

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA MATEMATIKY, FYZIKY A TECHNICKÉ VÝCHOVY

**Vícekanálová reprodukce zvuku v domácích
podmínkách**
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Pavel Káčerik
Učitelství pro 2. stupeň ZŠ, obor M-F

Vedoucí práce: PhDr. Pavel Masopust Ph.D.

Plzeň, 2014

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 12. dubna 2014

.....
vlastnoruční podpis

DĚKUJI PHDR. PAVLOVI MASOPUSTOVI PH.D. ZA POMOC PŘI
VEDENÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE A POMOC PŘI GRAMATICKÉ A
TYPOLOGICKÉ KONTROLE PRÁCE, DOC. DR. ING. KARLU
RAUNEROVI ZA ZAPŮJČENÍ LITERATURY A POMOC PŘI
KONZULTACÍCH A V NEPOSLEDNÍ ŘADĚ DR. ING. JOSEFU PETŘÍKOVI
ZA MOTIVACI A POODHALENÍ TAJŮ AKUSTIKY A REPRODUKCE
ZVUKU.

OBSAH

Úvod	2
1 DŮLEŽITÉ POJMY A PARAMETRY	3
1.1 POJMY	3
1.1.1 Signály	3
1.1.2 Zvukové vstupy a výstupy	5
1.1.3 Datová média	8
2 PŘÍSTROJE PRO DOMÁCÍ REPRODUKCI ZVUKU	11
2.1 ZESILOVAČE	11
2.1.1 All in one kina	11
2.1.2 Receivery	13
2.1.3 Zvuková reprodukce z PC	15
3 REPRODUKTORY A REPRODUKTOROVÉ SOUSTAVY	16
3.1 DRUHY REPRODUKTORŮ DLE VYZAŘOVANÉHO PÁSMO	22
3.1.1 Subwoofer	22
3.1.2 Centrální (dialogový)	27
3.1.3 přední L+P	28
3.1.4 Zadní L+P, efektové reproduktory	30
4 DOMÁCÍ PODMÍNKY PRO REPRODUKCI ZVUKU	31
4.1 DRUHY REPRODUKTOROVÝCH SESTAV A JEJICH ROZMÍSTĚNÍ	31
4.1.1 2.0	31
4.1.2 2.1	32
4.1.3 5.1	34
4.1.4 6.1	35
4.1.5 7.1	36
4.1.6 Ostatní konfigurace	37
4.2 DOMÁCÍ PODMÍNKY PRO DOBROU REPRODUKCI ZVUKU	39
4.2.1 Postupné a stojaté vlnění	39
4.2.2 Reprodukce v domácích podmínkách	42
5 FORMÁTY	55
5.1 FORMÁTY HUDBY	55
5.1.1 Bezztrátová komprese	55
5.1.2 Ztrátová komprese	61
5.2 FORMÁTY ZVUKU VE FILMU	67
5.2.1 Dolby Laboratories	67
5.2.2 Digital Theater System	74
5.2.3 DTS vs Dolby	76
ZÁVĚR	77
RESUMÉ	78
ABSTRACT	79
SEZNAM LITERATURY	80
SEZNAM OBRÁZKŮ	82

ÚVOD

V dnešní době se na nás ze všech stran valí spousta moderních zařízení, které zvládají věci, o kterých nemáme mnohdy ani tušení co znamenají. Morální životnost elektroniky s časem rychle klesá, televize rok co rok obměňujeme za modernější s větší úhlopříčkou, telefony za chytřejší s větším displejem, notebooky za výkonnější a tak dále. Málokdo si ale k nové televizi koupí i nový zesilovač, jelikož tvrdí, že mu na sledování TV programu integrované reproduktory stačí. Obraz si také chcete vychutnat v nejvyšší kvalitě, tak proč ne i zvuk, ať už ten filmový, nebo hudbu jako takovou?

Ve světě digitálního prostorového zvuku se vyskytuje spousta názvů, které pro laika není snadné bez většího pátrání rozluštit, stejně jako je zde spousta možností, v čem a čím daný záznam přehrát. Mým cílem v této práci bude většinou zjednodušeně osvětlit základní pojmy, nastínit možnosti domácí reprodukce a navést na způsob, jak učinit domácí vícekanálovou reprodukci co nejlepší vzhledem k daným možnostem.

Toto téma jsem si vybral proto, že jsem dlouhodobý fanoušek kvalitního „konzumování“ digitálního obsahu a sám vím, že vyznat se v pojmech a zařízeních k přehrávání (dekódování) zvuku je dnes velmi složité. Během studia jsem si oblíbil předmět KVA (kmity, vlny, akustika) a napadlo mě si v domácích podmínkách ověřit fyzikální zákonitosti stojatého vlnění. Jeden z dalších cílů práce bylo provést samostatné měření stojatého vlnění vznikajícího z dvojice stereo reproduktorů při určitých frekvencích za použití domácí PC techniky (mikrofon, zvuková karta v PC a příslušný software), kterou má každý uživatel doma. Dále jsem se rozhodl provést měření subjektivního vnímání směrovosti nízkých frekvencí, které ukáže, do jaké frekvence nelze rozeznat směrovost basů.

1 DŮLEŽITÉ POJMY A PARAMETRY

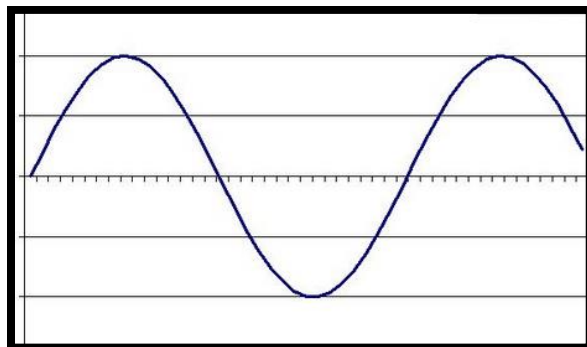
Zde na začátek uvedu velmi jednoduše důležité pojmy, které budu v průběhu práce zmiňovat.

1.1 POJMY

1.1.1 SIGNÁLY

Analogový

Analogový signál je signál spojitý v čase. Pro libovolný čas x je v signálu přítomna určitá úroveň y . Pokud je například audiosignál zaznamenáván analogově, je zaznamenaný signál kvůli spojitosti kvalitou reprodukce blízko k signálu původnímu. Analogový signál je ale náchylnější ke zkreslení a je méně odolný vůči šumu díky nízké kvalitě přenosové cesty. Další nevýhoda je, že analogová média jsou v průběhu času náchylná k poškození a ztrátě či zkreslení signálu. Analogový přenos se využívá díky jeho nenáročnosti buď jako základní (levná) možnost transportu signálu, nebo v HiFi odvětví a to předně díky jeho dokonalosti v interpretaci původního signálu.



