4, G5 a Intel Core 2 Duo.

U platformy PC získaly systémy DAW svoji relativně dobrou stabilitu (srovnatelnou s Macem) teprve s příchodem Windows XP. Pod tímto operačním systémem také funguje v zásadě bez problémů většina aplikací a přestože již řadu výrobců hardwarově podporuje také Windows Vista, většině uživatelů systém XP v současnosti naprosto vyhovuje.





## 4.13 Stručný přehled digitálních audioformátů

### • Soundstream (1976)

Jedna z prvních firem na světě zabývající se komerčním využitím digitálního záznamu a zpracování zvuku. V roce 1976 zajišťovala první digitální nahrávku orchestru ve stereu a už o tři roky později se zhruba polovina snímků klasické hudby natáčela na digitální systémy Soundstream. Po prvním stereofonním digitálním rekordéru (palcový pás) následoval čtyřstopý model s 16–bitovými převodníky a sampl. frekvencí 50 kHz (firmy JVC a Sony ale už tehdy uvažovaly o 44,1 kHz). Odstup šumu byl 90 dB, frekv. rozsah 0 Hz - 22 kHz, editace s přesností na jeden vzorek. Mixáž se prováděla v digitálním prostředí, takže se jednalo vlastně o první DAW, sestávající z digitálního computerového systému PDP 11/60, rozhraní pro převod dat mezi rekordérem a disky počítače, převodníky DA a z editačního softwaru.

Společnost Soundstream zajišťovala mnoho prestižních koncertních záznamů pro nejrůznější gramofonové společnosti (RCA, Philips, Warner Brothers, CBS atd.). Ještě před příchodem formátu Audio CD vycházely takto pořízené nahrávky na kvalitních vinylových výliscích, dnes je řada těchto snímků převedena do formátu SACD.

### • 3M (1979)

Firma vyrábějící nejrůznější průmyslové produkty, mezi jinými i magnetofony (Mincom M79). Asistovala i při vývoji prvních digitálních rekordérů koncem sedmdesátých let a na základě prototypu předvedeného ve studiu Sound 80 v Minneapolis vyrobila později několik komerčně dostupných modelů, které se využívaly pro digitální záznam počátkem osmdesátých let.

### • X80/ProDigi (1980)

Formát cívkového digitálního multitracku od Mitsubishi se stacionárními hlavami (konkurenční model Sony DASH). Záznam zvuku na pás probíhal lineárně a byl ošetřen důkladnou korekcí chyb. Předchůdcem modelů ProDigi s nestandardní samplovací frekvencí 50,4 kHz byl stereofonní model X–80 (vyrobeno bylo pouze 200 ks). Rekordéry ProDigi se vyráběly ve dvoustopých verzích pro čtvrtpalcový pás (X-86, X-86HS, X-86C) nebo v šestnáctistopém (půlpalcový pás) či dvaatřicetistopém (palcový pás) formátu (X-400, X-800, X-850, X-880, Otari DTR-900). Tyto multitracky se brzy staly velmi oblíbenou výbavou nahrávacích studií produkujících country hudbu (Nashville, Tennessee).

## • DASH (1982)

Cívkový digitální multitrack vyvinutý firmou Sony pro vícestopý záznam a jako alternativa analogového masteringu. Vyráběly se dvoustopé (PCM-3402, PCM-3202), čtyřiadvacetistopé (PCM-3324, PCM-3324A, PCM-3324S) a osmačtyřicetistopé verze (PCM-3348, PCM-3348HR, Studer D820 a D827) pro čtvrtpalcový nebo půlpalcový pás. Záznam dat s důkladnou korekcí chyb probíhal u tohoto systému lineárně prostřednictvím stacionárních hlav, stejně jako u formátu ProDigi se kterým ale není kompatibilní. Zajímavostí byla možnost klasického mechanického střihu nůžkami, tak jak se prováděl na analogovém pásu. U dvoukanálového systému byl nahrávací pás rozdělen celkem do devíti datových oblastí: na osmi byl uložen digitální audiozáznam a na devátou se ukládala data CRC. Kromě toho bylo možné do pásu zaznamenat stereofonní pomocný analogový signál a řídící synchrokód. Zajímavým doplňkem, který se příliš v praxi nevyužíval, byla funkce Emphasis napodobující vlastnosti analogového rekordéru.

Model DASH se čtyřiadvaceti stopami vyráběla i firma Tascam. Všechny magnetofony DASH umožňovaly 16-bitový záznam, kromě modelů PCM-3348HR a D827, které byly dvacetibitové s dvojnásobnou vzorkovací frekvencí (96 kHz). Verze pro 24 a 48 stop využívaly stejnou šířku pásu (1/2 palce). Zajímavou vlastností bylo, že 24-stopé verze využívaly ve skutečnosti pouze polovinu šířky pásu – bylo tedy možné je bez problémů přehrávat i na 48-stopých modelech a naopak: záznam ze 48-stopých modelů fungoval i na 24-stopých (hrálo pouze prvních 24 stop). Všechny modely DASH využívaly speciální digitální rozhraní SDIF-2, kterým se například osazovaly mixážní pulty SSL.

## • Compact Disc (1982)

Kompaktní optický disk (CD) o průměru 120 mm se stal nepochybně nejrozšířenějším komerčním médiem pro přehrávání hudby. K původní verzi pro ukládání digitálního audiosignálu se později přidaly také verze přizpůsobené pro ukládání počítačových dat (CD-ROM) s možností individuálního zápisu (CD-R) či přepisu (CD-RW). Ke klasickému formátu s hudebními nahrávkami (Audio CD) začaly tedy rychle přibývat další formáty jako např. VCD, SVCD, SACD, PhotoCD a další, z nichž mnohé již neměly s hudbou nic společného. (K jejich podrobnějšímu popisu by byla zapotřebí samostatná příručka – viz např. M. Bartoň: Velká kniha o vypalování CD.)

Formát Audio CD (oficiálně CD-DA) je znám jako dokument z roku 1980 vytvořený firmami Philips a Sony s názvem Red Book. Tento protokol definuje časové rozložení sektorů (každý sektor obsahuje 2 352 bytů pro audiodata): každá sekunda záznamu obsahuje 75 sektorů, hodinovému záznamu tedy odpovídá 270 000 sektorů. Každé CD-DA obsahuje dvoukanálový kódovaný záznam PCM s hloubkou 16 bitů vzorkovaný na 44,1 kHz. Časový formát je složen z minut, sekund a zlomků (frame). Tyto zlomky jsou definovány jako velikost jednoho sektoru, každý takový krok odpovídá tedy 1/75 sekundy.





Základní logická struktura CD-DA se dělí na 99 stop (tracks), obvykle bývá každé stopě přidělena samostatná skladba. Každá skladba může obsahovat až 100 tzv. indexů. Na začátek disku (u středu) se zapisuje tabulka o umístění jednotlivých skladeb na disku, která určuje jejich vyhledávání. Rozšířením protokolu Red Book o CD-TEXT je možné ukládat na disk také nejrůznější textové informace (název alba, skladeb, interpretů, ISRC kódy apod.).

Současná Audio CD mohou být vytvářena i v tzv. mixed-módu, tzn. že obsahují kromě hudebního materiálu také počítačová data. Nová výrobní technologie umožnila rozšíření původního časového limitu ze 74 až na 80 minut (650 nebo 700 MB) a vysokokapacitní CD-R jsou schopné zaznamenat dokonce až 98,5 minut zvuku. K dispozici jsou rovněž miniaturní disky o průměru 8 cm (Mini-CD) s kapacitou 21 minut (184 MB).

## • Digital Audio Tape (1987)

Systém s rotační hlavou vyvinutý firmou Sony pro jednosměrný záznam na magnetický pás o šířce 4 mm uložený v miniaturní kompaktní kazetě (73 x 54 x 10,5 mm). Umožňuje záznam subkódů (START, END, SKIP ID) pro relativně rychlé vyhledávání přesné pozice a společně s digitálně nahranou zvukovou informací je zaznamenáván i tzv. absolutní čas. Při standardní 16-bitové kvantizaci je možné využívat vzorkovací frekvence 32, 44,1 a 48 kHz, při 12-bitové se využívá samplovací frekvence 32 kHz (objevily se i 24-bitové modely HSS s 96 kHz). Studiový R-DAT byl v podstatě nástupcem různých systémů s adaptéry PCM pro digitalizaci analogového signálu využívaných od konce sedmdesátých let, kde se pro záznam digitálního signálu kódovaného na analogový videosignál používaly klasické videorekordéry. (Pro profesionální provozy vyvinula firma SONY poměrně nákladný systém U-matic, který kromě editačních procesů umožňoval i generování a čtení časového kódu.)

Vzhledem k nepřítomnosti datové komprese (systémy DCC či MiniDisk) je možné u systémů R-DAT provádět digitální kopie bez kvalitativních ztrát. Protože je základní konstrukce právě obdobou videorekordérů, není možný jakýkoli mechanický střih, jak tomu bylo např. u modelů DASH. Některé přístroje určené pro domácí aplikace (záznam z analogových přístrojů) neumožňovaly vzorkování na 44,1 kHz a v roce 1989, vzhledem k nátlaku amerických nahrávacích společností, byl dán souhlas k zavedení protikopírovacího systému, který neumožňoval vytvářet více než jednu generaci digitálních kopií.

*Obr. 54: Miniaturní kazeta DAT*

Kazety DAT se vyráběly v délkách od 15 do 180 minut. Maximální délka záznamu odpovídala až 6 hodinám (32 kHz - 12 bitů), standardní DAT kazety zaručovaly 90 či 120 minut (44,1 či 48 kHz), systémy HSS max. 90 minut na tříhodinovou kazetu.

Přes původní záměr, kterým bylo uplatnění systémů DAT jako digitálních nástupců klasických analogových audiokazet, se tento systém v komerčním prostředí příliš neujal (i vzhledem k relativně vysoké ceně). Profesionální čtyřhlavé modely se však prosadily v rozhlasových a televizních provozech (synchronizace SMPTE), nahrávacích studiích (master médium - často se připojovaly přes velmi kvalitní externí AD převodníky) a v neposlední řadě i pro zálohování či archivaci digitálních dat. V devadesátých letech se společně s formátem U–MATIC používaly kazety DAT jako záznamové médium pro výrobu kompaktních disků, gramofonových desek a komerčních magnetofonových kazet.

## • *ADAT (1991)*

Vícestopý digitální rekordér od firmy Alesis pro záznam na kazety Super VHS (systém rotačních hlav). Umožňoval záznam osmi stop zároveň, ale vzhledem k velmi dobře vyřešené synchronizaci bylo možné rozšířit počet stop spřažením několika přístrojů (až 16) do společného systému.

Protokol ADAT pro přenos osmi audiokanálů po optickém kabelu se stal standardním rozhraním, kterým se i v současnosti osazují digitální pulty, zvukové karty, externí procesory, preampy či další digitální přístroje.

Přístroje se vyráběly v několika verzích: Původní ADAT nebo ADAT XT umožňoval šestnáctibitový záznam, zatímco další generace těchto přístrojů (XT-20, LX-20 a M -20) podporovala již dvacetibitové rozlišení při samplovací frekvenci 44,1 a 48 kHz. Užitečným doplňkem byla funkce pro jemné přeladění vzorkovací frekvence (tím i rychlosti), stejně jako systém lokátorů a nastavení automatického střihu. Standardním vybavením bylo dálkové ovládání LRC, rozsáhlejší systém se vyplatilo řídit pomocí BRC, které bylo vybavené například dokonalejším systémem lokátorů, popisem skladeb, časovým MIDI kódem či SMPTE.

Nenákladné, relativně kvalitní a spolehlivé systémy ADAT se staly pro mnoho komerčních a domácích nahrávacích studií jakýmsi mezičlánkem při přechodu z analogového multitracku na DAW (výrobu přístrojů ADAT převzala i firma Fostex). Ve verzi Alesis ADAT HD24, která používá již pro záznam pevný disk, se tyto systémy objevují v mnoha studiích i dnes.





## • *MiniDisc (1991)*

Přístroj vyvinutý firmou Sony pro uložení až 80 minut hudby na miniaturní (68 x 72 x 5 mm) magnetooptický disk. Vzhledem k použité datové kompresi ATRAC (poslední verzí byla ATRAC3 plus), nebyl MiniDisk považován nikdy za seriózní master médium pro nahrávací průmysl. Systém se ve světě příliš nerozšířil ani jako nástupce analogových kazet a to nejen vzhledem k relativně vysoké ceně, ale zejména pro velmi omezené množství hudebních titulů vydaných na tomto nosiči. Zřejmě největší popularitu zaznamenal v Japonsku.

Během svého vývoje prošel MiniDisk řadou úprav a implementací (kamkordéry, domáci osmistopá ministudia, diktafony apod.). Nejrůznější záznamové módy podporovaly bitový tok od 48 do 352 kbit/s a velkou změnu ve vývoji MiniDisku přinesly rekordérové verze MDLP s dvojnásobnou hrací dobou či NetMD umožňující přenos z počítače do rekordéru prostřednictvím USB (ne opačným směrem). Poslední velkou změnou bylo představení formátu Hi–MD v roce 2004 s lineárním záznamem PCM, rozšířenou kapacitou disku a rozhraním USB (druhá generace těchto modelů je již kompatibilní s datovou kompresí MP3).

## • *Digital Compact Cassette (1992)*

Digitální formát kompaktní kazety se stacionární hlavou vyvinutý firmami Philips a Matsushita se stal dalším adeptem na nástupce komerčního analogového záznamu (konkurence MiniDisku či přístrojů DAT). Mezi širokou veřejností ale příliš popularity nezískal, přestože záznamové médium je s původní analogovou kazetou téměř identické včetně možnosti oboustranného záznamu. Systém se neprosadil ani v nahrávacích studiích, kde kompatibilita s analogovými kazetami nepřinášela žádné zvláštní výhody.

Vzhledem k nízké záznamové rychlosti byl datový tok redukován systémem PASC a rozložen do osmi stop kombinované hlavy (devátá stopa sloužila pro řídící data a subkódy). Další dvoustopá hlava zajišťovala čtení záznamu z analogových kazet. Systém byl vybaven autoreverzní funkcí, u které není nutné otáčet kazetu (otočí se hlava o 180 stupňů) a umožňoval spolupráci s PC (rekordéry DCC).

## • *Tascam DA–88 (1993)*

Osmistopý digitální rekordér s rotujícími hlavami pro záznam na kazetu Hi–8. Využíval 16–bitovou lineární kvantizaci a vzorkovací frekvenci 44,1 nebo 48 kHz, délka záznamu byla až 113 minut.

Tento systém byl osazen firemním rozhraním TDIF, které se stalo podobně jako rozhraní ADAT standardem pro vícekanálové propojování digitálních přístrojů (mixážní pulty, převodníky, HD rekordéry). Přístroj se v nahrávacích studiích příliš nerozšířil, svoje místo si ale našel ve videoprodukci (osazení rozhraním RS–422 pro připojení videorekordéru).

## • Extended Resolution Compact Disc (1995)

Nejednalo se o žádný nový, revoluční formát, ale o speciální masteringový proces pro výrobu CD s protokolem Red Book patentovaný firmou JVC (např. dithering neprobíhal klasickým způsobem tj. přidáváním šumového spektra). XRCD, které se prodávaly zhruba za dvojnásobnou cenu, je možné přehrávat na klasických CD přehrávačích.

## • High Definition Compatible Digital (1995)

Další z formátů, které jsou kompatibilní s klasickým CD a jehož účelem bylo zlepšení kvality 16-bitového protokolu Red Book (20-bitový ekvivalent). HDCD využívá speciální kódovací a dekódovací proces patentovaný firmou Microsoft. Ačkoli bylo prodáno jen zhruba 4 000 titulů HDCD, někteří interpreti tento formát stále při masteringu vyžadují. Většina CD a DVD přehrávačů ho totiž podporuje, stejně jako Windows Media Playery (od verze 9 pro Win XP a verze 11 pro Win Vista) v PC s 24-bitovými zvukovými kartami. Pokud není součástí CD nebo DVD přehrávače příslušný dekodér, probíhá systém přehrávání stejně jako u normálního CD (HDCD se prodávají za stejnou cenu jako klasická CD).

## • 5.1 Music Disc (1997)

Disky označené jako DTS-CD, DTS Audio CD či 5.1 Music Disc jsou audio kompaktní disky, které umožňují přehrávání hudby ve vícekanálovém formátu (surround). Jedná se tedy o předchůdce formátu DVD audio. Využívají sice protokol Red Book, ale zatímco u klasických CD je hudba lineární záležitostí PCM, jsou data multikanálového CD ukládána ve formátu DTS se stejným bitovým tokem jako Audio CD.

Na rozdíl od formátů SACD nebo DVD-Audio, které vyžadují speciální přehrávače, je DTS-CD s většinou klasických přehrávačů CD a DVD kompatibilní (lze je přehrávat se ve stereu jako klasická audio CD).

## • Super Audio CD (1999)

Formát vyvinutý firmami Sony a Philips Electronics, které stály i zrodu klasického CD. I když je SACD rozměrově s původním kompaktním diskem identické, využívá naprosto odlišnou technologii - tzv. proces DSD s 1-bitovou delta-sigma modulací a vysokou vzorkovací frekvencí (2,8224 MHz – šestnáctinásobek CD-DA).

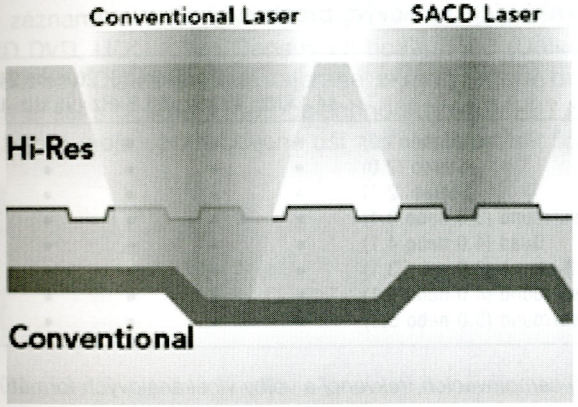
Studiový formát DSD (Direct Stream Digital) byl vyvinutý původně jako osmibitový (DSD-wide) se stejnou samplovací frekvencí, takže pro využití na SACD je nutná příslušná konverze. Protože by přímé zpracování 1-bitového formátu v DAW bylo extrémně náročné (zvlášť u vícestopých projektů), provádí se v současnosti převod na DSD až v rámci masteringu. Technologie DSD zaručuje dynamický rozsah zhruba 120 dB v pásmu 20 Hz až 20 kHz s rozšířeným frekvenčním rozsahem (až do 100 kHz).





SACD má tři podskupiny:

1. Hybridní dvouvrstvý formát - nejrozšířenější a nejoblíbenější ze všech tří typů. Kompatibilitu s klasickým CD–DA zajišťuje spodní vrstva vytvořená v klasickém protokolu Red Book. Protože je laserový paprsek zaostřen v tomto případě na větší vzdálenost, vrstvou SACD (4,7 GB) s vysokým rozlišením prochází bez problémů.




*Obr. 55: Způsob čtení dat na hybridním SACD*

2. Jednovrstvý formát - samostatná vrstva SACD s vysokým rozlišením, kapacita 4,7 GB. Fyzicky se jedná o záznam DVD–5 DVD, který je nekompatibilní s CD–DA.
3. Dvouvrstvý formát - dvojitá vrstva SACD zajišťuje celkovou kapacitu 8,5 GB. Tento typ se příliš komerčně neprosadil Fyzicky se jedná o záznam DVD–9 DVD. Je nekompatibilní s CD–DA.

Ačkoli pro SACD platí dohoda o tom, že součástí multikanálového formátu má být rovněž stereofonní mixáž, ne vždy bývá tento standard dodržován. Na SACD mohou být k dispozici také různé typy multikanálových verzí (nemusí se využívat kapacita všech audiokanálů – některé mohou být zamutovány).

I když má formát SACD dobře zajištěnou podporu komerčního využívání (řada univerzálních přehrávačů umí přečíst většinu formátů s vysokým rozlišením), patří k jejich uživatelům převážně střední a starší generace posluchačů (mladší generaci formáty HD příliš nazaujaly a poslech hudby řeší prostřednictvím laciných a snadno dostupných komprimovaných formátů). To je také jeden z důvodů, proč nahrávací firmy místo novinek vydávají převážně na hybridních formátech SACD klasickou hudbu nebo starší remastrované tituly přemíchané do multikanálových formátů (řada sběratelů SACD ani příslušné přehrávače nevlastní).

## • DVD–Audio (2000)

Digitální formát konkurující SACD s kapacitou až 8,5 GB podporující záznam zvuku v lineárním formátu PCM s vysokým rozlišením (neobsahuje video složku). Lze ho využívat nejen pro různé vzorkovací frekvence, ale i odlišnou bitovou hloubku a konfiguraci audiokanálů (viz tabulka). Pokud jsou nahrávky prezentovány v kvalitě audio CD (44,1 kHz, 16 bitů) je ve srovnání s klasickým kompaktním diskem (vzhledem k podstatně větší kapacitě) schopen pojmout mnohem větší počet skladeb. Při srovnatelných časech je zase tento disk schopen zachytit audio v mnohem lepší kvalitě (vyšší vzorkovací frekvence a bitové rozlišení) a kromě stereofonního formátu může disponovat také vícekanálovým prostorovým zvukem.

| | rozlišení 16, 20 nebo 24 bitů | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 44.1 kHz | 48 kHz | 88.2 kHz | 96 kHz | 176.4 kHz | 192 kHz |
| Mono (1.0) | • | • | • | • | • | • |
| Stereo (2.0) | • | • | • | • | • | • |
| Stereo (2.1) | • | • | • | • | – | – |
| Stereo + mono surround (3.0 nebo 3.1) | • | • | • | • | – | – |
| Quad (4.0 nebo 4.1) | • | • | • | • | – | – |
| 3-stereo (3.0 nebo 3.1) | • | • | • | • | – | – |
| 3-stereo + mono surround (4.0 nebo 4.1) | • | • | • | • | – | – |
| Full surround (5.0 nebo 5.1) | • | • | • | • | – | – |

*Tab. 11: Možnosti samplovacích frekvencí a volby vícekanálových formátů pro DVD–Audio*

V rámci multikanálových formátů je možné provádět i různé kombinace samplovacích frekvencí a bitového rozlišení. Vzhledem k tomu, že je formát DVD–Audio součástí širokého společenství DVD, mohou být na jednom disku využity nejen kombinace s dalšími formáty ve vícenásobných vrstvách, ale také v rámci obou stran disku (na druhé straně může být např. DVD–Video).

## • K2 High Definition (2007)

Jedná se o speciální masteringovou techniku vyvinutou firmou JVC Music. K2 HD dekóduje hudbu při masteringu do 24–bitového rozlišení na frekvenci 100 kHz. Konečným produktem je standardní CD s protokolem Red Book, takže není zapotřebí speciální přehrávač.





## Pár slov na závěr kapitoly

Nechci se v žádném případě nikoho dotknout, ale dovolte mi letmé zamyšlení. Gramodesky nás obšťasňovaly téměř sto let a magnetofonové pásky s kompaktními kazetami také dokázaly potěšit nahranou hudbou několik generací, i když se nejednalo o kvalitativně dokonalou reprodukci. Při pohledu na současný vývoj laserové technologie se mi ale zdá, že se blíží doba, kdy bude k dispozici více záznamových formátů než hudebních nápadů.

Audio DVD není zdaleka posledním slovem v tomto vývojovém trendu, ačkoli z hlediska kvality záznamu už není příliš co vylepšovat. Z propagačních materiálů na mě vykukují HD DVD, UDO (Ultra Density Optical), UMD (Universal Media Disc), BD-R a BD-RE (Blu-ray Disky) a další tajemné zkratky, které budu pro tentokrát ignorovat. Že bych si šel s dcerou ještě poslechnout nové MP3? S přibývajícím věkem totiž zjišťuji, že pro moje opotřebované uši nezní až zas tak špatně!?

## 4.14 MP3 a hudba na internetu

Navzdory snaze renomovaných firem o vývoj nových, dokonalejších formátů s naprosto špičkovými parametry, které se stávají doménou malého okruhu hudebních „labužníků“ a audiofilů, převážná většina hudby se dnes prosazuje na médiích, která dlouhodobě ovládla hudební trh. Patří sem nejen dožívající gramodesky s audiokazetami (starší generace), ale především klasický kompaktní disk, přičemž převážné většině mladší generace vyhovuje poslech muziky v digitálním audioformátu MP3 s datovou kompresí. Při relativně slušné kvalitě reprodukce zabírají tyto soubory poměrně malý datový objem (128 kbit/s odpovídá zhruba desetině velikosti souborů WAV uložených na CD), takže se dají velmi dobře šířit prostřednictvím internetu a ukládat v miniaturních přehrávačích s pevnou pamětí, které se postupně stávají součástí mobilních telefonů, klíčenek a dalších doplňků. S kompatibilitou MP3 nakonec počítá i většina moderních stolních přehrávačů CD a DVD.

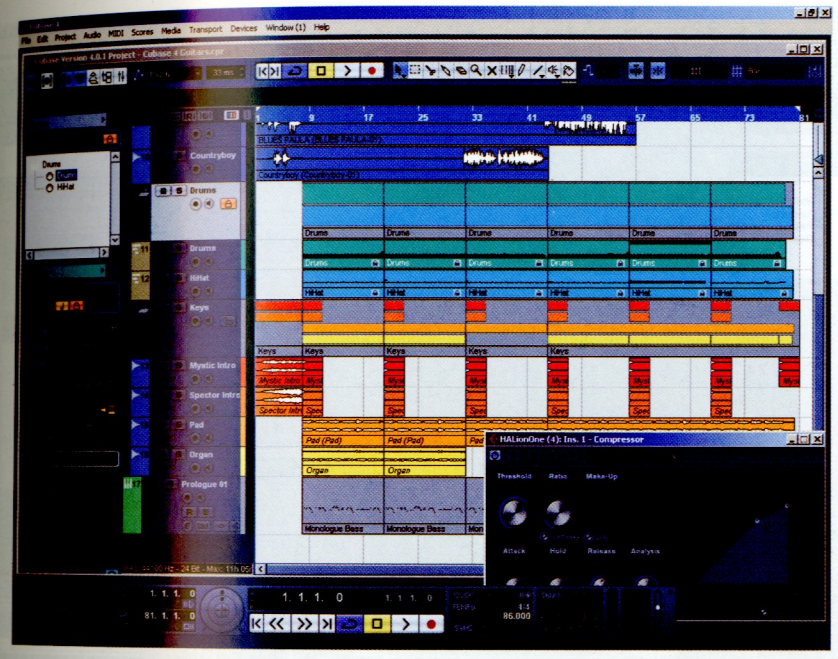
Jednotlivé soubory MPEG–1 Audio Layer 3, tedy zkráceně MP3, obsahují většinou samostatné skladby, jejichž kvalita závisí nejen na bitovém toku (od 32 do 320 kbit/s), ale také na vzorkovací frekvenci (32, 44,1 nebo 48 kHz). Nastavené parametry samozřejmě ovlivňují velikost souboru. Na internetu se nejčastěji můžeme setkat se soubory vzorkovanými na 44,1 kHz (CD standard, ze kterého MP3 často vznikají) s bitovým tokem 128 kbit/s, který zaručuje poměrně slušný kvalitativní standard při relativně malém datovém objemu. Se zvyšujícími se rychlostmi internetového přenosu a narůstajícími paměťovými kapacitami se objevuje tendence přecházet na vyšší bitový tok (192, 256 nebo 320 kbit/s).

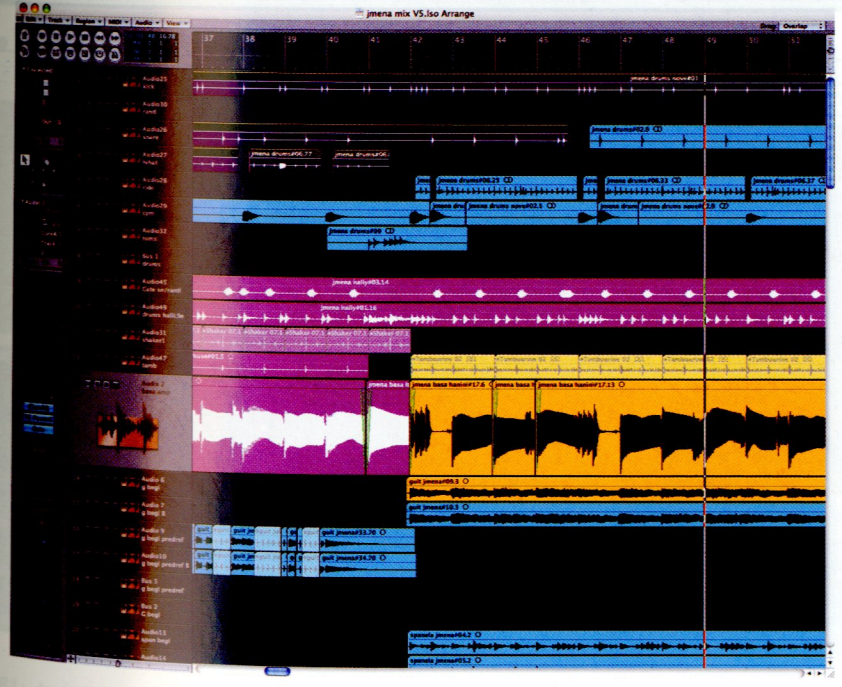
Součástí souborů MP3 je sekce obsahující údaje o příslušné skladbě (tag): zde se uvádí název skladby, interpret, album, pořadové číslo a další informace. V této sekci může být uložen také údaj o celkové hlasitosti, která bývá mezi tituly převedenými z různých CD často dost rozdílná (záležitost masteringu). Při přehrávání je potom dynamika jednotlivých skladeb vyrovnávána automaticky.

Soubory MP3 se šíří internetem již od roku 1995 a jejich popularita výrazně stoupla s příchodem přehrávačů Winamp (1997) a Unix. Miniaturní soubory MP3 jsou mnohonásobně kopírovatelné bez jakýchkoli kvalitativních ztrát a od svého vzniku jsou trnem v oku nahrávacím společnostem, jejichž zisky se šířením MP3 rapidně zkrátily. V současné době dochází k poměrně rychlému nárůstu internetového prodeje hudebních titulů ve snaze zabránit finančnímu odlivu ze stále se snižujícího prodeje kompaktních disků.

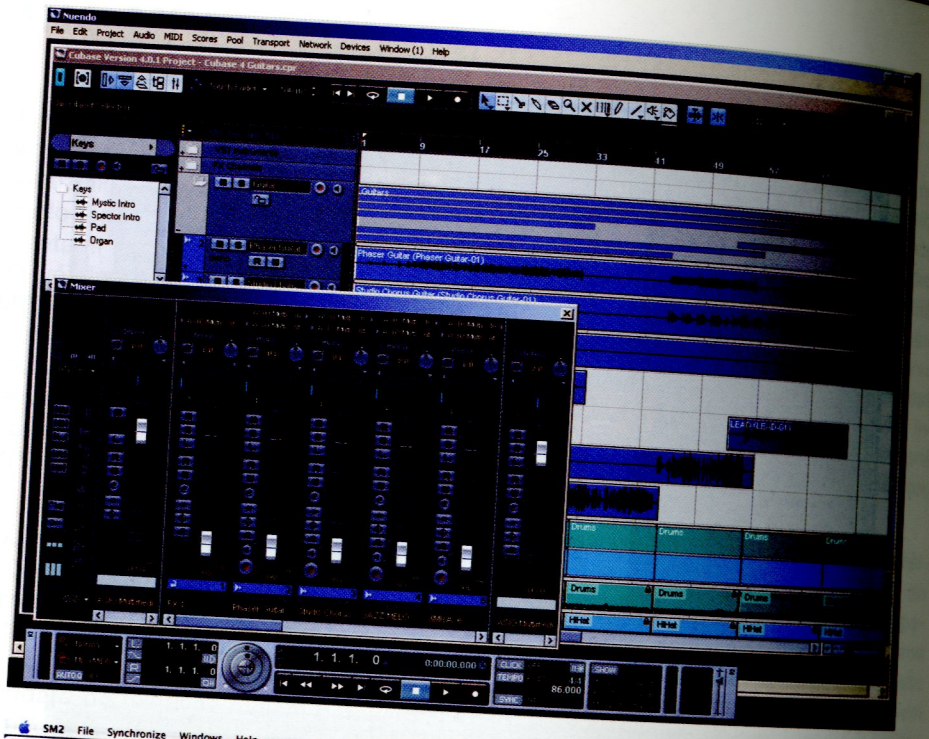








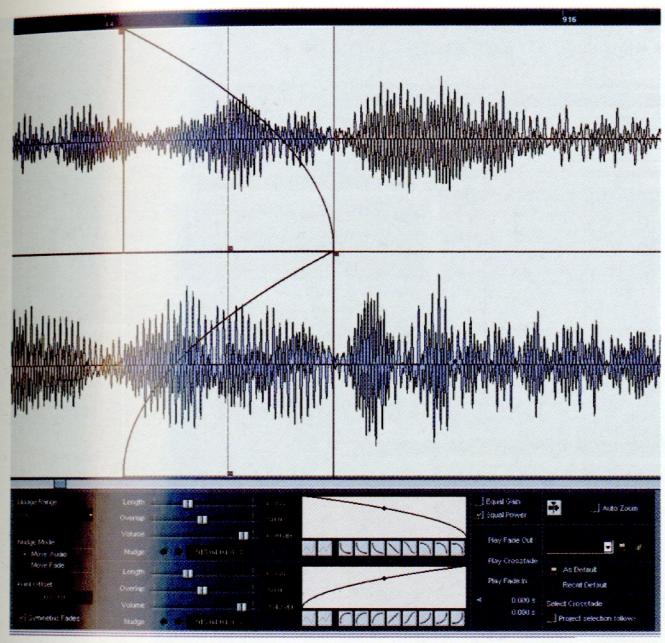
*Obr. 56, 57: Transportní funkce i uspořádání audiostop v DAW v mnohém připomínají klasické analogové prostředí*



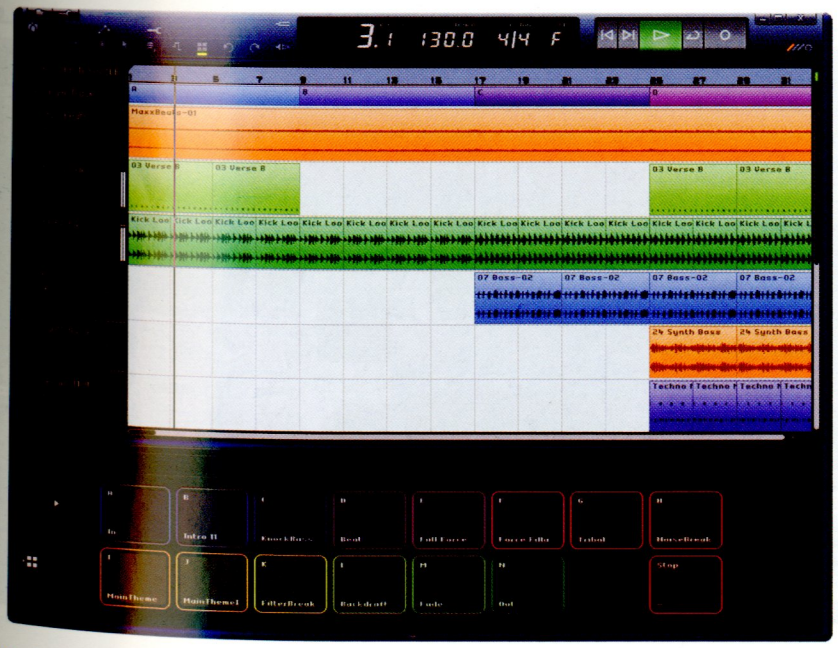
*Obr. 58, 59: Zobrazení virtuálních mixérů má mnoho variant*



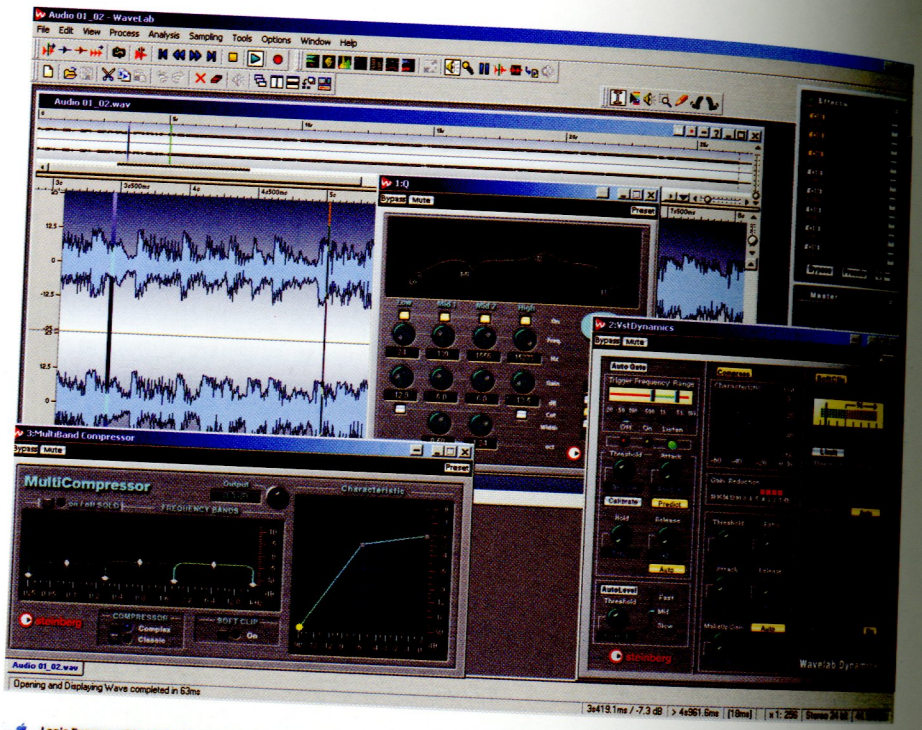




*Obr. 60: Fade editor je užitečným pomocníkem při prolínání jednotlivých záběrů*

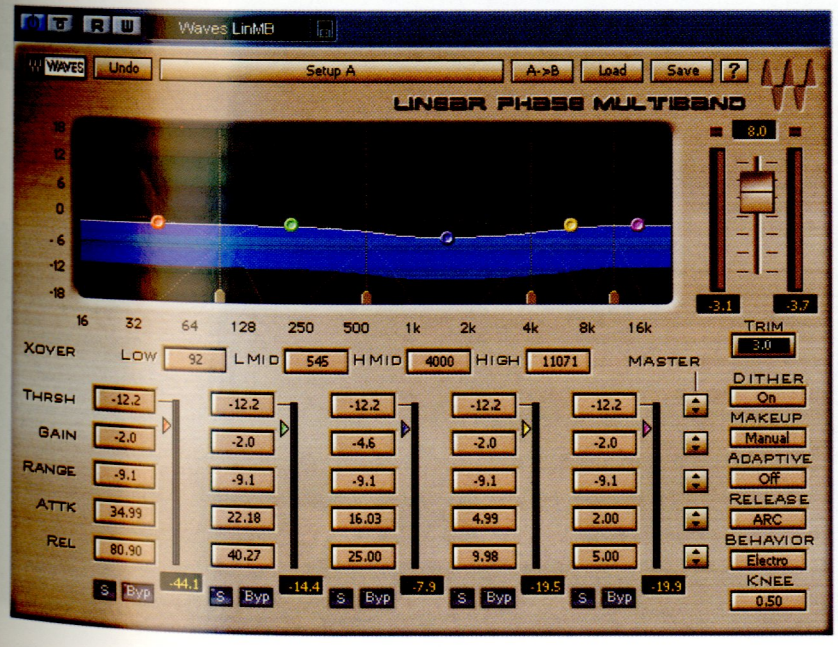



*Obr. 61: Jednodušší grafické prostředí může být často pro práci v DAW mnohem příjemnějším společníkem, než nepřehledné vrstvy oken*




*Obr. 62, 63: Efektové pluginy dokáží zaplnit na displeji značnou část plochy*

*Obr. 64: Vybavení DAW profesionálním MIDI kontrolérem připomíná práci s digitálním mixpultem*

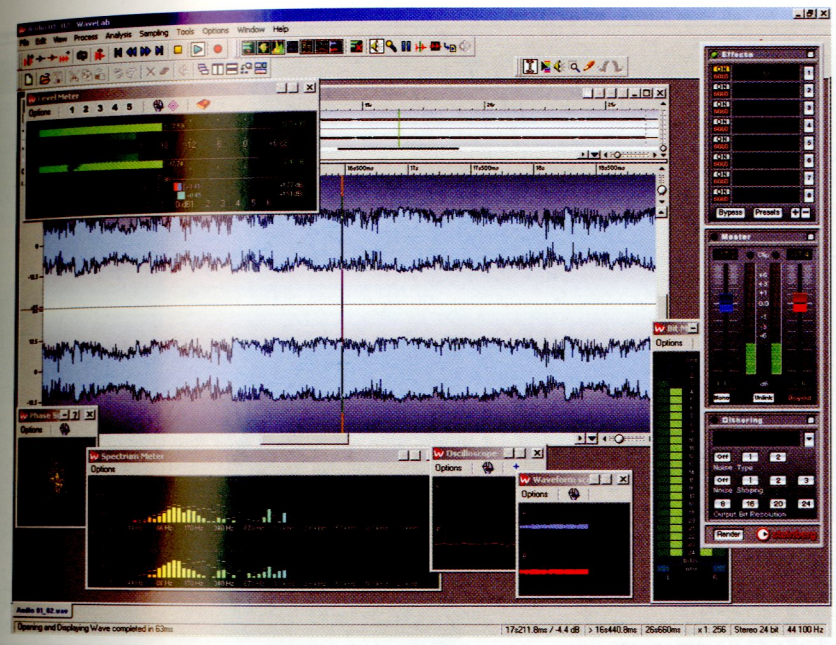



*Obr. 65: Práce s vícepásmovým dynamickým procesorem pro mastering již vyžaduje určité zkušenosti*

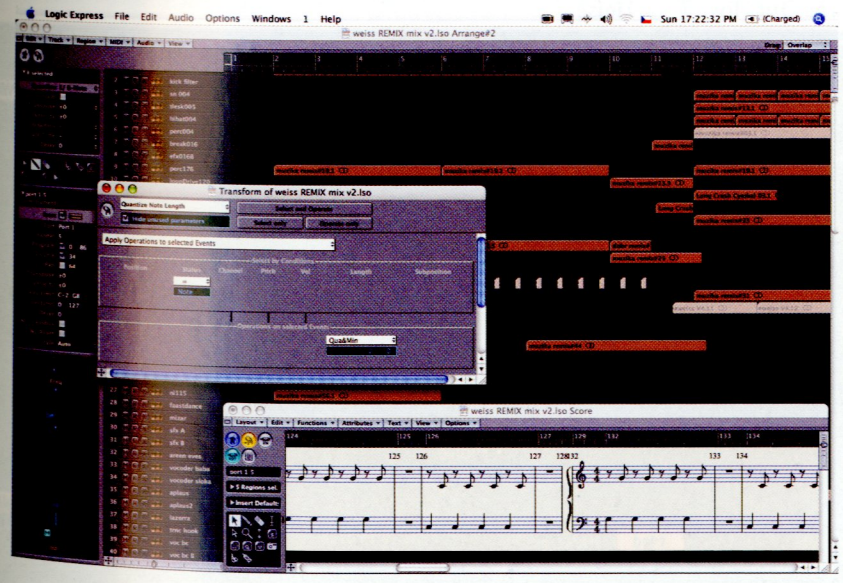
Obr. 66, 67: K oblíbeným virtuálním nástrojům patří nejen klávesové moduly, ale také také nejrůznější aplikace pro kytaristy a basisty





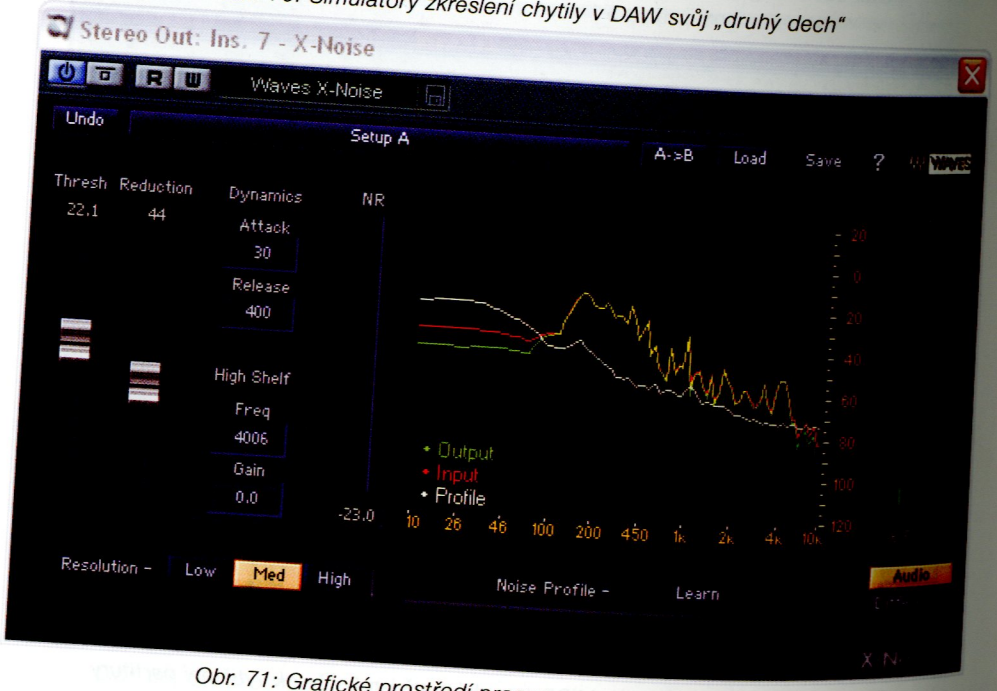


Obr. 68: V elegantním grafickém prostředí programu WaveLab na sebe audiosignál prozradí i lecos z toho, co běžně neslyšíte




Obr. 69: Od zaznamenaných MIDI stop zbývá už jen krůček k vytištění partitury

*Obr. 70: Simulátory zkreslení chytily v DAW svůj „druhý dech"*




*Obr. 71: Grafické prostředí procesoru pro potlačení šumu a dalších interferencí (Waves)*



# 5. ZVUKOVÉ PROCESORY

# 5.1 Úvod

Základní prvky nahrávacího řetězce (mikrofony, mixážní pult, monitory) sice mohou fungovat i samostatně, ale teprve po vybavení studia různými procesory je možné realizovat náročnější požadavky, kladené na kvalitní zpracování nahrávky.