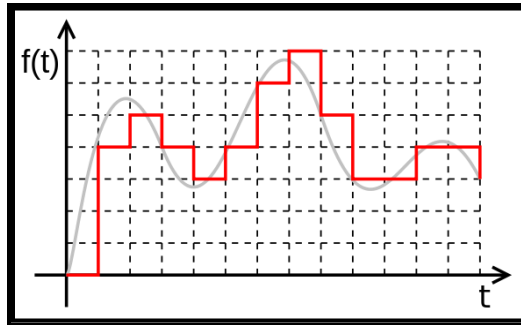
Obrázek 1 – analogový signál

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Signal01.jpg>

Digitální

Tento signál není spojitý v čase. Úroveň signálu se vzhledem k času mění skokově (jak často tak činí udávající parametry digitálního přenosu). Tyto hodnoty jsou po sobě zaznamenávány pouze jako čísla. Aby se dal tento číselný signál přehrát, musí se z této řady čísel udávající hodnotu v daném časovém úseku následně vymodelovat pomocí D/A (digital->analog) převodníku původní spojitý signál. Při této re-modelaci dochází k mnoha odchýlkám a výsledný signál není již dokonalou kopií

signálu původního – a to je jeho hlavní nevýhoda. Naopak výhodou digitálního záznamu je jeho odolnost vůči stárnutí záznamu a rušivým šumům, možnost komprese dat nesoucích záznam a v neposlední řadě díky dnešní moderní době (levné výpočetní síle) jednoduchý transport a jeho následné dekódování.



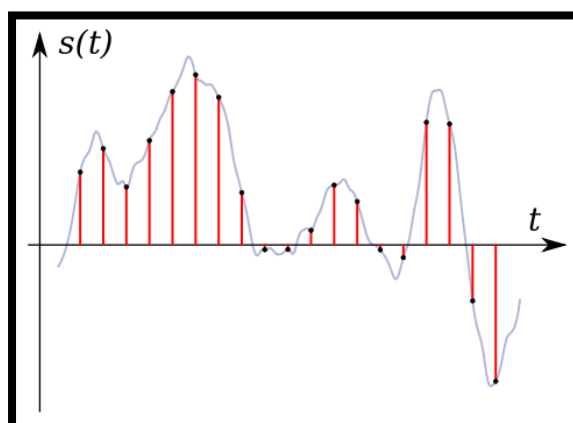
Obrázek 2 – digitální signál a jeho rekonstruovaná analogová podoba

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Digital.signal.svg>

Kvalitu digitálního záznamu určují jeho parametry.

Bitová hloubka – udává, z jak široké škály hodnot mohou popsat jednotlivé úrovně signálu. Např. hloubka 8 bitů rozdělí prostor mezi nejvyšším a nejnižším místem na 256 pozic ($8\text{bitů} = 2^8 = 256$). Při hloubce 24 bitů se ten samý prostor rozdělí na cca 16 000 000 pozic, mohou tedy jemněji sledovat původní signál. Vyšší bitová hloubka tedy znamená jemnější „schody“ signálu.

Vzorkovací frekvence – Tento údaj nám říká, kolikrát do sekundy byla z původního signálu odečtena daná úroveň. Čím větší vzorkovací frekvence, tím přesněji je kopírován původní signál.



Obrázek 3 – vzorkovací frekvence s konstantní periodou

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Analog_digital_series.svg

Datový tok – Datovým tokem nazýváme množství informací, které má přehrávač k dispozici pro „popsání“ jedné sekundy hudby. Opět, čím více informací, tím lépe a věrněji je původní signál popsán. Datový tok se udává v bit/s. Například datový tok klasického DVD záznamu v DTS je až 1,5 Mbit/s. HD verze DTS má až 24,5 Mbit/s, což je 16 krát více informací.

Decibel – Decibel je jednotka použitá k vyjádření poměru dvou hodnot – nejčastěji se používá hlavně k měření intenzity zvuku. Je to jednotka logaritmická, to znamená, že například pokles o 3 dB u výkonu značí výkon poloviční vzhledem k původnímu, naopak zesílení o 3 dB je výkon dvojnásobný.

Označíme-li hladinu akustického tlaku L_p , pak:

$$L_p = 20 \cdot \log \left(\frac{p}{p_0} \right)$$

Kde $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ a vyjadřuje práh – slyšitelnosti nejnižší hladinu akustického tlaku (pro frekvenci 1000 Hz) vnímaného průměrným jedincem.

Pomocí decibelu se charakterizují i výkonové jednotky v elektrickém světě, a to dle vzorce:

$$G_{dB} = 10 \cdot \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

Kde $P_0 = 0,001 \text{ W}$.

1.1.2 ZVUKOVÉ VSTUPY A VÝSTUPY

Červený a bílý cinch (RCA konektor), SCART

RCA konektor je základ pro analogové přenášení audia a videa. Tyto konektory se ale v omezené míře využívají i pro přenos digitálních dat.

Analogový signál se přenáší dvěma kabely pro levý a pravý kanál (červený a bílý kabel/konektor), popřípadě SCARTEM, který tyto dva audio konektory spolu s video konektorem slučuje do jednoho rozhraní.

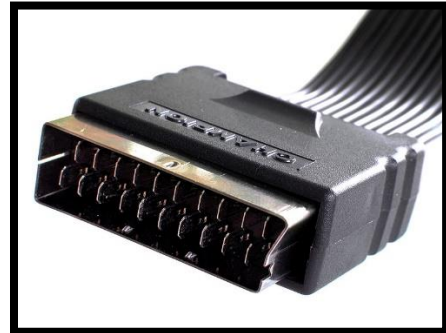
Digitální signál je možné přenášet jedním kabelem, v kterém je zakódováno kanálů více (oranžový kabel/konektor).

Pro dosažení maximální kvality analogového přenosu je možno vést v jednom RCA kabelu pouze jeden kanál. Pokud použijeme kvalitních kabelů s vysokým odstupem signálu od šumu a dobrým stíněním, je tato možnost nejvhodnější pro propojení HiFi komponentů.



Obrázek 4 – RCA kabely a zdířky pro zvuk

<http://buzzthisnow.com/files/rca-input-connectors.jpg>



Obrázek 5 – SCART

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:SCART_20050724_002.jpg

3,5mm jack

Tento konektor je používán pro přenos elektroakustického signálu u spotřební elektroniky, typicky do sluchátek a domácích reproduktorů.



Obrázek 6 – kvalitní samec 3,5mm jack HICON J35S02

<http://www.hudebniraj.cz/inshop/catalogue/products/pictures/HI-J35S02-01.jpg>

S/PDIF

Tento krkolomný název je zkratka pro Sony/Philips Digital Interface, tzn. kolekci protokolů pro přenos digitálně zakódovaného zvuku. Ten lze přenášet skrze jeden koaxiální RCA kabel (oranžový RCA cinch), či optický kabel – toslink. Skrze S/PDIF se dá přenášet pouze Dolby Digital, DTS a stereo. Nové HD formáty zvuku díky nedostatečné datové propustnosti nepodporuje.



Obrázek 7 – panel s SPDIF vstupy a výstupy

http://www.co-bw.com/Images_DIY/C2_imagevif.jpg
g



Obrázek 8 – RCA kabel pro SPDIF

<http://img186.imageshack.us/img186/4808/spdifrcadt7.jpg>



Obrázek 9 – optický kabel

<http://images.cpbay.com/uploadfile/comimg/big/2012-09/Toslink-Plug-To-Toslink-Plug-Fiber-Optic-Cable-409706.jpg>

HDMI

Toto rozhraní je dnes používáno jako standart pro přenášení signálů při multimediální digitální reprodukci ve vysokém rozlišení.

Pokud pomineme obraz, tak zvuk zvládne přenést v osmi nekomprimovaných kanálech a to hlavně v HD formátech – DTS HD MA a Dolby TrueHD.



Obrázek 10 – HDMI konektor

<http://en.wikipedia.org/wiki/HDMI>



Obrázek 11 – HDMI kabel

<http://i1.alz.cz/ImgW.ashx?fd=f3&cd=WD966d8&i=1.jpg>

1.1.3 DATOVÁ MÉDIA

Datové médium nebo také datový nosič, je paměťový nosič datových informací používající k záznamu dat nějaký fyzikální princip. Podle charakteru signálu existuje záznam digitální nebo analogový. Dnes se upřednostňují většinou digitální datová média.

CD

CD ROM je diskové médium, na které se vejde 650 – 700 MB digitální dat. V dnešní době se využívá už převážně jen na záznam hudebního signálu (compact disc). Toho se na disk vejde 80 minut ve standartu CD kvality – 44100 Hz při hloubce 16 bitů ve standartu PCM (PCM je jedna z možností kódování zvuku).



Obrázek 12 – logo compact disku

https://forum.solidworks.com/servlet/JiveServlet/downloadImage/2-197826-11399/450-273/logo_compact_disc.png



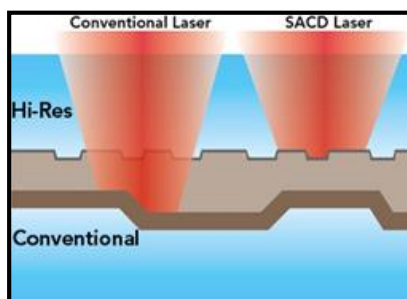
Obrázek 13 – hudební kompaktní disk s hity Karla Gotta

<http://music.karelgott.net/uvod/img/CDbbig.jpg>

SACD

SACD je zvukový nosič podobný klasickému CD, nabízející lepší kvalitu zvuku. Je tvořen dvěma vrstvami. V té první je zvuk uložen jako na klasickém CD ROM disku, v té druhé je uložen v SACD formátu, tedy ve vyšší kvalitě – klasické CD nabízí frekvenční rozpětí do 20 kHz, SACD dokáže věrně reprodukovat signál až do 100 kHz (bohužel použitelný limit tuto hodnotu degraduje až na 50 kHz). Pro čtení první vrstvy stačí obyčejný CD laser, takže SACD disky jsou kompatibilní s obyčejnými přehrávači. K přečtení druhé, kvalitnější, stopy je již ale potřeba SACD kompatibilní zařízení a

odpovídající HiFi sestava, která dokáže přehrát takto kvalitní zvuk a vyzářit tak vysoké frekvence. Vzorkovací frekvence SACD záznamu je 2822,4 kHz při 64 bitové hloubce ve standardu PCM).



Obrázek 14 – princip SACD

<http://www.discusgroup.co.uk/images/super-audio-cd.jpg>



Obrázek 15 – logo SACD

http://www.audiofriend.cz/media/upload/upload/image/Super_Audio_CD_Logo.png

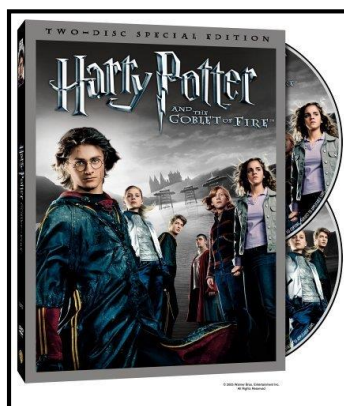


Obrázek 16 – SACD disk

http://www.horizontrading.cz/fotky1013/fotos/vyrd12_83cd-009.jpg

DVD

DVD disk je nástupce CD disku. Konstrukce je kvůli kompatibilitě shodná s konstrukcí CD, zvýšena byla pouze kapacita, která je od 4,71 GB u jednovrstvého média až po 9,42 GB u dvouvrstvého. Na DVD lze zaznamenat stereo signál o 24 bitové hloubce při vzorkovací frekvenci 192 kHz, a 5.1 prostorový zvuk o vzorkovací frekvenci 96 kHz při 24 - bitové hloubce.



Obrázek 17 – film Harry Potter na DVD

<http://www.hp-lexicon.org/images/film/gf/film-gf-dvd-cover.jpg>

Blu-ray

Stejně jako přestávala stačit kapacita CD disku kvůli stále se zvětšujícím nárokům posluchačů, přestala časem stačit i kapacita DVD. To nahradilo médium zvané Blu-ray, které je vzhledově opět stejné

jako jeho předchůdce. Na jednu stranu se do jedné vrstvy vejde 25 GB dat, zvuková stopa v nekomprimovaném formátu LCPM (opět, jedna z možností záznamu digitálního zvuku, podobné jako PCM) může mít až 8 kanálů při vzorkovací frekvenci 96 kHz či 6 kanálů při 192 kHz, v obou případech při hloubce 24 bitů.



Obrázek 18 – Blu-ray logo

<http://2.bp.blogspot.com/-IKzHoeOAbqw/T9Wf0vlg6jI/AAAAAAAAABeQ/oRJ2o8bE5eI/s1600/Free+Download+Blu+Ray+Movies.jpg>



Obrázek 19 – BD disk s filmem Avatar

http://www.cinemapassion.com/stickers4/Avatar_BLU_RA_Y_-10360126042010.jpg

2 PŘÍSTROJE PRO DOMÁCÍ REPRODUKCI ZVUKU

V této kapitole budou shrnuty možnosti a parametry zařízení, na kterých se dá signál ze záznamového média dekodovat.

2.1 ZESILOVAČE

Pokud vynecháme dekodování digitálního formátu procesorem v samotné TV, ke které je připojeno datové zařízení skrze rozhraní USB, a jeho následnou reprodukci z integrovaných reproduktorů, máme možnost vybírat ze tří cest, jak rozkódovat zvuková data.

2.1.1 ALL IN ONE KINA

První možnost jsou takzvané AIO kina – multimediální zařízení, které je „vše v jednom“. Tyto kina patří do nižšího cenového segmentu (od 2 500 Kč po 10 000 Kč), kvalita dekodování signálu a následná reprodukce tak většinou ničím neoslňuje.