Veškeré procesory sloužící ke zpracování zvuku ve formě el. signálu lze z hlediska funkce v zásadě rozdělit do dvou kategorií: První skupinu tvoří přístroje upravující kompletní signál; neupravený zvuk tedy přichází do procesoru, na jehož výstupu odebíráme signál, který prošel dynamickou, korekční či jinou úpravou. Tyto přístroje tedy neobsahují ovládání poměru přímého (DRY) a upraveného (WET) signálu, s výjimkou procesorů, kde se prvkem MIX reguluje hloubka efektu (enhancery, lampové simulátory apod.).

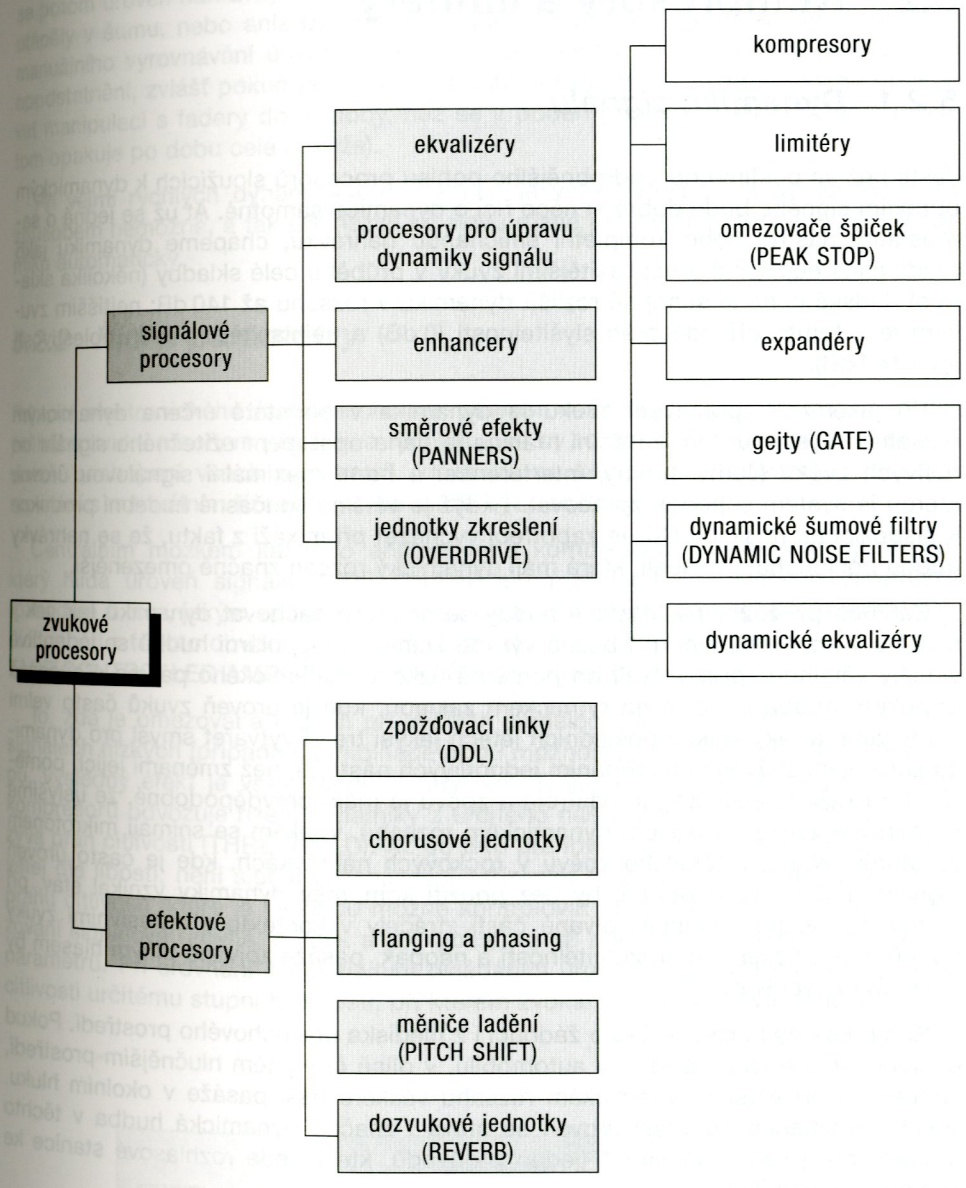
Druhou skupinu tvoří přístroje, které počítají s přímým signálem, ke kterému se přidávají další signály vznikající zpracováním přímého zvuku prostřednictvím časových obvodů. Těmto procesorům se často říká „efekty" nebo „efektové procesory", protože se používají nejen k přirozeným úpravám zvuku, ale i k různým zvukovým trikům a efektům. Na těchto přístrojích je možné upravený a neupravený signál smíchat v určitém poměru (MIX), nebo je nastavit pouze na upravený signál a poměr regulovat na jednotlivých kanálech mixážního pultu prostřednictvím pomocných výstupů AUX (tzv. zapojení do efektové smyčky).

Zatímco např. v Anglii se rozdíl mezi oběma kategoriemi ustálil na stručných výrazech procesory (PROCESSORS) pro první skupinu a efekty (EFFECTS) pro druhou, zdá se, že u nás zatím jednotná terminologie neexistuje, upřesněme si tedy používání jednotlivých názvů: Bude-li řeč o procesorech, budeme mít na mysli obě skupiny, procesory upravující kompletní signál budeme nazývat signálovými procesory a procesory obsahující obvody časového zpoždění, u kterých se míchá přímý a upravený signál, budeme nazývat efektovými procesory, zkráceně efekty.

Kromě této kategorizace je možné rozlišovat, zda se jedná o hardwarové verze těchto přístrojů (samostatný, nezávisle fungující model) nebo zda jsou příslušné procesory virtuálními „plug-iny" v DAW (některé mohou být obojím – viz kapitola o DAW). Obecný popis funkce procesorů v následujících kapitolách vychází sice z hardwarových modelů, ale v podstatě je shodný pro obě varianty. Liší se především grafické prostředí a způsob nastavování jednotlivých parametrů (tradiční ovládací prvky versus klávesnice a myš).








*Obr. 72: Základní rozdělení procesorů pro úpravu zvukového signálu*

# 5.2 Kompresory a limitéry

## 5.2.1 Dynamika signálu

Ještě než se pustíme do podrobnějšího popisu procesorů sloužících k dynamickým úpravám signálu, bude dobré si něco říci o dynamice samotné. Ať už se jedná o samostatný nástroj nebo kompletní smíchanou nahrávku, chápeme dynamiku jako rozdíl mezi nejtišími a nejhlasitějšími zvuky v průběhu celé skladby (několika skladeb). Lidské ucho je schopné rozlišit dynamiku v rozsahu až 140 dB; nejtišším zvukem je v tomto případě práh slyšitelnosti (0 dB) a nejhlasitějším práh bolestivosti (cca 140 dB).

Při jakémkoli zpracování zvuku je dynamika v podstatě určena dynamickým rozsahem systému, tzn. že dolní hranice je dána odstupem užitečného signálu od rušivých zvuků (šumy, brumy, interference) a horní maximální signálovou úrovní, kterou je systém schopen zpracovat. I když je většina současné hudební produkce k dispozici na nosičích CD, je zapotřebí vycházet při mixáži z faktu, že se nahrávky budou poslouchat i z médií, která mají dynamický rozsah značně omezenější.

Zatímco při záznamu klasické hudby se snažíme zachovat dynamiku tak, jak ji slyšíme v koncertní síni, při běžné výrobě snímků v populární hudbě se jednotlivé signály většinou zpracovávají do poměrně úzkého dynamického pásma. Současná populární hudba spočívá na rytmickém základu, kde je úroveň zvuků často velmi vyrovnaná, a tak vznikl v posledních letech jakýsi trend vytvářet smysl pro dynamiku spíše vynecháváním a střídáním jednotlivých nástrojů, než změnami jejich poměrů při mixáži. U akustických nástrojů a zpěvu je málo pravděpodobné, že uslyšíme v nahrávce zvuky v takovém dynamickém rozsahu, v jakém se snímají mikrofonem ve studiu. Např. u sólového zpěvu v rockových nahrávkách, kde je často úroveň signálu značně nevyrovnaná, by bez použití komprese dynamiky vznikal stav, při kterém by některé jemněji zpívané části ztrácely v kontextu s agresivními zvuky bubnů a kytar zcela na srozumitelnosti a naopak, pasáže zpívané plným hlasem by z nahrávky vyčnívaly.

Komprese dynamiky je často žádoucí i z hlediska poslechového prostředí. Pokud posloucháme hudbu za jízdy v automobilu, v dílně či v jiném hlučnějším prostředí, ztrácejí se při větším dynamickém rozsahu veškeré tišší pasáže v okolním hluku. Jejich vyrovnáním na vyšší úroveň se stává i značně dynamická hudba v těchto prostředích „poslouchatelnou“ (jeden z důvodů, který vede rozhlasové stanice ke kompresi dynamiky).

Možnost řízení dynamiky je však důležitá nejen pro zvýšení průměrné hlasitosti, ale i k ochraně nahrávacího, vysílacího, ozvučovacího, či jiného systému proti přebuzení. V pionýrských dobách zvukové techniky bylo udržení signálové úrovně v určitém rozsahu pouze záležitostí zvukaře sedícího za pultem, který se pokoušel dosáhnout toho, aby v průběhu skladby nedocházelo k extrémně nízkým nebo vysokým úrovním. Díky pohotovým reflexům, hudebnímu citu či dobré znalosti partitury





se potom úroveň nahrávky dala udržet víceméně vyvážená, aniž by se tiché pasáže utápěly v šumu, nebo aniž by hlasité špičky způsobovaly zkreslení. Tento systém manuálního vyrovnávání úrovní podle citu má dodnes v některých případech své opodstatnění, zvlášť pokud je k dispozici automatická mixáž, kde je možné opakovat manipulaci s fadery do té doby, než se ji podaří provést ideálně (systém ji potom opakuje po dobu celé mixáže).

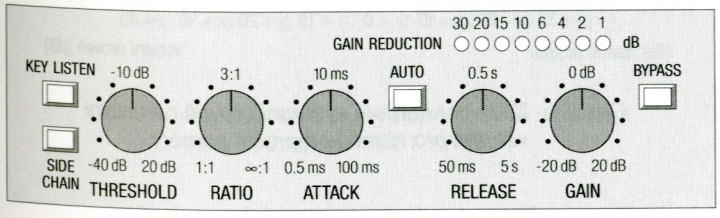
Při velmi rychlých dynamických změnách je však vyrovnávání dynamiky tímto způsobem nemožné, a tak přicházejí ke slovu různé procesory, které „hlídají“ dynamiku automaticky.

## 5.2.2 Řídicí parametry

Pomocí elektronického kompresoru lze provést veškeré zásahy do dynamického průběhu zvuku mnohem přesněji a rychleji, než by to dokázal sebelepší zvukař. Pro snazší pochopení všech parametrů, které lze na kompresoru nastavit, nám však srovnání s manuálním řízením úrovně může být docela užitečné.

Centrálním mozkem každého analogového kompresoru je elektronický obvod, který hlídá úroveň signálu (SIDE CHAIN) a na základě nastavených parametrů rozhoduje o tom, jakým způsobem budou zásahy do dynamiky signálu probíhat. Řídicí napětí z tohoto obvodu se přivádí do zesilovače řízeného napětím (VCA = VOLTAGE CONTROLLED AMPLIFIER), kterým daný signál prochází.

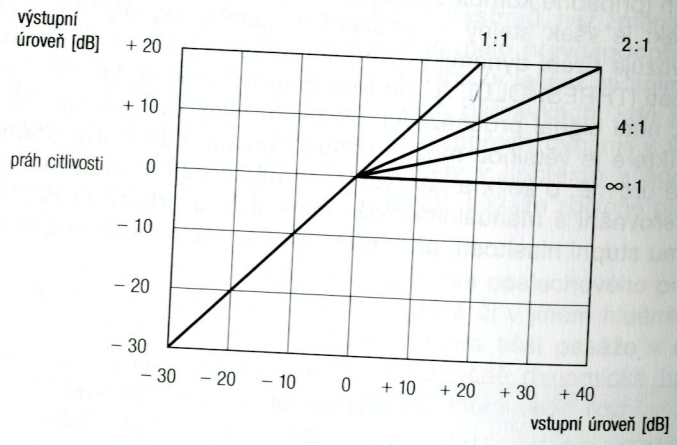
To, zda je omezována úroveň při vyšších signálech, nebo se zvyšuje úroveň při signálech nízkých (případně kombinace obou možností), je už záležitostí daného typu, výsledný efekt je však stejný – omezení dynamiky signálu. Převážná většina kompresorů odvozuje řízení dynamiky z určitého nastavitelného bodu, který se nazývá práh citlivosti (THRESHOLD). Až do této prahové úrovně, kterou si nastaví uživatel dle libosti, není signál procházející zařízením nijak ovlivňován. Po překročení prahu citlivosti (které je většinou možné kontrolovat na indikátoru) dochází k omezování signálové úrovně; o kolik a jak rychle, to už závisí na nastavení jednotlivých parametrů. Při srovnání s manuálním ovládáním úrovně odpovídá nastavení prahu citlivosti určitému stupni hlasitosti, při kterém zvukař začíná stahovat fadery.




*Obr. 73: Ovládací prvky typického kompresoru*

Kompresní poměr (RATIO) by se dal analogicky vysvětlit jako stupeň, o který bude zvukař fadery ubírat úroveň po překročení určité hlasitosti. Tyto změny mohou být jemné, což odpovídá nízkému kompresnímu poměru (při překročení určitého prahu hlasitosti by zvukař pouze napomáhal tomu, aby zvýšení úrovně signálu nebylo tak drastické), nebo větší, v případě ubírání hlasitosti o takové hodnoty, které se blíží úrovním, o které signál překročí daný práh (asi by to neznělo příliš citlivě).

Technicky řečeno, u kompresního poměru se jedná o závislost úrovně výstupního signálu na úrovni signálu vstupního. Například při poměru 2 : 1 má překročení vstupní úrovně o 2 dB nad nastavený práh citlivosti za následek vzrůst úrovně na výstupu o 1 dB, vzrůst úrovně na vstupu o 4 dB způsobí nárůst signálu na výstupu pouze o 2 dB atd. Pro většinu aplikací je jemnější řízení dynamiky mnohem vhodnější než nastavení vyšších kompresních poměrů, kdy má překročení prahu citlivosti za následek prakticky nulový nárůst signálu na výstupu. Při jemnější kompresi zůstává z podstatné části zachován původní dynamický rozsah (např. při poměru 2 : 1 z poloviny), zatímco pro kompresi vyšší než zhruba 10 : 1 je charakteristické, že nad prahem citlivosti je dynamika potlačena úplně. Takové extrémní nastavení se nazývá limitace a zařízení pracující v tomto režimu je známo jako limitér. Limitér je tedy kompresor, který má kompresní poměr nastavený ∞ : 1, v praxi se již poměry vyšší než 10 : 1 považují za limitaci (nárůst vstupní úrovně o 10 dB způsobí přírůstek výstupní úrovně pouze o 1 dB), neboť mají za následek prakticky stejný efekt. Závislost nárůstu výstupní úrovně (po překročení prahu citlivosti) na úrovni vstupní při různých kompresních poměrech je znázorněna na obr. 74.




*Obr. 74: Závislost nárůstu výstupní úrovně na úrovni vstupní pro různé kompresní poměry*

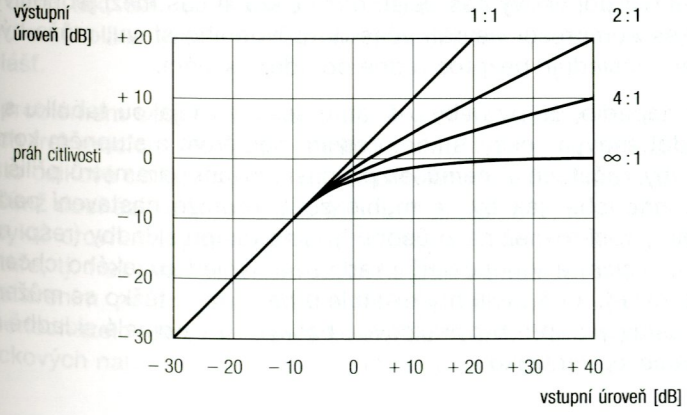




U většiny běžných kompresorů se můžete setkat s označením kompresor/limitér, což znamená, že je možné kompresní poměr nastavit na nízké i vysoké hodnoty, obvykle lze nastavení provádět plynule v rozsahu 1 : 1 až ∞ : 1.

Důvody pro používání komprese a limitace jsou poněkud odlišné, neboť zatímco kompresí zvyšujeme průměrnou hlasitost signálu, limitace je spíš záležitostí ochrany daného systému a používá se zejména v případech, kdy signál nesmí za žádných okolností překročit určitou úroveň (rozhlasové a televizní vysílače, digitální záznam, PA systémy). Znamená to, že pokud nechceme, aby měl limitér slyšitelný vliv na zvuk, používáme ho v režimu, při kterém dochází k překročení prahu citlivosti jen minimálně (pouze při špičkách).

U řady modelů můžeme kromě pevně nastavitelného kompresního poměru najít také funkci OVEREASY nebo SOFT KNEE (název podle charakteristické křivky, která se nad prahem citlivosti nezalamuje ostře, ale má zaoblený průběh). U tohoto typu komprese se kompresní poměr nastavuje automaticky podle úrovně signálu; pro menší signály je kompresní poměr velmi nízký, při narůstání signálové úrovně se zvyšuje. Ovládání kompresoru při takovém nastavení je mnohem snazší, zvlášť když je k dispozici automatické nastavení časů reakce (viz přísl. kapitola). Takto nastavené kompresory jsou oblíbené i pro měkký, příjemný zvuk, zejména při zpracovávání vokálů.




*Obr. 75: Závislost nárůstu výstupní úrovně na úrovni vstupní u funkce SOFT KNEE*

### 5.2.3 Časy reakce

Po překročení kritické úrovně hlasitosti při manuálním řízení úrovně je zapotřebí určitý čas na to, než je zvukař schopen zareagovat a snížit hlasitost na potřebnou úroveň. Pokud se mu to povede ve zlomcích sekundy (stovky ms), je na tom poměrně dobře; nikdy však není schopen reagovat tak rychle, jako běžný kompresor.

Čas, který kompresor potřebuje na to, aby reagoval na vzrůst vstupní úrovně, se nazývá dobou náběhu (ATTACK TIME), a protože se pro různé účely hodí i různý způsob reakce, bývá nastavitelný od zlomků až po desítky milisekund.

Další čas, který je možné na kompresoru nastavit, je tzv. čas doběhu (RELEASE TIME). Je to doba, kterou kompresor potřebuje k návratu do normálního stavu poté, co úroveň signálu klesne pod práh citlivosti (pod prahem citlivosti není dynamika nijak ovlivňována). Při manuálním řízení hlasitosti by se vlastně jednalo o dobu, za kterou zvukař po uplynutí špičky vyrovná hlasitost do původního stavu. Ovládání tohoto času bývá v rozmezí jednotek či desítek ms až do jedné sekundy i více.

Kromě náběhových a doběhových časů mívají některé modely možnost nastavení tzv. času držení (HOLD TIME), který zabraňuje kompresoru, aby vstoupil do fáze doběhu dříve než po předem nastavené době.

Pro každý typ zpracovávaného signálu se hodí i určité nastavení náběhového a doběhového času, které je dobré zpočátku znát, neboť nevhodným nastavením dochází k nežádoucím efektům, které se projevují jako slyšitelné „pumpování“ či „dýchání“ vlivem prudkých změn v úrovni signálu. Nastavení doběhového času je do značné míry i záležitostí tempa skladby. Při používání komprese např. na velký buben by neměl být doběhový čas delší, než nejkratší čas mezi jednotlivými údery, protože pokud se kompresor nevrátí včas do původního stavu, může být potlačen i tichý úder, který následuje bezprostředně po úderu silném.

Jistě vás už napadlo, že by nebylo špatné sestavit nějakou tabulku s vhodnými náběhovými a doběhovými časy, s kompresním poměrem a stupněm komprese pro každý nástroj, aby začátečníci nemuseli při nastavování parametrů příliš tápat. Věc ale není tak jednoduchá, jak by se mohlo zdát, protože nastavení parametrů při kompresi signálu závisí rovněž na způsobu hry, na tempu skladby (resp. na rychlosti úderů, např. u bicích) a v neposlední řadě i na výsledku, jakého chceme docílit. Vezměme si například, kolik stylů hry existuje u baskytary; těžko se můžeme spokojit se stejným nastavením pro bezpražcovou baskytaru v pomalé skladbě a pro hustý part hraný palcovou technikou.





### 5.2.4 Mylné úvahy

Při používání různých typů kompresorů se často vyskytují některé názory pramenící z neznalosti jejich funkce. „Mám dobrý kompresor, ale hodně šumí“ – říkají někteří zvukaři. Pokud nastavíme práh citlivosti poměrně nízko, dochází k dost značnému omezování dynamiky (např. až o 20 dB), což nám umožňuje výrazně zvednout celkovou hlasitost a tedy i úroveň tišších zvuků. Pokud není v signálové cestě zařazen nějaký expandér, znamená to, že se adekvátně zvyšuje i hladina rušivých signálů. Je-li zisk větší např. o 20 dB, znamená to, že nahraná stopa, která měla předtím odstup 85 dB, bude nyní mít pouhých 65 dB. Obecně platí, že každý 1 dB komprese navíc má za následek zhoršení odstupu signálu od šumu rovněž o 1 dB.

Často se také setkáváme s tvrzením, že signál zpracovávaný daným kopresorem ztrácí výšky. Pravda je taková, že pokud prochází kompresorem nějaký komplexní signál (smíchaná nahrávka), snižuje se při překročení prahu citlivosti celková hlasitost všech nástrojů, které jsou součástí smíchané nahrávky. Znamená to, že např. silný úder velkého bubnu nebo vyčnívající tón z baskytary má v daném okamžiku za následek i snížení hlasitosti těch nástrojů, které v nahrávce zabírají vrchní část frekvenčního pásma (hi-hat, činely atd.). Potom je tedy poměrně logické, že v takových případech dochází k otupení celkového zvuku.

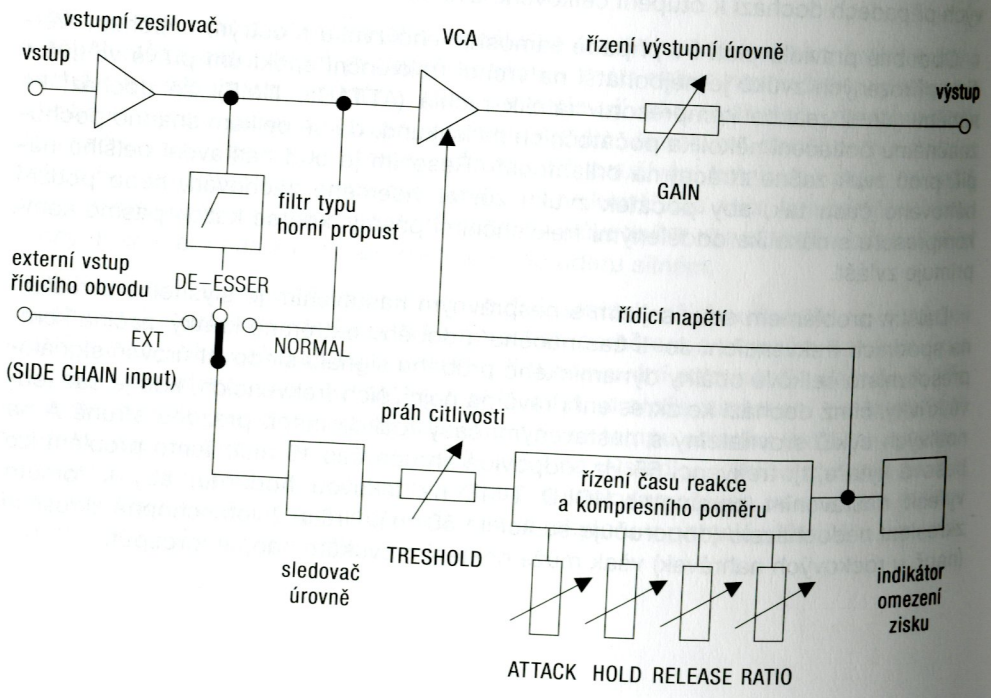
Obdobné pravidlo platí i v případě samostatného zvuku s ostrým náběhem. Většina přirozených zvuků je nejbohatší na vrchní frekvenční spektrum právě ve svém náběhu. Je-li reakce kompresoru natolik rychlá (ATTACK TIME), že dochází ke značnému potlačení několika počátečních milisekund, dá se celkem snadno pochopit, proč zvuk začne ztrácet na brilantnosti. Řešením je buď nastavení delšího náběhového času tak, aby počátek zvuku zůstal víceméně zachován, nebo použití kompresoru s několika oddělenými frekvenčními pásmy, kde se každé pásmo komprimuje zvlášť.

Dalším problémem souvisejícím s nesprávným nastavením je slyšitelné zkreslení na spodních frekvencích. Je-li čas náběhu a doběhu extrémně krátký, začíná kompresor místo celkové obálky dynamického průběhu signálu sledovat úroveň signálové křivky, čímž dochází ke zkreslení právě na nejnižších frekvencích, kde je čas jednotlivých cyklů srovnatelný s nastavenými časy reakce (např. prázdné struně A na basové kytaře, tj. frekvenci 55 Hz, odpovídá zhruba čas 18 ms). Tento problém lze vyřešit nastavením parametru HOLD TIME na takovou hodnotu, aby k tomuto zkreslení nedocházelo (doporučuje se kolem 50 ms). Určité životaschopné zkreslení (např. u rockových nahrávek) však může některým zvukům naopak prospět.

## 5.2.5 Řídicí obvod

Součástí každého kompresoru je řídicí obvod (SIDE CHAIN), ve kterém se „odměřuje“ úroveň komprimovaného signálu. Právě tento obvod má podstatný vliv na to, že každý model zní trochu jinak, neboť při reakci na úroveň vstupního signálu se nemusí vycházet ze stejných zásad. Pokud je v cestě řídicímu signálu zapojen nějaký typ filtru, nereaguje kompresor na všechny frekvence stejně. Často se průběh filtru v tomto obvodu nastavuje tak, aby docházelo k vyrovnání toho, že ucho vnímá různé frekvence jinak, pokud jde o hlasitost. Další slyšitelný rozdíl bývá v tom, jakým způsobem dochází k měření vstupního signálu (špičky, průměrná hodnota).

Aby bylo možné zařadit do signálové cesty řídicího obvodu libovolný filtr nebo signálový procesor, bývá vstup a výstup tohoto obvodu vyveden na zadním panelu přístroje. Pokud je například do tohoto obvodu zařazen grafický ekvalizér, můžeme si na něm přesně nastavit, jak bude řízení dynamiky probíhat v závislosti na různých frekvencích, které obsahuje vstupní signál. Tady je zapotřebí si uvědomit, že jakoukoli kvalitativní změnou řídicího signálu (např. změnou jeho barvy) není nijak ovlivňována kvalita přímého signálu, který prochází obvodem VCA, ale pouze jeho dynamika.




*Obr. 76: Blokové schéma kompresoru se zabudovaným DE–ESSEREM*

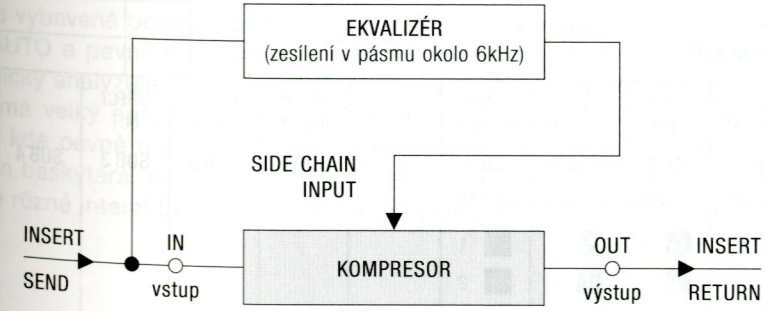




## 5.2.6 Využití externího vstupu řídicího obvodu

Možností, zařadit do řídicího obvodu kompresoru další přístroje, se otevírá řada alternativních aplikací. Může to být například jednoduché přepínání několika filtrů přímo zabudovaných v kompresoru (nejedná se tedy ještě o žádné připojení externích přístrojů do řídicího obvodu). Přepnutí kompresoru do funkce DE–ESSERU znamená, že v řídicím obvodu je zapojen filtr, který má velký zdvih ve frekvenčním pásmu, které zabírají sykavky (4–10kHz). Použijeme–li takto zapojený kompresor na řeč nebo vokál, nebude normální signál komprimován vůbec, ale jakmile se objeví mimořádně ostrá sykavka, kompresor okamžitě zareaguje a potlačí ji o předem nastavenou hodnotu. Při nastavení prahu citlivosti pro DE–ESSER je zapotřebí postupovat velmi opatrně, jinak dochází k nadměrnému potlačení s efektem, který vypadá, jako by si zpěvák šlapal na jazyk. V žádném případě však není příliš ideální spoléhat se zcela na tuto techniku: lépe je vyzkoušet nejprve klasické způsoby, kterými lze sykavky omezit (např. změna typu mikrofonu nebo změna jeho nasměrování).

Kompresor ve funkci DE–ESSERU je možné použít i v případě, že daný model tento filtr neobsahuje, potřebujeme k tomu ale externí ekvalizér zapojený do obvodu SIDE CHAIN, na kterém zdůrazníme právě to pásmo, u kterého budeme chtít potlačit dynamiku. Z tohoto důvodu mívá většina kompresorů tlačítko, které nám umožňuje navolit si poslech signálu v řídicím obvodu kompresoru (SIDE CHAIN LISTEN, KEY LISTEN). Tímto způsobem lze odstranit nebo alespoň zmírnit i nepříjemné bouchance na basech z „přefouknutých“ mikrofonů (hlásky „P“ a „B“), a to tak, že se na ekvalizéru zdůrazní pásmo okolo 50 Hz. I v tomto případě platí, že je daleko lepší prevence (POP–filtr), než se snažit situaci tímto způsobem později zachraňovat.

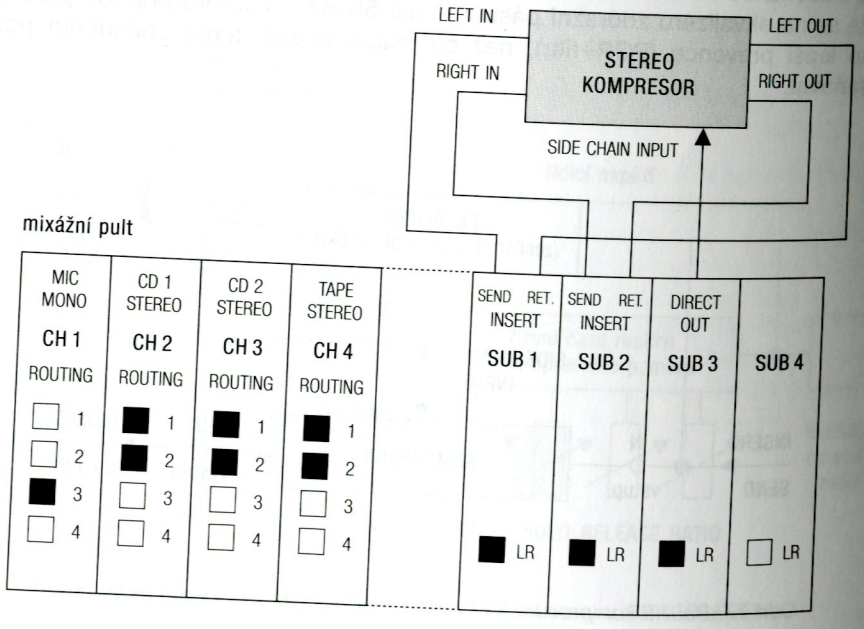



*Obr. 77: Použití kompresoru ve funkci DE–ESSERU s externím ekvalizérem*

Poslední možností využití přístupu do řídicího obvodu kompresoru je řízení úrovně jednoho signálu signálem jiným. Tato technika má velmi široké možnosti využití a uplatňuje se především v případech, kdy je zapotřebí v mixáži prosadit jemnější zvuky, které jsou v dané chvíli maskované agresivně znějícími nástroji.

Nejjednodušším příkladem využití kompresoru pro řízení externím signálem je automatické potlačování hudby při vstupu mluveného slova (rozhlas, diskotéky). Potřebujete k tomu stereofonní kompresor zapojený do inzertních bodů subvýstupu, do kterého se smíchají zdroje signálu, které budete chtít mluveným slovem potlačit; v převážné většině to bývají hudební signály, ale ve speciálních případech (rozhlasové a televizní vysílání) to mohou být i jiné signálové zdroje. Do vstupu řídicího obvodu (SIDE CHAIN INPUT, KEY INPUT) se potom přivádí přímý výstup z toho kanálu mixážního pultu (DIRECT OUTPUT, INSERT SEND), na kterém je připojen hlasatel, diskžokej nebo zpěvák, případně výstup z kanálu, do kterého se tyto signály smíchají (může to být například i AUX OUTPUT). Náběhový čas se nastavuje poměrně rychlý, doběhový čas se nastaví podle citu (záleží na požadavku, jak rychle by se hudba po skončení mluveného slova nebo zpěvu měla navracet na původní úroveň). Tato technika se nazývá DUCKING nebo KEYING (jeden signál je klíčován druhým) a hodně mixážních pultů určených pro vysílání nebo diskotéky má tuto funkci již zabudovanou.

Popsaným způsobem lze při mixáži ovlivňovat dynamiku jakéhokoli signálu signálem jiným, a protože jsou možnosti využití nevyčerpatelné, jistě nemá smysl je podrobně popisovat.




*Obr. 78: Řízení hudby mluveným slovem (DUCKING)*





## 5.2.7 Vícepásmové kompresory (SPLIT BAND)

Již jsem se zmínil o tom, že u klasických kompresorů dochází v některých případech k otupení celkového zvuku. Jeden ze způsobů, jak se tomuto stavu vyhnout, spočívá v použití kompresoru, který rozdělí vstupní signál do několika frekvenčních pásem, z nichž každé je komprimováno zvlášť. Tímto způsobem dochází pouze k omezení dynamiky v té části signálového spektra, ve které dochází k překročení prahu citlivosti, přičemž ostatní části zůstávají nedotčeny. Na výstupu se všechna pásma zase sloučí a vytvoří opět komplexní signál.

Zvážíme-li, že u hardwarových systémů potřebujeme několik kvalitních samostatných kompresorů (jeden pro každé pásmo a ve stereu pro každý kanál), jejichž funkce musí být poměrně složitě uspořádána, aby se náběhové a doběhové časy každého pásma vzájemně doplňovaly, je jasné, že tyto modely nejsou nikterak lacinou záležitostí a často dosahují několikanásobku ceny klasického modelu. Dnes se často využívají jako softwarové verze ve skupinách i v individuálních kanálech DAW, kde je obrovskou výhodou, že každý takový plug-in je možné zařazovat vícenásobně a s různým nastavením

Vícepásmové kompresory se používají také ke zpracování komplexního signálu při vysílání, při masteringu (viz příslušná kapitola) a všude tam, kde je zapotřebí, aby se docílilo příjemného zvuku s co nejvyšší průměrnou hlasitostí. Oproti klasickým modelům je možné dosáhnout pocitu subjektivně vyšší hlasitosti o 3 až 6 dB při stejné úrovni signálových špiček, aniž by se projevovaly jakékoli slyšitelné postranní efekty.

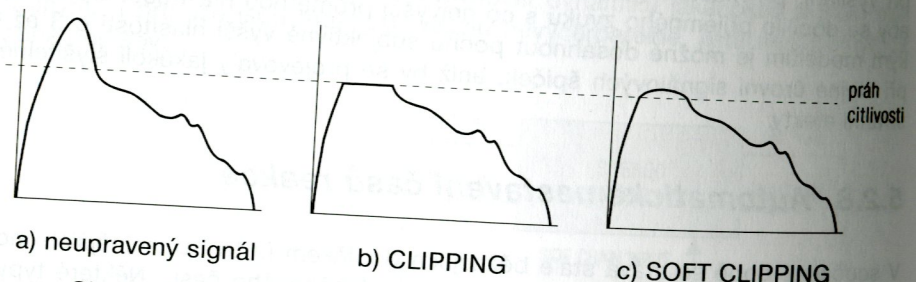
## 5.2.8 Automatické nastavení časů reakce

V současné době se stává stále běžnějším doplňkem (a to i u lacinějších modelů) možnost automatického řízení náběhového a doběhového času. Některé typy jsou dokonce vybavené pouze automatickým řízením časů reakce, jiné lze přepínat mezi funkcí AUTO a pevně nastavenými časy. Při aktivování funkce AUTO si kompresor automaticky analyzuje průběh signálové křivky a podle toho časy reakce mění. Tato funkce má velký smysl zejména tam, kde dochází často ke změnám charakteru zvuku a kde pevně nastavené časy nepřinášejí žádoucí výsledek. Příkladem může být nejen baskytara, ale i kompletní smíchaná nahrávka. Moderní kompresory zahrnují také různé interaktivní funkce, které omezují nedostatky starších modelů.

### 5.2.9 Kombinace s dalšími funkcemi

Moderní analogové kompresory se často konstruují v párech nebo dokonce ve čtveřicích, což znamená, že v jednom přístroji máte možnost úpravy nejen stereofonního signálu, ale až čtyř zvuků současně.

Bývá dobrým zvykem doplňovat každou kompresorovou jednotku jednoduchým gejtem nebo expanderem, kterým lze podstatně snížit úroveň rušivých zvuků. Velmi dobrým doplňkem každého kompresoru je také funkce odříznutí špiček (CLIPPING, PEAK STOP LEVEL), která spočívá sice na podstatně jednodušším principu (omezovač signálu) než kompresor či limitér, ale přesto je velmi užitečná. Tento obvod jednoduše odřízne jakékoli krátkodobé špičky, které by byly příliš rychlé i pro limitér, a pokud je správně nastaven, je jeho funkce neslyšitelná (odříznutí špiček trvající méně než 1 ms nelze sluchem vůbec postřehnout). Ještě dokonalejší řešení je užití funkce SOFT CLIPPING, která neodřízne signálovou špičku tak, aby po ní zůstaly ostré hrany, ale zakulatí je. Tím vzniká daleko méně harmonických složek, a tak je činnost tohoto systému neslyšitelná i při delších časech než je 1 ms. U zařízení, kde nesmí signál za žádných okolností překročit určitý práh ani na sebekratší okamžik, je tato funkce prakticky nepostradatelná.