AIO zařízení se skládá se z tří hlavních komponent. Je to hlavní jednotka se zesilovačem a procesorem (má za úkol dekodovat zvuk), poté mechanika uvnitř (či USB slot, zdířka na karty, ...), která má za úkol data na dekodování získávat z média, a za třetí – reproduktory, většinou v sestavě 5.1 (5 kanálů a jeden basový reproduktor – subwoofer)

Jak už jsem uvedl, označení „vše v jednom“ znamená to, že na tom jak je sestava poskládaná se nedá učinit žádná změna. Pokud je AIO kino s DVD mechanikou, BD média nijak nepřehraje, pokud dekodér uvnitř hlavní jednotky nepodporuje moderní HD formáty (třeba přes vstup USB), tak tento HD kontejner nijak přehrát nelze. To samé platí o reproduktorech. Ty díky specifickým konektorům pro každý model (a většinou malou neobvyklou impedancí) nelze nahradit jinými či lepšími.



Obrázek 20 – AIO kino Samsung HT-Z110 (2 500Kč)

http://www.digilidi.cz/files/476_samsung_z110.jpg

Vstupy pro zvukový signál z externích zařízení zde bývají přítomny pouze jako RCA L+P konektor (z důvodů podpory dekódování Dolby Pro Logic II – formátu kódování prostorového zvuku pouze do dvou kanálů) a SPDIF. Další vstupy zde nejsou, což je důvod nemožnosti naučit toto zařízení novým formátům – jednoduše proto, že se k AIO kinu nedá připojit výstup dekódovaného signálu z jiného přístroje. Pro výstup do TV je použit buď starší žlutý RCA, či kombinovaný SCART, u lepších modelů pak i HDMI.



Obrázek 21 – zadní I/O panel AIO Sony DZ640K

http://i773.photobucket.com/albums/yy17/frinzh/IMG_0446.jpg

Reproduktorová soustava přítomná u AIO zařízení je většinou 5.1 kanálová. Hlavní reproduktory jsou většinou jednopásmové a subwoofer pasivní. Díky nestandardizovaným svorkám a většinou malé impedanci je velmi obtížné sehnat kvalitnější reproduktory.

Jmenovitý výkon AIO kin se snaží výrobci uměle navýšit. Ne moc kvalitní výrobci většinou uvádí výkon v PMPO. Jde o výkon, který je sestava schopna zpracovat po dobu blížící se nekonečně malému času. Jde pouze o teoretickou hodnotu, která nemá nic se jmenovitým výkonem společného.

Ostatní výrobci uvádí výkon v RMS, což je efektivní hodnota napětí, která vyvolá na dané zátěži stejný střední výkon při buzení zesilovače čistou sinusovkou. Skutečný výkon je při buzení zesilovače hudebním signálem ale mnohem menší. RMS výkon ale již celkem dobře poslouží (na rozdíl od PMPO) jako veličina pro porovnání výkonosti zesilovačů.

2.1.2 RECEIVERY

Druhá, variabilnější možnost vychutnání si vícekanálové reprodukce je zvolit jako základ receiver, který slouží jako ústředna. Do něj lze přivést různými vstupy signál, který receiver dekóduje a pošle do výstupů pro reproduktory. Jedná se pouze o mezičlen, ke kterému je nutné pořídit reproduktory a čtecí zařízení. Jeho cena pohybuje přibližně na úrovni těchto ostatních komponent (cca 5000Kč za základní model a nyní až přes 100 000 Kč za HiFi modely (rok 2014)). Dražší modely mají více vstupů, podporují více formátů, mají kvalitnější D/A převodníky od známých HiFi značek (např. Harman – Kardon, Wolfson), kalibrační mikrofón, více kanálů s vlastním (silnějším, kvalitnějším) zesilovačem (výjimkou jsou čistě hudební receivey, ty mají kanály pouze dva), kvalitněji separované kanály či variabilnější konfigurace koncových stupňů (lze připojit třeba 2x 5.1 reproduktorů, v každém pokoji mít jednu sestavu a v každém poslouchat jiný zdroj zvuku). Výkon receiveru je značen buď ve wattech na kanál (při dané impedanci reproduktorů), nebo ve wattech celkově na všechny kanály.



Obrázek 22 – Receiver Pioneer VSX-919AH-K (20 000Kč)

http://www.pioneer-latin.com/downloads/vsx-919ah-k_ga@090319@l.jpg



Obrázek 24 – Základní 5.1 sestava Pioneer SHS100 (5 500Kč)

<http://www.suntech.cz/produkt/175394-pioneer-s-hs100-5-1-sada-repro-pro-domaci-kino-cerna/>



Obrázek 25 – 5.1 sestava střední třídy – JBL Loft System (20 000Kč)

<http://i.cdn.nrholding.net/15950361/800/600/>

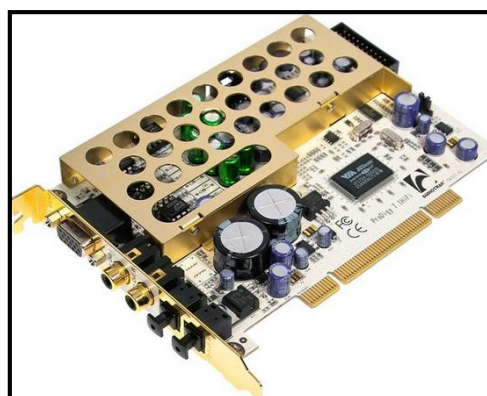
2.1.3 ZVUKOVÁ REPRODUKCE Z PC

Poslední možnost reprodukce vícekanálového zvuku je použít jako výpočetní sílu k dekódování počítač. HiFi zvukové karty dnes totiž obsahují mimo jiné i kvalitní D/A převodníky, které si s ničím nezadají s těmi v receiverech střední třídy. Reproductory připojené ke zvukové kartě v PC musí být aktivní, musí mít tedy vlastní napájení a zesilovač a připojují se skrze trojici klasických 3,5 mm jacků. O výpočetní sílu se stará buď vlastní CPU zvukové karty, nebo procesor PC. Počítač se dá samozřejmě využít i jen jako čtecí zařízení, které posílá skrze SPDIF signál dále, třeba do receiveru.



Obrázek 26 – střední třída reproduktorů k PC – Logitech Z906 (7 000Kč)

http://static.itnews.sk/a501/image/file/2/0036/DGuf.z906_copy.jpg.jpg



Obrázek 27 – kvalitní zvuková karta ESI ProDigy 7.1HiFi (2 000Kč)

<http://www.productwiki.com/upload/images/card.jpg>

3 REPRODUKTORY A REPRODUKTOROVÉ SOUSTAVY

Reproduktor i s jeho ozvučnicí je koncový člen, který se stará o přeměnu elektrické energie (zakódovaná výchylka – změna napětí) na energii mechanickou (vlnění vzduchu). Existuje několik typů reproduktorů, jak do pohonu membrány budící zvuk, tak do rozdělení dle velikosti (či vlastnosti) ozvučnice.

Nejužívanější reproduktor k reprodukci zvuku je elektromagnetický systém s kuželovitou membránou a s kalotovou membránou. Elektromagnetický systém je založen na principu působení síly na cívku umístěnou v magnetickém poli. Síla je dále přenášena na membránu, kterou rozpožbuje a tím rozpožbuje i okolní vzduch. Membrána je buď ve tvaru komolého kužele nebo kulového vrchlíku (kaloty). Kuželové membrány jsou používány u basových a středobasových reproduktorů, kaloty užíváme u reproduktorů středových a výškových. V obou případech je žádoucí pevná a lehká membrána, spolu s lehkým závěsem (to co drží membránu v ozvučnici), který pokud možno neovlivňuje setrvačnost a pohyby při vychylování membrány.



Obrázek 28 – výšková kalota

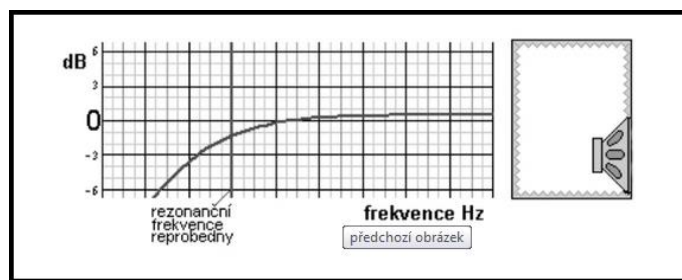
http://www.conrad.de/medias/global/ce/3000_3999/3300/3330/3331/333123_BB_00_FB.EPS_250.jpg



Obrázek 29 – basový reproduktor s kuželovitou membránou

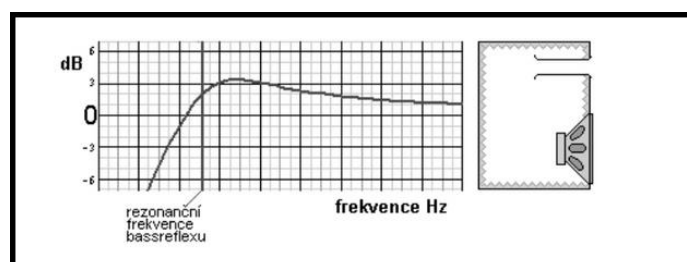
http://avmania.e15.cz/ShowArticleImages.aspx?id_file=379228427&article=1425

Reproduktorová ozvučnice má hlavní účel v zamezení akustického zkratu, tzn. oddělení přední a zadní akustické vlny reproduktoru, kterou vyzařuje jeho membrána, tak aby nedošlo k jejich částečnému vyrušení. Dále konstrukce ozvučnice optimalizuje vyzařování basových frekvencí. Pro posílení již zmiňovaných basových frekvencí slouží ozvučnice s tzv. bassreflexem, což je díra, ve které je kus trubky. Sladěním rezonance této trubky spolu s vlastním reproduktorem dojde k posílení basů.



Obrázek 30 – zesílení frekvencí u uzavřené ozvučnice

<http://avmania.e15.cz/reprodukce-zvuku-aneb-zaklady-teorie>



Obrázek 31 – zesílení frekvencí u otevřené ozvučnice

<http://avmania.e15.cz/reprodukce-zvuku-aneb-zaklady-teorie>

Jedním z nejlepších materiálů pro výrobu ozvučnic není masivní dřevo, ale dřevotříška s vysokou hustotou. Na rozdíl od masivu má rovnoměrnou hustotu a tedy i perfektní akustické vlastnosti. Kvalitnější reproduktory tak sice mívají povrch z ušlechtilých dřev, jedná se ale pouze o dýhu.



Obrázek 32 – ozvučnice bez měničů

<http://www.drevovyroba-bmr.cz/REPROSOUSTAVY/Reprosoustavy/Snimek%20483.jpg>

Vlastní měniče bývají nejčastěji vyráběny ze směsi papírových a dalších vláken (např. bavlna), hliníku či jiných lehkých slitin, kevlaru, kompozitních plastů, nebo hedvábí (výškové reproduktory). Ideální je materiál, který je lehký (aby s ním magnety mohly snadno a rychle hýbat) a pevný (aby při pohybu nedocházelo k deformaci a tím ke zkreslení zvuku).



Obrázek 33 – levý reproduktor Audioengine A5 s horní hedvábnou a spodní kevlarovou membránou (6 000Kč)

http://recenze.puschpull.org/audioengine_a5/foto/audioengine_a5_resize_480_edit_01.jpg

S velikostí měniče a jeho možnou výchylkou jde ruku v ruce i schopnost vyzařovat nízké frekvence (dle vzorce $P_a = 0,859 \cdot S^2 \cdot X \cdot f^4$, kde P_a je akustický tlak, S plocha membrány, X výchylka membrány a f frekvence), takže reproduktory pro LFE (nízké kmitočtové pásmo – low frequency effects) musí mít měniče s velkým průměrem.

Zdroj empirického vzorce: <http://avmania.e15.cz/reprodukce-zvuku-aneb-zaklady-teorie>



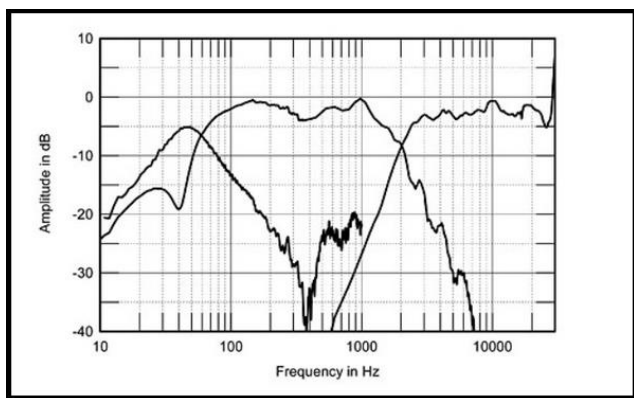
Obrázek 34 – membrána o průměru 25 cm subwooferu KEF Q400b (17 000 Kč)

http://www.HiFiopava.cz/fotky5519/fotos/_vyr_914kef_q400b_3.jpg

Většina vícepásmových reproduktorů obsahuje i tzv. výhybky. Účelem reproduktorové výhybky je frekvenční rozdělení signálů pro jednotlivé měniče. Nejjednodušším příkladem je dvoupásmová konstrukce, kdy výhybka rozdělí signál pro středobasový reproduktor (nízké střední frekvence) a výškový reproduktor (vysoké frekvence). Pokud by zde výhybka nebyla, do obou měničů by se dostaly frekvence z celého pásma a došlo by minimálně ke zkreslení (každé pásmo chce totiž pro nejvěrnější reprodukci svojí konstrukci měniče), nebo dokonce i ke zničení reproduktoru.