*Obr. 79: Omezení špiček pomocí funkce CLIPPING a SOFT CLIPPING*





### 5.2.10 Komprese stereofonních signálů

Při kompresi stereofonního signálu musí probíhat řízení dynamiky v obou kanálech stejným způsobem, jinak by docházelo k posuvu stereofonní báze, tzn. že při jakémkoli větším omezení hlasitosti v jednom kanálu by se stereofonní obraz pohyboval zleva doprava nebo obráceně.

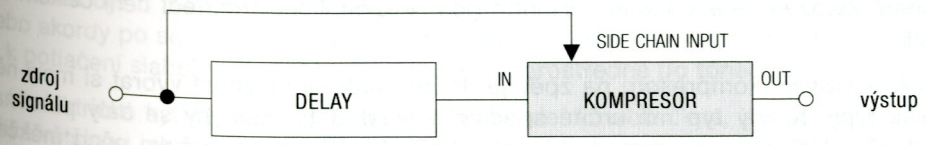
U dvoukanálových přístrojů bývá k dispozici tlačítko označené STEREO nebo LINK, kterým se vzájemně propojí řídicí obvody obou kanálů. U takto zapojených přístrojů je při aktivování funkce STEREO vždy jeden tzv. master kanál (většinou levý) konstruován tak, aby nastavení všech jeho parametrů pomocí ovládacích prvků na předním panelu ovlivňovalo oba dva kanály stejně, bez ohledu na to, jak jsou nastavené ovládací prvky druhého kanálu (SLAVE).

Při tzv. spřažení dvou samostatných jednotek do sterea se propojí oba kompresory pomocí zásuvek vyvedených k tomuto účelu na zadním panelu přístroje. Jistě netřeba zdůrazňovat, že v tomto případě musí být nastavení časů reakce a dalších parametrů na obou přístrojích identické.

### 5.2.11 Kompresor s nulovou reakcí

Kromě tradiční funkce analogového kompresoru s pevně nastavenými nebo automaticky řízenými časy reakce existuje i speciální zapojení, které umožňuje kompresoru, aby „předvídal" dynamickou špičku a potlačil úroveň o potřebný stupeň ještě dříve, než se tato špička na vstupu objeví. K tomu je zapotřebí kvalitní zpožďovací linka, která se zařazuje před audio–vstup kompresoru, zatímco řídicí obvod (SIDE CHAIN INPUT) napájíte přímým (nezpožděným) signálem. Tak lze docílit nulového nebo dokonce záporného času náběhu. Výsledný efekt připomíná činnost zkušeného zvukaře, který má před sebou partituru a potlačuje hlasité pasáže už v tišších místech skladby, kousek před tím, než se hudební špičky objeví, což působí mnohem citlivěji a přirozeněji. Totéž platí o zpětném nastavení původní úrovně (RELEASE), které v tomto případě může nastat ještě dříve, než signál poklesne pod práh citlivosti. Způsob tohoto zapojení vidíte na obr. 80. Tímto způsobem lze realizovat i některé speciální efekty připomínající inverzi obálky dynamického průběhu, jaká nastává např. při obráceném přehrávání pásku.

U softwarových kompresorů se můžete s touto funkcí setkat poměrně často, protože při načítání dat z pevného disku není pochopitelně problém docílit záporného reakčního času.




*Obr. 80: Komprese s nulovými či zápornými časy reakce*

## 5.2.12 Praktické rady

Již jsem se zmínil o tom, že při používání kompresorů nelze vytvořit žádný zjednodušující návod pro nastavení jednotlivých parametrů, které do značné míry závisí na charakteru upravovaného signálu. Přesto přijměte několik praktických rad, které mohou začátečníkům dobře posloužit jako výchozí bod pro přesné nastavení.

Využívání kompresorů lze v podstatě rozdělit do několika oblastí. První zahrnuje řízení dynamiky z důvodů ochrany nahrávacího média, ozvučovací soustavy PA nebo jiných systémů proti přebuzení; v tomto případě se tedy jedná o funkci ochrany. Další oblastí je zpracování signálu takovým způsobem, aby se dosáhlo co největší subjektivní hlasitosti při určité nepřekročitelné maximální úrovni. Mezi zcela odlišné oblasti využití patří řízení dynamiky z důvodu vytvoření různých speciálních efektů nebo ke zpevnění zvuku určitého nástroje (změna obálky dynamického průběhu).

Mezi specifické využití patří analogové systémy šumových redukcí pro záznam na magnetofon pro zvětšení využitelného dynamického rozsahu. Kromě těchto základních aplikací existují určité speciální způsoby využívání, mezi které patří i obnovení časového synchrokódu, jehož kvalita byla narušena vlivem drop-outů na páse (nastavení velmi rychlého náběhového a doběhového času).

Při nahrávání na vícestopý rekordér nastává základní dilema, zda komprimovat signál již při záznamu nebo si zachovat možnost komprese až na mixáž. Obě metody mají svá pro i proti a konečné rozhodování závisí opět na více okolnostech. Při použití komprese již při záznamu jednotlivých nástrojů a hlasů do stop je asi největší výhodou to, že můžete maximálně využít dynamický rozsah daného média, tzn. že natáčený nástroj by neměl poklesnout na úrovně, kde se např. u magnetofonu již značně uplatňuje šum pásku a zároveň by kompresor měl uhlídat, aby nedošlo k přebuzení stopy. Během záznamu je dobré komprimovat ty signály, u kterých máte jistotu optimálního nastavení a bezpečně víte, že nedojde k žádným postranním efektům. Platí zde pravidlo, že je lepší použít raději menší stupeň komprese a mít jistotu, že zvuk není překomprimován, neboť náprava takto znehodnoceného signálu není jednoduchá (v některých případech ji ani nelze provést), a hlavně se jedná o zbytečnou práci a starosti navíc. Nikde není psáno, že zvuk komprimovaný při záznamu nemůže projít kompresí i při mixáži, naopak, často se tak můžete vyhnout mnoha problémům.

O využití kompresorů pro záznam či mixáž zcela jistě rozhoduje také to, kolik jich má studio k dispozici. Provádíme-li kompresi analogového záznamu až při mixáži, je třeba si uvědomit, že dojde k určitému zhoršení odstupu, neboť zvednutím úrovně tišších zvuků se bude adekvátně zvyšovat i šum pásku, pokud nebude v cestě zařazen nějaký expander nebo gejt. V digitálním prostředí není celkem co řešit.

Při používání kompresoru na zpěv je dobré, máte-li možnost vybrat si mezi několika typy. Každý typ má určité specifické vlastnosti, které by se daly přirovnat k používání různých mikrofonů. Modely SOFT KNEE zní na zpěv o něco měkčeji a přirozeněji než typy s pevně nastaveným kompresním poměrem a někteří zvukaři





stále dávají přednost konstrukcím s elektronkami nebo jejich softwarovým simulacím: přidávají hlasu určité jemné harmonické zkreslení, což může v určitých případech znít velmi dobře (tyto modely se dodnes vyrábějí a jsou poměrně drahé).

Pokud jde o nastavení parametrů, zkuste začít s kompresním poměrem 3–4 : 1 a doladěte ho podle potřeby. Indikátor omezení zisku může ukazovat v průměru asi 10 dB, někdy je zapotřebí ještě o něco víc, nebo naopak, u zkušenějších interpretů může stačit i méně; závisí to na tom, jak velké rozdíly v dynamice zpěvák vytváří. Čas náběhu může být poměrně krátký, neboť u vokálů nepotřebujeme žádné ostré náběhy a řízení zisku může nastat téměř okamžitě; zkuste pro začátek čas okolo 1 ms. Čas doběhu můžete nastavit zhruba 300 ms a více, parametr HOLD není při zpěvu nutné nastavovat vůbec, může tedy zůstat na nulové hodnotě.

Stejně jako u dalších zpracovávaných zvuků nemá smysl komprimovat dynamiku více než je nezbytné, a protože se kompresí vytahují i veškeré tišší zvuky, jako přeslech ze sluchátek, mlasknutí při otevření úst, nádechy atd., je celkem rozumné zapojit do cesty expandér (zvlášť když je součástí přístroje), který od určité úrovně tyto zvuky potlačí (gejt není příliš vhodný, protože může usekávat nádechy). Tímto způsobem je možné dobře vyčistit pauzy mezi jednotlivými frázemi, ale vždy je lepší držet se zásady, aby raději prošel občas nějaký rušivý zvuk navíc, než aby se do nahrávky dostaly useknuté nádechy či konce slov, protože ty se na rozdíl od tichých krátkých zvuků v nahrávce neztratí.

Kompresi lze s výhodou použít i na vokální sbor nebo jakékoli vícehlasé vokály. Zde platí obdobná pravidla jako pro samostatný hlas, přibývá ale rušivých zvuků, proto je třeba postupovat o něco opatrněji, jak při určení míry komprese, tak při čištění pauz mezi frázemi expandérem. Při natáčení vokálů ve stereu je třeba aktivovat funkci STEREO.

Dnes je k dispozici mnoho kvalitních mikrofonních předzesilovačů s fantomovým napájením a pluginových modulů, které slouží přímo pro zpracování lidského hlasu a kromě kvalitního kompresoru s expanderem obsahují i ekvalizér, de-esser či enhancer. Použití komprese pro hlas zpěváka je typickým příkladem, kdy je možné provést úpravu již při záznamu; vždy je ale lepší použít kompresi o něco méně než je zapotřebí, než naopak. Dynamika lidského hlasu je často velmi důležitou složkou uměleckého projevu, a pokud se kompresí zcela odstraní, nemusí znít výsledek příliš dobře.

Zcela jinak než u zpěvu je třeba provést nastavení kompresoru pro nástroje, které mají ostrý, cinkavý náběh tónu, jako např. akustická kytara. Pokud totiž chcete tento charakteristický náběh zachovat, musíte náběhový čas prodloužit alespoň na 10 ms, jinak dochází k potlačení náběhu tónu, což výrazně otupí celkový zvuk. Doběh může být u těchto zvuků nastaven zhruba na 0,5 s; čím se ale jednotlivé tóny nebo akordy po sobě střídají rychleji, tím musí být tento čas kratší, aby nedocházelo k potlačení slabších tónů, které následují bezprostředně po tónech silnějších.

U elektrické kytary, která je buď lehce nakreslená nebo čistá, se kompresor využívá většinou jako efekt prodlužující jinak rychle doznívající tón (SUSTAINER). Zde se náběh nastavuje rychlejší a používá se dost výrazné omezení zisku (kompresní

poměr může být zhruba 5 : 1). Tak je možné dosáhnout dlouhého kulatého zvuku, u kterého však dochází v pauzách a při doznívání ke značnému zesílení oproti normálnímu stavu, čímž se stávají nápadnějšími nejen různé postranní efekty vznikající samotnou hrou, ale i různé šumy a brumy, které se naindukují do kytarových snímačů. U dvoucívkových snímačů není většinou situace tak kritická, horší je to u stratocasterů a dalších modelů, kde se jakékoli zdroje brumu projeví daleko výrazněji. Proto je v těchto případech nutné ještě předtím, než se budete snažit vylepšit situaci použitím expanderu, snížit veškeré interference na minimum, tzn. pokusit se umístit kytaristu co nejdál od síťových transformátorů, počítačových monitorů a dalších zdrojů rušení a zároveň ho otočit do takové pozice, kdy se do kytarových snímačů indikuje minimální množství brumu (někdy je až neuvěřitelné, jak obrovského zlepšení se dosáhne). Pokud je náběh tónu potlačen již příliš, je nutné náběhový čas o něco prodloužit, doba doběhu opět dost závisí na rychlosti hry.

U hodně přebuzených kytarových zvuků je komprese zvuku snímaného z reprobaxu poněkud nesmyslná, neboť dynamika signálu je zde takřka nulová a navíc obvody pro zkreslení fungují v určitém smyslu jako kompresor s extrémním stupněm komprese. Pokud se zde dá o nějaké kompresi vůbec hovořit, je to ta, kterou kytarista využívá jako součást multiefektového procesoru, a která je zařazena ještě před obvodem zkreslení a přebuzení zvuku.

U baskytary je nastavení kompresoru výhradně záležitostí stylu hry. U normálního způsobu hry trsátkem nebo prsty je možné nastavit delší čas náběhu, aby se zdůraznil počátek každého tónu obdobně, jako u akustické kytary. Při použití palcové techniky je komprese často nezbytná z toho důvodu, že dochází ke značným dynamickým rozdílům, u bezpražcové hry se využívá komprese, u které se může nastavení dost podobat efektu sustaineru. Čas doběhu je vždy nutné kontrolovat sluchem, aby nedocházelo k „pumpování" signálu (u pomalých skladeb může být poměrně dlouhý). Již dříve jsem se zmínil, že při krátkém času náběhu a doběhu může docházet na nízkých frekvencích ke zkreslení; v tomto případě je zapotřebí přidat čas držení (HOLD TIME) na 30 ms i víc. Pokud máte možnost použít jednotku s automatickým nastavením náběhu a doběhu, bývá to pro baskytaru často nejideálnější řešení, zvlášť tehdy, jestliže se způsob hry během skladby mění.

U bicích nástrojů se komprese využívá pro zpevnění zvuku jednotlivých bubnů a zvlášť v případech, kdy není technika hry příliš vyrovnaná, bývá zkomprimování signálů velmi užitečné. Pro začátek je možné nastavit kompresní poměr zhruba 5 : 1, náběhový čas může být kolem 10 ms (zdůraznění náběhu), doběh je záležitostí tempa skladby, neboť musí být rychlejší než nejkratší čas opakování jednotlivých úderů. Stupeň komprese je dobré nastavit tak, aby se na nejtišší údery uplatnilo pouze malé množství komprese, zatímco hlasitější údery jsou komprimovány silněji. Komprese použitá na velký a malý buben či na kotle může výrazně zhutnit a zpevnit zvuk, činely se v soupravě komprimují spíše výjimečně.

Při natáčení bubnů se při vhodné akustice studia využívá často tzv. prostorových mikrofonů, které přidávají bubnům přirozený prostor vytvořený hustými odrazy v místnosti. Signál z těchto prostorových mikrofonů (AMBIENCE MICS) se obvykle nepřimíchává ke zvuku jednotlivých bubnů v sadě přímo, ale spouští se pomocí





SIDE CHAIN vstupu na gejtu pouze ve chvíli, kdy daný buben hraje (podrobnější popis této techniky najdete v kapitole o gejtech). Právě tento prostor bývá silně komprimován, aby nedozníval ještě před uzavřením gejtu.

U syntetických zvuků není většinou žádná komprese zapotřebí, snad s výjimkou syntezátorů s přeladitelnými analogovými filtry, u kterých mohou vznikat různé rezonance, čímž dochází i ke krátkodobému zvýšení hlasitosti. Nastavení parametrů závisí v tomto případě opět na charakteru daného zvuku. Občas je nezbytné použít kompresi i při záznamu některých zvuků do sampleru. V případě, že budete chtít zvuk používat ve smyčce (LOOPING), musí být při takovém opakovaném přehrávání vzorku napojení konce a začátku provedeno ve stejné úrovni, jinak dochází k lupnutí, zlomu nebo jinému nepříjemnému a nežádoucímu efektu.

Pokud používáte kompresor k ochranným účelům ve funkci limitéru, je nutné ho nastavovat tak, aby docházelo k potlačení dynamiky pouze při špičkách, jinak má téměř vždy slyšitelný efekt na zvuk.

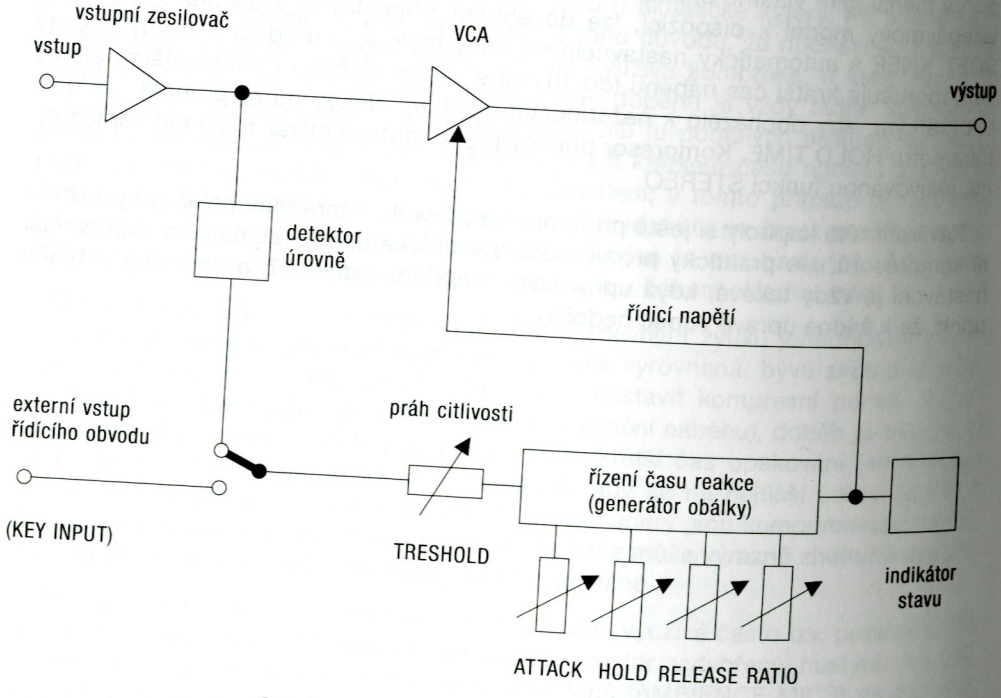
Při používání komprese na kompletní stereofonní mixáž je účelem především zvýšení průměrné hlasitosti; pokud se však nepoužívá modelů SPLIT BAND, dochází téměř vždy k více či méně zřetelnému efektu „pumpování" („dýchání"), což může být v některých případech akceptovatelné a v jiných naprosto nepřípustné. Proto se názory na tento způsob upravení nahrávky dost odlišují, a zatímco na jedné straně existují obhájci této techniky, najdete na straně druhé i její zapřisáhlé odpůrce (to platí v menší míře vlastně o jakémkoli používání procesorů v hudbě). Pokud nemáte vícepásmový model k dispozici, lze dosáhnout přijatelných výsledků s modelem SOFT KNEE s automaticky nastavitelnými časy reakce, u modelů s pevnými časy se doporučuje kratší čas náběhu (do 10 ms) s časem doběhu co nejkratším, ale ne tak krátkým, aby docházelo k nežádoucím efektům. Někdy může pomoci i přidání parametru HOLD TIME. Kompresor použitý pro kompletní mixáž musí mít samozřejmě aktivovanou funkci STEREO.

Závěrem této kapitoly si ještě připomeňme pravidlo, které platí nejen při používání kompresorů, ale prakticky pro veškeré dynamické úpravy signálu. Nejsprávnější nastavení je vždy takové, když upravovaný zvuk zní natolik přirozeně, aby vytvářel pocit, že k žádné úpravě vůbec nedošlo.

## 5.3 Expandéry a gejty

Expandér funguje na opačném principu než klasický kompresor; pod určitým prahem se zvuky zeslabují více, než by se zeslabovaly normálně, až v extrémním případě nastavení může dojít k jejich úplnému umlčení. Tento případ se nazývá gejtování a přístrojům pracujícím v tomto režimu říkáme gejty (GATE). Napsáno v češtině, nevypadá toto slovo nikterak vábně (takových případů je ostatně víc), je už ale poměrně zažité (jako např. sejf = SAFE) a častěji používané než šumová brána, šumové hradlo nebo podobné české ekvivalenty, které ani přesně nevystihují funkci tohoto přístroje. Vysvětleme si ale nejdříve, k čemu je takové řízení dynamiky pod prahem citlivosti dobré.

Nežádoucí šumy a brumy jsou problémem takřka ve všech oblastech nahrávání. Ať už jsou záležitostí elektronickou (syntezátory, procesory, magnetofonové pásky, špatné stínění, brum el. snímačů) nebo okolního hluku v nahrávacím prostředí (vrzání židlí, šelesty papíru), projevují se tyto zvuky občas velmi rušivě, zvlášť v tichých pasážích a hudebních pomlkách. Pokud se takový zvuk objeví přímo v hudbě, neexistuje prakticky žádná možnost jeho odstranění, aniž by nebyla nějak ovlivněna i hudba samotná, neboť je její nedílnou součástí a těžko můžeme po nějakém běžném přístroji chtít, aby sám od sebe rozhodoval, co v nahrávce zůstane a co z ní




*Obr. 81: Blokové schéma jednoduchého gejtu*





odstraní jako nežádoucí a nehudební složku signálu (výjimku tvoří složité počítačové programy na restauraci archivních nahrávek).

Elektronické hlídání tichých úrovní zpočátku fungovalo pouze jako prostý elektronický vypínač (staré filmy), kde se od určité úrovně dolů jednoduše zvuk odpojil. Teprve později došlo ke zdokonalení ve formě expandéru nebo gejtu s nastavitelnými časy reakce a dalšími parametry.

Náš sluch je naštěstí natolik tolerantní, že tiché šumy, brumy, lupance a další zvuky maskované přítomností hlasitějších tónů v převážné většině nevnímá. Přesto se tyto rušivé složky dají z velké části odstranit i z hlasitějších pasáží, ale jednotlivé signály musí být pro úpravu k dispozici ještě v individuálních stopách, protože po smíchání nahrávky je jejich odstranění již většinou nemožné (úplné ticho nastává jen velmi zřídka).

U zvuků nahraných samostatně ve stopách nastávají krátké či delší pauzy, ve kterých můžete za normálních okolností slyšet pouze ruchy v pozadí, brum nástrojového zesilovače, přeslech ze sluchátek a podobně. Ty se ve stopách DAW dají samozřejmě manuálně mutovat nebo použít automatickou detekci mezer mezi frázemi.

Expandery a gejty však našly v moderní hudbě brzy uplatnění nejen jako eliminátory rušivých zvuků, ale používají se i k vytvoření řady speciálních efektů, ať už samostatně, nebo ve spojení s dalšími přístroji.

### 5.3.1 Řídicí parametry

V případě automatického vypínání signálu pod určitým prahem bez dalších nastavitelných parametrů nastává řada problémů, zvlášť je-li práh citlivosti nastaven poměrně vysoko (useknuté zvuky atd.). Dokonce i v případě pouhého zapnutí a vypnutí šumu je tento postup značně necitlivý, protože náhlý nárůst nebo pokles jeho úrovně působí v nahrávce velmi nepřirozeně a upoutává na sebe pozornost.

Při používání obvodů VCA je možné stejně jako u kompresoru nastavit u expandéru nebo gejtu náběhový a doběhový čas. Náběhový čas určuje u gejtu dobu, která uplyne po překročení prahu citlivosti do jeho úplného otevření. Příliš rychlé otevírání může mít za následek slyšitelné lupnutí v náběhové fázi, zvlášť pokud signál obsahuje nízké frekvence a gejt se prudce otevře někde uprostřed cyklu signálové křivky (v těchto případech je nutné čas náběhu zpomalit natolik, aby k tomuto jevu nedocházelo).

Ještě důležitějším parametrem je u gejtu doběhový čas, který určuje, za jak dlouho se signál umlčí poté, co poklesne pod práh citlivosti. U některých modelů se můžete setkat rovněž s možností nastavení parametru HOLD, v tomto případě se jedná o čas, po který není umožněno gejtu, aby vstoupil do doběhové fáze, i když signál už poklesl pod práh citlivosti.

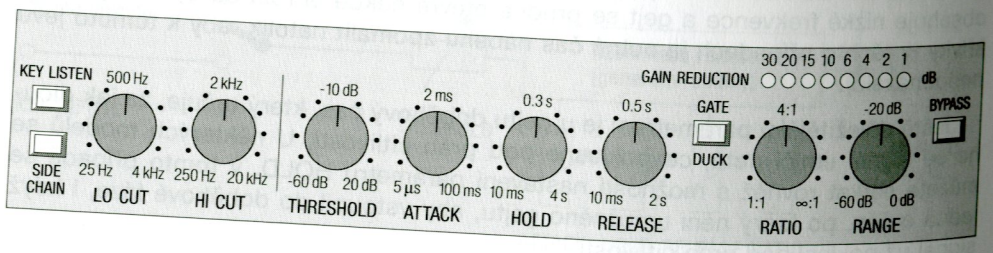
Pokud má jednotka k dispozici nastavení expanzního poměru (RATIO), nejedná se již o klasický gejt, ale o expandér. Expanzní poměr se udává obráceně než

u kompresoru, tzn. že číslo udávající stupeň expanze je v tomto případě až druhým údajem (např. 1 : 5). U expandéru nedochází pod prahem citlivosti k úplnému vypnutí signálu, ale signál je podroben redukci zisku. Jestliže se na vstup gejtu dostane signál, který nedosáhne nastaveného prahu citlivosti, je výsledkem úplné ticho, protože gejt se prostě neotevře. U expandéru ale slyšíte i zvuky pod prahem citlivosti, jenomže v menší úrovni než normálně.

Expanzní poměr 1 : 5 má například za následek, že každý decibel poklesu signálu pod práh citlivosti omezí výstupní signál o 5 dB. Tím se vlastně paradoxně rozšiřuje dynamický rozsah signálu často za účelem jeho snížení, protože od expandéru očekáváme spíše efekt, který potlačí slabé (rušivé) signály v nahrávce natolik, že nebudou vůbec slyšet. Pro skutečné rozšíření dynamického rozsahu, což je proces, který se využívá velmi zřídka, by vyhovoval poměr zhruba 1 : 1,5 s poměrně vysoko nastaveným prahem citlivosti.

Moderní expandery a gejty často obsahují podobná vylepšení jako kompresory. K dispozici jsou jak modely SOFT KNEE, které pracují tak, že čím je signál níž pod prahem citlivosti, tím je omezení zisku vyšší, tak jednotky s automatickým řízením náběhového a doběhového času. Takové přístroje provádějí redukci zisku pod prahem citlivosti mnohem citlivěji, než jednoduché gejty.

V současné době jsou k dispozici i gejtové jednotky s tzv. hysterezní funkcí, která je zvlášť užitečná v případě zpracování zvuků, které nedoznívají postupně, ale mají při doběhu zvlněný průběh. Jestliže signál v doběhové fázi poklesne pod práh citlivosti a potom ho během doznívání ještě jednou či několikrát překročí, může to způsobit krátkodobé opětné sepnutí gejtu (pokud není nastaven čas držení HOLD nebo velmi dlouhý čas doběhu), které připomíná nedokonalý kontakt nebo studený spoj v přístroji (angličané ho příznačně nazývají koktání – CHATTERING). Přístroje vybavené hysterezní funkcí nedovolují gejtu další otevření, pokud nepoklesne signál o určitou hodnotu níž, než je nastaven práh citlivosti. V praxi to vypadá tak, že existují prahy dva – jeden (vyšší) pro otevření a druhý (nižší) pro zavření gejtu. U akustických nástrojů mnoho takových zvuků nenajdete, ale např. syntezátory s amplitudovou modulací (LFO) nebo disonantní intervaly u přebuzených kytar mohou mít právě takový průběh. Velikost hystereze u těchto gejtů bývá většinou nastavena pevně bez možnosti dalšího ovládání.




*Obr. 82: Typické ovládací prvky expandéru/gejtu (duckeru)*





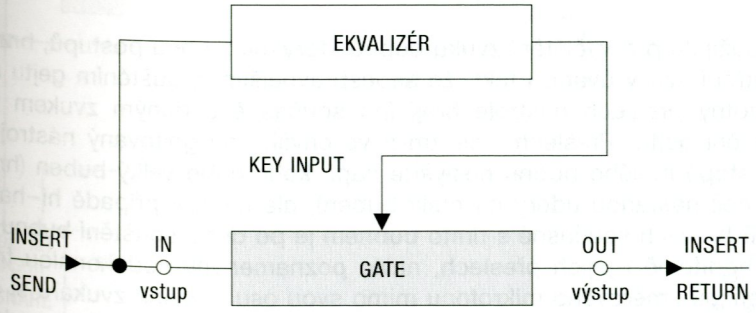
## 5.3.2 Úpravy bicích nástrojů

Protože sada bicích nástrojů je vlastně několik akustických nástrojů umístěných v těsné blízkosti vedle sebe, bývá odstranění přeslechů z jednotlivých bubnů a dalších částí bicí soupravy velkým problémem. Je ale často nezbytné z toho důvodu, aby úpravy (korekce, dozvuk atd.) použité na konkrétní buben neovlivňovaly i další nástroje v sadě, sejmuté stejným mikrofonem (přeslech). Vhodně nastaveným časem doběhu se dá navíc odříznout drnčení nebo hučení, které nastává bezprostředně po úderu.

U takto snímaných bicích nástrojů (CLOSE MIKING) dochází velmi často ke stavu, kdy je velmi obtížné nastavit na gejtu správný práh citlivosti, zvlášť pokud bubeník hraje dynamicky. Při zapojení gejtu např. na malý bubínek může při tišších úderech přicházet na jeho vstup stejně hlasitý (nebo dokonce hlasitější) signál z hi-hatky nebo dalších nástrojů v bicí soupravě. Při klasickém zapojení se občas gejt otevírá i těmito zvuky, což se sice za určitých okolností může v mixáži zamaskovat, ale pokud je zvuk nastavený na dost vysokou hlasitost a navíc „přikrášlen" značným množstvím dozvuku či jiných efektů, stává se toto nechtěné spouštění velkým problémem.

Ve studiové praxi existují minimálně dvě řešení, jak dosáhnout uspokojivého zlepšení. Stejně jako kompresor, má i většina gejtů a expandérů možnost přístupu do řídícího obvodu (SIDE CHAIN INPUT, KEY INPUT). Používáme-li gejt pouze pro potlačení šumu, nemá vyvedení vstupu řídícího obvodu prakticky žádný význam, slouží-li však gejt k odstranění přeslechů z jiných nástrojů (což je jedna z jeho nejčastějších aplikací), bývá tato funkce využívána velmi často.

První způsob řešení spočívá v tom, že se do řídícího obvodu zařadí nějaký korekční filtr, kterým odladíme z daného zvuku frekvence nástrojů, způsobujících při spouštění největší problémy. Jinak řečeno, filtr se nastaví tak, aby spouštěný nástroj hrál co nejhlasitěji (byť má po úpravě sebeodpornější zvuk), zatímco ostatní zvuky jsou potlačeny na maximální možnou úroveň. Tak se dá velmi dobře odstranit např. hi-hatka odříznutím vrchního pásma (pozor, vzhledem k tomu, že používání

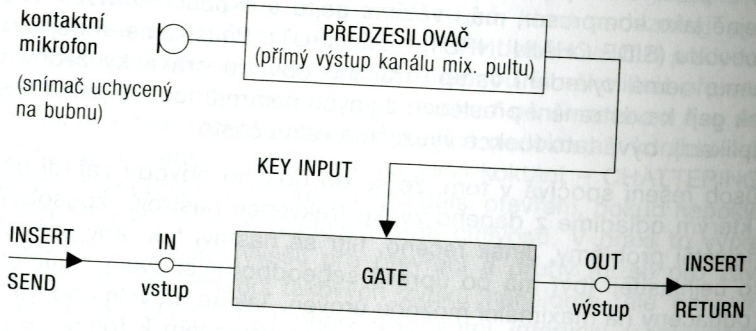



*Obr. 83: Zapojení ekvalizéru při frekvenčně závislém nastavení řídícího obvodu gejtu*

filtrů má za následek fázový posuv signálu a tím i jeho zpoždění, může mít extrémní odříznutí vrchního frekvenčního pásma za následek zpožděné sepnutí), velký buben potlačením pásma spodního, silný kotel vyříznutím frekvence, na kterou je naladěn, atd. Stejně jako v případě využívání externího vstupu řídicího obvodu u kompresoru, i zde je zapotřebí si uvědomit, že jakoukoli korekční či jinou úpravou zvuku v řídicím obvodu nikterak neovlivňujeme samotnou barvu nástroje, ale pouze jeho spouštění.

Aby se zjednodušilo propojení, má hodně přístrojů v řídicím obvodu filtr již zabudován, takže po jeho aktivování (bývá to strmá dolní a horní propust) je možné naladit zvuk již popsaným způsobem. K dispozici bývá také tlačítko, které nám umožňuje tento řídicí signál poslouchat (KEY LISTEN, SIDE CHAIN LISTEN).

Druhou možností, jak se vyhnout problémům s falešným spouštěním, je použití kontaktních snímačů namontovaných na korpus nebo blánu nástroje, které se připojí do vstupu řídicího obvodu. Tak se nejen výrazně omezí jakékoli přeslechy v řídicím obvodu, ale ke spuštění gejtu dochází ještě o nepatrnou dobu dříve, než zvuk bubnu dorazí k mikrofonu. Nabídka těchto TRIGGER snímačů pro bicí nástroje je bohatá, neboť se používají rovněž ke spouštění vzorků ze sampleru nebo zvukového modulu pomocí MIDI převodníku.




*Obr. 84: Spouštění gejtu pomocí kontaktních snímačů*

Ať už použijete pro vyčištění zvuku bubnů kterýkoli z obou postupů, brzy zjistíte, že je zapotřebí vzít v úvahu i fakt, že sebesprávnějším spouštěním gejtu se neodstraní samotný přeslech nástroje hrajícího současně s daným zvukem právě ve chvíli spuštění gejtu. Přeslech sice zmizí ve chvíli, kdy gejtovaný nástroj nehraje, tzn. že ve stopě malého bubnu neslyšíte např. kotle nebo velký buben (hrající v jinou dobu než nastanou údery na malý buben), ale např. v případě hi-hatky nebo činelu RIDE hraných současně s tímto bubnem je po dobu spuštění bubnu součástí zvuku pochopitelně i jejich přeslech, navíc poznamenaný nedokonalou frekvenční charakteristikou směrového mikrofonu mimo svou osu. Většina zvukařů si s tím příliš hlavu neláme a tuto nedokonalost při snímání bicích bere jako fakt, se kterým se prostě počítá (tento efekt můžete slyšet i na nahrávkách z renomovaných studií).



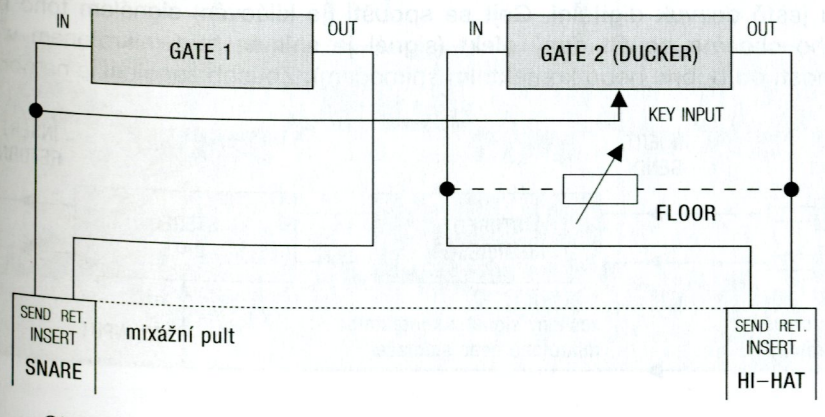


Přesto existuje jistá technika, kterou lze částečně daný efekt eliminovat. Využívá se k tomu dalších funkcí, které jsou u některých modelů k dispozici – v režimu DUCKING je aktivováno inverzní řízení prahu citlivosti, což znamená že signál, který překročí nastavený práh, způsobí, že se gejt namísto otevření zavře; funkce FLOOR nebo RANGE, umožňuje nastavení určité signálové úrovně, která prochází gejtem trvale, tzn. i v době úplného uzavření gejtu (jde vlastně o obdobu funkce BYPASS, kde lze regulovat úroveň). Pomocí těchto dvou doplňků lze vytvořit obrácený dynamický efekt, kdy jsou nejhlasitější zvuky potlačeny tak, že se dostanou pod úroveň tišších signálů.

Při snímání malého bubnu, kdy narůstá hlasitost hi-hatky při sepnutí gejtu právě o přeslech, ke kterému dochází u mikrofonu malého bubínku, se potom zapojí gejt i na mikrofon od hi-hatky, ale tak, aby fungoval v režimu DUCKING, a spouští se ze stejného signálového zdroje (signál z malého bubnu do vstupu SIDE CHAIN) jako je spouštěn gejt malého bubnu. Oba gejty se nastaví identicky, ale na gejtu pro hi-hatku fungujícím v režimu DUCKING se nastaví úroveň signálu, která prochází gejtem stále (FLOOR). Při otevření gejtu na malém bubnu potom poklesne i úroveň signálu z mikrofonu snímajícím hi-hatku na hlasitost nastavenou prvkem FLOOR.

Dokonalost tohoto technicky poměrně složitého řešení je však do jisté míry omezena nejen množstvím efektu použitého na úpravu malého bubínku, ale i určitým posuvem ve stereu, ke kterému dochází, jestliže je signál z hi-hatky nasměrován výrazně jinam než signál z bubnu.

Obdobný problém s přeslechy existuje i u činelů (zejména RIDE), které „prolézají" často v dost velké míře nejen do malého bubínku, ale i do nejbližších kotlů. Mnohem jednodušší řešení než použití popsané techniky však může přinést samotný bubeník rozmístěním nástrojů v soupravě (zvětšení vzdálenosti – činely výš, hi-hatka dál; co je však dobré pro zvuk, nemusí být vyhovující pro danou techniku hry), nebo osazením soupravy speciální sadou činelů pro studiové použití (kvalitní, ale tišší zvuk). Přeslech se dá o něco snížit i výběrem směrovějších mikrofonů a jejich konkrétním umístěním (i když často na úkor kvality zvuku).

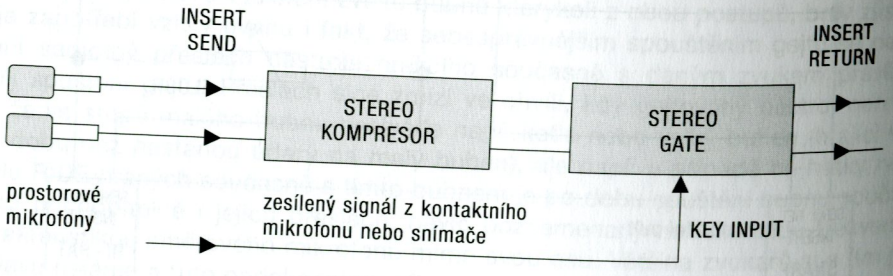



*Obr. 85: Omezení úrovně hi-hatky při sepnutí přeslechu z malého bubnu*

Pokud žádný z popsaných způsobů odstranění přeslechů nepřináší žádoucí výsledky, je prakticky jediným řešením nahrát samostatný buben do sampleru a úderem bubeníka tento vzorek spouštět (k moderním řešením v DAW patří například program DRUMAGOG). Zatímco někteří producenti by ani jinak nepracovali, jiní by se k tomu naopak nikdy „nesnížili", neboť takto spouštěný buben už začíná v některých případech připomínat bicí automat a z nahrávky se ztrácí efekt živě hraného nástroje, kde je každý úder kvalitativně zcela odlišný.

V určitých hudebních žánrech (např. jazz) je diskutabilní, zda vůbec nějaké gejtování u bubnů použít, neboť při některých dynamických způsobech hry je správné spouštění téměř nemožné a přináší více problémů než užitku, navíc je při soustředěném poslechu téměř vždy slyšet.

Další úpravou zvuku bicích pomocí gejtu, která nemá již nic společného s odstraňováním přeslechů, je vytvoření tzv. gejtovaného dozvuku bubnu, který zejména na malý bubínek dosáhl v nahrávkách POP–MUSIC osmdesátých let značné obliby. Zde se gejt nepoužívá na přímý zvuk, ale pro úpravu dozvuku, jehož přirozené dozvívání se po určitém čase gejtem ostře odřízne, čímž vzniká celkově agresivnější zvuk a pocit větší hlasitosti bubnu (odříznutím konce dozvuku vzniká mezi jednotlivými údery chvíle ticha, vytvářející větší kontrast). U většiny moderních dozvukových jednotek je tento gejt již součástí programové nabídky a není jej třeba zapojovat zvlášť.

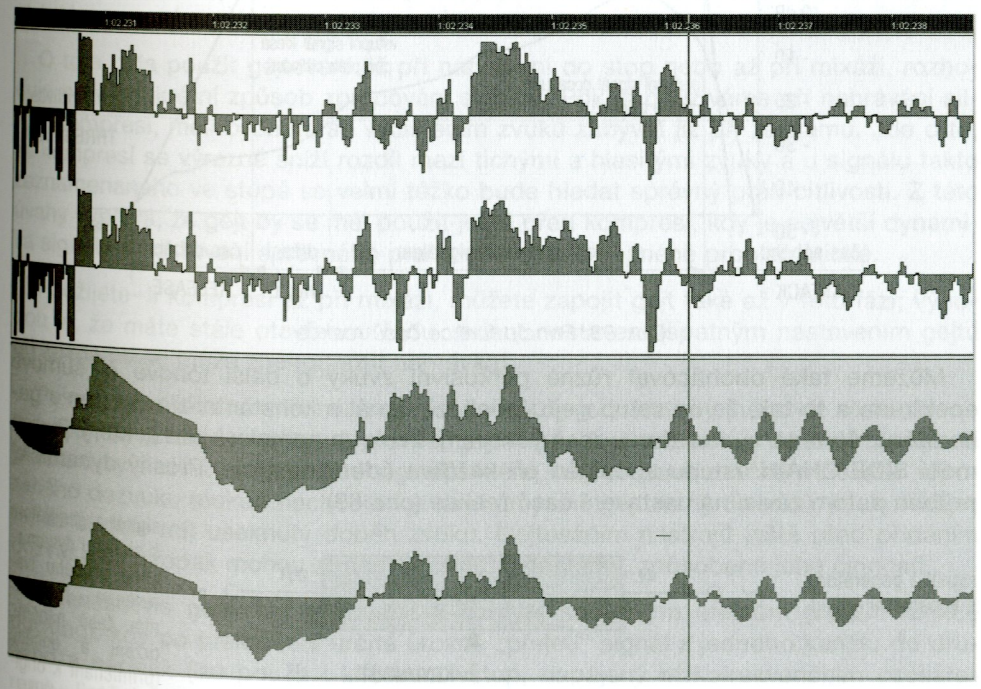
Pokud se při nahrávání bicích nástrojů využívá přirozený dozvuk místnosti, je možné vytvořit gejtovaný dozvuk rovněž, a to s použitím následující techniky. V určité vzdálenosti od soupravy se rozestaví stereofonní dvojice mikrofonů, snímajících živé prostředí. Tento signál se značně zkomprimuje, aby byla signálová úroveň během otevření gejtu co nejvyšší a přivádí se do gejtu, který musí pracovat ve stereofonním režimu, aby nedocházelo k nežádoucímu posuvu stereofonního obrazu (oba mikrofony jsou gejtovány současně). Náběhové a doběhové časy na gejtu se nastaví co nejkratší, doba držení gejtu (HOLD TIME) se nastaví na takový čas, který je nezbytný ke vzniku dozvuku (cca 100 až 300 ms). Jinou možností je nastavit dobu, po kterou je gejt otevřen, na delší čas, než je čas dozvuku dané místnosti, a přidat k němu ještě dozvuk digitální. Gejt se spouští (je klíčován) signálem toho bubnu, u kterého chceme použít daný efekt (signál je snímán buď mikrofonem v těsné vzdálenosti od bubnu nebo kontaktním snímačem). Způsob zapojení je na obr. 86.