Nejběžnější jsou pasivní výhybky nevyžadující napájecí napětí. Jsou umístěny uvnitř reprosoustavy, nemají žádné ovládací prvky a nejčastěji jsou realizovány kombinací cívek a kondenzátorů. Pasivní výhybka se umísťuje mezi zesilovač a reproduktory, proto musí být realizována ze součástek dimenzovaných pro maximální výkon předpokládaného zesilovače.

Aktivní reproduktorová výhybka vyžaduje napájecí napětí, mívá ovládací prvky a nejčastěji se používá tam, kde se předpokládá potřeba hýbat s dělicími frekvencemi, popř. dalšími parametry. Aktivní výhybky se zapojují mezi zdroj signálu a zesilovače, z toho vyplývá potřeba použití samostatného zesilovače pro každé pásmo. Aktivní výhybky bývají také někdy součástí aktivního subwooferu.



Obrázek 35 – frekvenční charakteristika třípásmové repositavy

<http://avmania.e15.cz/reprodukce-zvuku-aneb-zaklady-teorie>



Obrázek 36 – dvoupásmová pasivní výhybka

<http://www.audioweb.sk/sites/default/files/imagecache/product/vyhybka2profi.jpg>

U reproduktorů a jejich soustav nalezneme tyto hlavní parametry:

Pe [W] – Zatížitelnost reproduktoru

P_e (power) značí jmenovitý příkon reproduktoru, který je závislý na konstrukci a velikosti kmitající cívky. Solidní výrobci uvádí dlouhodobý příkon reproduktoru, který se označuje jako RMS (či AES, což je potvrzení, že naměřený údaj RMS opravdu odpovídá jeho skutečné velikosti a není idealizován, či zkreslen tak, aby „lépe prodával“).

Jmenovitý příkon by měl být v harmonii se zesilovačem, tedy podobný jako má zesilovač jmenovitý výkon. V ideálním případě pro domácí poslech postačuje 100 W RMS na osmi ohmové reproduktory, nižší příkony nezaručí reálnou dynamiku reprodukce. U třípásmových kombinací je důležité, aby byl hlavně středotónový reproduktor dostatečně zatížitelný, protože přirozený hudební signál má v této oblasti nejvíce energie.

Z [ohm] – Impedance – Jmenovitá impedance

Z značí výrobcem uvedenou hodnotu odporu rezistoru, kterým je nahrazován reproduktor pro účely definování elektrického výkonu dostupného ze zdroje. Tato hodnota je dána z výroby a nelze ji dodatečně měnit. Hodnoty impedance, se kterými se můžete setkat, je 2, 4, 6, 8 a 16 Ohm, nejobvyklejší je hodnota 8 Ohm, u auto HiFi 4 Ohm.

SPL [dB/W/m] – Charakteristická citlivost

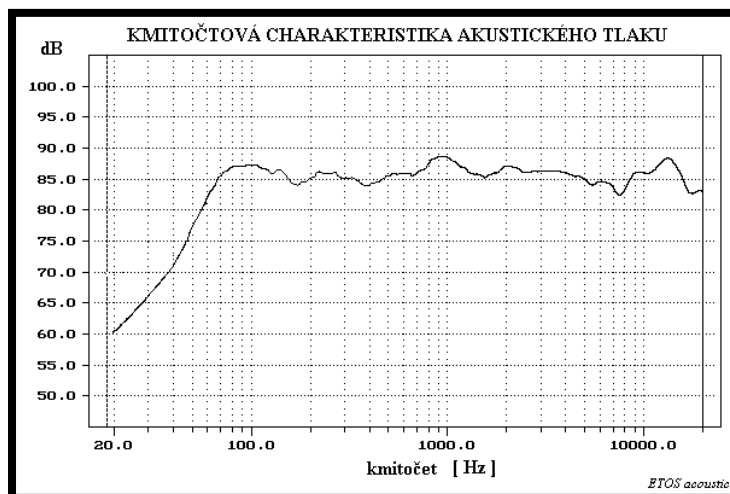
Citlivost je úroveň akustického tlaku vyvolaná reproduktorem při vybuzení výkonem 1 W naměřená ve vzdálenosti 1 m od reproduktoru. Mnoho lidí se při výběru reproduktoru rozhoduje podle udaného příkonu reproduktorů, což je ale chyba. Každý reproduktor hraje při určitém vybuzení různě nahlas. A jak moc reproduktor hraje, nám udává právě tato veličina. Citlivost je logaritmická veličina, její zvýšení o 3 dB znamená dvojnásobný akustický tlak. Z toho tedy plyne, že reproduktor o citlivosti 93 dB zahraje stejně nahlas, jako dva reproduktory o citlivosti 90 dB o stejném příkonu.

Citlivost reproduktorů ovlivňuje mnoho parametrů, obecně basové reproduktory mívají nižší citlivost, než reproduktory výškové (platí především u profesionálních reproduktorů). Je to dáno jejich konstrukcí. Výškové reproduktory ovšem zase mají o mnoho nižší zatížitelnost, takže výsledný maximální akustický tlak se nakonec vyrovná. HiFi basové reproduktory mívají citlivost mezi 80 a 92 dB. Výškové reproduktory ji mívají o něco vyšší, většinou do 95 dB.

Protože citlivost je důležitý údaj, snaží se ho někteří výrobci přikrášlit, proto se někdy setkáte s citlivostí udanou pro 2,83 V. To odpovídá sice 1 W, ale pouze pro impedanci reproduktoru 8 Ohm. Pokud výrobce uvádí citlivost pro 2,83 V u 4 ohmových reproduktoru (většinou je tato poznámka malinkými písmenky úplně dole), je tato hodnota o 3 dB vyšší, než pro 1 W, tzn. 4 ohmový reproduktor s citlivostí 93 dB při 2,83 V má ve skutečnosti jen 90 dB.

Kmitočtová charakteristika

Kmitočtová charakteristika dané reprosoustavy je graf závislosti akustického tlaku na dané frekvenci. Pro reproduktory je nejčastěji měřená v jediném bodě, zpravidla v ose soustavy, nebo výškového reproduktoru, ve vzdálenosti 1 až 2 m, a to ve volném prostoru (nebo poloprostoru). Na výstupu reproduktoru je ale nikoliv akustický tlak v jediném bodu, ale celé akustické pole. V místnosti tedy nikdo neuslyší kmitočtovou charakteristiku zvukového zdroje tak, jak byla naměřena.



Obrázek 37 – vyrovnaná kmitočtová charakteristika malé, ale kvalitní dvoupásmové reproduktorové soustavy

http://www.audioweb.cz/obr/repzv_1.png

3.1 DRUHY REPRODUKTORŮ DLE VYZAŘOVANÉHO PÁSMÁ

Jak bylo naznačeno výše, každé pásmo frekvencí, pokud ho chceme reprodukovat co nejpřesněji, vyžaduje specifickou konstrukci měniče (někdy i ozvučnice).

3.1.1 SUBWOOFER

Subwoofer je reprosoustava, která je konstruována tak, aby co nejméně a nejlépe přehrála nejnižší frekvence (označované jako LFE), která je oddělena z přivedeného signálu. Pokud by do subwooferu putovaly veškeré kmitočty, došlo by ke zkreslení zvuku (basové reproduktory nemají parametry pro věrné přehrávání ostatních frekvencí), popřípadě až ke zničení měniče.

Základní rozdělení typů subwooferů je na aktivní a pasivní. Pasivní subwoofer (nejčastěji v AIO kinech) je reprosoustava s basovým měničem v ozvučnici, která obsahuje pasivní reproduktorovou výhybku, která odděluje frekvenční kmitočty. Aby takovýto subwoofer řádně fungoval, je třeba ho připojit k hlavní jednotce, která má shodné parametry (zvuk je zesilován již v hlavní jednotce a reproduktor ho pouze vyzáří, z toho důvodu nepotřebuje vlastní napájení), jinak může dojít opět k poškození měniče. Naproti tomu aktivní subwoofer má v sobě svůj zesilovač (přivádí se do něj nezesílený signál), který je vybaven většinou aktivní výhybkou s možností změny horního kmitočtu (až do 350 Hz), který je konstruován na míru basového měniče. U lepších modelů lze měnit i fázi signálu, či hlasitost.



Obrázek 38 – pasivní subwoofer Eltax Fusion
(1 000Kč)

http://www.limal.cz/html/images/CR010002302_AA1/CR010002302_AA1_1.jpg



Obrázek 39 – zadní panel s možnostmi úpravy
zvukového signálu skrze aktivní výhybku na
subwooferu JBL (14 000 Kč)

<http://img1.hyperinzerce.cz/x-cz/inz/4112/4112955-aktivni-subwoofer-1.jpg>

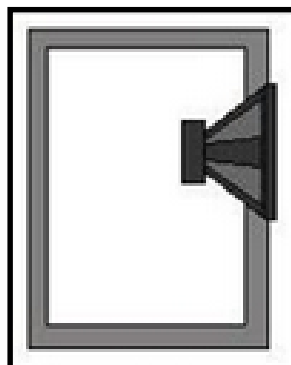
Ve značení reprosoustav je subwoofer uváděn jako druhá cifra, tj. soustava 5.1 má jeden subwoofer, soustava 7.2 má subwoofery dva. Obecně platí, že basy lidské ucho nevnímá směrově (proto je teoreticky jedno, kam subwoofer umístíme, praxe je ale jiná), proto v nejvíce případech domácí reprodukce bude stačit subwoofer jeden. Některé soustavy ale využívají dva (i více), jelikož je oba snazší v prostoru zkalibrovat tak, aby byly co nejlépe slyšet na všech místech poslechu. Typickým příkladem jsou kina, tam je potřeba zajistit pro všechna místa stejné reprodukční podmínky. Pro toto řešení je ale lepší použít konstrukci hornového typu, která má větší akustický tlak pro daný směr.

Druhým důležitým atributem subwooferu je konstrukce ozvučnice. Typů konstrukcí ozvučnic existuje hned několik, ukážeme si ty nejhlavnější. Některé typy ozvučnice se používají i v kombinaci se středobasovými reproduktory.

Uzavřená ozvučnice

Nejjednodušším typem je uzavřená ozvučnice. Tento druh ozvučnice má ale více nevýhod, než výhod. Vyžaduje velký objem a tím pádem i velké rozměry. Například u basového měniče o

průměru membrány 25 cm je potřeba k věrné reprodukci LFE pásma skříň o objemu až 70 litrů. Další nevýhodou je, že se měniči v uzavřené ozvučnici sníží jeho citlivost o 6 dB, a je tak potřeba výkonnější zesilovač. Proto se tato konstrukce subwooferů vyskytuje jen velmi zřídka.



Obrázek 40 – uzavřená ozvučnice

<http://avmania.e15.cz/subwoofer-z-jakych-konstrukci-muzete-vybirat>

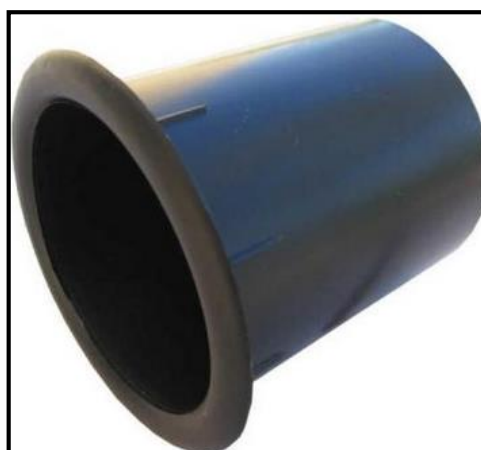
Bassreflexová ozvučnice

O bassreflexu jsem psal o pár odstavců výše. Tato konstrukce je nejpoužívanější, ozvučnice má v sobě bassreflexový nátrubek, který pokud je správně naladěn s měničem vytvoří rezonanci a masa vzduchu uvnitř ozvučnice se rozkmitá ve stejné fázi. Tím subwoofer získá větší účinnost a basy budou hlubší.



Obrázek 41 – bassreflexový otvor s nátrubkem v ozvučnici reposoustavy.

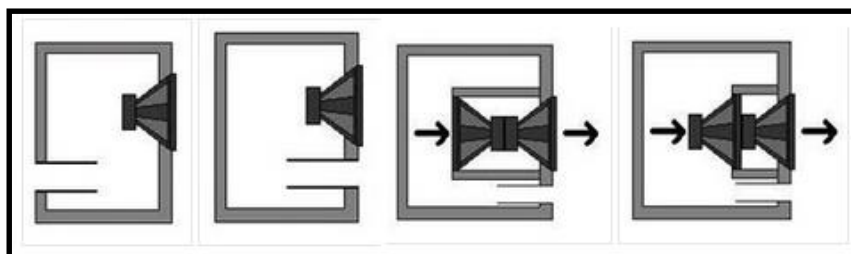
http://i.idnes.cz/07/112/cl/NYV1f2715_bassreflex_1.jpg



Obrázek 42 – bassreflexový nátrubek

<http://beta.repromania.net/wp-content/uploads/2012/03/obrazek3.jpg>

V konstrukci ozvučnice s bassreflexem je mnoho možností. Od jednoho měniče až po více měničů se speciálním uspořádáním. Přidáním a vhodným uspořádáním více měničů lze dle potřeby získat vyšší citlivost či nižší vyzařovaný kmitočet.