*Obr. 86: Vytvoření přirozeného gejtovaného prostoru*





I když výše popsaná technika zní velmi dobře zejména na malý buben, není to jediný způsob, jak lze přirozený, kvalitní prostor studia využít. I zvuk bubnů, natočený v relativně „mrtvém" prostoru malého studia nebo v oddělené kabině pro snímání bicích nástrojů lze později upravit obdobným způsobem, a to tak, že se přehrává z monitoru v živém prostoru studia, kde se opět snímá stereofonní dvojicí mikrofonů a pak přimíchává k původnímu signálu. Tento prostor je opět možné dynamicky zpracovat obdobným způsobem jako v případě živého hraní. Popsaným způsobem lze upravovat i vzorky bubnů ze sampleru nebo zvukového modulu, aby se dosáhlo přirozenější zvukové atmosféry.

Na obr. 87 je porovnání průběhu náběhů malého bubnu (prvních osm milisekund) dvou různých nahrávek. Přestože se v obou případech jedná o špičkové akustické nástroje evidentně poznamenané kompresí, zní vrchní náběh mnohem razantněji, protože obsahuje velké množství strmých, rychle a nepravidelně se měnících průběhů signálové křivky, které podporují agresivní charakter zvuku (zvuk připomíná spíš výstřel z pistole než klasický úder do bubnu). Můžeme se jen domýšlet, jak toho známý americký zvukař dosáhl: ekvalizérem a zkreslením, časovým předsunutím spodního mikrofonu, speciální gejtovací a kompresní technikou, nějakým procesorem na bicí nástroje, přimícháním externích signálových složek k původnímu zvuku, odděleným zpracováním náběhové hrany, kombinací několika výše uvedených metod či nějakými dalšími triky a procesy?



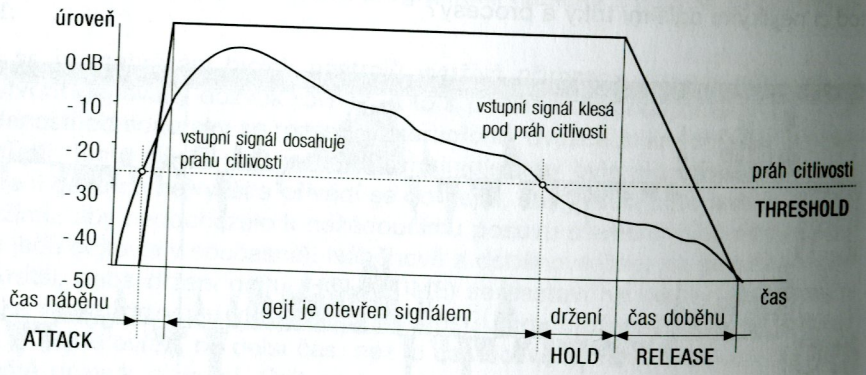
*Obr. 87: Porovnání průběhu náběhů malého bubnu (prvních 8 ms)*

## 5.3.3 Další využití gejtů

Jedním z nejběžnějších využití gejtů bývalo odstranění šumu ze stop vícestopého magnetofonu v okamžiku, kdy nebyl ve stopě zaznamenán žádný užitečný signál. Vypnutí zbytečně šumících stop bylo dost důležité, neboť šum z jednotlivých stop se sčítal a např. při čtyřiadvacetistopém záznamu se stával značným problémem. Pro tento způsob využití se prodávaly speciální gejty, kde v jednom racku bylo umístěno až osm jednotek s parametry nastavenými ideálně pro tento účel (minimum ovládacích prvků).

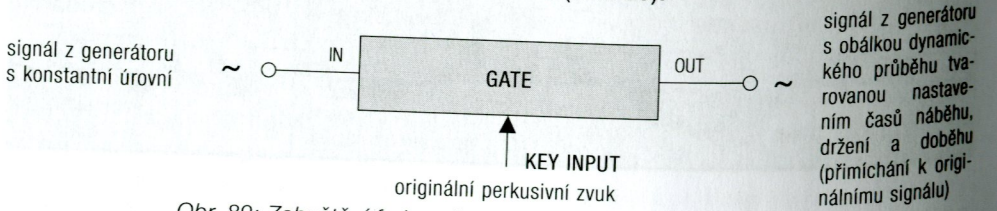
Při všeobecném využívání gejtů pro účely odfiltrování šumů a ruchů platí pravidlo nastavit práh citlivosti co možná nejníž (tak, aby nebyl gejt spouštěn nežádoucím signálem), a teprve potom se zabývat nastavením časů reakce. Náběh by měl být co nejrychlejší, aniž by docházelo ke kliksům v náběhové fázi, čas doběhu (event. držení) je třeba nastavit tak, aby zvuk doznával přirozeně.

Dostatečný rozsah nastavitelných hodnot také umožňuje vytvořit zcela jinou obálku, než má původní zvuk. Například nastavením dlouhého náběhového času dostane perkusivní zvuk měkký táhlý náběh, čímž se zcela změní jeho charakter. Tímto způsobem lze měnit průběh obálky podobně jako u syntezátorů, zvlášť pokud využijeme klíčovací vstup gejtu.




*Obr. 88: Princip funkce časů reakce*

Můžeme také obohacovat různé perkusivní zvuky o další tónové či šumové spektrum, a to tak, že na vstup gejtu přichází signál s konstantní úrovní (tón z generátoru, šum ze syntezátoru, zasmyčkovaný zvuk ze sampleru atd.), který je pomocí SIDE CHAIN vstupu spouštěn při každém úderu nástroje. Přesný dynamický průběh potom závisí na nastavení časů reakce (obr. 89).




*Obr. 89: Zahuštění frekvenčního spektra perkusivního nástroje*





Obdobným způsobem lze také zpevnit nepřesně zahranou baskytaru u skladby, kde se její tóny shodují s velkým bubnem. Nástupy tónů baskytary, která prochází gejtem, se klíčují signálem z velkého bubnu připojeného do vstupu řídicího obvodu. V tomto případě zazní nástup tónu současně se signálem z velkého bubnu, i když ho basista zahraje nepatrně dříve. Doznění tónu samozřejmě závisí na nastavení doběhu.

Jednotky, které jsou vybavené ovládacím prvkem FLOOR, nám kromě již popsaného způsobu využití u bicích nástrojů nabízejí i další možnosti. Např. při nahrávání nástroje v určitém prostoru, který zní sice dobře, ale je ho v nahrávce příliš, se nastavením parametru FLOOR docílí stavu, kdy bude při vypnutí gejtu prostor doznívat, ale v nižší úrovni. Stejným způsobem lze potlačit silnou kulisu v pauzách při nějakém rozhovoru (rušná ulice, dílna apod.).

Při gejtování stereofonního signálu je třeba stejně jako v případě komprese aktivovat stereofonní funkci (STEREO, LINK, SLAVE), aby se oba kanály zapínaly a vypínaly stejně i v době, kdy je signál v jednom kanálu silnější, aby nevznikal posuv stereofonního obrazu.

Pro indikaci stavu gejtu se často využívají led–diody, které svým uspořádáním připomínají semafor. Červená led–dioda indikuje stav, kdy je signál v řídicím obvodu pod prahem citlivosti, žlutá indikuje aktivní stav obvodu HOLD nebo RELEASE a zelená se rozsvěcí tehdy, je–li řídicí signál nad prahem citlivosti. Expandery mívají indikaci obdobnou jako kompresory, aby bylo možné kontrolovat, do jaké míry dochází k omezení signálu pod prahem citlivosti.

O tom, zda použít gejtování již při nahrávání do stop nebo až při mixáži, rozhoduje opět konkrétní způsob zpracování signálu. Pokud používáme při nahrávání silnou kompresi, měli bychom se vyčištěním zvuků zabývat již při záznamu. Jde o to, že kompresí se výrazně sníží rozdíl mezi tichými a hlasitými zvuky a u signálu takto zaznamenaného ve stopě se velmi těžko bude hledat správný práh citlivosti. Z této úvahy vyplývá, že gejt by se měl použít ještě před kompresí, kdy je největší dynamika signálu a nastavení správného prahu citlivosti je nejméně problematické.

Použijete–li kompresi až při mixáži, můžete zapojit gejt také až v této fázi; výhodou je, že máte stále otevřenou řadu variant nastavení (špatným nastavením gejtu při záznamu se může znehodnotit nahrávka).

Pokud nahráváte několik nástrojů současně do jedné stopy (nebo do stereofonního páru), bývá někdy nezbytné provést gejtování již při záznamu. V každém případě je dobré vyvarovat se gejtování signálů, které mají přidané značné množství přirozeného dozvuku (pokud nechcete vytvářet úmyslně gejtovaný dozvuk), jinak riskujete, že budete mít useknutý doběh zvuku. Gejtováním nástrojů ještě před přidáním dozvuku se naopak mohou ztrácet drobné nedostatky, způsobené jeho činností.

Vícenásobné gejty lze využívat i k různým směrovým efektům (využití funkce ducking), kdy po překročení určité úrovně „přeletí" signál z jednoho kanálu do druhého a naopak (lze použít i klíčovací vstup, napájený nízkofrekvenčním oscilátorem). Jistě i vás napadne řada dalších možností využití těchto přístrojů, jak pro vyčištění zaznamenaných stop, tak pro vytváření dalších speciálních efektů.

## 5.4 Dynamické šumové filtry

Jak už napovídá samotný název, dynamické šumové filtry (DYNAMIC NOISE FILTERS) se používají k obdobnému účelu jako obyčejné gejty, s tím rozdílem, že jejich činnost umožňuje za určitých podmínek zamaskovat šum i v přítomnosti užitečného signálu. Tyto přístroje, známé rovněž jako DENOISERY („odšumovače"), patří do kategorie tzv. SINGLE ENDED NOISE REDUCTION. Tento termín je vyjádřením skutečnosti, že zde nedochází ke kódování a dekódování signálu jako u klasických šumových redukcí (KOMPANDERY) používaných při záznamu do pásu, ale že se jedná o zařízení, které omezuje šum přímým průchodem signálu (vložení do signálové cesty).

Princip činnosti spočívá v omezení vysokých frekvencí při poklesu signálové úrovně. Na první pohled se tedy nejedná o nic závratně dokonalého, pokud si však zašumělý signál zpracovaný kvalitním denoiserem poslechnete, budete překvapeni, do jaké míry zmizel šum, aniž by došlo ke zjevným úbytkům jasu v horním frekvenčním pásmu (ke ztrátě na výškách). Souvisí to s prostým faktem, že většina přirozených zvuků je bohatá na vyšší harmonické frekvence především ve svém počátku, kdy je nejvyšší amplituda signálu (šumy jsou zamaskované), ale při doznívání mizí vyšší frekvence rychleji. Je-li tedy během fáze doznívání zvuku signál ořezán na výškách, odfiltruje se z něho přebytečný šum, zatímco jeho kvalita zůstává v podstatě nezměněna.

Dynamický filtr (dolní propust), může být u některých modelů kombinován s denoiserem (expandérem, který má zvláštní režim nastavení pro nejnižších signálové úrovně).

Dynamicky řízený dolnopropustní filtr umožňuje procházet nižším frekvencím stále, zatímco vyšší frekvence odfiltruje v závislosti na daném hudebním materiálu. Jednodušší filtry mají pevně nastavitelné frekvence, na kterých dochází k odříznutí vrchního spektra, a jsou tedy řízené pouze dynamikou signálu. Dokonalejší modely posouvají automaticky tuto frekvenci v rozsahu zhruba 500 Hz až 20 kHz (zde je šum nejvíce patrný), v závislosti na přesném frekvenčním spektru právě přicházejícího signálu. Tento přístup je mnohem dokonalejší, protože u signálů s nízkým obsahem vrchního spektra omezuje dynamický filtr jakýkoli šum již ve středním pásmu tím, že se neotevírá naplno, jako v případě signálu s vyšším obsahem harmonických složek. Jednotlivé modely se liší především provedením obvodů sledujících signálovou úroveň (RMS, PEAK), popřípadě spektrální složení signálu. Často bývá k dispozici jak manuální, tak automatická funkce pro nastavování časů doběhu a dalších parametrů.

Provedete-li správné nastavení sekce filtru, můžete aktivovat i expandérovou sekci a potlačit tiché zvuky (brumy) v oblasti dolnofrekvenčního pásma (dlužno podotknout, že se to provádí mnohem snadněji, než u signálů beznadějně šumících v celém frekvenčním rozsahu). Expandér jako součást denoiseru mívá obdobné vybavení jako klasické modely (THRESHOLD, RATIO, RELEASE).





Aby bylo umožněno co nejsprávnější nastavení, jsou obě sekce vyřaditelné (BYPASS, IN-OUT) z činnosti nezávisle na sobě a mívají i oddělenou optickou kontrolu (indikace potlačení zisku u expandéru a indikace frekvence, od které dochází k potlačení), stejně jako funkci STEREO.

Samostatnou kapitolu omezovačů šumu i dalších interferencí tvoří dynamické šumové filtry používané v DAW. Nastavením či načtením průběhu frekvenčního spektra, které budete chtít potlačit, vhodného prahu citlivosti, charakteristického náběhu a dalších parametrů, se dají velmi citlivě vyčistit interference v celém audiospektru.

Na obr. 71 barevné přílohy je zobrazeno prostředí jednoduchého a účinného procesoru pro potlačení šumu od firmy Waves. Načtením tzv. šumového profilu se automaticky nastaví frekvenční průběh interferenční křivky (bílá statická křivka). Vstupní i výstupní signál je v reálném čase přehledně analyzován prostřednictvím červené a zelené křivky. Odstraněné složky audiosignálu lze monitorovat zvlášť.

## 5.5 Dynamické ekvalizéry

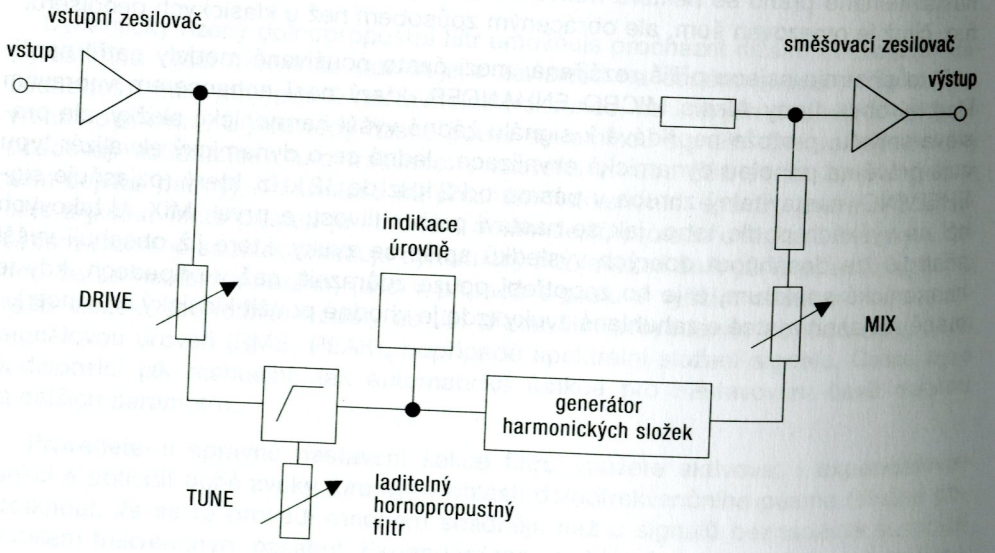
Obdobou dynamických filtrů jsou i dynamické ekvalizéry fungující přesně na opačném principu. V tichých pasážích není signál nijak ovlivňován, zatímco od určitého nastavitelného prahu se některé frekvence zesilují. Většinou se jedná o vrchní pásmo, čímž je omezován šum, ale obráceným způsobem než u klasických denoiserů.

Tyto přístroje nejsou příliš rozšířené; mezi často používané modely patřil například výrobek firmy Alesis MICRO ENHANCER, který není enhancerem v pravém slova smyslu, protože nepřidává k signálu žádné vyšší harmonické složky, ale pracuje právě na principu dynamické ekvalizace. Jedná se o dynamický ekvalizér typu SHELVING, nastavitelný zhruba v pásmu od 2 kHz do 12 kHz, který rozjasňuje signál na výškách podle toho, jak se nastaví práh citlivosti a prvek MIX. U takových přístrojů lze dosáhnout dobrých výsledků spíše se zvuky, které již obsahují vyšší harmonické spektrum, a je ho zapotřebí pouze zdůraznit, než v případech, kdy je nutné rozjasnit matné a zahuhlané zvuky (zde je vhodné použít klasický enhancer).

# 5.6 Enhancery

Stejně jako ekvalizéry, slouží i psychoakustické enhancery ke změně subjektivní kvality zvuku, ale místo potlačování nebo zesilování úrovně harmonických složek přímo obsažených v signále dochází ke vzniku nových harmonických frekvencí, které se v malém množství přimíchávají k původnímu zvuku. V praxi se to provádí tak, že se střední a vyšší frekvence vstupního signálu používají k vytváření řízeného zkreslení, čímž se nové harmonické frekvence generují. Výsledkem přidání těchto harmonických složek k původnímu signálu v rozumném množství je projasnění zvuku, zvýšení jeho průzračnosti, průraznosti, a tím i subjektivní hlasitosti. Možná se může zdát poněkud paradoxní, že přidáním určitého zkreslení zní signál čistěji, ale v tomto případě tomu tak skutečně je. Přístrojům fungujícím na tomto principu se také často říká excitery, neboť první enhancer vyvinutý americkou firmou APHEX se nazýval AURAL EXCITER (na tento název získala firma i patent).

Podíváte-li se na blokové schéma klasického enhanceru, vidíte, že se vstupní signál přivádí přes nastavitelnou horní propust do generátoru harmonických frekvencí. Filtr bývá přeladitelný zhruba v rozsahu 1,5 až 6 kHz. Po průchodu filtrem je signál zpracováván v nelineárním obvodu, kde vznikají nové harmonické složky, ale vzhledem k činnosti horní propusti dochází i k nevyhnutelným fázovým posuvům, které rovněž významným dílem přispívají k celkovému výsledku. Na výstupu generátoru harmonických se používá většinou i určitý stupeň komprese pro obohacení zvuku s perkusivním charakterem. Protože je úroveň signálu procházejícího filtrem do generátoru harmonických poměrně kritická, je k dispozici rovněž ovládání řídící úrovně (DRIVE), které je zpravidla možné kontrolovat na nějakém indikátoru.




*Obr. 90: Blokové schéma typického enhanceru*





Nastavení filtračního obvodu ovlivňuje rozsah pásma, ve kterém vznikají nové harmonické frekvence. Při nastavení filtru např. na 2 kHz vznikají nové harmonické složky již od 4 kHz nahoru (2. harmonická), což vede k poměrně ostrému a agresivnímu zabarvení zvuku. Na druhé straně, posunutím filtru až např. na 6 kHz vznikají další harmonické složky až od 12 kHz, čímž se signál pouze nepatrně rozjasní. Nastavení vhodné frekvence filtru závisí tedy na typu zpracovávaného signálu a především na výsledku, který od úpravy očekáváme.

## 5.6.1 Zapojení

Přítomnost prvku MIX na předním panelu přístroje často vede některé uživatele k mylnému přesvědčení, že enhancer patří do kategorie efektových procesorů, a zapojují ho k mixážnímu pultu stejným způsobem jako např. dozvukové jednotky, tj. do efektové smyčky řízené z pomocných výstupů AUX (asi by se tomu předešlo, kdyby firmy vyrábějící enhancery označily prvek ovládající množství harmonických složek jinak než MIX). U enhancerů se tímto ovládacím prvkem v žádném případě nenastavuje poměr mezi přímým zvukem a efektem, jak je tomu u efektových jednotek. Většina modelů počítá se smícháním původního zvuku s novými harmonickými složkami právě uvnitř jednotky, neboť je nutné, aby se harmonické frekvence přidávaly zpět k původnímu signálu ve správné fázi. Jejich odesílání odděleně přes mixážní pult má za následek fázové disproporce mezi upraveným a přímým signálem, což vede k tomu, že po takovém sloučení nemusí vyjít výsledek vždy podle očekávání. Proto zařazujte enhancer vždy do signálové cesty tak, aby míchání probíhalo přímo v přístroji (nejlépe pomocí inzertních bodů individuálních kanálů či skupin).

## 5.6.2 Nastavení

Při nastavování enhanceru se doporučuje postupovat tak, že prvkem MIX efekt nejprve záměrně přeženeme, abychom slyšeli naprosto přesně, co se děje s barvou nástroje, když přelaďujeme filtr (TUNE).

Protože indikátor řídicího napětí pro generátor harmonických je umístěn až za filtrem, je celkem logické, že nastavení filtru bude částečně ovlivňovat i úroveň řídicího signálu. Po každém přeladění filtru je tedy nutné znovu provést nastavení řídicí úrovně (DRIVE). Indikace se často provádí tříbarevnou led-diodou, kdy zelená signalizuje přítomnost řídicího signálu v generátoru harmonických, efekt je však velmi slabý a jemný, žlutá signalizuje stupeň, kdy generátor pracuje s velkou účinností, poblikává-li červená, je pravděpodobné, že již bude docházet ke slyšitelnému zkreslení. Po doladění nastavíme prvek MIX zpět na rozumnou úroveň efektu.

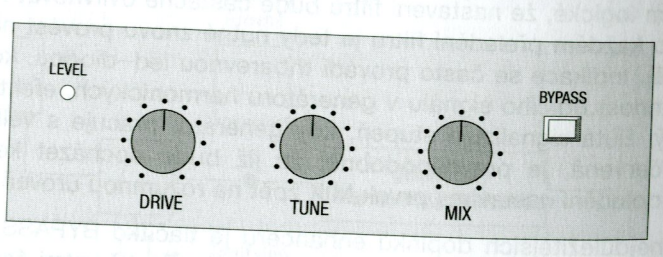
Jedním z nejdůležitějších doplňků enhanceru je tlačítko BYPASS, pro možnost porovnání původního a obohaceného signálu. Stává se totiž velmi často, že ucho si na přírůstek výšek rychle zvykne a po delší práci dochází snadno k přehnání efektu. Je zcela normálním jevem, že zvuk, který se zdá po celodenním nastavování v pořádku, se může druhý den čerstvým uším jevit jako nesnesitelně ostrý nebo hrubý.

### 5.6.3 Použití

Provedení enhancerů bývá většinou dvoukanálové, protože se počítá s používáním ve stereu (identické nastavení ovládacích prvků na obou kanálech). Jednotlivé modely se od sebe dost výrazně zvukově odlišují, na což má vliv především nastavení poměru lichých a sudých harmonických (sudé většinou znějí v hudbě příjemněji).

S pomocí enhancerů se dá i v malém komerčním studiu dostat jasný, průrazný zvuk i z méně kvalitních nástrojů (nebo jejich horšího sejmutí při použití lacinějších mikrofonů), které by se jinak v nahrávce těžko prosazovaly, a i přes úpravu ekvalizérem by zněly poměrně tupě. Enhancer lze sice s úspěchem využít i na úpravu kompletní mixáže (naladění na vyšší frekvenci), mnohem výhodnější je však zařadit ho do procesu již při nahrávání jednotlivých stop, kdy je možné provést vhodnější naladění filtru. Upravením pouze těch nástrojů, které úpravu vyžadují, se zachovává mnohem větší barevnější kontrast mezi jednotlivými zvuky, a tím i jejich čitelnost. Při úpravě kompletně smíchaného snímku je nutné použít enhancer velmi umírněně, aby nebyla nahrávka celkově příliš ostrá, stejně jako při úpravě starších znehodnocených nebo tupých nahrávek, či při „oživení" zvuku při analogovém kopírování (ztráty na výškách). V těchto případech se doporučuje používat enhancer společně s dynamickým šumovým fitrem, aby nedocházelo k výraznému zvyšování šumu již přítomného v nahrávce.

Protože je enhancer možné využívat i na rozjasnění matně znějícího dozvuku, bývá často doplňkem i různých multiefektových procesorů. Ať už ho použijete pro získání cinkavějšího zvuku u činelů nebo akustických kytar, na intimnější zvuk vokálů, rozšíření akustického spektra syntetických nebo samplovaných zvuků, rozjasnění smyčcových nástrojů či zdůraznění attacku u perkusivních zvuků, zostření saxofonu či celé dechové sekce nebo na další aplikace při nahrávání, mějte vždy na paměti, že přehnáním tohoto efektu dochází k narušení přirozeného zvuku nástroje, a proto je nutná velmi častá kontrola pomocí tlačítka BYPASS, stejně jako pravidelné krátké přestávky, kterými se předchází rychlé sluchové únavě a ztrátě citlivosti sluchu ve vrchním akustickém spektru.




*Obr. 91: Typické oládací prvky enhanceru*





### 5.6.4 Úprava spodních pásem

Kromě klasických enhancerů, které slouží k obohacení vrchního akustického spektra o nové harmonické frekvence, existuje v současné době i řada procesorů, které rozšiřují či dynamicky optimalizují rovněž pásma spodní. Jedná se buď o vytváření nových subharmonických frekvencí, nebo o frekvenční a fázovou úpravu hlubokých tónů v závislosti na obsahu basových složek ve vstupním signálu, někdy i s využitím dynamického procesu; často se jedná o kombinaci několika metod.

Součástí těchto přístrojů bývá i enhancer pro horní akustické spektrum, takže se vlastně jedná o kombinovaný procesor (většinou ve dvoukanálové verzi), který obohacuje zvuk na obou koncích frekvenčního pásma. Tyto jednotky mají určitý smysl zejména tam, kde se podaří subjektivně zvýšit energii na basech, aniž by se podstatně zvýšila jejich úroveň; je pravdou, že tuto podmínku splňují pouze některé modely.

## 5.7 Pannery

S nástupem stereofonní techniky si směrové efekty získaly značnou oblibu, a než došlo k jakémusi „vystřízlivění", upoutávaly často na sebe (zejména v sedmdesátých letech) v nahrávkách značnou pozornost. Dnes lze v podstatě jen těžko určit hranice, kdy se jedná ještě o umístění zvuku na stereofonní bázi a kdy již můžeme mluvit o nějakém efektu.

Lidský mozek vyhodnocuje směr přicházejícího zvuku především na základě porovnání relativní hlasitosti a fáze v levém a pravém uchu. Znamená to, že pohyb zvuku po stereofonní bázi vnímáme nejen tehdy, když měníme úroveň signálu mezi pravým a levým kanálem pomocí panoramatického potenciometru (směrovač), ale i v takovém případě, kdy se mění časové zpoždění signálu v některém z obou kanálů. Podle Haasova efektu priority platí, že pokud má signál v obou kanálech stejnou úroveň a je např. v levém kanálu zpožděn o určitý krátký časový úsek (např. 15 ms), jsme přesvědčeni, že zvuk přichází zprava. Základem pro většinu směrových efektů jsou tedy nejen úrovňové záležitosti v obou kanálech, ale i fázové.

### 5.7.1 Úrovňové směrové efekty

Asi nejjednodušším směrovým efektem je prosté přemístění zvuku z jednoho kanálu do druhého. Zvuk tedy přejíždí zleva doprava či naopak podle toho, jak pohybujeme panoramatickým potenciometrem (směrovačem) na mixážním pultu.

Pohyb zvuku po stereofonní bázi lze provádět i automaticky pomocí jednotky nazývané AUTOPANNER. Jedná se vlastně o jakýsi elektronický potenciometr, který je

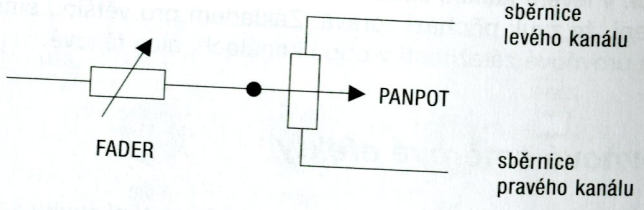
řízen nízkofrekvenčním oscilátorem (LFO). Na vstup jednotky se přivádí monofonní signál, který se v pravidelných intervalech přesouvá z jednoho kanálu do druhého (jeden výstup z jednotky se připojí do kanálu mixážního pultu nasměrovaného doleva, druhý výstup do kanálu nasměrovaného doprava). Uvnitř jednotky se signál rozdělí do dvou cest, z nichž v každé je zařazen napětím řízený zesilovač (VCA), které se napájejí z LFO, jehož fáze je v jednom z kanálů obrácena. Tím je zrcadlově obrácen i průchod signálu v obou kanálech. Srovnání s manuálním směrováním vidíte na obr. 92.

Rychlost přesouvání zvuku po stereofonní bázi u AUTOPANNERU je určena frekvencí LFO (RATE) (případně tvarem křivky LFO, je-li přepínatelná), intenzita efektu (buď zcela do krajů nebo spíše okolo středu) se nastavuje buď prvkem WIDTH (šíře) nebo panoramatickými potenciometry na mixážním pultu. Při menších rychlostech LFO (cca do 4–5 Hz) se zvuk spíše „přelévá" z jednoho kanálu do druhého, vyšší frekvence LFO vytvářejí chorusový efekt podobný stařičké Leslie bedně (rotující reproduktor nebo překážka před ním).

Existují rovněž stereofonní varianty autopanneru, kde se na vstup přivádí již stereofonní signál a na výstupu se kanály vzájemně prostřídávají mezi sebou.

Stejně jako u některých dalších efektů, je i u autopanneru vhodné, když se střídání kanálů vztahuje k tempu skladby, proto bývají některé modely vybavené synchronizační funkcí. U těchto přístrojů lze k řízení rychlosti využít buď synchronizační pulsy, nebo je možné odvodit tempo z MIDI signálu. Dnes jsou ale interpreti, producenti a nakonec i posluchači podobnými efekty značně přesyceni, proto se v současné době prosazuje jejich citlivější využívání, spíše na doprovodné zvuky jemně doplňující aranžmá nebo na pohyb některých efektů (echo, dozvuk atd.).

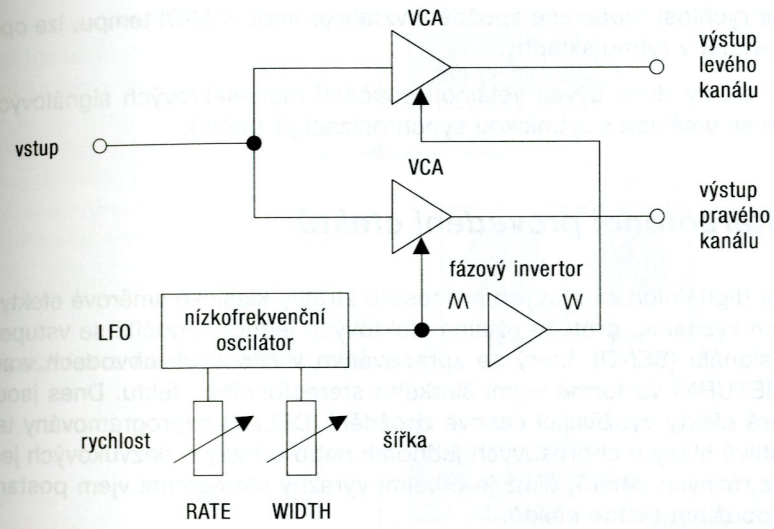
Velmi důvtipné využití těchto jednotek spočívá také v možnosti odlišného nastavení obou kanálů (různé nastavení korekcí, odlišné efekty apod.), což má význam i pro monofonní poslech snímku. Oba kanály je potom možné nasměrovat do stejného bodu na bázi; za těchto okolností se autopannerem neřídí změny směru přicházejícího zvuku, ale změny jeho charakteru, což je kvalitativně zcela odlišný efekt (křížový útlum (CROSSFADE) čili prolínání jednoho efektu do druhého).




*Obr. 92 a) manuální směrování (interně v mix. pultu)*





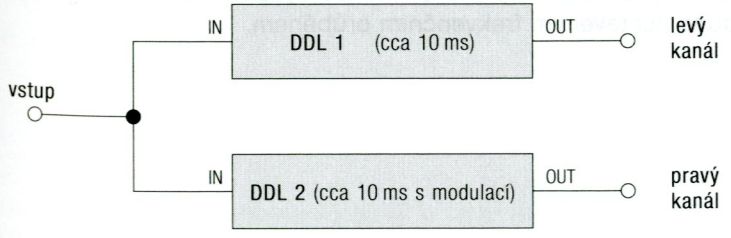



*Obr. 92 b) automatické směrování (AUTOPANNEREM)*

## 5.7.2 Psychoakustické směrové efekty

Jak jsem již uvedl, směrové efekty mohou vznikat nejen na bázi úrovňových změn v obou stereofonních kanálech, ale také změnou fáze jednoho z kanálů. Takto lze získat obdobný efekt jako u AUTOPANNERU použitím dvou zpožďovacích linek (DDL), o kterých bude ještě řeč v další kapitole. Způsob zapojení vidíte na obr. 93.

Rozdělením signálu do dvou zpožďovacích linek, z nichž na jedné nastavíme pevný čas zpoždění (okolo 10 ms) a na druhé proměnný (asi od 5 do 15 ms), dosáhneme stavu, kdy se modulovaný signál chvíli opožďuje, a chvíli naopak předbíhá oproti pevně zpožděnému signálu. Při nasměrování signálu z každé jednotky do opačného kanálu (stejná úroveň) vzniká psychoakustický jev, kdy se různým zpožděním v jednom z kanálů mění vnímání směru, odkud zvuk přichází.




*Obr. 93: Psychoakustické směrování signálu*

Pokud se rychlost modulace zpoždění vztahuje např. k MIDI tempu, lze opět tento efekt provádět v rytmu skladby.

Směrové efekty dnes bývají většinou součástí multiefektových signálových procesorů, kde se většinou s rytmickou synchronizací již počítá.

### 5.7.3 Stereofonní provedení efektů

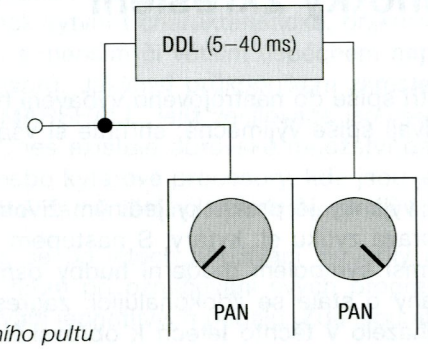
S nástupem digitálních efektových procesorů ztratily klasické směrové efekty poněkud na svém významu, protože většina efektových jednotek počítá se vstupem monofonního signálu (SEND), který se zpracováním v časových obvodech vrací zpět do pultu (RETURN) ve formě velmi širokého stereofonního efektu. Dnes jsou prakticky veškeré efekty využívající časové zpoždění (DELAY) naprogramovány tak, aby např. jednotlivé hlasy u chorusových jednotek nebo odrazy u dozvukových jednotek přicházely z různých směrů, čímž je o velmi výrazný stereofonní vjem postaráno již samotným použitím těchto efektů.

Velmi jednoduchým způsobem lze obyčejný monofonní zvuk rozšířit po celé bázi tak, že se přímý zvuk nasměruje na jednu stranu, zatímco zvuk zpožděný o několik jednotek až desítek milisekund se nasměruje ve stejné úrovni (nejvýraznější stereofonní vjem, ale zároveň největší uplatnění efektu hřebenového filtru při poslechu na mono – viz kapitola o mikrofonní stereofonní technice), nebo v úrovni o několik dB nižší na stranu opačnou (viz obr. 94a). Podobný efekt s použitím DDL, u kterého se vyvarujeme vzniku hřebenového filtru při poslechu na MONO, lze vytvořit i tak, že signál rozdělíme do dvou cest, z nichž jedna přichází přímo do kanálu na mixážním pultu, který je nasměrován do středu stereofonní báze, zatímco druhý se zapojí do vstupu digitální zpožďovací linky nastavené zhruba na 5 až 15 ms. Výstupní signál z DDL se opět rozdělí do dvou cest, z nichž jedna vede na vstup druhého kanálu na mixážním pultu nasměrovaného doleva a druhá napájí třetí kanál, nasměrovaný doprava, u kterého je fáze signálu otočena o 180 stupňů. Při stejných úrovních signálu vzniká v levém stereofonním kanálu součtový a v pravém rozdílový signál. Oba signály jsou výrazně zabarveny efektem hřebenového filtru, ale s opačným zdůrazněním či potlačením frekvencí. Při monofonním poslechu se rovný a přefázovaný signál ze zpožďovací linky vzájemně odečítá a zůstává pouze původní přímý zvuk. Pro jemný pohyb efektu lze využít u DDL i jemnou modulaci (obr. 94b).

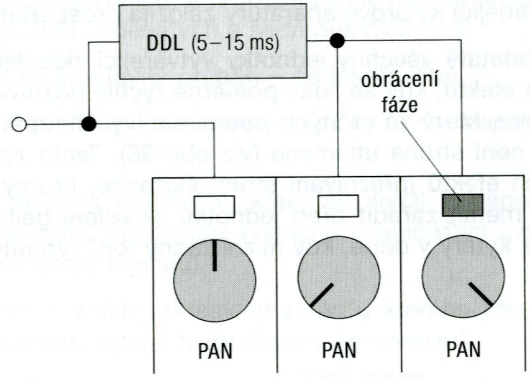
Pro vytvoření prakticky stejného efektu lze využít místo DDL i grafického ekvalizéru s náhodně nastaveným frekvenčním průběhem.








*a) použití dvou kanálů mixážního pultu*




*b) použití tří kanálů mixážního pultu*

*Obr. 94: Vytvoření širokého stereofonního prostorového vjemu*

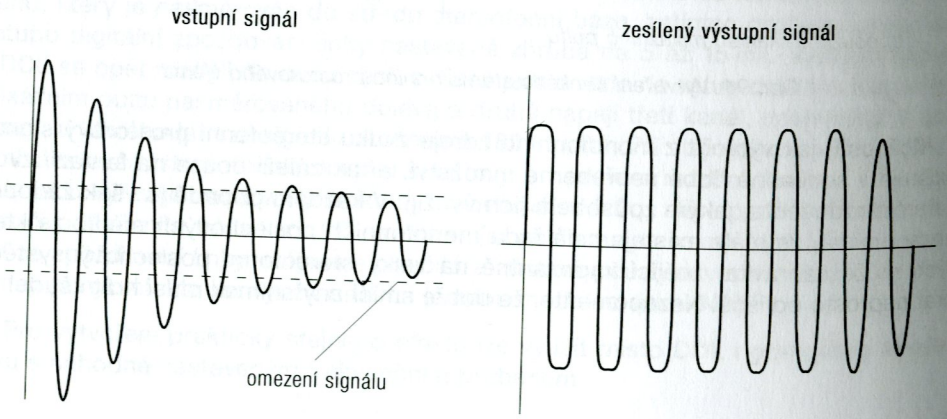
Možností, jak vytvořit z monofonního zdroje zvuku stereofonní prostorový signál existuje v současné době nepřeberné množství, a tak záleží pouze na fantazii zvukaře či producenta, jakým způsobem jich využijí. V každém případě je však žádoucí nezapomínat, že stále existuje celá řada monofonních poslechových médií, ze kterých může nahrávka, znějící impozantně na velký stereofonní poslechový systém hrát naprosto odlišně. Nezapomeňte, že dobře smíchaný snímek musí hrát všude!

# 5.8 Jednotky zkreslení

Tyto jednotky patří spíše do nástrojového vybavení hudebníka než do studiové praxe, kde se používají spíše výjimečně, shrňme si však pro úplnost alespoň některá základní fakta.

Až na drobné výjimky je prakticky jediným životaschopným zkreslením tvarové křivky signálu úprava zvuku el. kytary. S nástupem rockové éry se stal přebuzený zvuk kytary jakýmsi symbolem moderní hudby osmdesátých a devadesátých let, a v důsledku snahy o stále se zdokonalující, zagresivňující či jinak poznamenaný zvuk kapely docházelo v těchto letech k obrovskému rozvoji procesorů vytvářejících zkreslený tón. Po prvních boosterech, které fungovaly jako obyčejné diodové omezovače, přicházely další rafinované obvody zkreslení, na kterých si nejedna firma vyrábějící kytarové aparatury založila prosperující živnost.

V podstatě všechny jednotky vytvářející zkreslený zvuk počítají se vznikem tzv. sustain efektu, kdy se jinak poměrně rychle doznívající struna mění v jakýsi generátor zvuku, který za určitých podmínek (využití zpětné vazby) zní takřka tak dlouho, dokud není struna utlumena (viz obr. 95). Tento způsob hry přináší výrazný nárůst rušivých efektů (přeznívání strun, škrtance, brumy atd.), a proto je často žádoucí (heavy metal) zařadit před jednotku zkreslení gejt, který se postará o to, aby byl signál z kytary v době, kdy nezní žádný tón, vypnutý.




*Obr. 95: Vznik sustain efektu*

Zkreslený zvuk získává potom specifickou barvu podle tvaru křivky, která vzniká po omezení signálu, ať už samotnou činností obvodu pro přebuzení, nebo průchodem dalšími obvody, které výrazně mění frekvenční charakter signálu i jeho fázi.





Tento proces vzniká i přebuzením různých stupňů nástrojového zesilovače, kdy se dá zejména pomocí elektronek vytvořit charakteristické, příjemně znějící zkreslení, které se řada firem pokouší s menším či větším úspěchem napodobit (kytarové pedály) stavbou různých procesorů. Jakýmsi průkopníkem zkresleného zvuku byla a v současnosti stále je firma MARSHALL, jejíž zesilovače jsou asi nejpoužívanější jednotkou zkreslení na světě. Dnes existuje obrovské množství dalších firem vyrábějící přebuditelné zesilovače nebo kytarové procesory, kde jsou jednotky zkreslení duší celého systému, neboť právě na ně většina kytaristů nejvíce spoléhá.

Pro jednotlivé typy zkreslení se po létech používání vytvořily určité standardní názvy, které používá i většina firem při označování svých programů v kytarových procesorech nebo při pojmenování jednotlivých pedálů. Zde jsou alespoň některé:

**Booster** nejstarší a nejzažitější název pro zařízení vytvářející přebuzený zvuk. Bývá spojován spíše se starším a hrubším zvukem kytar (obdélníkový tvar křivky – období šedesátých a sedmdesátých let).

**Fuzz** hrubý a agresivní zvuk (pilovitý průběh – šedesátá léta).

**Distortion** zkreslený zvuk hrubšího charakteru typický pro hardrockové nahrávky.

**Overdrive** přebuzený zvuk (nepříliš agresivní), který se snaží o napodobení přebuzeného lampového zesilovače (výrazné prodloužení zvuku při zachování původní barvy signálu).

**Sustainer** většinou velmi jemně znějící zkreslený zvuk, u kterého jde především o prodloužení tónu kytary (zabudovaný kompresor).

**Heavy Metal** *(Metal Zone, Metalizer apod.)* – vesměs velmi agresivně a kovově znějící zvuky se zdůrazněnými basy a vyššími středy.

S velkým rozšířením a vývojem dalších kytarových „krabiček" se na trh dostalo i obrovské množství exoticky pojmenovaných jednotek pro zkreslení tónu. Převážná většina těchto kytarových efektů je ale konstruována pro připojení do nástrojového zesilovače a následné zpracování kytarovým reproduktorem, který má značně omezený frekvenční rozsah a další specifické vlastnosti, se kterými se při konstrukci kytarových pedálů již počítá. Připojení kytary přes tyto pedály přímo do mixážního pultu vede v převážné většině k odstrašujícímu a nepoužitelnému zvuku, který již žádnou další úpravou nepřináší uspokojivé výsledky.

Pro přímé připojení do mixážního pultu slouží buď kytarové procesory s linkovým výstupem, upravující zvuk takovým způsobem, aby zněl „hotově" i bez dalšího zpracování kytarovou aparaturou (řada těchto procesorů se používá pod názvem ROCKMAN), nebo tzv. DI–boxy (DIRECT INJECTION), či jednotky napodobující zvuk snímaný z kytarového reproduktoru (SPEAKER SIMULATOR).

Ve studiové technice platí při používání jednotek zkreslení jedna zásada, která by se měla uplatňovat nejen u kytarového zvuku, ale u kteréhokoli zvuku, se kterým počítáme při mixáži s nějakým speciálním efektem zkreslení.

Jednou z možností je sice nahrát takový zvuk již přímo do stopy upravený daným procesorem, na kterém se nastaví takové parametry, aby byl zvuk patřičně srozumitelný a vyhovující danému účelu; čím větší zkreslení, tím zpravidla větší problémy. Jakýkoli signál v pultu se však dá také odeslat do kytarové aparatury, jemně zkreslit a sejmout zpětně mikrofonem, což přináší často lepší výsledky než přímý průchod nějakým procesorem.

Další možností je zaznamenat pouze čistý zvuk, který zkreslíme až při mixáži; zde ale platí právě ono pravidlo: při hraní, zpěvu, mluveném slově či při jakémkoli dalším vytváření zvuku je dobré poslouchat tento zvuk přes nějakou jednotku zkreslení, ať už bude s tímto zkreslením zaznamenán, či nikoli. Při vytváření přebuzeného zvuku totiž platí zcela jiné nároky na frázování, srozumitelnost, techniku hry atd., a to, co může vyhovovat v čisté podobě, se po zpracování v jednotce zkreslení může stát nepoužitelným.

Typickým příkladem takového postupu je např. kytarista hrající sólo přes přebuzený zesilovač. Pokud slyší svůj přebuzený zvuk normálně z kytarového reproduktoru a zvukař si pouze odbočí čistý signál z kytary, který zesílí a zaznamená do stopy, bude možné při mixáži tento čistý signál znovu odeslat do zesilovače, přebudit ho a sejmout mikrofonem. Pokud by však nahrál sólo na čistý zvuk, který by slyšel při záznamu, byl by tento postup naprosto vyloučen, protože by se takový tón stal po přebuzení zcela nepoužitelným, vzhledem k naprosto odlišné technice hry.



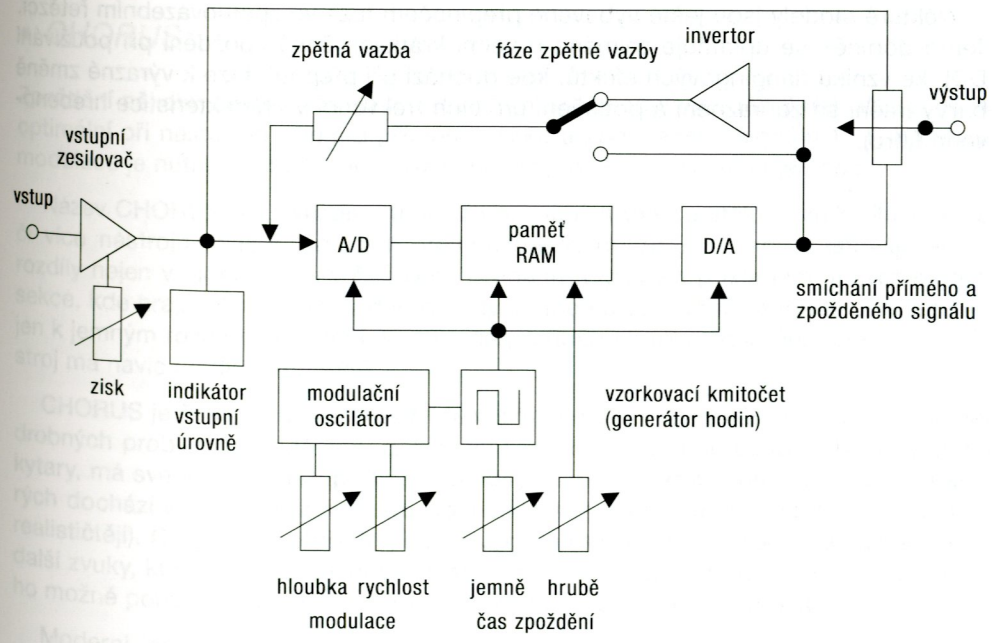


# 5.9 Digitální efektové procesory

## 5.9.1 Digitální zpožďovací linka (DIGITAL DELAY LINE)

Prakticky nejjednodušším efektem je zpožďovací linka (DDL). Dá se využívat buď samostatně nebo slouží jako základ pro efekty typu chorus, ADT, vibráto, phasing apod. První DDL bývaly kompromisem mezi frekvenčním rozsahem a maximálním časem zpoždění, aby se udržela nízká cena; současná technologie samozřejmě již záležitosti tohoto typu neřeší.

Na obr. 96 vidíte jednoduché blokové schéma. Vstupní signál prochází nejprve obvodem pro nastavení úrovně, kterou lze obvykle kontrolovat na indikátoru. Je-li vstupní úroveň nastavena na příliš nízké hodnoty, může být výstupní signál zbytečně zašumělý, překročení nominální úrovně má za následek slyšitelné zkreslení. Za obvodem pro nastavení zisku je audiosignál odbočen přímo na výstup procesoru, aby bylo možné ho smíchat se signálem zpožděným (MIX). Zároveň přichází signál na vstup analogově digitálního převodníku (A/D), kde se mění na nepřetržitou sekvenci číselných slabik (byte), které se na krátkou dobu uloží do paměti. Ukládání a výpis z paměti se většinou řídí mikroprocesorem, který vysílá povely pro řízení




*Obr. 96: Blokové schéma zpožďovací linky (DDL)*

jejího rozsahu (hrubé nastavení času zpoždění). Paměť je možné ovlivňovat i změnou vzorkovacího kmitočtu (CLOCK), který se dá v případě potřeby modulovat nízkofrekvenčním oscilátorem (LFO). Přelaďováním vzorkovacího kmitočtu se provádí jemná regulace zpoždění (přibližně v poměru 2 : 1). Modulace LFO umožňuje nastavovat cyklické změny v ladění, kde lze určit nejen rychlost (frekvenci LFO), jakou změny probíhají (RATE), ale i intenzitu (hloubku) efektu (DEPTH). Některé jednotky mají možnost měnit tvar modulační křivky (obvykle bývá k dispozici sinusovka nebo trojúhelník), která určuje, jak bude vypadat průběh efektu. Pokud nám žádný z průběhů nevyhovuje, můžeme modulaci provádět ručně otáčením prvku pro jemné změny času zpoždění (ruční přelaďování vzorkovací frekvence). Některé jednotky mají i možnost řízení vzorkovací frekvence externím signálem.

Digitální signál přichází z paměti opět do převodníku; tentokrát se jedná o převod digitálně analogový (D/A). Na výstupu tohoto převodníku je tedy opět analogový signál, který je možné v požadovaném množství smíchat s původním (nezpožděným) signálem.

Z analogového výstupu je možné určitou část signálu odeslat na analogový vstup (FEEDBACK); tím dochází ke vzniku zpětné vazby, čímž vznikají další opakovaná zpoždění (ECHA), která postupně doznívají podle toho, jak silná zpětná vazba se nastaví. Tato zpětná vazba může být maximálně 99 %, aby byla splněna podmínka postupného dozníváni „opakovaček", při hodnotě 100 % zní opakovačky nekonečně dlouho, po překročení této hodnoty by docházelo k jejich postupnému narůstání a k velmi rychlému přebuzení obvodů.

Některé modely jsou ještě vybavené přepínačem fáze ve zpětnovazebním řetězci. Tento doplněk se uplatňuje zejména u velmi krátkých časů zpoždění při používání DDL ke vzniku flangingových efektů, kde dochází při přepnutí fáze k výrazné změně barvy (mění se zdůraznění a potlačení určitých frekvencí v charakteristice hřebenového filtru).





## 5.9.2 Efekty využívající DDL

### • ECHO

Nastavení jedné nebo více opakovaček (ozvěn) od krátkých časů (50–150 ms), kdy je opakovačka takřka součástí původního zvuku (SLAP BACK ECHO) až po zřetelně oddělené opakování celých frází, kde může být čas zpoždění i několik sekund. Počet opakovaček, nebo lépe řečeno, doba, kdy opakovačky skončí, závisí na velikosti nastavení zpětné vazby (FOLDBACK). ECHO je vhodné nastavit tak, aby docházelo ke zdůrazňování dob ve skladbě, tzn. že čas zpoždění závisí na tempu skladby. S různým časem zpoždění lze vytvářet i nové rytmické útvary, zvlášť u zvuků s perkusivním charakterem (např. el. kytara).

Při delších časech zpoždění bývá často používaným trikem přidání ECHA pouze na určité slovo nebo frázi, obvykle na konci verše nebo řádku. Při používání tohoto efektu je ovšem nutné spouštět signál do DDL v bodě AUX SEND přesně ve chvíli, kdy daná fráze začíná (po jejím skončení se AUX okamžitě zamutuje). Tímto způsobem se dá velmi snadno dosáhnout toho, aby opakovačky probíhaly přesně na konkrétní slova nebo fráze; vypínáním a zapínáním signálu na kanálech pro návrat zpožděného signálu (RETURN) se přesné ovládání stává poněkud obtížným.

Zpožděný signál může být umístěn na stereofonní bázi buď do stejného bodu jako signál přímý, nebo kamkoli jinam (na opačnou stranu); konečné rozhodnutí je už víceméně věcí vkusu.

### • CHORUS

Zpoždění několik desítek ms se zavedením mírné modulace (cca 3 Hz). Výsledek je optimální při nastavení poměru přímého zvuku a zpožděného signálu 1 : 1. Hloubku modulace je nutné nastavit velmi rozumně, aby zvuk neztrácel na jemnosti.

Název CHORUS je odvozen z toho, že při použití tohoto efektu vzniká iluze dvou či více nástrojů (hlasů), hrajících stejnou pasáž dohromady, kdy nastávají jemné rozdíly nejen v ladění, ale i v časovém průběhu (typickým příkladem je orchestrální sekce, kde hraje několik hráčů dohromady stejné noty; v tomto případě dochází nejen k jemným rozdílům v ladění, v nasazení, průběhu a ukončení tónu, ale každý nástroj má navíc i odlišnou barvu).

CHORUS je často využívaným efektem pro el. kytary (zjemnění zvuku a vyrovnání drobných problémů s laděním), dobře zní i na dlouhé tóny u basové (bezpražcové) kytary, má své využití na doprovodné vokály, ale i na různé syntetické zvuky, u kterých dochází k oživení jejich často poněkud „strnulých" struktur (s chorusem znějí realističtěji). CHORUS zní dobře i na smyčcové registry (STRINGS), na varhany i na další zvuky, které mají tendenci vytvářet v nahrávce určitou podkresovou plochu. Je ho možné použít i v monu, ve stereu je však tento efekt daleko působivější.

Moderní jednotky využívají nejen možnosti zařazení více hlasů (např. 6 různých modulovaných časů zpoždění), ale také náhodně přepínaných časů zpoždění, které

se přidávají k pevně nastaveným hodnotám. Pokud přepínání funguje nezávisle pro každý hlas, můžeme se přiblížit skutečnému živému chorusu (náhodné odchylky).

## • VIBRÁTO

Zpoždění několika ms s modulací bez kombinace s přímým zvukem (výhodné zapojení efektu je do inzertních bodů). Jemné změny v ladění nástroje se řídí nastavením prvků RATE a DEPTH (rychlost vibráta a jeho intenzita). Hloubka vibráta by se neměla přehánět, aby nedocházelo k prudším změnám v ladění, než je přirozené. Čas zpoždění není u tohoto efektu nikterak kritický (používáme pouze zpožděný zvuk), je dobré ho zkrátit natolik (nejlépe pod 10 ms), aby nebylo použité zpoždění u daného nástroje v nahrávce slyšitelné.

## • PHASING (fázový efekt)

Opravdového fázového efektu je možné dosáhnout pouze použitím dvou DDL. Vyplývá to z podstaty phasingu, neboť tento efekt byl původně vytvářen pomocí dvou synchronně běžících magnetofonů se stejným signálem, kdy se střídavě u jednoho či druhého přístroje přibrzdila levá cívka (nepatrné zpomalení otáček). Oba signály se střídavě mezi sebou opožďovaly nebo předbíhaly, přičemž za předpokladu stejné úrovně obou signálů vznikal výrazný fázový efekt.

S jednou DDL lze tento efekt sice poměrně dobře napodobit tak, že nastavíme krátký čas zpoždění (několik ms) s pomalou jemnou modulací (bez zpětné vazby) s nastavením přímého a zpožděného signálu v poměru 1 : 1; efekt ale není zcela autentický, neboť čas zpoždění nemůže nikdy projít nulou, jak je tomu v případě dvou magnetofonů.

Mnohem věrněji lze tento efekt napodobit použitím dvou DDL (bez kombinace s přímým signálem) s pokud možno co nejkratším časem zpoždění (opět do 10 ms), aby nebyl časový posun signálu příliš patrný. Oba signály mají stejnou úroveň a jsou smíchané do mona (v případě umístění do opačných stereofonních kanálů vzniká směrový efekt popsaný v příslušné kapitole). Pokud je jedna DDL modulována (LFO nebo ručně), dochází ke skutečnému průchodu nulovým fázováním.

Fázový efekt lze použít prakticky na cokoli, protože se však jedná o výrazné barevné změny signálu, nesmí se jeho používání příliš přehánět. PHASING a FLANGING jsou typickými efekty používanými v POPMUSIC v sedmdesátých letech.





## • FLANGING

Efekt podobný phasingu (zpoždění několik milisekund s modulací), ale se zavedením poměrně intenzivní zpětné vazby (přímý a zpožděný zvuk je smíchán v monu, v poměru 1 : 1). Tak vznikají mnohem výraznější barevné změny než u phasingu a při určité úrovni zpětné vazby se dá docílit až jakéhosi „tryskáčového" efektu. Je to oblíbený efekt, často používaný zejména na kytaru a různé klávesové nástroje (varhanní a smyčcové registry). Hloubka modulace se u flangingu nastavuje obvykle větší než u chorusu, modulační frekvence bývá dost pomalá. Další barevné možnosti se dají vytvářet přepnutím fáze pro zpětnou vazbu (zdůrazňování či potlačování kritických frekvencí).

Při používání flangingu je nutné stále kontrolovat úroveň signálu na vstupu, která narůstá přidáním značného stupně zpětné vazby (před A/D převodníkem) a při vyšších hodnotách může snadno dojít k přebuzení digitálních obvodů (toto pravidlo platí především pro vyšší frekvence, neboť některé DDL jsou na vyšších tónech na zkreslení mnohem náchylnější).

FLANGING je možné použít i pro získání působivého stereofonního efektu, kdy z jednoho kanálu hraje pouze přímý zvuk, zatímco ve druhém se uplatňuje flangingový efekt (přímý a zpožděný signál v poměru 1 : 1).

## • ADT (AUTOMATIC DOUBLE TRACKING)

Efekt podobný chorusu; nastavením zpoždění 50–100 milisekund s jemnou modulací (nepatrné rozladění) dochází k tzv. automatickému zdvojení signálu nahraného do jedné stopy. Zpožděný signál lze opět umístit buď do stejného bodu na stereofonní bázi nebo kamkoli jinam; jeho úroveň může být stejná jako přímý signál (efekt je nejúčinější) nebo o několik dB nižší.

Jednotky s náhodným přepínáním času zpoždění vytvářejí přirozenější efekt, který se v mnohém podobá přirozenému zdvojení (DOUBLE TRACKING), kdy se part daného nástroje nebo hlasu natáčí dvakrát po sobě (nejprve se nahraje jedna stopa, kterou potom interpret poslouchá, přičemž hraje znovu svůj part, který se natáčí do druhé stopy). Takto vytvořený efekt je nejpůsobivější a mnohdy se pomocí této techniky dá získat plný a relativně „ladící" hlas i u zpěváka, jehož projev by byl jinak naprosto nepoužitelný. Velmi dobře působí zdvojení některých frází nebo částí refrénu, kde je ovšem nezbytné natolik zažité frázování, aby nevznikaly žádné slyšitelné časové rozdíly (zejména u konce frází). Tímto způsobem můžeme pomoci různým doprovodným partům (např. akustickým a el. kytarám, vokálním sborům, apod.) slabších interpretů a zamaskovat jejich problémy s přesností hry, frázováním, laděním, domačkáváním strun a dalšími záležitostmi.

Přirozené zdvojení má na rozdíl od ADT mnoho předností a výsledek, kterého lze zejména u akustických nástrojů pomocí této techniky dosáhnout, může mnohdy předčit všechna očekávání (což ovšem neznamená, že by se mělo zdvojovat všechno a všude). Někteří zvukaři mají vyvinutou svoji speciální techniku pro přirozené

zdvojování hlasů a nástrojů, jejíž podstata většinou spočívá ve vytvoření pokud možno co nejodlišnějších akustických podmínek pro nahrání druhé stopy. Natočením nástroje do první stopy, a opětovným záznamem stejného partu bez jakýchkoli změn vzniká efekt velmi podobný ADT, neboť jediné podstatné změny, které se uplatňují při nahrávání druhé stopy, spočívají pouze v ladění a časových záležitostech. Jestliže se ale před nahráním druhé stopy nepatrně změní poloha a směrování mikrofonu, korekce na pultu, nástroj samotný či jakékoli další záležitosti ovlivňující kvalitativní stránku zvuku, můžeme dosáhnout mnohem lepších výsledků.

## • *Nekonečná opakovačka (HOLD, INFINITE DELAY)*

Doplněk na DDL fungující obdobně jako smyčkové echo; zvuk uložený v paměti se po stlačení příslušného tlačítka nebo pedálu přehrává stále dokola, přičemž vstup do A/D převodníku je zamutován (do DDL se nemohou nahrávat žádné další zvuky). Efekt má význam hlavně pro živě hrající muzikanty, neboť při delším času zpoždění je možné hrát některé sólové fráze dvojhlasně. Provádí se to obvykle tak, že se na DDL nastaví čas zpoždění odpovídající určitému časovému úseku v dané skladbě, aby bylo možné uložit do paměti jeden či více taktů. Daná fráze se potom opakuje tak dlouho, dokud je pedál sešlápnutý, přičemž přímý zvuk prochází pedálem normálně, takže lze bez problémů dohrávat k této frázi další nápaditý melodický hlas, což vytváří iluzi dvou hudebníků hrajících různé party.

Na některých přístrojích je i doplněk pro pozdější spouštění signálu zaznamenaného v paměti (SINGLE SHOT TRIGGER, FREEZE), což znamená možnost přehrávání dané fráze kdykoli během sóla. Tento způsob práce už vlastně připomíná velmi jednoduchý SAMPLER, což je přístroj, který umožňuje uchovávat zvuky zaznamenané v paměti libovolně dlouho a potom je spouštět buď manuálně nebo z nějakého kontroléru.

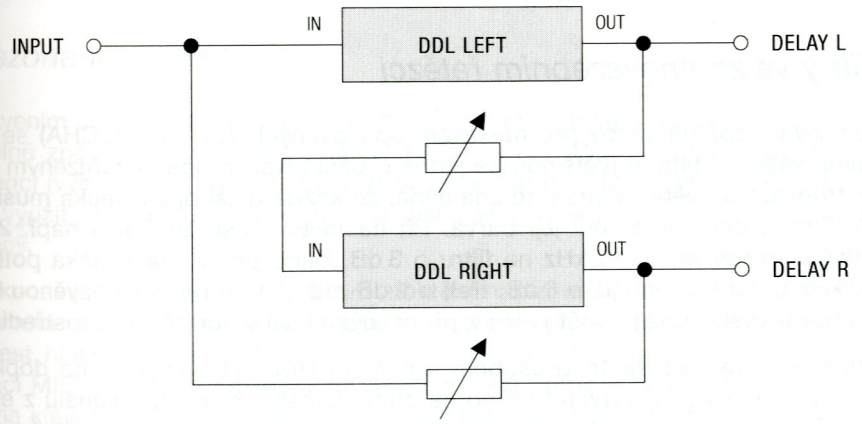
Přehrávání zaznamenaného vzorku lze většinou provádět i tak, že jeho spuštění probíhá při každém stisknutí (TRIGGER) tlačítka (nebo pedálu) znovu od začátku, bez ohledu na to, zda vzorek doběhl do konce či nikoli (FREEZE–TRIGGER). Tak vzniká efekt často využívaný v rapových nahrávkách (SCRATCHING), vytvářející různé komplikované rytmické útvary z jediné fráze nebo zvuku.





## • *Stereofonní zpožďovací linka*

Většina běžných DDL (ať jsou to samostatné jednotky nebo algoritmy multiefektů) mívá k dispozici dvě nastavitelná zpoždění, kde lze pro každý kanál nezávisle nastavit různé časy zpoždění, zpětnou vazbu a další obvyklé parametry. Obě zpoždění se většinou odvozují ze společného vstupního signálu (jeden vstup, dva výstupy) a s jejich pomocí lze vytvářet zajímavé směrové efekty, z nichž asi nejčastější je přelétávání opakovaček střídavě z jedné strany na druhou (PING PONG). Tento efekt nevzniká nastavením dvojnásobné hodnoty zpoždění v jednom z kanálů, jak se mnozí zvukaři domnívají (tím vzniká střídání opakovaček z jednoho a z obou kanálů), ale aktivováním funkce pro křížové napájení kanálů při použití zpětné vazby (CROSSFEED). Princip tohoto zapojení spočívá v tom, že se část zpožděného signálu levého kanálu přivádí na vstup kanálu pravého a obráceně (obr. 97).




*Obr. 97: Princip křížové zpětné vazby u stereofonní DDL*

Vstupní signál se přivede na vstup jednoho z kanálů DDL (časy zpoždění obou kanálů jsou nastavené na stejnou hodnotu), na jehož výstupu se objeví první opakovačka, přicházející zleva. Část tohoto zpožděného signálu přichází na vstup druhého kanálu (pravého), kde je opět zpožděna o stejný čas. Tato druhá opakovačka se tedy objeví v pravém kanále, přičemž část tohoto zpožděného signálu přichází opět na vstup levého kanálu. Zde dochází k dalšímu zpoždění do levého kanálu atd.; doba, po kterou zpožděný signál přichází střídavě z levého a pravého kanálu závisí na velikosti zpětné vazby.

Dalším, často používaným efektem stereofonního zpoždění je prostorové nastavení (AMBIENCE DELAY), kdy se časy zpoždění obou kanálů nastaví zhruba na stejnou hodnotu, s rozdílem jen několika milisekund; zpožděný signál nepřichází tedy z jednoho bodu na stereofonní bázi, ale působí mnohem prostorovějším dojmem (obdobně jako při nasměrování přímého a zpožděného signálu na opačnou stranu).

S možností nastavení dvou různých časů zpoždění se nám nabízí mnohem více variant (i v monu), než u jednoduché DDL, jak při nastavení delších časů (vznik komplikovanějších rytmických útvarů), tak při použití DDL pro vytvoření základní prostorové informace.

Nastavením hodnot zhruba do 50 ms simulujeme na DDL prakticky vždy první dva nejvýraznější odrazy v přirozeném prostoru (např. boční stěny), které jsou jen o několik dB slabší než přímý signál a přinášejí základní informace o velikosti prostoru, ze kterého zvuk přichází. V některých případech je dokonce použití této techniky mnohem vhodnější než používání umělého dozvuku, protože nástroj vytváří prostorovou iluzi, a přesto zanechává ostatním zvukům značnou plochu pro další prostorové informace (dozvuk).

U všech typů krátkých zpoždění použitých v úrovni, která je srovnatelná s přímým signálem, vzniká za určitých podmínek efekt hřebenového filtru, který výrazně ovlivňuje základní barvu nástroje (viz příslušná kapitola), proto je nezbytná kontrola nahrávky i na monofonní poslech.

## • *Filtry ve zpětnovazebním řetězci*

Při používání zpětné vazby pro nastavení opakovaných zpoždění (ECHA) se často můžeme setkat s filtrem (většinou se jedná o pásmovou propust) zařazeným v sérii ve zpětnovazební větvi. V praxi to znamená, že každá další opakovačka musí projít tímto filtrem, čímž se změní její barva. Při nastavení času zpoždění např. 200 ms a potlačením frekvence 10 kHz na filtru o 3 dB, bude první opakovačka potlačena na 10 kHz o 3 dB, druhá již o 6 dB, třetí o 9 dB atd. S každou další ozvěnou budou tedy ubývat výšky, což je opět jeden z přirozených jevů v normálním prostředí.

Chcete-li pracovat tímto způsobem a nemáte DDL vybavenou tímto doplňkem, můžete zpětnou vazbu vytvářet přímo na pultu (kanály pro návrat signálu z efektů), kde se často nabízí dokonce mnohem více barevných možností (např. čtyřpásmový ekvalizér).

Korekční filtry se často zařazují i na vstup DDL, aby se dala ovlivňovat celková barva zpožděného signálu (stejná situace jako při použití ekvalizéru na výstupu signálu z mixážního pultu pro efektovou jednotku (AUX SEND).





## • *Simulace vícenásobných (počátečních) odrazů (TAPPED DELAYS, EARLY DELAYS, EARLY REFLECTIONS)*

Vybavení některých jednotek občas nabízí i možnost vytváření vícenásobných zpoždění, která se ale neopakují pravidelně jako v případě zpětné vazby (nemusí ani plynule doznívat). Provedení jednotlivých programů či možnosti ovládání různých parametrů se u každého modelu dost podstatně liší. Zatímco některé jednotky nabízejí jen jednoduché pevné patterny (možnost nastavení počtu odrazů a vzorku jejich časové a úrovňové struktury), jiné umožňují vytvořit dlouhou řadu individuálně nastavitelných zpoždění, z nichž u každého lze samostatně regulovat nejen úroveň, ale i směr, ze kterého daný odraz přichází. Tímto způsobem lze vytvářet pocit velmi reálného prostředí, protože si můžeme sestavit vzorek počátečních odrazů libovolné místnosti, což je jeden z nejdůležitějších parametrů při používání umělého dozvuku, stejně jako PRE-DELAY (nastavení času, který uplyne mezi přímým zvukem a prvním odrazem v dozvukovém patternu).

## • *Rezonanční efekty*

Nastavením velmi krátkého času zpoždění (zlomky či jednotky milisekund) s použitím silné zpětné vazby vzniká zvláštní kovový zvuk (ROBOT), rezonující na určité frekvenci (výška tónu závisí na času zpoždění). Tento efekt má velmi omezené možnosti využití, neboť ve většině případů usilujeme spíše o zvuk, který je rezonancí zbavený.

Dokonalejší přístup k rezonančním efektům nabízí například firma LEXICON, kde se pomocí velmi krátkých časů zpoždění dosahuje rezonance na libovolném tónu až pro šest hlasů současně. Tímto způsobem lze vytvářet i celé akordy, přičemž se pomocí MIDI propojení může měnit vyladění tónů přímo v závislosti na tónu zahraném na klávesnici. K dispozici je řada dalších parametrů, kterými se dá docílit zajímavých efektů, zejména pro perkusivní zvuky.

### 5.9.3 Přehled běžných parametrů pro DDL

*(Názvy jednotlivých parametrů se mohou u různých modelů lišit)*

**L (R) DELAY TIME** – čas zpoždění levého (pravého) kanálu. Řada jednotek má možnost hrubého (COARSE) (vyřazování částí paměti) a jemného (FINE) (změna vzorkovací frekvence) nastavení.

**FEEDBACK, REGENERATION L (R)** – nastavení zpětné vazby v levém (pravém) kanále. Přepínání fáze je u jednotlivých jednotek řešeno možností nastavení kladných či záporných hodnot (–100 % až +100 %).

**HI–CUT (LO–CUT) FILTER** – nastavení frekvence (případně i strmosti) pro dolní (horní) propust zařazenou na vstup DDL (nastavení celkové barvy zpožděného signálu).

**HI–CUT FEEDBACK, HIGH** – nastavení barvy signálu ve zpětnovazební větvi.

**LFO SPEED, RATE** – modulační frekvence LFO (rychlost modulace).

**LFO DEPTH, WIDE** – hloubka modulace LFO (účinnost efektu).

**LFO MODE** – nastavení modulační křivky pro LFO (sinusovka, trojúhelník).

**FB CROSSFEED** – velikost zpětné vazby pro křížové napájení kanálů.

**MIX, OUT LEVEL** – nastavení poměru mezi přímým a zpožděným signálem.

**IN LEVEL** – nastavení vstupní úrovně.

**VOICE LEVEL, DELAY, LC, HC, PAN (1–X)** – nastavení individuální úrovně, zpoždění, filtrace a směrování pro jeden až X hlasů u jednotek, které mají možnost nastavení několika nezávislých časů zpoždění.

**TYPE (EARLY REFLECTION, TAPPED DELAY)** – pevné nastavení různých vzorků (patternů) počátečních odrazů. Jednotlivé vzorky se od sebe liší časovým uspořádáním opakovaček (často velmi nepravidelným), dynamickým průběhem, počtem odrazů, zavedením zpětné vazby či dalšími parametry.

**MIDI PATCH** – vytvoření určitých MIDI spojení mezi jednotlivými efektovými parametry a řídícími parametry dalších MIDI přístrojů. Tímto způsobem lze libovolnému ovládacímu prvku (kontroléru) MIDI zařízení (klávesový nástroj, MRC, počítač, další efektový procesor) přiřadit možnost ovládání jakéhokoli parametru na efektovém procesoru (jedním kontrolérem se dá ovládat i několik efektových parametrů současně). V praxi to znamená, že např. podle síly úhozu na klávesnici můžete měnit velikost zpětné vazby, modulačním kolečkem syntezátoru hloubku modulace atd. Jako všechny ostatní parametry, zůstávají i tyto parametry naprogramované firmou nebo uživatelem uložené v paměti přístroje.





## 5.10 Měniče ladění (PITCH SHIFTERS)

Měniče ladění patří mezi další, často využívané digitální efekty, jejich funkce spočívá v posunu ladění (výšky) signálu o určité množství směrem nahoru či dolů oproti původnímu signálu, aniž by se nějak výrazně měnil původní časový průběh. Znamená to, že na rozdíl od magnetofonu přehrávajícího při změně ladění původní záznam zpomaleně nebo zrychleně, při použití PITCH SHIFTERU je výstupní signál relativně přesnou kopií signálu vstupního. Přístroje, které fungují na tomto principu se také často nazývají HARMONIZÉRY (první model od firmy EVENTIDE nesl právě tento název).

### 5.10.1 Princip činnosti

I když je samotná funkce měniče ladění obdobná jako u DDL, jsou zde některé zásadní rozdíly. Především je dobré si uvědomit, že obdobný efekt se v přirozeném prostředí (na rozdíl od časových zpoždění či dozvuku) nevyskytuje, a proto je i při jeho využívání nutné postupovat s rozvahou. Další podstatný rozdíl mezi obyčejnou DDL a PITCH SHIFTEREM spočívá v tom, že zatímco modely DDL střední a vyšší cenové kategorie jsou kvalitou zvuku relativně vyrovnané, je mezi lacinějšími modely, které jsou často i součástí multiprocesorů, a nákladnými modely PITCH SHIFTERŮ obrovský, dobře slyšitelný rozdíl v kvalitě zvuku.

Měniče ladění tedy vyrábějí kopii vstupního signálu posunutou v ladění o několik půltónů či jen o pár centů, která je oproti vstupnímu signálu zpožděná pouze o velmi krátký čas (několik milisekund), nezbytný pro to, aby se celý proces mohl uskutečnit. Stejně jako v případě DDL, podmínkou pro další zpracování signálu je jeho převedení z analogové formy do formy digitální (převodník A/D). Další zpracování zvuku v digitálních obvodech probíhá obdobně jako v případě DDL, s tím rozdílem, že zatímco rychlost ukládání dat do paměti je pevná, je rychlost čtení buď o něco vyšší nebo nižší, to už záleží na tom, o kolik chceme původní signál přeladit.

Pokud se nad tímto faktem trochu zamyslíte, je naprosto jasné, že jestliže je paměť čtena rychleji než je doplňována, dochází k vyčerpání dat ještě před tím, než mohou být nahrazena novým vstupním signálem. Obdobný problém vzniká při pomalejším čtení dat, protože zde naopak chybí čas pro zpracování nově přicházejícího signálu. Pokud dochází například k posunu ladění o jednu oktávu směrem nahoru, musí být data čtena dvakrát rychleji, než jsou zapisována do paměti.

Vyřešení tohoto problému spočívá v tom, že se signál rozdělí na velmi krátké časové úseky (BURSTS), přičemž každý úsek je samostatně upravován ještě před tím, než dorazí další. Délka takového úseku je vlastně totožná s časovým zpožděním, které celým procesem vznikne. Způsob úpravy jednotlivého úseku spočívá při rychlejším čtení (zvyšování ladění) ve vyplnění vzniklé mezery opakováním části předchozího vzorku (část zvuku slyšíte vlastně dvakrát).

Na první pohled se tento postup zpracování může zdát drastický, ale pokud jsou jednotlivé úseky dostatečně krátké, je velmi nepravděpodobné, že by se charakter signálu během tak krátké doby nějak podstatně změnil. Při změně ladění směrem dolů, kdy je výstupní úsek naopak delší než vstupní, je jediným způsobem, jak dodržet časovou shodu to, že se daný úsek signálu přeruší dříve, tzn. že část signálu vlastně schází. Ani zde nedochází k natolik výraznému narušení průběhu signálu, aby byl výsledný efekt nepřirozený.

Větší problém ale vzniká při zpětném napojování jednotlivých úseků na sebe, protože vzhledem k posunu ladění je velmi nepravděpodobné, že by se signálová křivka hladce spojila v požadovaném místě. Každá nesouvislost v signálovém průběhu se projevuje jako slyšitelný lupanec, a protože je počet spojených úseků za jednu sekundu natolik velký, že vytváří již slyšitelnou frekvenci, projevuje se tento nedostatek jako určitý pazvuk doprovázející výstupní signál.

K potlačení tohoto rušivého jevu (GLITCHING) se používají různé přístupy, které zásadně ovlivňují celkovou cenu přístroje nebo programu. Mezi jednodušší, a tedy i lacinější postupy patří např. spojování jednotlivých úseků křížovým útlumem (CROSSFADE), což je postup často používaný i při napojování opakovaného vzorku u samplerů (LOOPING). Princip spočívá v útlumu konce předchozího úseku stejnou rychlostí, jakou následující úsek narůstá, a jejich částečným překrytím. Jestliže se však tvarový průběh křivky v bodech napojení k sobě příliš nehodí, ať už ve fázi nebo v amplitudě, může vznikat pokles v úrovni (dvě vlny se překrývají v protifázi). To má za následek slyšitelný tremolo efekt (dynamicky modulovaný signál), jehož frekvence závisí na délce časových úseků. Jinou možností je spojování úseků v bodě, kdy signálová křivka prochází nulovou napěťovou úrovní.

Měniče ladění, které jsou součástí DAW, využívají při napojování úseků velmi složitých procesů, takže výsledek zní téměř dokonale. Můžeme se s nimi setkat i pod názvem ČASOVÉ KOMPRESORY/EXPANDERY, neboť umožňují časově zkracovat nebo prodlužovat zaznamenaný úsek, aniž by se jakkoli změnilo ladění. Tyto přístroje i jejich softwarové aplikace mají široké možnosti využití zejména při postprodukci, výrobě reklam, filmovém dubbingu apod.





### 5.10.2 Ovládací prvky

Velikost hrubých změn ladění (PITCH COARSE) se u měniče ladění nastavuje obvykle po půltónech, jemné změny (PITCH FINE) se řídí posunem o několik centů (1 půltón = 100 centů). Některé jednotky mají k dispozici dva různě nastavitelné posuny ladění, čímž se adekvátně zvyšuje i počet nastavitelných parametrů.

Protože využití DDL není vzhledem k principu činnosti SHIFTERU nic nedostupného, je na většině jednotek k dispozici i nastavení časového zpoždění přeladěného signálu (DELAY) a možnost zpětné vazby (FEEDBACK) (pomocí těchto doplňků lze vytvářet další velmi zajímavé efekty).

Stejně jako u ostatních jednotek, je i u PITCH SHIFTERU k dispozici prvek MIX a prvek pro nastavení vstupní úrovně spojený s indikací signálu.

Na lepších přístrojích lze nalézt i přepínání činnosti obvodu pro napojování jednotlivých úseků (DEGLITCHING) podle typu signálu a další speciální doplňky přímo související s konstrukčním řešením daného modelu.

### 5.10.3 Efekty využívající změny ladění

U jednotek pro změnu ladění je velmi důležité, v jaké kvalitě je k dispozici výsledný efekt, neboť to přímo souvisí s jejich praktickým využitím. Obecně platí fakt, že čím nižší je stupeň přeladění, tím méně patrné jsou rušivé efekty.

U lacinějších jednotek je při větším posunu ladění bezpodmínečně nutné využívat přeladěný zvuk společně s přímým zvukem, aby se maskovaly nedostatky v kvalitě efektu. Čím je zvuk čistší a čím má komplikovanější strukturu, tím jsou rušivé jevy znatelnější.

#### • *Vytváření dalších hlasů*

Poměrně často používaným efektem je přidávání dalšího hlasu v sólových pasážích u el. kytar, saxofonů, vokálů a dalších zvuků. Poměr přímého zvuku a nově vzniklého hlasu je víceméně záležitostí vkusu, ale i nutnosti do značné míry maskovat jeho nedokonalost.

Základní měnič ladění nemůže v žádném případě vytvářet plnohodnotné harmonie, a proto se bez dalšího programového vybavení nebo řízení MIDI dá využít maximálně kvinta či oktáva nahoru, nebo kvarta či oktáva dolů. Jsou-li k dispozici dva hlasy, lze využít např. kvintu nahoru a kvartu dolů současně, nebo spodní a horní oktávu najednou (tříhlasý akord). Takto vytvořené harmonie je dobré využívat spíše jen na nějakou frázi v sólové pasáži než trvale (efekt se velmi rychle oposlouchá).

U některých nástrojů se může přidáním spodní oktávy dosáhnout hutnosti v oblasti basů, nebo naopak, u akustické kytary lze například vrchní oktávou částečně simulovat zvuk dvanáctistrunné kytary; pokud ale nechcete, aby zněl zvuk uměle,

musí být efekt přimíchán v dost nízké úrovni. Přidáním spodní oktávy u el. kytary se dá docílit zvuku, který simuluje basovou kytaru hrající unisono společný part s kytarou (zvlášť vhodné pro rychlá unisona, která by se na basu hrála velmi obtížně).

Hlasy naladěné v kvartách a kvintách působí velmi dobrým dojmem při použití na dechové nástroje, zvlášť při krátce frázovaných tónech, kde jsou postranní efekty méně znatelné. Při použití spodní kvarty na trubku vzniká iluze společně hrajícího pozounu, přidáním spodní kvarty nebo oktávy na altsaxofon vytváří zase iluzi doprovázejícího barytonu.

Hlasy vytvářené PITCH SHIFTEREM, které jsou posunuté o několik půltónů ztrácejí svůj přirozený charakter (i když existují jednotky, které se snaží tento handicap alespoň částečně odstranit), obdobně jako v případě změn otáček na magnetofonu, a tak nově vytvořený spodní hlas dostává bručivý charakter, zatímco vrchní hlasy evokují představu známých skřítků (čím je hlas výš, tím je skřítek menší). Proto je zapotřebí, zejména u zpěvu či mluveného slova, nastavovat množství přidaných hlasů umírněně, nejen z hlediska GLITCHINGU.

Připojením MIDI klávesnice se dá technika vytváření umělých hlasů značně zdokonalit, neboť se zde posun určuje tónem zahraným na klávesnici. Zahraná nota většinou nemá přímý vztah ke skutečnému tónu v SHIFTERU, ale určuje pouze velikost posunu (BASE KEY). Tímto způsobem je možné vytvářet v reálném čase poměrně složité harmonie; řídící povely můžeme zaznamenat i do sequenceru a řídit potom SHIFTER automaticky. Jiným možným přístupem pro vytváření plnohodnotné harmonie je jednotka se zabudovaným sledovačem ladění (funguje pouze pro jednohlasý signál) vybavená počítačovým programem. Tak se dá určit různý posun k různým tónům ve stupnici, což znamená, že takovému přístroji stačí zadat pouze stupnici s tóninou, a ostatní už probíhá automaticky. Vytvářením hudebně správných harmonií však není v žádném případě zaručeno, že bude výsledek znít dobře, protože živý aranžér by jednotlivé hlasy vedl jistě daleko zajímavěji.

## • *Sférické efekty*

S možností nastavení určitého časového zpoždění a zpětné vazby se dají vytvářet velmi zajímavé efekty, i když s poněkud jednostranným využitím. Zavedením zpětné vazby se každá další opakovačka zvyšuje nebo snižuje o příslušný hudební interval nebo o příslušný zlomek půltónu. Při delším času zpoždění následují jednotlivé tóny akordu po sobě, zatímco krátké zpoždění má za následek spíše kompaktní souzvuk. Velikostí zpětné vazby se určí, jak vysoko nebo jak hluboko se bude akord nebo zvuk rozkládat. Tímto způsobem však nelze vytvořit žádný základní akord, neboť máte k dispozici jen stále stejné hudební intervaly (malými terciemi se dá vytvořit např. dim.). Nastavením jednoho nebo dvou půltónů se zavedením silné zpětné vazby se dá vytvořit obdobný efekt jako při přejetí po klaviatuře (GLISSANDO), kde rychlost efektu je určena zpožděním. Oktáva nahoru se zavedenou zpětnou vazbou zní velmi atmosféricky (scénické využití, sci–fi) a při větší zpětné vazbě se zvuk vytrácí, až když se dostane mimo slyšitelné pásmo (skvělý efekt např. pro FENDER piano). Nastavením posunu o několik centů nahoru nebo dolů a zavedením mírné





zpětné vazby vzniká jakési klouzající doznívání (ROTO–TOMY), zajímavé zejména pro perkusivní zvuky. Zvětšením zpětné vazby se dá vytvořit dlouhý klouzavý zvuk (TUNNEL UP, DOWN), který při nastavení zpětné vazby blížící se ke 100 % může opět doznít mimo slyšitelné pásmo (nahoru i dolů).

| počet půltónů | hudební interval | typ akordu při zavedení zpětné vazby pro různé půltónové vzdálenosti | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0 | prima | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 1 | malá sekunda | • | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 2 | velká sekunda | • | • | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 3 | malá tercie | • | – | • | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 4 | velká tercie | • | • | – | • | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 5 | kvarta | • | – | – | – | • | – | – | – | – | – | – | – |
| 6 | zvětšená kvarta | • | • | • | – | – | • | – | – | – | – | – | – |
| 7 | kvinta | • | – | – | – | – | – | • | – | – | – | – | – |
| 8 | malá sexta | • | • | – | • | – | – | – | • | – | – | – | – |
| 9 | velká sexta | • | – | • | – | – | – | – | – | • | – | – | – |
| 10 | malá septima | • | • | – | – | • | – | – | – | – | • | – | – |
| 11 | velká septima | • | – | – | – | – | – | – | – | – | – | • | – |
| 12 | oktáva | • | • | • | • | – | • | – | – | – | – | – | • |

Xdim, X5+ — X5–(Xmi5–), X7/4sus

*Tab. 12: Hudební intervaly*

## • *Pitch chorus*

Posunutím ladění jen o několik centů a smícháním tohoto signálu s přímým zvukem vzniká efekt velmi podobný chorusu. Tento efekt je ještě o něco přirozenější než klasický CHORUS vytvářený modulací DDL, neboť zde nedochází k charakteristickému vlnění zvuku. Pokud použijeme na tento efekt stereofonní měnič ladění s tím, že jeden hlas posuneme nahoru a druhý zhruba o stejné množství dolů, vznikne bohatý chorusový efekt, zvlášť tehdy, je–li přímý zvuk nasměrován doprostřed a rozladěné zvuky se umístí do obou krajních kanálů (vokály, dechová sekce, smyčce atd.). Při zapojení stereofonního SHIFTERU do inzertního bodu kanálu mixážního pultu je nezbytné použít ještě inzertní vstup některého dalšího kanálu pro návrat druhého posunu ladění.

Přidáme–li k těmto jemně rozladěným zvukům ještě určité zpoždění (do 100 ms) odlišné pro oba stereofonní kanály, vznikne efekt podobný ADT (v tomto případě

jde ale již o ztrojení signálu). Velkou výhodou této metody je skutečnost, že při tak nízkém posunu ladění se i u laciných jednotek postranní efekty uplatňují minimálně.

Poměrně zajímavého zvuku se dá dosáhnout použitím měniče ladění na různé bubny v soupravě, kdy je možné k původnímu zvuku přidat podladěnou verzi, čímž se výsledný zvuk zahustí (vhodný stupeň posunu je nutné vyzkoušet sluchem). Při této technice nesmí být procesorové zpoždění příliš dlouhé. Efekt se dá dobře využít jak na malý buben, tak na tomy či velký buben; u těchto úprav se postranní efekty příliš neuplatňují, protože zvuky jsou poměrně krátké.

- *Využití SHIFTERU bez podílu přímého zvuku*

Měnič ladění je možné využívat i samostatně (bez přímého zvuku), v tomto případě je nejvhodnější zapojení do inzertních bodů. Jakékoli využití bez smíchání s přímým zvukem si vyžaduje bezpodmínečně velmi kvalitní model (pokud není zvuk smíchán v nahrávce v extrémně nízké úrovni, aby mohl být maskován ostatními zvuky).

Kvalitní SHIFTERY umožňují provádět také nápravu intonačních nedostatků u hlasu i nástrojů. Pro jednohlasé nástroje existují určité možnosti automatického doladění na základě analýzy dat ze sledovače ladění, tento postup však přináší poměrně značné časové zpoždění (individuální doladění sluchem bývá v mnoha směrech uspokojivější) a zvlášť při větším vibrátu je dokonalé ladění spíše věcí citu. Čím menší je rozsah prováděných změn, tím je výsledek dokonalejší, protože posun blízký půltónu už výrazně mění barevný charakter hlasů (pokud se ale ve studiu objeví zpěvák, který se nedokáže trefit do správného tónu, je asi mnohem jednodušším postupem výměna interpreta). SHIFTEREM se dá hodně pomoci např. u bluesově laděných kytarových sól, kdy se často hudebníkovi nepodaří vytáhnout strunu přesně na ideální výšku, u basových bezpražcových partů, el. houslí a dalších intonačně choulostivých partů.

Některé softwarové shiftery umožňují nastavit přesný časový průběh korekční křivky. Je to velmi užitečný doplněk například při editaci pěveckých sborů bez doprovodných nástrojů (a cappella), kde dochází ke konci jednotlivých záběrů často k posunu ladění o několik centů nahoru či dolů. Bez správné korekce by z intonačního hlediska v žádném případě nebylo možné jednotlivé záběry na sebe napojit.





# 5.11 Dozvukové jednotky (REVERB UNITS)

Procesory vytvářející umělý dozvuk jsou dnes nezbytnou součástí každého studia. Moderní mikroprocesorová technologie umožňuje vyrábět jednotky, které mohou velmi věrně napodobit průběh dozvuku ve skutečných sálech, klubech, koncertních halách, velkých studiích, ale i v běžných prostředích, kde se denně pohybujeme (obývací pokoj, kancelář atd.).

Na rozdíl od svých předchůdců pro vytváření umělého dozvuku (spirála, dozvuková deska, komora) mají digitální dozvukové procesory řadu předností. Mezi hlavní patří obrovská variabilita všech dozvukových parametrů, které se dají měnit v libovolném rozsahu, což umožňuje simulovat dozvuk prakticky jakéhokoli prostoru; pomocí těchto jednotek se dá dokonce vytvořit i takový typ dozvuku, který nelze v reálných podmínkách napodobit. K dalším nezanedbatelným výhodám digitálních dozvukových procesorů patří i to, že jsou snadno dostupné za relativně nízkou cenu, nezabírají velký prostor ve studiu a nejsou rušené žádnými vnějšími vlivy.

Konstrukce digitálního dozvuku je však mnohem složitější než prostá kombinace několika zpožďovacích linek, neboť pro vytvoření kvalitního efektu je zapotřebí zhruba kolem tří tisíc odrazů za jednu sekundu, jejichž rozestup musí být zvolen velmi opatrně, neboť jakékoli pravidelné opakování odrazů (zavedení zpětné vazby) dává dozvuku rezonující a zvonivý charakter. Navíc se zde nejedná pouze o časový průběh odrazů, ale i o jejich barevnou úpravu (digitální filtry), neboť primárním požadavkem těchto přístrojů je to, aby se výsledný efekt co nejvíce přibližoval průběhu v přirozeném prostředí.

## 5.11.1 Dozvuk v přirozeném prostředí

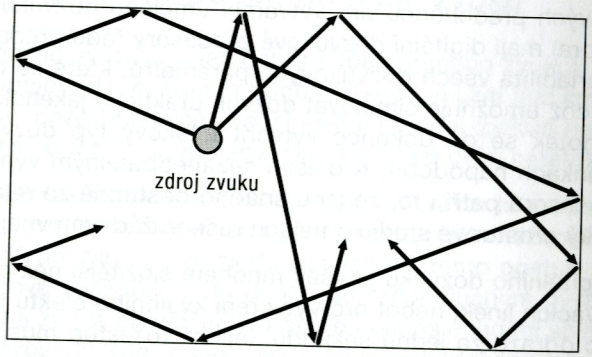
Pro pochopení funkce všech parametrů na dozvukových jednotkách je velmi důležité znát základní fakta o dozvuku v přirozeném prostředí, neboť to spolu velmi úzce souvisí.

V každém uzavřeném prostoru slyšíme směs přímého zvuku a tisíců odrazů od zdí, země, stropu a různých předmětů, které se v daném prostoru nacházejí. Vzhledem k omezené rychlosti zvuku k nám odrazy přicházejí o něco později než původní zvuk, a především z různých směrů (výrazný stereofonní vjem). Na základě těchto informací vyhodnocuje lidský mozek podvědomě parametry daného prostředí.

Extrémním případem ohraničeného prostoru bez dozvuku je mrtvá komora (místnost obložená maximálně zvukově pohltivými povrchy), která zcela postrádá charakter přirozeného prostředí. Ve velkém prostoru s členitými povrchy může dozvuk naopak trvat velmi dlouho (jeskyně, kostel, velký koncertní sál), zatímco v menším obývacím prostoru je natolik krátký, že může působit dojmem, jakoby vůbec neexistoval. Mezi mrtvou komorou a těmito menšími prostory je však obrovský rozdíl,

a protože je dozvuk těchto místností natolik krátký, že se stává těsnou součástí zvuku, výrazně se podílí na jeho celkovém zabarvení.

Na obr 98. vidíte extrémně zjednodušený nákres odrazů v ohraničeném prostoru. V praxi se běžně zvuk šíří všesměrově, což znamená, že těchto jednotlivých směrů je nekonečný počet, a navíc se jedná o trojrozměrný prostor (přibude strop a podlaha). Kolik takových odrazů jsme schopni podvědomě vnímat závisí především na vzdálenosti posluchače od zdroje zvuku a na tom, ve které části místnosti zvuk posloucháme.




*Obr. 98: Násobení odrazů v místnosti*

## 5.11.2 Základní dozvukové parametry

Již jsem se zmínil o tom, že zdroj zvuku vytváří kulové vlny šířící se rychlostí zhruba 340 m/s (34 cm/ms). Tyto vlny vznikají prudkým kolísáním tlaku vzduchu a šíří se od zdroje tak dlouho, dokud se nesetkají s nějakou překážkou, kde je část akustické energie pohlcena a část odražena zpět do místnosti. Pohybem tlakové vlny může zvuk urazit stovky metrů, přičemž vzduch sám o sobě se prakticky neposouvá. Zvukové vlny tedy po každém dalším odrazu postupně slábnou, až nakonec dozní úplně. Teoreticky zní ovšem nekonečně dlouho, protože vše závisí pouze na tom, jakou hladinu poklesu akustické energie uznáme za konečnou. Pro praktické účely se hodí pokles úrovně odrazů o 60 dB, což je vlastně první a základní parametr, který nazýváme časem dozvuku (T 60, DECAY TIME). Je to tedy doba, za kterou poklesne dozvuk na tuto úroveň (pro frekvenci 1 kHz).

Čím delší dráhu zvuk musí urazit, tím více se uplatňuje pohlcování akustické energie samotným vzduchem (zvlášť na vyšších frekvencích), u menších místností je však tento jev zcela zanedbatelný.

Mezi jednotlivými odrazy musí uplynout určitá doba, která do značné míry rovněž určuje podvědomé vnímání velikosti místnosti. Čím je místnost větší, tím je i vzdálenost, kterou musí zvuk mezi jednotlivými odrazy urazit větší a tím jsou tedy i tyto





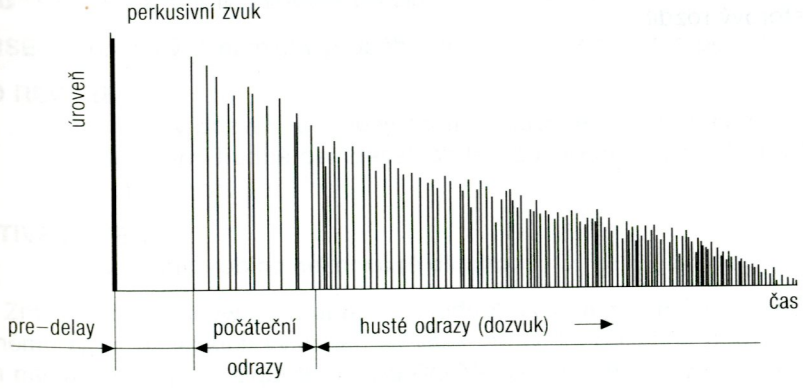
časové úseky delší. U menších místností je série těchto odrazů natolik hustá, že ji lze sluchem stěží analyzovat, ale i zde se několik prvních (počátečních) odrazů (EARLY REFLECTIONS) podílí na psychoakustické informaci, určující rozměry místnosti. Tato informace se tedy skládá z velikosti časového zpoždění mezi jednotlivými odrazy a z jejich charakteru (vzorku).

Dalším důležitým parametrem pro vyhodnocení velikosti prostoru je tzv. počáteční zpoždění (PRE–DELAY), což je čas, který uplyne mezi tím, než uslyšíme přímý zvuk a jeho první odraz.

Na obr. 99 je znázorněna základní struktura dozvuku v přirozeném prostředí. Celý průběh lze v podstatě rozdělit do tří částí: První úsek je shodný s dobou, která uplyne mezi přímým zvukem (v tomto případě se jedná o krátký zvukový impuls) a jeho prvním odrazem. Po tomto úseku následují řídce rozmístěné počáteční odrazy přítomné ve značné úrovni, které přinášejí základní informace o velikosti a typu daného prostoru. Další, stále hustější odrazy dotvářejí celkový charakter dozvuku.

Tvar dozvukové obálky a s tím související celková doba dozvuku závisí zejména na akustické pohltivosti materiálů, které tvoří povrch daného prostředí; čím jsou tyto povrchy pohltivější, tím dozvuk doznívá rychleji.

Každý materiál, který se podílí na vzniku odrazů, má různé koeficienty pohltivosti pro různé frekvence, což vede k tomu, že odražený zvuk má zcela odlišné zabarvení (to je navíc ještě ovlivněné i úhlem odražené vlny, velikostí a tvarem povrchu atd.). Většina materiálů odráží mnohem lépe nižší frekvence, a proto přirozený dozvuk zpravidla neobsahuje příliš mnoho frekvencí nad 5 kHz. Klasickou ukázkou takového zabarvení je například kostel, kde má dozvuk hluboký až burácivý charakter, částečně i vlivem viskozity vzduchu, neboť dráha, kterou musí zvuk urazit, je poměrně dlouhá (většina dozvukových procesorů však může vytvářet mnohem větší šířku frekvenčního pásma pro vznik speciálních efektů, které nejsou přesným kopírováním normálních akustických podmínek).




*Obr. 99: Struktura dozvuku v přirozeném prostředí*

Protože je v přirozeném prostředí délka dozvuku pro jednotlivé frekvence různá, bývá na většině jednotek k dispozici i možnost ovládání dozvukového času pro dvě až tři frekvenční pásma (basy, středy, výšky); možnosti nastavení se výrazně liší s typem dozvukového procesoru.

U některých modelů je k dispozici také parametr určující velikost prostoru (ROOM SIZE). Většinou se jedná o možnost současného ovládání několika dozvukových parametrů, které mají přímý vztah k rozměrům místnosti, čímž se šetří čas při nastavování.

Prakticky nejdůležitějším dozvukovým parametrem je úroveň dozvuku, resp. poměr přímého zvuku a dozvuku. V přirozeném prostředí je tento faktor určován vzdáleností mikrofonu od zdroje zvuku a je ovlivňován nejen samotnou akustikou místnosti, ale i směrovostí použitého mikrofonu.

Při používání umělého dozvuku je nastavení úrovně dozvukového signálu poměrně kritické a při určitém poměru může i nepatrná úrovňová změna přinést značný kvalitativní rozdíl. Pokud se poměr přímého signálu a dozvuku nastavuje přímo na dozvukové jednotce (zapojení v inzertních bodech), je správné nastavení úrovně dozvuku o něco snazší, neboť otáčením prvku MIX je tento poměr zcela evidentní (při nastavení na polovinu dráhy potenciometru je poměr přímého signálu a dozvuku 50 % + 50 %), u některých jednotek se procenta uvádějí přímo na displeji. Jestliže ale ovládáte úroveň dozvuku přímo na pultu, zůstává úroveň přímého signálu nezměněna a mění se pouze úroveň dozvuku, což vyžaduje poněkud více zkušeností než předchozí postup. Zvlášť pro začínající zvukaře jsou typické „přehalené" nebo naopak „suché" nahrávky, a proto je dobré, zvlášť ze začátku, definovat si na pomocných výstupech jakési „mezní úrovně", které by bylo vhodné při nastavení dozvuku využívat. Pokud je např. rozsah regulace potenciometru AUX od 1 do 10 a přiměřený poměr přímého zvuku a dozvuku je pro daný dozvukový program a typ nástroje na úrovni 5, je jistě již věcí uměleckého citu, zda bude nástroj znít o něco méně či více prostorověji. Vězte ale, že takové rozumné přidání či ubrání prostoru není v rozsahu úrovní 2 až 8, ale zhruba tak 4 a půl až 5 a půl. I při takovém jemném pootočení prvku regulujícího úroveň dozvuku daného nástroje uslyšíte obrovský prostorový rozdíl.





## 5.11.3 Dozvukové algoritmy

V každém přirozeném prostředí se průběh odrazů liší podle velikosti a typu prostoru. Navíc většina jednotek umožňuje i napodobení dozvuku některých umělých systémů, které se řadu let v hudební produkci využívaly, mají svůj specifický a nezaměnitelný charakter a jsou dodnes velmi oblíbené. Proto je na většině modelů k dispozici několik dozvukových algoritmů, které vycházejí z určitého charakteristického vzorku odrazů pro jednotlivá prostředí. S těmito se můžeme setkat nejčastěji:

**HALL** *(koncertní sál)* – průběh dozvuku typický pro velké koncertní sály. Doznívání zvuku je velmi čisté s homogenním rozložením hustoty odrazů a dozvuk zůstává za přímým zvukem, kterému sice přidává prostor, ale zanechává ho beze změny. U těchto algoritmů bývá relativně nízká hustota počátečních odrazů, které se zahušťují postupně. U některých modelů bývají k dispozici konkrétní typy koncertních sálů napodobující vzorek odrazů některého ze skvěle znějících prostorů (La Scala, Bostonská Filharmonie apod.).

**ROOM, CHAMBER** *(místnost, komora)*
hustější dozvuk typický pro střední a menší místnosti či pro dozvukové komory.

**AMBIENCE** *(prostředí)* – obdoba algoritmů ROOM, dozvuk je zde těsnou součástí zvuku, vytváří značný smysl pro prostor, s velmi krátkým doznínáním.

**PLATE** seskupení odrazů typické pro kovové dozvukové desky, často používané v sedmdesátých a osmdesátých letech. Vyznačuje se velkou hustotou počátečních odrazů; dobře provedený algoritmus má tendenci rozjasňovat zvuk.

**RANDOM** různé algoritmy s takovým seskupením odrazů, které se v přirozeném prostředí nevyskytuje.

**SPRING** dozvuk imitující kovové pružiny.

**REVERSE** obrácený dynamický průběh odrazů (nárůst namísto poklesu).

**GATED REVERB**
gejtovaný dozvuk, oblíbený zejména pro perkusivní nástroje v rockové a populární hudbě osmdesátých let; doznívání je po určité době prudce ukončeno.

**INFINITIVE REVERB**
doznívání probíhá nekonečně dlouho.

Pozn.: Změnou dozvukových parametrů u jednotlivých algoritmů je možné přiblížit se k jinému typu, nejlepších výsledků se však zpravidla dosáhne použitím doporučených nastavení (např. u algoritmů typu ROOM lze vytvořit použitím delšího počátečního zpoždění a nastavením dlouhého času doznívání obdobný dozvuk jako v algoritmu HALL s tím, že průběh dozvuku není tak ideální a přirozený).

## 5.11.4 Zapojení

Dnes už prakticky všechny dozvukové jednotky pracují ve stereu, což znamená že jednotlivé odrazy přicházejí z různých směrů, jako je tomu v reálném prostředí. Podle typu přístroje můžete najít na jednotce jeden nebo dva vstupy označené L a R (levý a pravý kanál) a téměř vždy dva výstupy (L a R). Prakticky u všech jednodušších modelů je ale dozvukový signál odvozen z monofonního signálu a stereofonní vstup slouží pouze pro zachování možnosti průchodu přímého stereofonního signálu, pokud je procesor zapojen v sérii (např. klávesový nástroj – dozvuková jednotka – mixážní pult, nebo inzertní body mixážního pultu u stereofonního nástroje). U přístroje, který má dva vstupy a používá se systémem AUX SEND, EFF. RETURN je monofonní vstup buď označen, nebo je možné využít kterýkoli z obou vstupů.

V efektové smyčce se dozvukové jednotky používají nejčastěji (prvek MIX pro nastavení poměru přímého signálu a dozvuku musí být nastaven naplno na dozvuk): tím je umožněno využití jednoho dozvuku pro několik audiosignálů. I když je dnes teoreticky možné v rámci DAW na každý nástroj využívat samostatný kvalitní dozvukový program, řada špičkových zvukařů se přiklání k názoru, že to není z hlediska prostorového řešení snímku žádoucí.

Na každé dozvukové jednotce musí být kontrola vstupní úrovně (dvoubarevná led–dioda, sloupec led–diod). U opravdových stereofonních jednotek (dva samostatné dozvukové kanály) bývají k dispozici indikátory dva. Tyto většinou dražší modely vytvářejí dozvuk s ohledem na přesné umístění signálu ve stereu, což často vede k lepší lokalizaci nástrojů a k věrnějšímu napodobení skutečných akustických podmínek.

V praxi ovšem není nikdy možné věrně nasimulovat dozvuk jakéhokoli akustického prostředí, neboť budícím signálem sebekvalitnějšího dozvukového procesoru je pouze jediný monofonní či stereofonní signál. V reálném prostoru je zdrojem mnohonásobných odrazů všesměrově se šířící akustický zdroj – budících signálů je tedy nekonečně mnoho, přičemž každý je kvalitativně odlišný (různá barva zvuku vycházející z jednotlivých částí nástroje) a každý má svůj vlastní, nezaměnitelný dozvukový patern (odráží se od jiných povrchů místnosti pod jinými úhly).





## 5.11.5 Přehled nejčastěji užívaných parametrů

**PRE–DELAY, INITIAL DELAY** *(počáteční zpoždění)* – časový posun mezi přímým signálem a dozvukem (v přirozených podmínkách závisí na velikosti a uspořádání akustického prostoru i na vzájemné pozici zdroje zvuku a posluchače). Rozsah tohoto parametru bývá od jednotek až po stovky ms.

**REVERBERATION TIME, DECAY TIME**
čas dozvuku (pokles na –60 dB, zlomky či jednotky sekund).

**HI (MID, LO) FREQUENCY RUNNING REVERBERATION TIME**
dozvukový čas pro signály na vyšších (středních, hlubokých) frekvencích.

**ROOM SIZE** – pomyslná velikost akustického prostoru simulovaného procesorem (většinou nejdelší rozměr místnosti v metrech nebo násobek konkrétních rozměrů). V podstatě se jedná o časové odstupy jednotlivých odrazů.

**HI (LO) FREQUENCY CUT OFF**
nastavení frekvence dolnofrekvenční (hornofrekvenční) propusti pro dozvukový signál.

**ATTENUATION** – nastavení strmosti horní (dolní) propusti pro dozvukový signál.

**LO (HI) CROSSOVER FREQUENCY** – nastavení dělící frekvence mezi spodním (horním) a středním dozvukovým pásmem (různě nastavitelná doba dozvuku pro jednotlivá frekvenční pásma).

**MID (LO) FREQUENCY STOPPED REV. TIME** – dozvukový čas pro signály středních (hlubokých) frekvencí v okamžiku, kdy není na vstupu přítomen žádný signál (pomlka).

**GATE** – časové zpoždění při přepnutí z normální doby dozvuku (přítomnost signálu na vstupu) na dobu dozvuku pro STOPPED REV. TIME.

**L (R) EARLY REFLECTION DELAY (LEVEL)**
zpoždění (úroveň) prvního počátečního odrazu v levém (pravém) kanále.

**DIFFUSION** – hustota počátečních odrazů (např. ve stupních 1–10). Simuluje různou členitost odrazivých povrchů v místnosti.

**DIFF. TYPE** – různé typy zahuštění počátečních odrazů (zabarvení dozvuku).

**DEFINITION** – nárůst hustoty dalších odrazů (ve stupních).

**ATTACK, BUILD–UP**
náběh zpracovávaného dozvukového signálu (zhruba prvních 50 ms).

**CHORUSING** – přidávání náhodných časů zpoždění s modulací (zjemňuje doběh).

**MIX** – nastavení poměru mezi přímým (DRY) a dozvukovým (WET) signálem v procentech.

**EFFECT LEVEL** – úroveň dozvukového signálu před smícháním s přímým signálem.

**POSITION, DISTANCE** – vytváří průběh dozvuku vzhledem k umístění posluchače v sále; nastavení v procentech od přední (FRONT) po zadní (REAR) pozici (většinou se jedná o úrovňový poměr mezi počátečními odrazy a další částí dozvuku).

**SLOPE** – nastavení strmosti poklesu pro gejtovaný dozvuk (po určité době normálního průběhu může být dozvuk odříznut ostře nebo postupně s určitým sklonem).

**PRE–DELAY FEEDBACK** – nastavení zpětné vazby počátečního zpoždění.

**DENSITY** – časový odstup prvního odrazu od skupiny dalších počátečních odrazů.

**LIVENESS** – rychlost poklesu úrovně odrazů (imitace odrazivosti různých prostředí).

**EARLY REFLECTION NUMBER**
nastavení konkrétního množství počátečních odrazů.

**INITIAL(REV) LEVEL**
nastavení úrovně vzorku počátečních odrazů (dalších odrazů).

**ROOM–WIDTH, HEIGHT, DEPTH, WALL VARY**
sestavení dozvukového patternu u jednotek vytvářejících dozvuk na základě údajů o rozměrech místnosti (zahrnuje i rozbíhavost stěn).

**SHAPE** – výběr tvaru místnosti u jednotek, které simulují počáteční odrazy v různých konkrétních sálech.

**REVERB WIDTH** – nastavení stereofonní šíře dozvuku.

**I–CROSSFEED**
aktivování křížového napájení počátečních odrazů pro opravdové stereofonní jednotky (nezávislé vytváření odrazů pro levý a pravý kanál).

**ATTACK, HOLD, RELEASE**
nastavení obálky u nelineárního typu dozvuku (neexistuje v přirozeném prostředí).





## 5.11.6 Využití dozvukových procesorů

Umělý dozvuk je dnes v nahrávacích studiích asi nejčastěji využívaným digitálním efektem, na jehož kvalitu se často klade až úzkostlivý důraz. Není málo interpretů, kteří si vybírají studio podle toho, kolik dozvukových procesorů a především v jaké kvalitě má k dispozici. Tento postup je poněkud zavádějící, faktem však zůstává, že kvalita dozvukových jednotek je na smíchaném snímku jednou z nejnápadnějších záležitostí a sluch hudebníků je na laciné a špatně znějící prostory v nahrávce až přehnaně citlivý.

Když se v pravidelné rubrice jednoho hudebního časopisu ptali jistého producenta, co mu nejvíce vadí při práci, dostalo se jim odpovědi, že je to laciný zvuk některých dozvukových procesorů (pro představu uvádím, že některé profesionální dozvukové procesory se cenově pohybují nad hranicí 10 000 euro).

Ať už je programová stránka s možnostmi řízení jednotlivých parametrů jakákoli, zajímá nás u dozvukových jednotek v první řadě kvalita zvuku. Tento fakt platí obecně i u lacinějších modelů, neboť právě zde se můžete setkat s přístroji obsahujícími pouze přednastavené programy (PRESET) bez možnosti jakékoli další editace, které mnohdy kvalitou předčí stejně drahé modely se spoustou programovatelných funkcí (variabilita jednotlivých parametrů není u dozvuku bezpodmínečně nutná, pokud máme k dispozici dostatečné množství vhodných přednastavených programů).

I přes nekonečné možnosti digitálních procesorů dává řada zvukařů a producentů ve velkých studiích přednost přirozené akustice a využívá kvalitní prostor studia pro snímání akustických nástrojů. Jestliže má studio k dispozici více nahrávacích místností, často se nahrávají bicí nástroje ve velmi živé místnosti, kde jsou stěny s členitými kamennými obklady (STONE ROOM) a kde vzniká známý živý zvuk bubnů s velmi hustými odrazy. Na druhou stranu existují zastánci nahrávání bicích v relativně mrtvém prostředí, neboť jim nevyhovuje situace, kdy je zvuk bubnů již při nahrávání prostorově upraven a ztrácí se tak možnost dalších prostorových úprav během mixáže. Jedním z kompromisů (pokud je dostatek stop) může být oddělené natáčení prostorového signálu do páru stop. Při mixáži máte potom k dispozici jednotlivé bubny snímané z těsné vzdálenosti (CLOSE MIKING), a přesto můžete stále experimentovat s živým prostorem studia (viz úpravy bicích nástrojů).

Při používání umělého dozvuku na bicí nástroje se stává velmi zřídka, že by zvukař využíval stejný dozvuk pro celou sadu bubnů, neboť v takovém případě se celkový zvuk většinou stává poněkud nečitelným. Přehnané množství dozvuku na jednotlivé bubny vede ke stejnému výsledku, protože dochází ke ztrátě kontrastu mezi jednotlivými údery (místo ticha je vzniklá mezera vyplněna dozvukem); právě z tohoto důvodu přidává gejtovaný dozvuk bubnům na průraznosti. Jako všeobecné pravidlo platí, že čím je hudební styl rychlejší, tím méně dozvuku je zapotřebí.

Pro velký buben (BASS DRUM) se obvykle využívá krátký hustý dozvuk (často gejtovaný) cca do 500 ms, který by měl dodávat bubnu na hutnosti. Úroveň počátečních odrazů by měla být nastavena tak, aby zvuk vycházel z přední části po-

myslného prostoru. Je dobré, když celkový zvuk vnímáme spíše jako jemnou změnu barvy než jako slyšitelný prostorový efekt. Některé rockové skladby s řídce hraným basovým bubnem mohou využívat sice delšího a nápadnějšího prostorového efektu, při rychlejších úderech je však takový způsob úprav zcela neúnosný. Pozor na průběh hlubokých frekvencí; přidáním většího množství dozvuku v oblasti basů vzniká dunivý a „blátivý" zvuk, který může na určitém typu poslechu zcela znehodnocovat nahrávku. U mnoha modelů existují programy, doporučené pro úpravu velkého bubnu, pak je dobré z nich vycházet a jemnou změnou některých parametrů (hlavně čas dozvuku) efekt přizpůsobit vlastním představám. Dlužno připomenout, že pokud velký buben nezní dobře bez dozvuku (attack), sebelepší efekt mu nepomůže.

Dozvuková úprava malého bubnu (SNARE DRUM) je klíčovým bodem mixáže a vhodný efekt dokáže leckdy celkově nahrávku značně pozvednout. Obecně lze říci, že záležitost výběru je spíše otázkou hudebního citu a dobré prostorové představivosti a že základním pravidlem je to, aby se úprava hodila do dané nahrávky a k příslušnému hudebnímu žánru. V dnešním žánrově pestrém hudebním světě se můžete setkat jak s přirozeným krátkým prostorem (JAZZ), tak s explozivním (ROCK) či jinak poznamenaným (TECHNO–POP) charakterem zvuku, kde zní malý buben (nebo to, co ho simuluje) v nahrávce naprosto odlišně než ve skutečnosti.

Pro ostatní bubny v sadě (TOMS) se dá opět využít poměrně široké spektrum dozvukových efektů od gejtovaných zvuků a dlouze znějících prostor u pomalejších skladeb až po krátký prostor pod 500 ms. Většinou je plný a hustý zvuk vhodnější než příliš jasné doznívání, ale to už je spíše záležitost vkusu. I u kotlů samozřejmě platí pravidlo, že čím je part hustější, tím je zapotřebí méně dozvuku a tím by měl být dozvukový čas kratší.

Pro hi–hatku se hodí jasný, kratší dozvuk s velkým množstvím počátečních odrazů, u činelů je používání umělého dozvuku diskutabilní, neboť při jakýchkoli dlouze doznívajících zvucích zvonivého charakteru s obsahem extrémního množství vysokých frekvencí se jakékoli pokusy o přidání umělého dozvuku míjejí účinkem a efekt je v nejlepším případě prakticky nepostřehnutelný (dozvuk je zcela maskován vysokými frekvencemi normálně doznívajícího přímého zvuku), snad s výjimkou krátce znějících úderů u středu činelů.

Dozvuk patří také k nezbytným úpravám vokálních partů, ať už jde o sólové hlasy nebo doprovodné sbory. Velmi dobře znějí programy s velkou úrovní počátečních odrazů, které by byly zcela nepoužitelné například na perkusivní zvuky (jednotlivé ozvěny). Na některých jednotkách se můžete setkat přímo s algoritmy určenými pro úpravu hlasu (VOCAL). Pokud se dozvuk používá na mluvené slovo, je dobré zkrátit ej natolik, aby byl hlas co nejsrozumitelnější a aby vznikal pocit spíše menší, příemně vytlumené místnosti. Při delším a jasnějším nastavení může docházet u vokáu ke značnému zdůraznění sykavek (pokud jsou výrazné již bez dozvuku), a tak může mnohdy v této fázi přijít ke slovu de–esser (je ho možné zapojit i přímo před dozvukovou jednotku, čímž zůstane přímý zvuk beze změny). Obdobný typ dozvuku ako pro vokály lze využít i pro dechovou sekci či samostatný dechový nástroj (sakofon), vše závisí na tom, do jakého prostoru chcete tyto nástroje umístit (leckdy se hodí na dechy více některý efekt typu DELAY než složitě nastavený dozvuk).





Při úpravě akustické kytary se hodí zcela jiné nastavení pro doprovodné party a jiné pro sólové pasáže. Na cinkavý zvuk v sólových melodiích není nutné používat vždy jasný dozvuk (zvlášť při delších dozvukových časech), leckdy zní temnější barva dozvuku lépe, neboť více připomíná zvuk akustické kytary v koncertním sále. Na el. kytaru s čistým zvukem se hodí obdobné úpravy jako na akustický typ, přebuzené kytary zní dobře s dozvukem v sólových vyhrávkách, pro rytmické party je třeba s umělým dozvukem postupovat velmi opatrně, a pokud budeme nějaký používat, musíme si zvolit algoritmus, který bude vytvářet pouze smysl pro prostor bez delšího doznívání (AMBIENCE). Někdy se dá též experimentovat s krátkým gejtovaným či inverzním dozvukem.

Baskytara zpravidla žádné větší dozvukové úpravy nevyžaduje, snad kromě sólových pasáží v horním rozsahu či speciálních efektů (opět pozor na dunění).

Po určité praxi s dozvukovými procesory zjistíte, že spousta parametrů, které jsou nastavitelné po velmi jemných skocích (zlomky ms), není při použití dozvuku v nahrávce zdaleka tak kritická a v některých případech se dlouhé experimentování s dolaďováním jednotlivých detailů zcela míjí účinkem, neboť po přidání ostatních nástrojů si v některých případech nemůžete všimnout například ani takových rozdílů, jakými jsou změna algoritmu či času dozvuku, nebo dokonce jeho úplného vyřazení. Ve většině případů platí, že čím má nástroj rychlejší doznívání, tím jsou změny dozvukových parametrů patrnější, protože dozvuk v určité fázi již není maskován přímým zvukem. U držených tónů (varhany, smyčce) ovlivňují husté odrazy v doznívající fázi dozvuku vlastně zvuk až po ukončení určité fráze a na vnímání prostoru během drženého akordu nebo tónu se podílejí pouze počáteční odrazy (často mohou být i velmi řídké), které jsou smíchané s přímým zvukem ve srovnatelné úrovni (proto se dozvukové programy určené pro toto využití v žádném případě nehodí na zpracování perkusivních materiálů).

Je zcela přirozené, že pokud chcete, aby se u nahrávek uplatňovaly i drobné nuance v charakteristice dozvuku použitého na jednotlivé nástroje, musí být hudba aranžována takovým způsobem, aby se pro dozvuk vytvořila určitá plocha. Ta může vzniknout pouze tehdy, když jsou jednotlivé fráze zřetelně oddělené krátkými pomlkami a když je hudba dynamicky co nejkontrastnější. Pokud zavalíte mixáž dvěma agresivně znějícími kytarami ve značné úrovni, které stále hrají dlouhé a drsně znějící akordy nebo mají natolik husté doprovody, že se od sebe již neoddělí jednotlivé tóny, potom nelze očekávat, že jakýkoli dozvuk, ať už na tyto kytary nebo na ostatní nástroje, použitý v přiměřené úrovni bude možné vůbec vnímat (nemluvě o nějakých detailech).

Pokud jde o stereofonní úpravy, umísťují se oba dozvukové kanály naplno doleva a doprava, protože většina dozvukových jednotek má ve svých programech šíři stereofonního vjemu vyřešenu v rámci daného programu (programy s delším časem dozvuku znějí velmi široce, zatímco programy s těsnějším nastavením vycházejí prostorově jakoby ze středu). Chceme–li dozvukem vytvořit spíše pocit prodloužení nebo zabarvení zvuku než zřejmý prostorový efekt, je výhodnější umístit dozvuk do stejného bodu na stereofonní bázi (velký buben). Umělý dozvuk je z hlediska stereofonního provedení kouzelným efektem, ale co se jeví ve stereu impozantně, ne-

musí znít v monu vždy nejlépe. Zejména pokud jde o množství efektu, je dobré časté srovnání kompatibility v monu, protože dobře zvolený prostor by měl vytvářet určitý pocit hloubky i při monofonním poslechu. Jednou z možností prostorových úprav je umístění přímého zvuku do opačného kanálu než je nasměrován dozvuk (zní o to impozantněji ve stereu, o co je v monu tento efekt střízlivější); experimentovat se dá i s různými typy dozvuku v každém kanále (zajímavě zní kombinace stejné délky normálního a inverzního dozvuku). Inverzní dozvuk se dá občas využít například na malý bubínek, pokud však jde o speciální efekty, je třeba si uvědomit, že použitím tohoto efektu obracíme pouze obálku doznívání zvuku; pokud by měl být efekt opravdu inverzní, musí se dozvuk ozvat ještě před samotným zvukem.

Počet dozvukových jednotek, které máte ve studiu k dispozici, ovlivňuje zásadním způsobem systém jejich používání. Jestliže dáte přednost kvalitě zvuku před kvantitou, může se lehce stát, že vám nezbudou finanční prostředky na nákup více než jednoho či dvou dozvukových procesorů. V takovém případě můžete pracovat buď tak, že se při mixáži spokojíte s jedním či dvěma typy prostoru, nebo budete některé zvuky natáčet již upravené. Protože při zvukových úpravách neplatí žádná striktní pravidla, nikde není psáno, že dlouhý prostor, který je součástí zvuku již při záznamu, nemůže být při mixáži už nijak prostorově rozšířen pomocí kratšího prostoru nebo použitím DDL. Vzhledem k tomu, že určitý smysl pro prostor lze vytvářet i používáním obyčejných a relativně levných zpožďovacích linek, není tento handicap příliš omezující. Počet dozvukových jednotek, které jsou při mixáži k dispozici, není v žádném případě rozhodujícím faktorem pro kvalitu výsledného snímku, jak některé firmy uvádějí ve svých propagačních materiálech.

Při práci v DAW se dá sice kvalitní dozvukový modul používat pro libovolný počet kanálů (různě nastavené programy), ale protože tyto pluginy spotřebují poměrně značný výkon počítače, je vhodné jejich spojení s akceleračními kartami (viz příslušná kapitola).

Jakékoli experimentování v oblasti dozvuku je jistě velice užitečné a přináší daleko užitečnější výsledky než popis jednotlivých efektů, protože to, co slyšíte, se dá mnohdy popsat jen velmi obtížně. Každý dozvukový procesor zní navíc zcela odlišně, a proto je důkladné vyzkoušení jednotlivých programů nezbytnou záležitostí. Mějte však na mysli, že v převážné většině případů bývá nejpůsobivějším efektem právě co nejpřirozeněji znějící zvuk.





## 5.12 Multiefektové procesory a jejich algoritmy

Především při živé produkci nebo při vytváření speciálních efektů se běžně využívají procesory, které společně s dozvukem nabízejí i další digitální efekty, často s možností dynamických úprav. K jejich nevýhodám většinou patří to, že vzhledem k požadavku zachování nízké ceny je kvalita použitých efektů určitým kompromisem. Některé multiprocesory sice nabízejí možnost zařazení kvalitnějšího algoritmu, pokud se příslušný efekt využívá samostatně nebo jen s minimální kombinací, přesto se však tyto jednotky spojují spíše s využitím pro nástroje při živém hraní, kde je snadná dostupnost jednotlivých efektů velkou předností a určité nedostatky v kvalitě zvuku se dají přehlédnout spíše než ve studiu.

Z hlediska množství dostupných efektů by se veškeré digitální procesory pro zpracování zvuku daly rozdělit v podstatě do několika kategorií. U jednotek, které umožňují pouze jeden efekt, ať už v reálném nebo absolutním čase (DEDICATED UNITS), se počítá s tím, že procesor je schopen vytvářet například pouze dozvukové efekty, leckdy ve vysoké kvalitě a s obrovským množstvím nastavitelných parametrů, ale nemůže se již využít pro další efekty (DELAY, PITCH SHIFT apod.).

Další skupinu tvoří přístroje (často fungující na softwarové bázi), které umožňují sice jen jeden kvalitní efekt v reálném čase, ale mohou nabídnout prakticky jakýkoli typ procesu, včetně dynamických úprav. Pokud chcete jednotlivé efekty vzájemně kombinovat, musíte propojit několik takových jednotek (nebo funkčních bloků).

Do poslední kategorie patří opravdové multiprocesory, u kterých je možné kombinovat například i deset efektů současně. Jde většinou o kombinaci NOISE GATE, několika zpožďovacích linek, PITCH SHIFTERU, dozvuku, ekvalizéru, kompresoru, exciteru apod. Tyto jednotky by se v podstatě daly ještě dále rozdělit na modely s pevnými algoritmy (daný algoritmus je tvořen jednotlivými efekty umístěnými stále v pevné pozici) a na modely, kde lze jednotlivé efekty zařazovat či vyřazovat, a to na různá místa v řetězci.

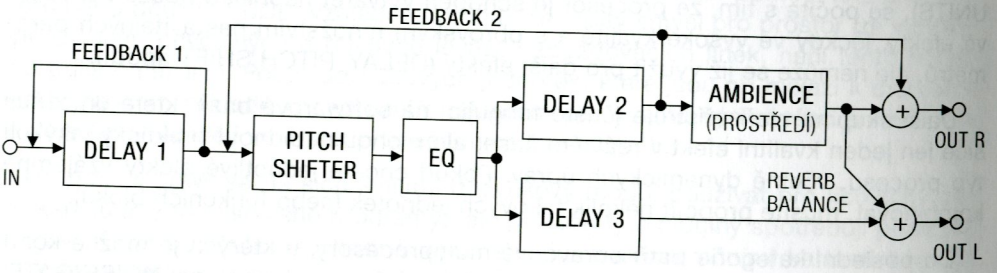
U procesorů, které obsahují pouze přednastavené (firemní) programy (PRESET) je možná buď pouze velmi omezená, nebo vůbec žádná úprava jednotlivých parametrů. Pro dozvukové efekty není změna parametrů vždy nezbytná, pro ostatní efekty, citlivé na přesné nastavení času, se už tyto přístroje hodí méně. Dnes je většina procesorů vybavena uživatelskou pamětí (USER BANK), kde je k dispozici sto i více paměťových míst pro uložení programů upravených uživatelem. Po zapsání do paměti je lze kdykoli vyvolat číslem programu, stejně jako ostatní přednastavené programy.

Prakticky všechny digitální procesory mají dnes zabudované MIDI, aby bylo možné provést automatické přiřazení efektového programu k určitému registru klávesového nástroje. Ke každému registru jakéhokoli MIDI přístroje lze tedy přiřadit v programové tabulce efektového procesoru (MIDI PROGRAM TABLE, PROGRAM MAP) i odlišné číslo programu (#).

Kromě této „automatizace“ programové volby je také většinou možné libovolnému efektovému parametru každého algoritmu přiřadit v systému dynamického MIDI jakýkoli kontrolér (podrobný popis systému kontrolérů naleznete v knize D. Forró: MIDI–komunikace v hudbě). Veškeré programové nebo parametrové změny je možné samozřejmě zaznamenávat do sequenceru, takže mohou probíhat automaticky po jeho spuštění.

Další možné řešení multiefektových jednotek spočívá v přiřazení různých efektů do dvou či více nezávislých funkčních bloků se samostatnými vstupy a výstupy, takže zařízení lze využívat jako více efektových procesorů najednou.

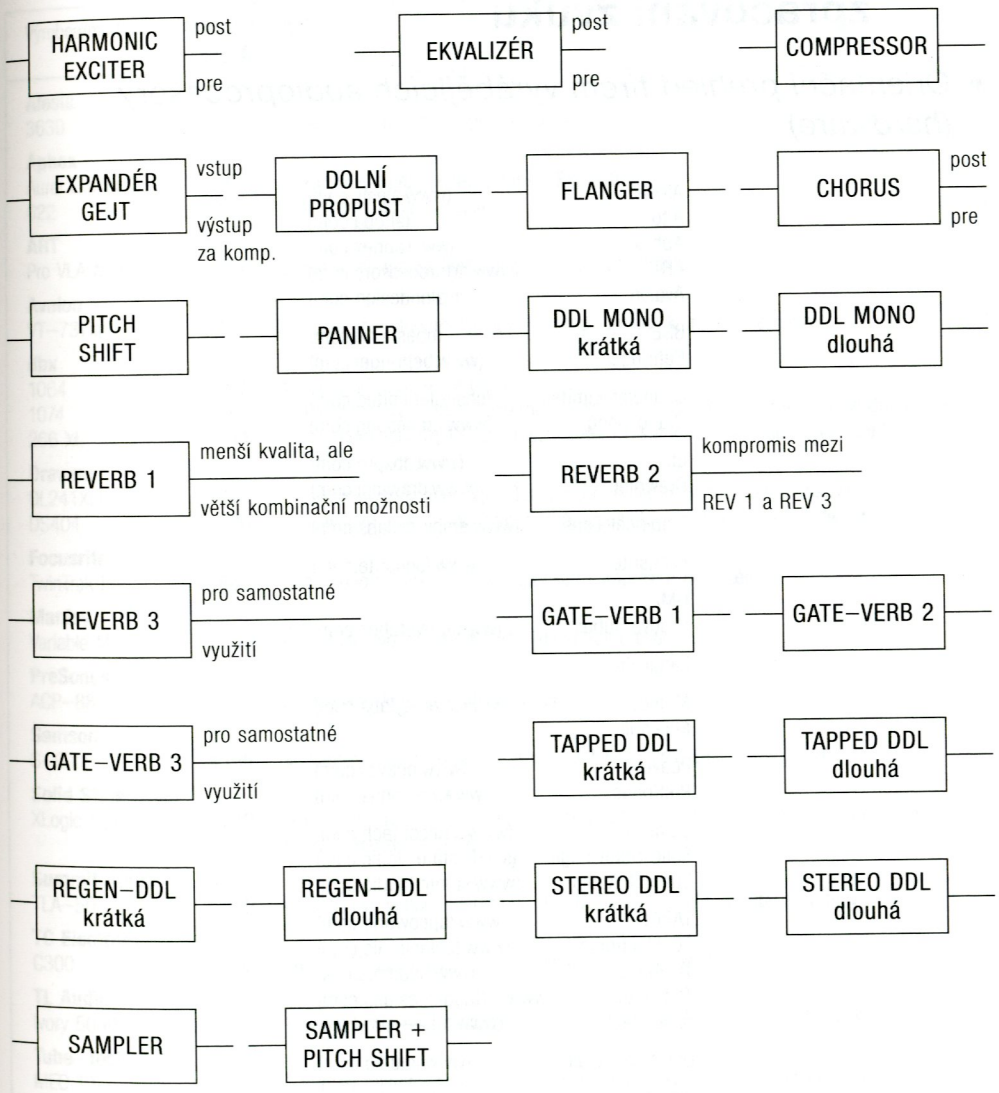
U jednotek s modulární koncepcí je většinou možné osadit základní rám více než jedním digitálním signálovým procesorem (DSP) s možností buď samostatného využití, nebo propojení jednotlivých bloků do série (většinou pomocí digitálních vstupů a výstupů), čímž vzniká opět možnost využití zařízení jako multiefektového procesoru.




*Obr. 100: Příklad pevného algoritmu PITCH/DELAY multiefektové jednotky*








Pozn.: Kombinace nabízených efektů je do určité míry omezena (vše nejde kombinovat se vším).

*Obr. 101: Příklad měnitelného algoritmu u multiefektového procesoru*

# 5.13 Příklady některých procesorů pro zpracování zvuku

- *Orientační přehled firem vyrábějících audioprocesory (hardware)*

| | |
|---|---|
| Alesis | (www.alesis.com) |
| Alto | (altopa.com) |
| Aphex | (www.aphex.com) |
| ART | (www.artprocessors.com) |
| Avalon | (avalondesign.com) |
| BBE | (bbesound.com) |
| Behringer | (www.behringer.com) |
| Chandler Limited | (chandlerlimited.com) |
| Crane Song | (www.cranesong.com) |
| dbx | (www.dbxpro.com) |
| Drawmer | (www.drawmer.com) |
| Empirical Labs | (www.empiricallabs.com) |
| Focusrite | (www.focusrite.com) |
| GML | |
| Groove Tubes | (www.grovetubes.com) |
| Langevin | |
| Manley | (www.manleylabs.com) |
| Millennia | |
| Peavey | (www.peavey.com) |
| PreSonus | (www.presonus.com) |
| Samson | (www.samsontech.com) |
| Solid State Logic | (solid-state-logic.com) |
| Summit Audio | (www.summitaudio.com) |
| TAPCO | (www.tapcoworld.com) |
| TC Electronic | (www.tcelectronic.com) |
| TL Audio | (www.tlaudio.co.uk) |
| Toft Audio | (www.toftaudiodesigns.com) |
| Tube-Tech | (www.tube-tech.com) |
| Universal Audio | (www.uaudio.com) |
| Vintech | (www.vintech-audio.com) |
| Waves | (www.waves.com) |





- *Příklady několika populárních modelů (USA 2008)*

| Výrobce/model | Orientační cena [€] | Popis |
|---|---|---|
| **Alesis** | | |
| 3630 | 139 | Stereo/Dual-mono kompressor/limiter |
| **Aphex** | | |
| Aural Exciter 204 | 360 | 2-kanálový Aural Exciter s funkcí Big Bottom |
| 622 | *800 $* | 2-kanálový expander/gate |
| **ART** | | |
| Pro VLA MKII | 507 | 2-kanálový optický kompresor s lampovým stupněm |
| **Avalon** | | |
| VT-737sp | 2 129 | Lampový mikrofonní/nástrojový preamp, optická komprese, ekvalizér |
| **dbx** | | |
| 1064 | *800 $* | 4-kanálový kompresor/limiter |
| 1074 | 1 062 | 4-kanálový noise gate s externím klíčovacím vstupem a interním frekvenčním fitrem |
| 266 XL | 244 | Dvojitý kompresor/gate se symetr.vstupy, indikátory LED a Side Chain inzertem |
| **Drawmer** | | |
| DL241XLR | 940 | Dvoukanálový expander/gate/kompresor/limiter se sym.vstupy a výstupy |
| DS404 | 1 230 | 4-kanálový gate s laditelným hornopropustním a dolnopropustním filtrem |
| **Focusrite** | | |
| TwinTrak Pro | 660 | Dual mono/stereo preamp s optickou kompresí a ekvalizérem |
| **Manley** | | |
| Variable Mu | 3 490 | Proměnný dvojitý lampový Mu limiter/kompresor |
| **PreSonus** | | |
| ACP-88 | 1 090 | 8-kanálový kompresor/limiter/gate |
| **Samson** | | |
| S-Gate | 4 169 | 4-kanálový gate, expander, ducker s fukcí Stereo Link a Key Listen |
| **Solid State Logic** | | |
| XLogic Alpha Channel | 949 | Mikrofonní preamp se 3-pásmovým ekvalizérem, filtrem, limiterem, a obvodem Variable Harmonic Drive |
| **Summit Audio** | | |
| TLA-50 | 648 | 1-kanálový lampový úrovňový zesilovač s XLR a 1/4˝ vstupy a výstupy |
| **TC Electronic** | | |
| C300 | 262 | Dvojitý vícepásmový kompresor/limiter a gate/expander |
| **TL Audio** | | |
| Ivory 5050 II | 534 | Preamp/kompresor s proměnným ziskem, 30 dB Pad, režim Hard/Soft Knee |
| **Tube-Tech** | | |
| MEC 1A | 4 177 | Lampový mikrofonní preamp s 3-pásmovým ekvalizérem a optickým kompresorem |
| **Universal Audio** | | |
| LA-610 | 1 777 | Lampový mikrofonní/nástrojový/linkový preamp s ekvalizérem a opt. kompresorem |
| 1176LN | 2 236 | Limitační linkový zesilovač třídy A s tranzistorovými obvody |
| **Vintech** | | |
| X73i | *1 600 $* | Symetrický (transf.) mikrofonní preamp třídy A s ekvalizérem vycházející z Neve 1073 |

*Tab. 13: Příklady populárních modelů audioprocesorů (USA 2008)*

- *Orientační přehled firem vyrábějících dozvukové a efektové jednotky (hardware)*

| | |
|---|---|
| Alesis | (www.alesis.com) |
| Bricasti Design | (www.bricasti.com) |
| Digi Tech | (www.digitech.com) |
| Eventide | (www.eventide.com) |
| Kurzweil | (www.kurzweilmusicsystems.com) |
| Lexicon | (www.lexiconpro.com) |
| Moog | (www.moogmusic.com) |
| Peavey | (www.peavey.com) |
| TC Electronic | (www.tcelectronic.com) |
| TC–Helicon | (www.tc–helicon.com) |
| Yamaha | (www.yamahaproaudio.com) |





- *Příklady několika populárních modelů (USA 2008)*

| Výrobce/model | Orientační cena [€] | Popis |
|---|---|---|
| **Alesis** | | |
| NanoVerb | 99 | Digitální multiefektový procesor s přednastavenými programy |
| MidiVerb 4 | 219 | Dvoukanálový multiefektový procesor, MIDI ovládání |
| MicroVerb 4 | 169 | Stereofonní digitální dozvukový procesor, MIDI |
| **DigiTech** | | |
| S–100 | *220 $* | Stereofonní efektový procesor do racku |
| Vx400 Windows | 294 | Vokální procesor s integrovaným USB rozhraním, mikrofonní preamp a software |
| **Eventide** | | |
| Eclipse 3.0 | 1 999 | 24–bitový/96 kHz měnič ladění, dozvukový a efektový procesor |
| H8000FW | 4 998 | 8–kanálový efektový procesor s analogovými & digitálními vstupy a výstupy, FireWire |
| Reverb 2016 | 2 139 | 24–bitový stereofonní dozvukový procesor s analogovými, digitálními a MIDI IN/OUT |
| **Lexicon** | | |
| MX200 | 252 | Hardwarová dozvuková jednotka s plug–in softwarem pro Mac a PC |
| MX300 | 409 | 2–kanálový dozvukový/delay procesor s kompresí dbx, de–esserem a VST/plug–in audio softwarem |
| MX400 | 504 | 4–in, 4–out dozvukový procesor s dynamikou dbx a řídicím softwarem s podporou VST and AU, TRS I/O |
| 960 MLD | 12 490 | 24–bitové/96 kHz modulární multikanálový digitální efektový systém s dálkovým ovládáním, podpora surroundu |
| **Kurzweil** | | |
| Mangler | 653 | Stereofonní multiefektový procesor se 192 presety s ekvalizací |
| **Peavey** | | |
| Dual Deltafex | *220 $* | Stereofonní efektový procesor, 16 efektů |
| **TC Electronic** | | |
| M350 | 232 | Dvojitý efektový procesor s řídicím softwarem a TC dozvukovými programy |
| M3000 | 2 549 | 24–bitový dvojitý stereofonní dozvukový a efektový procesor |
| D–Two | 660 | Dvojitý Delay procesor s funkcí Multi–Tap Rhythm |
| M–One XL | 545 | Dvojitý 24–bitový multiefektový procesor |
| Reverb 4000 | 3 248 | 24–bitový/96 kHz dozvuková jednotka, stereofonní verze modelu System 6000 |
| **TC–Helicon** | | |
| VoiceWorks Plus | 881 | Vytváření vokálních harmonií, korekce ladění a efektový procesor s mikrofonním preampem a ekvalizací |
| **Yamaha** | | |
| SPX2000 | 1 189 | 24–bitový/96 kHz digitální multiefektový procesor s dozvukovými algoritmy REV–X |

*Tab. 14: Příklady populárních modelů efektových procesorů (USA 2008)*

- *Virtuální procesory (PLUG–INS) – orientační přehled firem*

| | |
|---|---|
| Antares | (www.antarestech.com) |
| Aphex | (www.aphex.com) |
| Audio Ease | (www.audioease.com) |
| BBE | (www,bbesound.com) |
| BIAS | (www.bias–inc.com) |
| Bomb Factory | (www.bombfactory.com) |
| Celemony | (www.celemony.com) |
| Crane Song | (www.cranesong.com) |
| Cycling 74 | (www.cycling74.com) |
| Digidesign | (www.digidesign.com) |
| Dolby | (www.dolby.com) |
| Drawmer | (www.drawmer.com) |
| DUY | (www.duyy.com) |
| Eventide | (www.eventide.com) |
| Focusrite | (www.focusrite.com) |
| GRM Tools | (www.grmtools.com) |
| Chandler Limited | (www.chandlerlimited.com) |
| IK Multimedia | (www.ikmultimedia.com) |
| iZotope | (www.izotope.com) |
| McDSP | (www.mcdsp.com) |
| Minnetonka | (minnetonkaaudio.com) |
| Native Instruments | (native–instruments.com) |
| Neyrinck | (www.neyrinck.com) |
| Overloud | (www.overloud.com) |
| Peavey | (www.peavey.com) |
| Princeton Digital | (www.princetondigital.com) |
| Propellerheads | (www.propellerheads.com) |
| Prosoniq | (www.prosoniq.com) |
| RNDigital | (www.rndigital.com) |
| Roxio | (www.roxio.com) |
| Serato | (www.serato.com) |
| Solid State Logic | (www.solis–state–logic.com) |
| Sonic Solution | (www.sonic.com) |
| Sonnox | (www.sonoxplugins.com) |
| Sony | (www.sony.com) |
| SoundToys | (www.soundtoys.com) |
| SRS | (www.srslabs.com) |
| Steinberg | (www.steinberg.net) |
| Synchro Arts | /www.synchroarts.com) |
| TASCAM | (www.tascam.com) |
| TC Electronic | (www.tcelectronic.com) |
| TC–Helicon | (www.tc–helicon.com) |
| Trillium Lane Labs | |
| Universal Audio | (www.uaudio.com) |
| URS | |
| VOX | (www.voxcd.com) |
| WaveArts | (www.wavearts.com) |
| Waves | (www.waves.com) |



# 6. POSLECHOVÉ MONITORY

# 6.1 Úvod

Poslechovými monitory ve studiu rozumíme soustavu (pár) reproduktorových boxů, které nám při nahrávání v režii umožňují kvalitní kontrolní poslech všech audiosignálů, které si navolíme v monitorové sekci mixážního pultu nebo DAW. Na rozdíl od reproboxů pro živá ozvučení, kde je prioritním parametrem především vyzářený akustický výkon, jsou na kvalitu studiových monitorů jako na rozhodující element ovlivňující podstatnou měrou naše rozhodování při nahrávání i při mixáži kladeny poněkud odlišné požadavky.

Jedním z nejdůležitějších parametrů studiového monitoru je jeho věrný přenos, což se dá jednoduše vysvětlit tak, že od něho chceme, aby nijak nezabarvoval poslech nahrávky (ať už k lepšímu nebo k horšímu) jako např. běžné reprosoustavy Hi-Fi určené pro domácí poslech, nebo PA soustavy pro ozvučení koncertů. Je dost velkým paradoxem, když si majitel studia nakoupí kvalitní a drahé vybavení, na jehož konci je jako jediný kontrolní prvek připojena laciná reprosoustava z Hi-Fi věže, která si přizpůsobuje hudbu „k obrazu svému", tzn. že má často různé zdvihy na basech a ve vrchních pásmech, které sice mohou subjektivně vylepšovat barevnost zvuku, ale s tím, jak zní nahrávka doopravdy, mají jen málo společného. Nejkvalitnějšími a nejdražšími monitory jsou právě ty, které nikterak nezabarvují zvuk a přenášejí celé akustické pásmo s minimálními frekvenčními zdvihy a poklesy, minimálními fázovými posuvy a s minimálním zkreslením.





# 6.2 Základní parametry studiových monitorů

## 6.2.1 Frekvenční charakteristika

Ideální studiový monitor by měl přenášet bez větších výchylek frekvence již od 30 Hz až do 20 kHz, a i od menších reprosoustav se očekává, že fungují dobře již od 50 Hz i níž. Pozvolný přirozený pokles na basech je většinou daleko vhodnější, než umělé zdůrazňování určitého spodního pásma (bass-reflexový otvor), pod kterým účinnost reprosoustavy prudce klesá. Čím je menší místnost, ve které posloucháme, tím je méně žádoucí, aby monitor přenášel i velmi hluboké frekvence. Velká reprosoustava, která dobře funguje i pod 50 Hz, může v takovém malém prostoru přinášet více škody než užitku, a poslech může být natolik „matoucí", že se jen těžko dá určit, co se vlastně ve spodním pásmu děje. Z tohoto důvodu jsou pro tyto prostory vhodnější monitory pro blízký poslech, o kterých bude ještě řeč.

Při používání monitorů, které nejsou schopné přenášet úplně nejhlubší pásmo, je nezbytná příležitostná kontrola kvalitními profesionálními sluchátky nebo porovnání smíchané nahrávky na domácím zařízení, kde se bude nakonec stejně většina komerčních nahrávek poslouchat.

Máte-li možnost srovnat si různé frekvenční průběhy, setkáte se často s tím, že u laciných reproboxů je křivka frekvenčního průběhu znázorněna jako téměř ideální, zatímco u nejdražších monitorů je průběh plný drobných „špiček" a „děr". Není to ale v žádném případě tím, že obyčejný domácí monitor by měl lepší frekvenční průběh; vše je závislé na tom, s jakou rozlišitelností je křivka zakreslena. Kdyby byl průběh domácích reprosoustav prezentován tak podrobně, jak je tomu u kvalitních studiových monitorů, asi by si je nikdo nekupoval. Naštěstí je náš sluch dost tolerantní, neboť tyto drobné výchylky a rezonance nemají na subjektivní poslech žádný katastrofický dopad, i když zajisté ovlivňují to, že každý monitor zní úplně jinak.

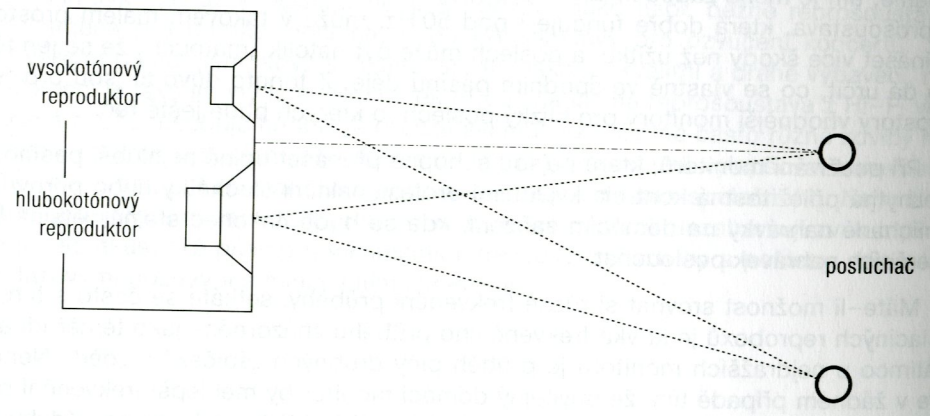
Pokud se ve specifických údajích o reproduktorové soustavě dočtete, že má rovný průběh např. od 35 Hz až do 20 kHz, je nutné vzít do úvahy, v jakém tolerančním pásmu je tento údaj uváděn, jinak je tato informace bezcenná. Kvalitní studiové monitory by se měly vejít do tolerance ±3 dB v pásmu 60 Hz až 20 kHz. Pro spodní akustické pásmo se občas uvádí údaj, jakou nejnižší frekvenci jsou monitory schopné přenést pro určitý definovaný pokles (CUT-OFF FREQUENCY), např. 35 Hz pro −6 dB.

Průběh monitoru ve vrchních částech akustického pásma je ovlivňován především kvalitou vysokotónového reproduktoru (TWEETER). Pro kvalitní studiové monitory se nejčastěji využívají typy s kopulovitou membránou z měkkého materiálu, které sice nedosahují takové účinnosti jako výškové systémy pro živé aplikace, mají však mnohem vyrovnanější průběh a celkově věrnější zvuk.

### 6.2.2 Fázová charakteristika

Dalším parametrem, ovlivňujícím celkový zvuk monitoru, je fázová charakteristika. Požadavek zachování fáze všech harmonických kmitočtů není vždy jednoduché splnit, zvlášť když vezmeme v úvahu, že většina systémů je osazena nejméně 2–3 budicími jednotkami (reproduktory), které jsou navíc od sebe různě vzdálené (daleko lépe jsou na tom z tohoto hlediska koaxiální reproduktory, které představují bodový zdroj zvuku).

Kromě fázových nedostatků, které souvisejí s konstrukcí samotných reproduktorů zde máme problém časového rozdílu, který vzniká, jakmile se posluchač dostává do jiného místa, než je ideální místo poslechu (osa monitoru).




*Obr. 102: Časové rozdíly vznikající poslechem mimo osu monitoru*

Na příkladu dvoupásmového systému (obr. 102) vidíte, že pokud je posluchač přímo v ose reprosoustavy, dorazí k němu zvuk z hlubokotónového reproduktoru ve stejném čase jako zvuk z vysokotónového reproduktoru. Ocitne-li se však posluchač kdekoli mimo osu, poslouchá zvuk z jednoho reproduktoru nepatrně dříve než druhého. Jak moc se liší vzdálenosti jednotlivých zvukových drah, to už záleží na tom, jak daleko jsou od sebe reproduktory v soustavě a na úhlu, který je mezi posluchačem a osou reprosoustavy. Důsledkem rozdílu vzdáleností je to, že dochází k různým fázovým disproporcím ve vztahu k harmonickým kmitočtům dotvářejícím celkový zvuk.

Právě z těchto důvodů jsou většinou reproduktory uspořádány v reprosoustavě nad sebou, aby se neměnila vzdálenost posluchače od jednotlivých budičů v soustavě tím, že se pohybuje před monitory zleva doprava. V tomto případě vznikají fázové problémy pouze při změně výšky, kterou je většinou možné dodržet relativně konstantní. Při položení takových monitorů na bok bude problém opačný, tzn. že při změně výšky poslechového bodu budou fázové problémy minimální, omezí se však značně úhel poslechu ve vodorovné rovině.





Když už se zabýváme problémem polohy monitorů, často se v této souvislosti nabízí otázka, zda je při vodorovném uspořádání hlubokotónového a vysokotónového reproduktoru lepší umísťovat tweeter ke krajům či ke středu stereofonní báze. Většinou se v tomto případě doporučuje vnitřní strana, aby při stereofonním poslechu nevznikala „díra“ uprostřed, zvlášť když se jedná o monitory pro blízký poslech, které se umísťují často přímo vzadu na pultu, někdy dost daleko od sebe.

Některé firmy, vyrábějící velmi kvalitní monitorové aktivní systémy, vybavují zabudované elektronické výhybky (CROSSOVERY) tzv. fázovou korekcí, která zajišťuje optimální fázovou charakteristiku soustavy.

### 6.2.3 Směrová charakteristika

Tento parametr je u reproduktorových soustav vžitý spíše pod názvem „charakteristika mimo osu (OFF-AXIS RESPONSE)“. Stejně jako mikrofony nesnímají zvuk nikdy ze všech směrů rovnoměrně, nešíří ho optimálně všemi směry ani budicí jednotky reprosoustavy. I zde je obrovský rozpor v požadavcích na směrovost systému pro živé ozvučení a studio, neboť zatímco při koncertě chceme vyzářit veškerou akustickou energii dopředu, je situace ve studiu poněkud odlišná, neboť úhel poslechu před monitory bývá dost značný.

Už samotnou konstrukcí jednotlivých budičů v soustavě je dán fakt, že zvuky šířící se mimo osu soustavy mají daleko méně vyrovnanou frekvenční charakteristiku než zvuky, které posloucháme v ose. Poslech mimo osu bývá o dost „matnější“, neboť horní frekvence bývají soustředěné v relativně užším svazku než tóny v hlubokém pásmu, které se v některých případech šíří stejně dobře před monitorem jako za ním. Uvědomíme-li si, že reproduktory pro jednotlivá frekvenční pásma mají ještě navíc každý svou vlastní směrovou charakteristiku, může být v některých případech poslech mimo osu dost nevyrovnaný.

U monitorů bychom mohli argumentovat tím, že jsou určené především pro poslech v hlavní ose, a pokud je tato podmínka splněna, neměla by charakteristika mimo osu příliš ovlivňovat kvalitu poslechu. To by snad mohlo platit v mrtvé komoře, neboť frekvenčně nevyrovnané zvuky, šířící se ve značném množství mimo osu reprosoustavy významnou měrou ovlivňují barvu dozvuku dané místnosti, kterou ve většině případů vnímáme jako součást celkového zvuku (je to vlastně obdobné jako u mikrofonu, kdy se ze směrů mimo osu snímá dozvuk místnosti zabarvený nedokonalou frekvenční charakteristikou). I tento parametr se jeví jako výrazný faktor, který se podílí na tom, že různé reprosoustavy znějí ve stejné místnosti tak rozdílně.

### 6.2.4 Zkreslení

U studiových monitorů je minimální harmonické zkreslení signálu naprostou samozřejmostí, a protože je sluch nejcitlivější na zkreslení především na výškách a vyšších středech, závisí čistota zvuku především na kvalitě tweeteru. Vyšší citlivost budičů má většinou za následek i větší zkreslení: právě z tohoto důvodu mají reproduktory, které se používají ve studiových monitorech, relativně malou citlivost (proto se ve studiích používají tak silné zesilovače).

Při vyšším vybuzení reprosoustavy narůstá nejen zkreslení způsobené samotnými reproduktory, ale i různé nežádoucí rezonance, které má na svědomí konstrukce boxu. Obdobně jako u frekvenční charakteristiky, je i u harmonického zkreslení nezbytné určit podmínky, za jakých údaj platí, v tomto případě výkon a frekvenční pásmo. Dobré studiové monitory by měly mít zkreslení ve frekvenčním pásmu nad 200 Hz pod 1% při výkonu, který odpovídá normální úrovni poslechu (tedy ne, když pracují na hranicích svých možností). Často se uvádí zkreslení při výkonu 1W.

Z hlediska věrnosti poslechu je u studiových monitorů důležité minimální harmonické zkreslení i ve spodních pásmech, přestože toto zkreslení není tak zřejmé. U domácích reprosoustav se často harmonické zkreslení na basech ještě podporuje, protože se tak dosáhne větší průraznosti na hloubkách. Takové systémy však nemají s kvalitním poslechem ve studiu nic společného.

### 6.2.5 Maximální výkonové zatížení

Protože hudba obsahuje značnou dynamiku a ve studiu je zapotřebí přenést bez zkreslení i veškeré špičky (perkusivní zvuky), bývají studiové monitory připojené k poměrně silným výkonovým zesilovačům, které by (pokud počítáme s umístěním přímo v režii) neměly mít ventilátorový chladící systém – ten vydává poměrně značný hluk. Je celkem běžné napájet monitory pro blízký poslech zesilovačem o výkonu 100 až 400 W, zatímco u systémů pro velká profesionální studia se běžně setkáváme i s výkonem přes 1 kW na kanál.

Toto zdánlivě nesmyslné předimenzování výkonu s ohledem na velikost místnosti má své opodstatnění, neboť při nízkých citlivostech systému je nutné adekvátně zvýšit výkon, aby se dosáhlo požadované hlasitosti bez zkreslení. Lidé pracující na koncertech s PA boxy, které mívají citlivost kolem 105 dB (1W/1m), by si měli uvědomit, že pokud jde o hlasitost, bude běžný studiový systém s citlivostí 85 dB (1W/1m) při výkonu 200 W stejně hlasitý jako jejich PA box při výkonu 2 W. Ve specifických údajích studiového monitoru se můžete setkat např. s údaji typu:

*Maximální špičkový výkon, který je monitor schopen zpracovat (PEAK POWER HANDLING):* ... 600 wattů

*Doporučený výkon zesilovače (RECOMMENDED AMPLIFIER POWER):* ... 100 až 400 wattů



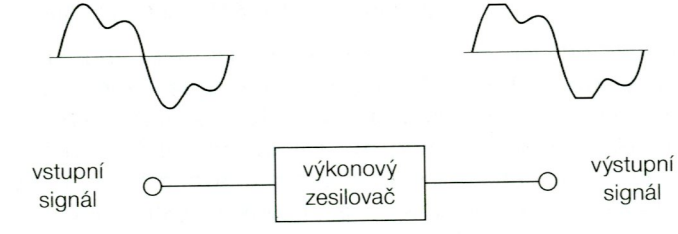


Menší doporučený výkon postačí pro malé režie, kde se počítá s menší hlasitostí poslechu.

V souvislosti s větším výkonem zesilovače se můžeme setkat i s otázkou ochrany reproduktorového systému. K poškození reproduktorů v soustavě dochází tehdy, když cívkou reproduktoru prochází proud, který vytváří více tepla, než je systém schopen rozptýlit. Dojde-li ke vzrůstu teploty až na tuto hranici, cívka se buď přepálí, nebo se poškodí její lepené vinutí. Tím dojde ke zničení reproduktoru a nezbývá, než koupit nový, nebo nechat vadný kus převinout. V každém případě vám přibude řada starostí navíc, neboť reproduktory se často v soustavách párují, aby se dosáhlo co nejshodnějšího průběhu.

U běžné reprodukované hudby zpracovává tweeter daleko menší výkon než hlubokotónový reproduktor, vzhledem k přirozenému rozložení akustické energie, která z větší části zabírá spodní pásmo. Přestože se u současné populární hudby horní akustické pásmo značně zdůrazňuje, platí tento fakt i při používání elektronických hudebních nástrojů. Vysokotónový systém bývá právě z těchto důvodů dimenzován na mnohem nižší výkonové zatížení, běžně to bývá asi jedna čtvrtina výkonu spodního pásma. Přesto někteří výrobci mívají vestavěné v boxu nízkonapěťové žárovky, které se zapojují v sérii s tweeterem, aby při náhodném zvýšení výkonu v horním akustickém spektru nedošlo ke zničení často velmi drahého budiče. Pokud je vlákno žárovky chladné, protéká proud systémem prakticky bez omezení, při rozžhavení vlákna prudce vzrůstá jeho odpor, takže se větší část elektrické energie rozptýlí na teplo a světlo v žárovce, místo toho, aby se přehřívala cívka vysokotónového reproduktoru.

Vysokotónový systém lze u pasivních systémů paradoxně zničit i basovými tóny, a to i tehdy, když je výkon zesilovače nižší, než je maximální příkon reprosoustavy. Jestliže hlasitější hluboké tóny překročí určitou úroveň, nastává u výkonového zesilovače tzv. omezování signálu (CLIPPING), které má za následek vznik nových tvarových křivek s ostrými hranami. Takové křivky obsahují značné množství vyšších harmonických kmitočtů, které procházejí výhybkou až k vysokotónovému reproduktoru. Tím může docházet k jeho značnému přetížení a následnému zničení teplem. U aktivních výhybek je situace v tomto směru lepší, neboť změna tvarových křivek basových kmitočtů nikterak neovlivňuje čistotu signálu v tweeteru.




*Obr. 103: Změna tvarové křivky po přebuzení výkonového zesilovače*

### 6.2.6 Citlivost (SENSITIVITY)

Charakteristická citlivost reprosoustavy se udává většinou ve vzdálenosti 1 metr při výkonu 1 W, v určitém frekvenčním pásmu (někdy se můžeme setkat i s napěťovým údajem 2,83 V, což odpovídá výkonu 1 W při impedanci reproduktoru 8 ohmů). Je to údaj, který nás vlastně informuje o hlasitosti monitoru a závisí především na účinnosti jednotlivých budičů v soustavě.

Studiové monitory mívají zpravidla citlivost velmi nízkou (80–90 dB), neboť je to zatím jediná cesta, jak se dá dosáhnout nízkého zkreslení.

Z údajů o citlivosti a maximálním výkonovém zatížení soustavy se často odvozuje další údaj – maximální akustický tlak, který je reprosoustava schopna vytvořit (MAXIMUM S.P.L.).

### 6.2.7 Impedance

Jmenovitá impedance monitorů bývá 4 nebo 8 ohmů. Tento údaj se vztahuje pouze k určité frekvenci, a proto se do grafu frekvenčního průběhu většinou zakresluje křivka průběhu impedance v závislosti na kmitočtu. Její průběh se od jmenovité impedance značně liší, protože mívá velký zdvih v bodě rezonančního kmitočtu hlubokotónového reproduktoru (bývá to více než dvojnásobná hodnota jmenovité impedance), a ani v další části akustického spektra nemá konstantní průběh. Impedanční charakteristiku ovlivňují nejen impedanční průběhy samotných reproduktorů, ale i způsob konstrukce pasivních výhybek pro jednotlivá frekvenční pásma.





## 6.3 Monitory z hlediska konstrukce

Protože ani v případě reprodukce nikdo dosud nevymyslel takový budič, který by věrně přenášel celé slyšitelné spektrum, je nutné řešit kvalitní monitory jako vícepásmové soustavy. Jejich řešení spočívá v rozdělení přicházejícího signálu do několika frekvenčních pásem pomocí pasivních nebo aktivních frekvenčních výhybek (CROSSOVER), což jsou v podstatě filtry typu dolní, horní a pásmová propust. Každé frekvenční pásmo se potom zpracovává vhodným typem reproduktoru.

Základem této konstrukční filozofie je dvoucestný systém, skládající se z hlubokotónového (WOOFER) a vysokotónového (TWEETER) reproduktoru, kde se dělící kmitočet pro obě pásma pohybuje zhruba kolem 1,5 kHz (záleží to zejména na použitých typech). U větších reprodukčních soustav však takové rozdělení bývá nedostatečné, a proto se používá ještě středopásmový reproduktor. U monitorů pro velká studia, které přenášejí extrémně hluboké frekvence, se někdy počet pásem zvyšuje až na čtyři. Další dělení je spíše kuriozitou, neboť přináší více problémů než výhod.

Pro hluboké pásmo se užívají klasické kuželové reproduktory s papírovou nebo polypropylénovou membránou. Často bývá předmětem různých diskusí, který z obou typů je lepší, a i když jsou s papírovými membránami menší problémy z hlediska nežádoucích rezonancí, není typ membrány v žádném případě rozhodujícím faktorem ovlivňujícím celkovou kvalitu monitoru. Průměrem reproduktoru je v podstatě dáno i jeho využití; čím větší je plocha membrány, tím hlubší pásmo se obvykle přenáší.

Reproduktor s kuželovou membránou je možné používat i pro střední pásmo, i když pro vyšší středy bývá někdy výhodnější využití typů s měkkou kopulovitou membránou (SOFT DOME), a to hlavně z důvodů lepší rozptylové charakteristiky.

Pro horní pásma se nejčastěji využívají opět typy SOFT DOME, neboť mají velmi věrný přenos a nejsou příliš náchylné na žádné výraznější rezonance, jako jejich protějšky s plastovou či kovovou membránou. Velkou výhodou je i to, že při poslechu tolik neunavují sluch, a tak je zvukař schopen zůstat delší dobu objektivní. Vyrábějí se i monitory využívající tweetery se zvukovodem, které sice mají mnohem vyšší účinnost, ale z hlediska věrnosti zvuku nejsou příliš ideální, neboť mají dost agresivní a nezaměnitelný zvuk vlivem odrazů v hrdle zvukovodu. Tyto typy se využívají spíše v soustavách pro P.A. (živé ozvučení).

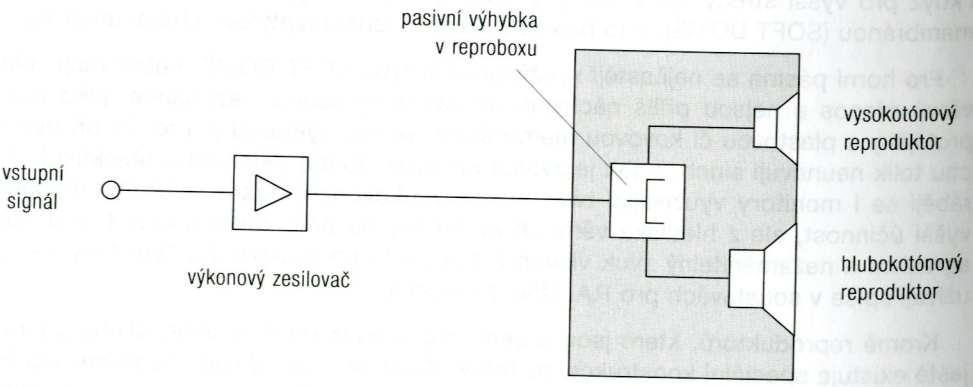
Kromě reproduktorů, které jsou určené pro přenos daného akustického pásma, ještě existuje speciální konstrukce od firmy TANNOY – tzv. dvojitý koaxiální systém (DUAL CONCENTRIC). Zde se využívá tweeteru osazeného zvukovodem, umístěného přesně ve středu kuželového budiče pro přenos spodního akustického pásma. Protože se kužel hlubokotónového systému chová vlastně jako zvukovod, je možné zkonstruovat relativně krátký zvukovod samotného tweeteru, a není nezbytné vytvářet další středové pásmo. Tyto systémy mají vzhledem k využití zvukovodu svůj charakteristický zvuk, u kterého je často střední pásmo mírně potlačené. Mají relativně vysokou citlivost, a jsou tedy i hlasitější. Nespornou výhodou tohoto systému

je, že nedochází ke vzniku žádných fázových problémů při změně místa poslechu, neboť jde o bodový zdroj zvuku.

### 6.3.1 Pasivní systémy

Podle toho, kde dochází k rozdělení signálu do jednotlivých frekvenčních pásem, lze rozdělit výhybky na aktivní a pasivní. U pasivního dělení se celý proces uskutečňuje až za výkonovým zesilovačem, což znamená, že tyto výhybky jsou většinou přímou součástí reprosoustavy. Název pasivní je odvozen od toho, že součástí tohoto systému nejsou žádné aktivní prvky (tranzistory, operační zesilovače), ale pouze pasivní součástky (kondenzátory, cívky, příp. odpory).

Velkou výhodou tohoto způsobu dělení je to, že pro napájení každé reprosoustavy potřebujeme pouze jediný výkonový zesilovač (stereozesilovač pro celý pár). Celý systém je tedy daleko méně nákladný nejen sám o sobě, ale i tím, že ušetříme další výkonové zesilovače, které jsou v případě aktivního dělení nezbytné pro každé pásmo. Protože se jedná o velmi jednoduchou konstrukci, není možné průběh jednotlivých pásem nikterak korigovat, ať už jde o hlasitost či přesně definovaný frekvenční průběh nebo fázovou charakteristiku. Na těchto výhybkách dochází rovněž k nepatrné ztrátě výkonu (zhruba 2 dB), a protože se tyto systémy hodí spíše pro dělení pásem s menší strmostí (6–12 dB), využívají se nejčastěji v jednoduchých dvoupásmových soustavách.




*Obr. 104: Výhybka pasivního systému*



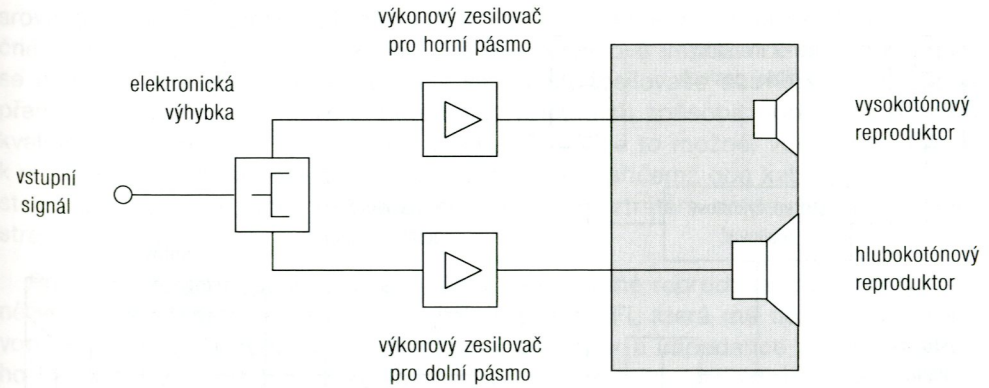


### 6.3.2 Aktivní systémy

Mnohem dokonalejší, ale podstatně dražší, je aktivní dělení frekvenčních pásem. Zde se rozděluje signál do potřebného počtu pásem již přímo za monitorovým výstupem mixážního pultu, a každé pásmo je tedy nutné zvlášť výkonově zesílit.

Tento systém lze vyladit mnohem lépe, než je tomu u pasivních výhybek a je možné ho zkonstruovat tak, aby se u jednotlivých pásem dosáhlo mnohem přesnějšího nastavení průběhu frekvenční a fázové charakteristiky. Samostatné elektronické výhybky, častěji u nás nazývané svým anglickým ekvivalentem crossovery, mají nastavitelnou nejen úroveň jednotlivých frekvenčních pásem, ale pro obecné využití (P.A.) je možné dělicí frekvence filtrů přelaďovat. Někdy bývá součástí spodního pásma i filtr pro odřezání subbasů. Důležitou konstrukční podmínkou pro správnou funkci aktivních i pasivních výhybek je vzájemné překrývání jednotlivých frekvenčních pásem v bodě poklesu −3 dB, aby se dosáhlo celkově vyrovnaného průběhu v celém akustickém spektru. Dělení jednotlivých pásem probíhá tak, že se pásma překrývají s různou strmostí (6, 12, 18, 24 dB).

Studiové aktivní monitory mají obvykle pevně nastavené dělicí frekvence s možností omezeného řízení změn úrovně pro spodní a vrchní akustické pásmo (např. v rozsahu ±3 dB). Tímto způsobem je možné částečně eliminovat nevhodné parametry poslechového prostoru (umístění poblíž rohů, odrazy od blízkých ploch apod.). Některé systémy jsou vybavené také měnitelným průběhem hornopropustního subsonického filtru.



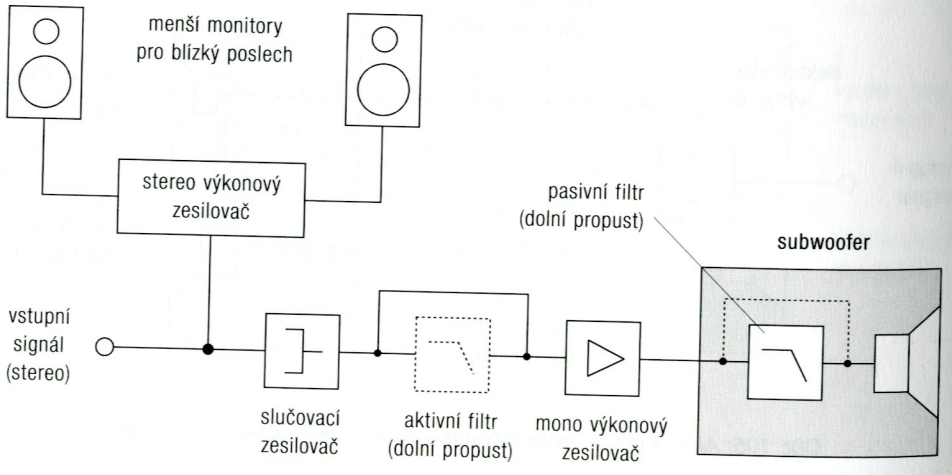

*Obr. 105: Aktivní dělení frekvenčních pásem (elektronický crossover)*

### 6.3.3 Bass-reflex

Pro zdůraznění basů se u některých reprosoustav využívá technika nazývaná PORTING, což není nic jiného, než známý bass-reflexový otvor, umístěný v čelní stěně boxu. Přesná konstrukce bass-reflexu je záležitostí důkladných výpočtů, jejichž základem jsou fyzikální vlastnosti basového reproduktoru a rozměry boxu, ve kterém je reproduktor umístěn. Systém je navrhován tak, aby právě v bodě, kde značně klesá účinnost reproduktoru, vznikal zdvih ve frekvenčním průběhu. Pečlivé vyladění bass-reflexu může vést k velmi zdařilým výsledkům, ale některé firmy tuto kompenzační techniku záměrně přehánějí, což může mít za následek příliš dunivé basy nebo zdůraznění úzkého pásma basových tónů. Jak jsem se již zmínil v předchozích kapitolách, pro studiovou práci je takto provedená reprosoustava zcela nevhodná, protože poslech z takových monitorů neodpovídá skutečnosti a vede ke klamným závěrům při rozhodování v oblasti spodního akustického pásma.

### 6.3.4 Subwoofery

Zvláštní kapitolu v oblasti studiových monitorů tvoří tzv. subwoofery. Tyto basové boxy sloužící pro přenos velmi hlubokých frekvencí spoléhají na fakt, že v tomto akustickém pásmu se šíří zvuk všesměrově, a náš sluch již zhruba od 250 Hz dolů není schopen rozlišit směr, odkud zvuk přichází. Právě proto je možné doplnit menší monitory, které nemají příliš velkou účinnost na hlubokých frekvencích, tímto hlubokotónovým boxem, který je společný pro oba stereofonní kanály. Na obr. 106 vidíte zapojení tohoto systému ve studiu.




*Obr. 106: Zapojení subwooferu*





I zde se můžeme setkat s pasivní nebo s aktivní verzí. Stereofonní signál z monitorové sekce mixážního pultu se přivádí na vstup slučovacího zesilovače, kde se vytváří monofonní součtový signál levého a pravého kanálu. Ten prochází v případě aktivní verze filtrem typu dolní propust, který bývá v určitém pásmu přeladitelný, aby se dala nejvyšší frekvence pásma naladit přesně do bodu, kde výrazně klesá účinnost hlavních stereofonních monitorů (jinak by ve frekvenčním průběhu na basech mohl nastat určitý zdvih nebo naopak „díra"). Takto upraveným signálem se napájí monofonní výkonový zesilovač, který budí hlubokotónový reproduktor.

V případě pasivní verze je aktivní filtr vyřazen a signál prochází výhybkou až po zesílení. V tomto případě se většinou jedná o pevně nastavenou oddělovací frekvenci, což znamená, že se počítá s využitím pro konkrétní typ monitorů.

Některé subwoofery tvoří s výkonovým zesilovačem a další elektronikou kompaktní celek, který umožňuje odbočit průchozí signál (často s možností zařazení hornopropustního filtru) do levého a pravého monitoru.

Vzhledem ke způsobu šíření hlubokých frekvencí není umístění subwooferu nijak kritické a v některých domácích studiích bývá dost šokující (např. pod pohovkou). Vzhledem k požadavku zachování fáze by se však vzdálenost od stereomonitorů a subwooferu neměla příliš lišit.

### 6.3.5 Připojení monitorů

Protože proud protékající pasivními reprosoustavami připojenými k výkonovému zesilovači bývá dost značný, je nutné přívodní kabely volit vždy tak, aby měly co nejnižší odpor. Impedance monitoru (4 nebo 8 ohmů) je s odporem kabelu řádově srovnatelná, zvlášť při větších délkách, a jestliže je kabel příliš tenký, ztrácí se značné množství energie již ve vedení. Zvětšením celkové impedance o odpor kabelu se navíc mohou zhoršit některé další vlastnosti zesilovače související s kvalitním přenosem signálu, což může v extrémních případech způsobit podstatné zhoršení kvality zvuku, zejména ve spodním pásmu. Pokud je to možné, volte délky kabelů k reproduktorovým soustavám co možná nejkratší, přičemž oba kabely by měly být stejně dlouhé (v případě, že přece jen k nějakým ztrátám dojde, budou na obou stranách stejné).

Pro profesionální účely se sice vyrábějí velmi drahé reproduktorové kabely, běžně však vystačíme s obyčejnou dvojlinkou pro Hi-Fi, která má dostatečný průřez vodičů. Různými testy bylo sice dokázáno, že odpor a impedance reproduktorového kabelu určitým způsobem ovlivňuje kvalitu poslechu, pro menší délky a výkon zhruba do 200 W je však toto řešení naprosto vyhovující.

Reprosoustavy ve studiu se k výkonovým zesilovačům připojují většinou pomocí šroubovatelných kontaktních svorek, neboť se jedná o trvalé spojení, u kterého by se jakékoli přechodové odpory (odpor vznikající vlivem špatného spojení kontaktů) projevovaly velmi nepříznivě. Je dobré čas od času zkontrolovat, zda jsou u zesilovačů i monitorů tyto svorky pevně dotažené a spojení má dostatečnou kvalitu.

# 6.4 Poslechový prostor

## 6.4.1 Monitory pro blízký poslech (NEARFIELD)

V každém studiu, kde jsou umístěny velké, výkonné monitory, se můžeme setkat ještě s párem malých reprosoustav, umístěných buď přímo na zadní ploše mixážního pultu nebo těsně za ním. Jedná se o tzv. monitory pro poslech v blízkém akustickém poli, se kterými se v případě malých domácích studií běžně setkáváme jako s hlavním poslechem. Ve větším studiu však slouží ke kontrole toho, jak bude nahrávka znít na běžnou reprosoustavu, a zároveň plní úlohy jakéhosi referenčního poslechu. Protože při poslechu nahrávky ve větších studiích dochází k dost značným rozdílům, mají externí zvukaři dobrou možnost srovnání právě na tyto referenční monitory, jejichž zvuk důvěrně znají, a které by měly znít všude relativně stejně. Někteří dokonce nahrávky na tyto menší monitory míchají a velké soustavy používají pouze na příležitostnou kontrolu.

Dlouholetým standardem těchto monitorů je YAMAHA NS–10. Jedná se o velmi kvalitní pasivní soustavy s maximálním příkonem asi 60 W, které rozhodně neoplývají špičkovou kvalitou, ale jako referenční poslech jsou naprosto vyhovující, a proto je můžete najít prakticky v každém větším studiu. Velkou výhodou monitorů určených pro blízký poslech je to, že je u nich minimalizován vliv místnosti na kvalitu poslechu, vzhledem ke krátké vzdálenosti od místa poslechu.

Pokud mícháte nahrávku pouze na tyto monitory (konkrétně na NS–10), určitě nebudete první, komu se stane to, že při poslechu na plnohodnotný systém s hrůzou zjistí, že se nahrávka skládá z toho, co jste předtím slyšeli na NS–10, ale navíc se objeví spousta nepříjemného dunění a hučení ve spodním pásmu. V případě poslechu jen na tyto monitorové systémy je nezbytné kontrolovat při mixáži nahrávku pomocí kvalitních sluchátek, která přenášejí s dostatečnou věrností celé spodní akustické pásmo.

## 6.4.2 Monitory montované do zdí (SOFFIT)

Ve velkých profesionálních studiích se často můžeme setkat s monitory, které jsou pevně zabudované do výklenků ve zdi. Tento systém montáže má řadu výhod oproti běžně umístěným reprosoustavám, je tu však jeden problém, se kterým je nutné počítat. Pokud je zeď dostatečně robustní, nešíří se energie na basech všesměrově, ale pouze dopředu, což znamená značný nárůst hloubek oproti systémům umístěným na stojanech. S tímto efektem již tyto monitory počítají; pokud by se do výklenků ve zdi zamontovaly klasické monitory určené pro umístění na stojanech, bylo by výsledkem tohoto postupu nepřiměřené množství basů v místnosti.

Přesný způsob montáže se liší podle toho, zda je systém umístěn v jedné rovině se zdí, a nebo zda se využívá další nakloněné roviny v těsné blízkosti reprosoustavy k počátečním odrazům (posílení hlasitosti zvuku bez větších fázových posuvů).





## 6.4.3 Montáž na stojany

Menší a střední monitory je možné namontovat v místnosti na kovový stojan, který by měl být samozřejmě natolik robustní, aby zajišťoval dostatečnou stabilitu. Těžší soustavy se často umísťují na bednách vyrobených z dřevotřísky či podobného materiálu, které jsou vyplněné pískem a pokryté pohltivým materiálem, aby nedocházelo k dalším nežádoucím odrazům. U monitorů s větší účinností na basech je důležité zajistit, aby se konstrukcí stojanu nepřenášely vibrace na zdi a podlahu místnosti, což by mohlo v některých případech dost vážně znehodnotit kvalitu poslechu (izolační podložky z neoprénu nebo podobného materiálu pro tlumení rezonancí).

Při umísťování monitorů v místnosti je třeba pečlivě zvážit všechny možnosti, neboť to má na kvalitu poslechu dost značný vliv. Obecně platí, že by reprosoustavy měly být umístěné vždy na delší straně místnosti, protože v takovém případě je poslech méně ovlivňován odrazy od bočních stěn. Boxy by neměly být ani těsně u zdi, a v každém případě je vhodné vyhnout se umístění v rozích. Pokud se totiž reprosoustava nachází v rohu místnosti, odráží se hluboké frekvence (šířící se všesměrově) od zdí přibližně se stejným zpožděním. Některé odražené frekvence se kombinují s přímým zvukem ve fázi a jiné v protifázi, čímž vznikají ve frekvenčním průběhu na basech značné rozdíly. U jednotlivé zdi není tento efekt ještě tak markantní, v rohu však vznikají již odrazy dva, a pokud je vzdálenost reprosoustavy stejná od země jako od obou zdí, vzniká ten nejhorší případ, kdy určitá spodní frekvence vykazuje obrovský zdvih a jiná zase značný pokles. Pokud ale nemáte jiné řešení, než reprosoustavy do rohů umístit, snažte se, aby se jednotlivé vzdálenosti od podlahy a zdí co nejvíce lišily, čímž se zajistí, že sčítání a odčítání přímého zvuku a jeho odrazů neprobíhá na stejné frekvenci. Situace se dá vylepšit i přiměřeným vytlumením prostoru za reproduktorovou soustavou a volbou takových monitorů, které mají rovný, přirozený pokles ve spodním pásmu.

## 6.4.4 Poslechová geometrie

S prudkým rozvojem stereofonní techniky v domácích podmínkách se správné rozmístění reprosoustavy vzhledem k posluchači stalo dobře známé, neboť po zakoupení Hi–Fi soustavy se tato otázka řeší na prvním místě. V ideálním případě vytváří oba reproboxy vzhledem k posluchači dva body rovnostranného trojúhelníku; měly by být natočené tak, aby především tweetery směřovaly přímo do místa poslechu, a podle výšky monitorů od země by se měly i patřičně naklonit (všechny reproduktory v soustavě by měly mít od ideálního místa poslechu stejnou vzdálenost.

Toto ideální rozmístění monitorů však platí pouze pro jediný bod v poslechovém poli, který většinou tvoří zvukař za pultem, a tak je pro ostatní posluchače v místnosti věrný stereofonní poslech víceméně kompromisem. Z tohoto důvodu se často nedodržuje ideální souběh obou boxů přesně v místě, kde sedí zvukař míchající nahrávku, ale tento třetí bod rovnostranného trojúhelníku se posouvá o několik desítek centimetrů za něj, aby se dosáhlo přijatelného stereofonního obrazu pro větší počet osob v místnosti.

## 6.4.5 Módy místnosti

Na celkovém zvuku jakýchkoli sebekvalitnějších monitorů se výraznou měrou podílí akustika místnosti, ve které zvuk posloucháme. Rozměry místnosti a rozložení akusticky pohltivých či odrazivých povrchů ovlivňuje zabarvení poslechu daleko víc, než by se na první pohled mohlo zdát. Ve spodní části akustického pásma je kvalita poslechu ovlivňována především vznikem stojatých vln, který má přímou souvislost s jejími rozměry.

Zamyslíme-li se trochu nad fyzikálními zákony, dojdeme v normální pravoúhlé místnosti k následujícímu závěru: Má-li zvuková vlna (tón o určité frekvenci) stejnou délku jako jeden z rozměrů místnosti, odráží se tam a zpět od protilehlých zdí přesně ve fázi s vlnou původní, čímž dochází k výraznému vzrůstu její amplitudy a ke vzniku rezonance. Při rychlosti zvuku zhruba 340 m/s odpovídá vzdálenost 3,4 m délce jedné vlny o frekvenci 100 Hz. V tomto případě je jakýkoli tón o této frekvenci v místnosti uměle zesilován, a totéž platí i o jeho dvojnásobku (200 Hz), trojnásobku (300 Hz) atd., i když v menší míře.

Protože jsou v každé pravoúhlé místnosti tyto rozměry tři (délka, šířka a výška), dochází v takovém prostředí ke vzniku celé série frekvencí způsobujících stojaté vlnění, což má za následek nerovnoměrné rozložení akustické energie (v různých bodech místnosti je úplně jiný poslech). Tyto frekvence, vztažené ke třem základním osám místnosti, se nazývají axiálními módy. Existují sice další složitější módy, které souvisí s odrážením zvuku od více zdí (tangenciální, kosé), axiální módy však ovlivňují charakter zvuku na hloubkách nejvíce.

Každá místnost má nějaké rozměry, a tedy i módy, a proto je nezbytné se s touto skutečností nějak vyrovnat. Nejschůdnější cestou při stavbě poslechové místnosti je to, že se její rozměry určí tak, aby módy na hlubokých frekvencích byly rovnoměrně rozmístěné a nedocházelo tak k příliš velkým zdvihům a poklesům v dozvukové charakteristice. Má-li místnost například tvar krychle, budou všechny tři axiální módy na stejných frekvencích, čímž vznikne na určitém hlubokém tónu obrovská špička. Obdobně je tomu v případě, kdy je jeden rozměr přesným dvojnásobkem druhého, a někdy i rozměry, které spolu vzájemně nesouvisí, mohou způsobit na některých frekvencích značné problémy. Pokud jde o nepříjemné zdvihy a poklesy vlivem nahromadění módů na určitých frekvencích, je stejným problémem to, když mezi jednotlivými módy vznikají příliš velké mezery (některé tóny znějí v místnosti dost „mrtvě"). Zhruba nad 300 Hz následují módy již těsně za sebou, a proto se jimi nemusíme příliš zabývat, pod touto frekvencí by však mezery mezi módy neměly být větší než 20 Hz (pod určitou minimální velikost prostoru je to nemožné).

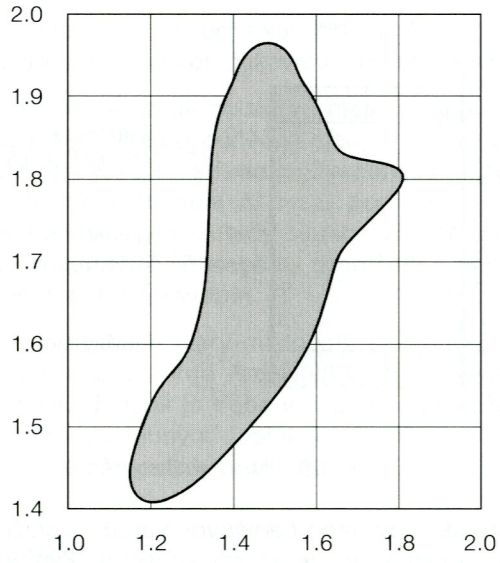
Protože jsou jednotlivé výpočty značně složité, bylo pro praktické využití stanoveno několik optimálních rozměrů místnosti, které mají průběh hlubokých frekvencí značně vyrovnaný. Mezi tři osvědčené patří:

**1 : 1,28 : 1,54** **1 : 1,14 : 1,39** **1 : 1,6 : 2,33**





Tento optimální stav lze však vytvořit pouze v případě stavby nového studia, jinak je nezbytné pracovat s tím, co máte k dispozici. Abyste nemuseli pracně počítat průběh axiálních módů, je osvědčenou a rychlou kontrolou stařičký Boltův graf, který vidíte na obr. 107. Pokud se vejdete do vystínované oblasti, neměly by v místnosti na hlubokých frekvencích vznikat velké problémy, pokud ne, je třeba řešit situaci konstrukcí basových pastí, neboť jakékoli další pokusy o akustické tlumení (koberce, závěsy, molitan, kartony od vajíček) jsou pro tyto frekvence naprosto neúčinné (dojde k ještě většímu zdůraznění nedostatků ve spodním pásmu, neboť se výrazně potlačí dozvuk v pásmu horním).




*Obr. 107: Boltův graf (vystínovaná oblast označuje vyhovující poměry místnosti, kde výška je 1)*

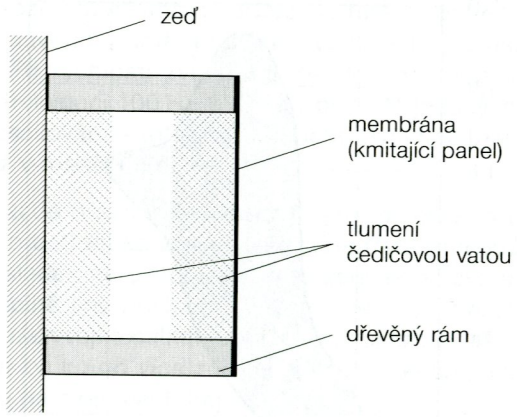
Jednotlivé axiální modální frekvence lze snadno určit ze vztahu:

f = 173 n/L [Hz,m] n ... řád módu

Známe-li frekvence jednotlivých módů, můžeme podle nich navrhovat konstrukce basových pastí (absorbérů). Aby bylo možné účinně pohlcovat nízké frekvence, musí být basové pasti hluboké alespoň jednu osminu příslušné vlnové délky, což je činí dost rozměrnými, neboť 50 Hz odpovídá hloubce pasti zhruba 1 m. Málokteré studio si může dovolit pokrýt plochu zdí čedičovou vatou o této tloušťce, a proto se konstruují různé rezonátory, které dokáží již při tloušťce několika desítek centimetrů značnou část akustické energie ve spodní části frekvenčního spektra pohltit a rozptýlit na teplo. Mezi nejoblíbenější a nejúčinnější typy patří tzv. panelový absorbér a Helmholtzův rezonátor. Firemně vyráběné absorbéry jsou dost drahé, ale při troše trpělivosti se dají vyrobit i svépomocí.

Panelový absorbér se skládá z jednoduchého dřevěného rámu, přes který se upevní tenký, pružný panel z překližky, sololitu, či podobného materiálu. Vnitřní prostor je vyplněn skelnou nebo čedičovou vatou (pozor, při práci s těmito materiály je zapotřebí opatrnost). Rezonanční frekvence závisí na hloubce pasti a na hmotě materiálu, který se používá na rezonanční panel. Plocha absorbéru nemá na frekvenci žádný výraznější vliv, čím je ale větší, tím bude past účinnější.

$f = 60 / \sqrt{M.D}$ f ... frekvence, kterou chcete pohltit [Hz]
M ... hmota materiálu použitého na rezonanční panel [kg/m²]
D ... hloubka vzduchového prostoru [m]




*Obr. 108: Panelový absorbér*

Vyplněním prostoru skelnou nebo čedičovou vatou se sníží rezonanční frekvence až o 50 % a účinnost pasti se může až zdvojnásobit. Zároveň se sníží selektivita, což znamená, že takový absorbér je účinnější v širším rozsahu frekvencí, může to být až jedna oktáva na každou stranu (výpočet tedy není kritický). Přední rezonanční panel pasti se často pokrývá molitanem či jiným akusticky pohltivým materiálem, aby se účinnost pasti rozšířila i na střední a vyšší frekvence. Vyrábějí se i pasti s vyklenutým rezonančním panelem, kterého se zároveň využívá jako difuzéru (rozptýlení vysokých frekvencí). Pro přední rezonanční panel existují i různé speciální materiály obsahující vinyl či dokonce olovo, které se dobře hodí pro konstrukci širopásmovějších pastí. V některých případech se rezonančním panelem osazují i postranice absorbéru, čímž se zvyšuje celková absorpční plocha.

Zamyslíte-li se nad tím, z čeho se panelový absorbér vlastně skládá, najdete velkem snadno vysvětlení, proč má většina historických budov, které mají místnosti obložené dřevěnými panely, tak dobré akustické vlastnosti. V určitém smyslu takto fungují i moderní stavební přepážky, proto je v případě jejich použití tlumení hlubokých frekvencí mnohem snazší (část energie na basech prochází skrz zdi). To, co je však z hlediska akustických úprav velmi prospěšné, je na druhou stranu pro podmínky neprostupnosti hluku naprosto nežádoucí.





Další oblíbenou pastí pro hluboké a střední frekvence je tzv. Helmholtzův rezonátor. Konstrukce tohoto absorbéru je obdobná jako u typu s kmitajícím panelem, s tím rozdílem, že přední panel je tvořen děrovanou plochou. Výsledná rezonanční frekvence záleží opět na hloubce pasti, na poměru děrované a plné plochy, na tloušťce panelu a průměru děr. Tyto pasti bývají oproti panelovým absorbérům selektivnější, jejich účinek je však mnohem hůře předvídatelný vzhledem k tomu, že šířka pohlcovaného pásma do značné míry závisí na množství materiálu použitého k vnitřnímu tlumení. Obecně jsou tyto pasti vhodnější spíše pro nižší středy, kde lze celkem s úspěchem použít děrovaného sololitu. Některé speciálně konstruované typy mají namísto děrovaných desek použité latky k vytvoření správného procenta štěrbin, jejich výpočet je však značně komplikovanější.

V současné době se zdá, že u moderně konstruovaných studií vzniká trend používat spíše panelové pasti, než dost komplikované Helmholtzovy rezonátory.

Rozměry místnosti neovlivňují zvuk pouze v oblasti spodních frekvencí. Při konstrukcích studia se často využívají nesouběžné stěny (1 : 10 až 1 : 20), aby se zabránilo kmitajícím ozvěnám na vyšších a středních frekvencích, které vznikají mezi dvěma protilehlými rovnoběžnými stěnami či mezi podlahou a stropem (FLUTTER ECHO). Výstavbou neparalelních zdí se tedy situace v tomto ohledu značně zlepší, nedochází však v žádném případě ke zlepšení problémů s hlubokými frekvencemi, jak se často mylně uvádí (opak je pravdou).

Pokud jde o různé nepravidelné tvary místností, doporučují se všeobecně jakékoli vypouklé konstrukce, neboť dobře rozptylují vysoké frekvence a vytvářejí tak kompaktnější zvukové pole. Naopak je třeba vyhnout se za každou cenu arkýřovým oknům, zaobleným rohům a podobným doplňkům, které soustřeďují zvuk do jednoho místa a výrazně tak „pustoší“ celkovou akustiku.

## 6.4.6 Doba dozvuku

Mluvíme-li o tom, jakou měrou se místnost podílí na celkovém zabarvení zvuku, je třeba mít stále na paměti, že se jedná o dozvuk místnosti, protože máme co do činění s odrazy v daném prostoru a nikoli s přímým zvukem z monitorů. To, že je vnímáme jako součást přímého zvuku, je už záležitostí sluchového orgánu, ale na samotném faktu to nic nemění.

Způsob, jak je zvuk místností zpracován, závisí ale nejen na jejích rozměrech, ale i na charakteru různých povrchů, které ji tvoří. Každá místnost má tedy svůj charakteristický dozvuk, který je definován jako čas nutný k tomu, aby dozvuk poklesl o 60 dB (T60) (jedna tisícina původního akustického tlaku). Doznívání zvukové energie probíhá exponenciálně a doporučovaný čas dozvuku se značně liší podle toho, k jakému účelu je poslechový prostor určen. Pro mluvené slovo se doporučuje zhruba 0,2 až 0,5 sekundy, zatímco pro hudbu je vhodný čas dozvuku až 0,8 s. Pro jednotlivé frekvence se ale v přirozeném prostředí čas dozvuku dost podstatně liší, a tak je veškeré úsilí při akustické úpravě režijní místnosti soustředěné na to, aby se dosáhlo co nejvyrovnanější doby dozvuku.

Přesný návrh akustiky studia je dost komplikovanou záležitostí, a i po dodržení všech podmínek stanovených výpočty nemusí výsledek přesně odpovídat teoretickým předpokladům. Akustika místnosti se do značné míry mění podle studiového vybavení a nástrojů, které byly do studia přineseny. Často se mění i počet osob v místnosti, a tak je akustika, zvlášť v případě menších studií, dost proměnnou veličinou. Přesto existuje několik zažitých vzorců, podle kterých se dá dozvuk místnosti alespoň přibližně spočítat.

Všechny výpočty pro akustické úpravy vycházejí z tzv. absorpčních koeficientů materiálů, které tvoří povrch dané místnosti. Pro lepší představu je možné uvést, že absorpční koeficient 1 má ideálně pohlcující materiál, jakým by mohlo být i otevřené okno. Situace se drobně komplikuje tím, že pro různé frekvence se tento koeficient mění, proto se nedá uvádět pouze jediným číslem, ale dodává se ve formě grafu či tabulky (bývá zvykem uvádět oktávové intervaly od 125 Hz do 4 kHz). Potom je možné především na základě údajů o objemu místnosti, její celkové povrchové plochy a průměrného absorpčního koeficientu spočítat i čas dozvuku (T60) pro různé frekvence.

Pro akustické úpravy profesionálních režií se vyrábí řada výborně tlumících materiálů s dobře definovanými akustickými vlastnostmi, které jsou ale velmi drahé, a pro malá domácí studia prakticky nedostupné. V těchto případech se situace řeší většinou domácí výrobou panelových absorbérů pro zatlumení nižších frekvencí, přičemž střední a vyšší frekvence lze podle potřeby zatlumit hustým kobercem, bohatě řasenými těžkými závěsy a záclonami, molitanem nebo čedičovou vatou (musí se zabránit volnému unikání vláken do vzduchu). Je dobré, pokud jsou tyto materiály zavěšené několik centimetrů od zdi, protože se tím zvyšuje jejich pohltivý účinek.

Při rozmísťování pastí v místnosti je dobré vyrovnávat spíše vlastnosti protilehlých povrchů (stěny, strop a podlaha), než je všechny soustředit na jediné místo. Příkladem může být např. podlaha pokrytá hustým kobercem (pohlcuje vyšší kmi-

| Materiál | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
|---|---|---|---|---|---|---|
| omítka | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,08 | 0,16 |
| parketová podlaha | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,12 | 0,10 | 0,17 |
| hustý koberec | 0,02 | 0,06 | 0,14 | 0,37 | 0,60 | 0,65 |
| těžké bavlněné závěsy | 0,07 | 0,37 | 0,49 | 0,81 | 0,65 | 0,54 |
| okenní sklo | 0,35 | 0,25 | 0,18 | 0,12 | 0,07 | 0,04 |
| osoba v místnosti | 0,10 | 0,18 | 0,56 | 0,53 | 0,54 | 0,55 |
| SONIT DV30 | 0,22 | 0,58 | 1,00 | 0,97 | 0,94 | 0,70 |
| panelový absorbér | 0,28 | 0,22 | 0,17 | 0,09 | 0,10 | 0,11 |
| Helmholtzův absorbér (hloubka 10 cm) | 0,40 | 0,84 | 0,40 | 0,16 | 0,14 | 0,12 |
| Helmholtzův absorbér (hloubka 20 cm) | 0,98 | 0,88 | 0,52 | 0,21 | 0,16 | 0,14 |

*Tab. 15: Porovnání absorpčních koeficientů některých materiálů*





točty a na basech je neúčinný) a strop se zavěšenými kmitajícími panely pro absorpci basů (hladký povrch panelů odráží vysoké frekvence, zatímco hluboké jsou pohlcovány). Při tomto postupu se však nesmí opomenout požadavek na to, že levá a pravá polovina místnosti by měla být z hlediska splnění dobrých poslechových podmínek ve stereu akusticky co nejsymetričtější.

Pro akustické návrhy poslechových prostor profesionálních hudebních režií existuje několik známých konstrukčních filozofií, které mají své příznivce i odpůrce. Jednou z nejoblíbenějších je například LEDE (LIVE END – DEAD END), což by se dalo volně přeložit jako místnost, která má jednu stranu pokrytou odrazivými materiály, zatímco druhý konec je pohltivý. Hlavním kritériem pro akustické úpravy poslechové místnosti (režie) však zůstává, aby věrnost poslechu přispívala v co nejvyšší míře k vytváření kvalitních a vyrovnaných mixáží, což je v tomto případě při hodnocení pracovního prostředí to nejdůležitější.

## 6.5 Poslech na sluchátka

Sluchátka určená pro studiový poslech by stejně jako monitory neměla nikterak zabarvovat zvuk a měla by mít minimální zkreslení (pod 0.5 %). Vyrábějí se především jako nízkoimpedanční (60–300 ohmů) a připojují se většinou pomocí čtvrtpalcového stereojacku.

Delší poslech na sluchátka unavuje sluch daleko více než poslech z monitorů, proto se doporučuje používat je spíše ke kontrolním účelům, kde se může objevit mnohé, co nám monitory zatají (brumy, šumy, lupance atd.). Žádná sluchátka nelze rozhodně považovat za plnohodnotnou náhradu monitorů, neboť tím, že levým uchem slyšíme zvuk pouze levého kanálu a pravým pravého, zde dochází k naprosto odlišné situaci než při poslechu na monitory, kdy slyšíme levým uchem zvuk obou kanálů a pravým rovněž. Stereofonní vjem probíhá u sluchátek často tak, že střed stereofonní báze vnímáme tak, jako by byl uvnitř hlavy, místo před námi.

Dalším podstatným rozdílem je vnímání basů, neboť sluchátka samozřejmě neumožňují vnímat basy celou plochou těla, jak je tomu u monitorů. Vnímání basů je také výrazně ovlivňováno tím, jak dobře sluchátka přiléhají k hlavě. Podle možnosti přístupu okolního hluku je možné rozlišovat typy uzavřené, polootevřené a otevřené; první typ není pochopitelně příliš vhodný pro delší poslech, neboť pevné sevření hlavy není nic dvakrát příjemného.

Mezi oblíbená referenční studiová sluchátka patří např. modely K 601 a K 701 od firmy AKG, ATH–T22 od firmy Audio–Technica, DT 770 PRO a DT 990 PRO od firmy Beyerdynamic či HD 280 Pro od firmy Sennheiser.

# 6.6 Příklady některých studiových monitorů

- *Orientační přehled výrobců studiových monitorů a subwooferů*

| | | | |
|---|---|---|---|
| ADAM Audio | (www.adam–audio.de) | JBL | (www.jbl.com) |
| Alesis | (www.alesis.com) | KRK Systems | (www.krksys.com) |
| ATC | (www.atc.gb.net) | M–Audio | (www.m–audio.com) |
| Avantone | (www.avantelectronic.com) | Mackie | (www.mackie.com) |
| Blue Sky | | Samson | (www.samsontech.com) |
| Digidesign | (www.digidesign.com) | Tannoy | (www.tannoy–speakers.com) |
| Dynaudio | (www.dynaudiousa.com) | TAPCO | (www.tapcoworld.com) |
| Edirol | (www.edirol.net) | TASCAM | (www.tascam.com) |
| ESI | | Triple P Designs | |
| Event | (www.event1.com) | Yamaha | (www.yamaha.com) |
| Genelec | (www.genelec.com) | | |

- *Příklady často využívaných aktivních studiových monitorů (USA 2008)*

| Výrobce/model | Počet pásem | Woofer [˝] | Tweeter [˝] | Výkon W/T [W] | Orientační cena/ks [€] | Využití, poznámka (* cena za pár) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ADAM Audio** | | | | | | |
| A5 Pro | 2 | 5 | | 25/25 | 333 | tweeter Folded Ribbon, stereofonní propojení |
| A7 | 2 | 6.5 | | 100 | 470 | nearfield, A.R.T. tweeter |
| S3A | 3 | 7 | | 3x150 | 2 257 | střední poslechové pole, A.R.T. Folded Ribbon tweeter |
| **Alesis** | | | | | | |
| M1 Active MKII | 2 | 6.5 | 1 | 75/25 | *399 | nearfield |
| M1 Active 320 USB | 2 | 3 | 1 | 2x10 | *139 | USB, 16–bit/44.1 – 48 kHz |
| M1 Active 520 | 2 | 5 | 1 | 50/25 | *299 | nearfield |
| **Event** | | | | | | |
| ALP 5 | 2 | 5.25 | 1 | 70/30 | *295 | |
| ASP 8 | 2 | 8 | 1 | 200/80 | *998 | nearfield, cena za pár |
| Tuned Reference 6 | 2 | 6.5 | 1 | 70/30 | *419 | nearfield, tweeter Silk Dome |
| **Dynaudio** | | | | | | |
| BM 5A | 2 | 6.7 | 1 | 50/50 | 565 | nearfield, tweeterem Silk Dome |
| BM 6A MKII | 2 | | | 100 | 1 071 | nearfield, frekv. filtry shelving, přepínač citlivosti |
| BM 15A | 2 | 10 | 1.1 | 200/100 | 1 488 | nearfield tweeter Silk Dome |
| **Genelec** | | | | | | |
| 8020A | 2 | 4 | 0.75 | 20/20 | 353 | tweeter Metal Dome |
| 8030A | 2 | 5 | 0.75 | 40/40 | 539 | tweeter Metal Dome |
| 8040APM | 2 | 6.5 | 0.75 | 90/90 | 901 | tweeter Metal Dome |
| 8240A | 2 | 6.5 | 0.75 | 90/90 | 1 308 | DSP, systém akustické kalibrace, AES/EBU IN/OUT |
| **JBL** | | | | | | |
| LSR4326P | 2 | 5.25 | 1 | 150/70 | *1 546 | DSP kalibrační systém |
| LSR4328PAK | 2 | 8 | 1 | 150/70 | *1 903 | DSP kalibrační systém, AES/EBU, S–PDIF, USB |
| LSR6328P | 2 | 8 | 1 | 250/120 | *3 365 $ | Dome tweeter, kalibrační sada RMC |





| Výrobce/model | Počet pásem | Woofer [˝] | Tweeter [˝] | Výkon W/T [W] | Orientační cena/ks [€] | Využití, poznámka (* cena za pár) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **KRK** | | | | | | |
| Exposé E8B | 2 | 8 | 1 | 140/120 | 3212 | špičkový model |
| VXT6 | 2 | 6 | 1 | 60/30 | 571 | |
| VXT8 | 2 | 8 | 1 | 120/60 | 773 | |
| **Mackie** | | | | | | |
| HR624 MK2 HF Shelf | 2 | 6.7 | 1.25 | 100/40 | 594 | Dome tweeter, Acoustic Space Control, LF Roll–off, |
| HR824 MK2 HF Shelf | 2 | 8.75 | 1.25 | 150/100 | 832 | Dome tweeter, Acoustic Space Control, LF Roll–off, |
| MR5 | 2 | 5.25 | 1 | 55/30 | 237 | možnost korekce místnosti |
| MR8 | 2 | 8 | 1 | 100/50 | 356 | možnost korekce místnosti |
| **M–Audio** | | | | | | |
| AV 40 Studiophile | 2 | 4 | 0.75 | 20/20 | *160 | referenční monitory, ferrofluidní tweeter, nast. basů |
| BX8a Deluxe | 2 | 8 | 1 | 130 | *469 | referenční monitory, magnetické stínění |
| **Tannoy** | | | | | | |
| Precision 8D | 2 | 8 | | 120/60 | 832 | 8˝ driver Dual Concentric, SuperTweeter pro rozšířené frekv. pásmo |
| Reveal 5A | 2 | 5 | 1 | 40/20 | 208 | nearfield, tweeter Soft Dome |
| Reveal 6D | 2 | 6 | 1 | 75/35 | 327 | nearfield, širokopásmový SuperTweeter, S–PDIF IN |
| **Yamaha** | | | | | | |
| HS50M | 2 | 5 | 0.75 | 70 | 189 | |
| HS80M | 2 | 8 | 1 | 120 | 296 | |
| MSP3 | 2 | 4 | 0.87 | 20 | 237 | |
| MSP5 Studio | 2 | 5 | 1 | 40/27 | 339 | titaniový tweeter, nastavení obou pásem |
| MSP7 Studio | 2 | 6.5 | 1 | 80/50 | 625 | magnetické stínění |

*Tab. 16: Příklady některých aktivních studiových monitorů*

## *Použitá odborná literatura*


Borwick John: SOUND RECORDING PRACTICE (Oxford, APRS 1987)

Hála Vlastimil: Základy aranžování populární hudby (Praha, PANTON 1980)

Forró Daniel: Domácí nahrávací studio (Praha, Grada 1996)

Forró Daniel: MIDI – komunikace v hudbě (Praha, Grada 1993)

APRS: Guide to recording in The U.K. (APRS 1994)

Janoušek Ivo: ABC akustiky pro hudební praxi (Praha, Supraphon 1979)

Mellor David: Recording techniques for small studios (Tonbridge, PC Publishing 1993)

Merhaut a kol.: Příručka elektroakustiky (Praha, SNTL 1964)

Svoboda L./Štefan M.: Reproduktory a reproduktorové soustavy (Praha, SNTL 1976)

White Paul: CREATIVE RECORDING – Effects and Processors (Ely, Music Maker Books 1989)

White Paul: CREATIVE RECORDING – Microphones and Recording Techniques (Ely, Music Maker Books 1990)

White Paul: CREATIVE RECORDING: Soundproofing, Acoustics and Monitoring (Ely, Music Maker Books 1991)

White Paul: Studio Wise (Ely, Music Maker Books 1990)

Různé zahraniční odborné časopisy a manuály k přístrojům