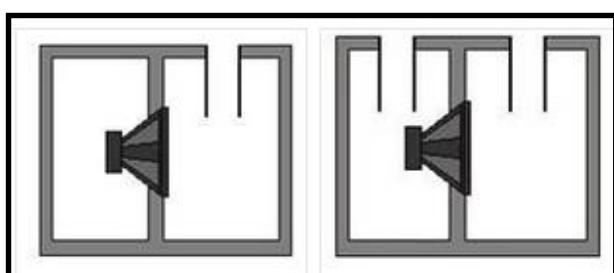


Obrázek 43 – bassreflexová ozvučnice

<http://avmania.e15.cz/subwoofer-z-jakych-konstrukci-muzete-vybirat>

Ozvučnice typu band-pass

Tato ozvučnice je česky nazývána „pásmová propust“. Vnitřek ozvučnice se skládá z alespoň dvou komor, z nichž je minimálně jedna opatřena bassreflexovým nátrubkem. Uvnitř je minimálně jeden zářič (lze se setkat ale i s modelem s třemi komorami a čtyřmi měniči). Kombinací několika komor dochází k odfiltrování zvukového spektra v takovém rozsahu, který z uzavřené, ani bassreflexové ozvučnice nelze získat.



Obrázek 44 – ozvučnice band-pass

<http://avmania.e15.cz/subwoofer-z-jakych-konstrukci-muzete-vybirat>

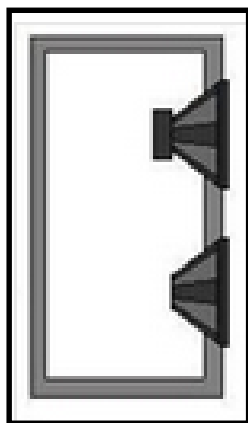


Obrázek 45 – dva bassreflexy na reprosoustavě QLN 603 mk II (20 000 Kč)

http://www.stereomag.cz/obr/2007_news/brezen/QLN/1QLN603-basreflexy.jpg

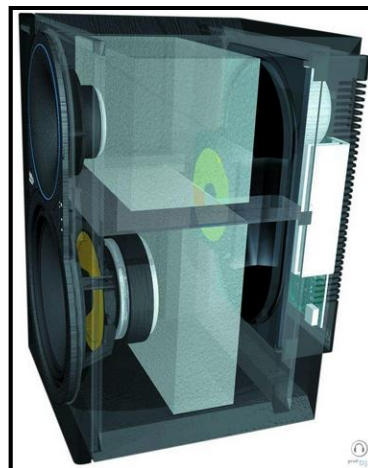
Konstrukce s pasivním zářičem

Pasivní zářič je neaktivní reproduktor, skládá se pouze ze závěsu a membrány. Tato membrána kmitá vlivem rezonance ve stejné frekvenci jako aktivní měnič, dá se říci, že nahrazuje bassreflexový nátrubek.



Obrázek 46 – konstrukce s pasivním zářičem

<http://avmania.e15.cz/subwoofer-z-jakych-konstrukci-muzete-vybirat>



Obrázek 47 – průřez středobasového reproduktoru s pasivním zářičem Mackie HR824 (17 000 Kč)

<http://www.profi-dj.cz/mackie-hr824/>

Konstrukce s laděným zvukovodem

Tato konstrukce se nazývá transmission-line, česky se značí pojmem laděný zvukovod – horn. Princip spočívá ve zpožděném signálu, který vychází na konci zvukovodu. Klasický reproduktor s uzavřenou ozvučnicí provede určitou výchylku membrány, čímž vytlačí před sebou objem vzduchu, cívka vylétne ze svého magnetického pole a zpět jí pomáhá závěs a tlak v ozvučnici. U konstrukce s laděným zvukovodem cívka kmitá skutečně jen v rytmu signálu, membrána reproduktoru jí neklade vůbec žádný odpor. Membrána pouze věrně kopíruje vlny signálu. Takovýto reproduktor bude zprostředkovávat zvuk pouze do frekvence, která se odvíjí od velikosti jeho membrány. Aby byly zachyceny i nízké kmitočty, musí být reproduktor správně aktivován ozvučnicí a to nejlépe hornovou konstrukcí nebo skříní o velikém objemu. Vyrobit a spočítat takový zvukovod je velmi obtížné a málokterý výrobce se do toho pustí. Náklady na měnič a výrobu jsou též značně vysoké a rozměry ozvučnice jsou někdy až gigantické. Výhodou této konstrukce je velká citlivost umožňující dosáhnout velkého akustického tlaku i při malém výkonu. V domácím poslechu se až na výjimky (HiFi) nepoužívá.



Obrázek 48 – řez hornovým reproduktorem

<http://avmania.e15.cz/uploadedfiles/134736171.JPG>

3.1.2 CENTRÁLNÍ (DIALOGOVÝ)

Centrální reproduktor je reproduktor, který má za úkol reprodukovat zvuky vycházející přímo z obrazu. Využívá se hlavně během dialogů, tudíž jsou do něj výhybkami směrovány frekvence přibližně od 300 Hz výše. Centrální reproduktor je většinou vybaven dvěma druhy měničů – středovým a výškovým. Konstrukce ozvučnice je uzavřená, jelikož v signálu není přítomna basová složka, tudíž není třeba bassreflexu.



Obrázek 49 – středový reproduktor JBL EC 25 (4 500 Kč)

<http://im9.cz/iR/importprodukt-orig/3d5/3d5b9fe50bccd2322da9ddf848f939b0---mmf250x250.jpg>

3.1.3 PŘEDNÍ L+P

Přední dva reproduktory jsou pro kvalitní poslech nejdůležitější. Reprodukuje se z nich drtivá většina zvuků z filmu, popřípadě jsou jen tyto dva využívány při poslechu hudby. Můžeme se setkat opět s různými typy uspořádání a počtu měničů.

Setkáváme se zde s dvěma druhy reprosoustav a to regálovými a sloupovými. Ozvučnice regálových reproduktorů jen mírně přesahuje velikost měničů. Ty jsou většinou maximálně dvoupásmové. Dají zavěsit na zeď, popřípadě se dají dát na stojan. Ozvučnice sloupových reproduktorů je mohutná a tyto reproduktory se obejdou bez stojanu. Sloupové reproduktory mají díky většímu objemu ozvučnice schopnost přednést mohutnější zvuk, tudíž se jejich konstrukce využívá spolu s více měniči s přítomností basového či středobasového měniče.



Obrázek 50 – regálový reproduktor Canton Chrono 503.2 (17 000 Kč)

http://shop.avcenter.cz/fotky5592/fotos/_vyr_1298503-2.jpg



Obrázek 51 – sloupový reproduktor Canton Chrono 509.2 (36 000 Kč)

<http://www.eurostar-ostrava.cz/cs/produkt/1686-chrono-5092-dc/?katID=407>

Jednopásmové

Obsahují pouze jeden měnič (nebo skupinu stejných měničů) a jednu výhybku. Tyto měniče se snaží obsáhnout středně nižší až vysokou složku spektra (ale jak bylo uvedeno výše, neobejde se to bez kompromisů a zkreslení výšek). Ozvučnice většinou nemá ani bassreflex, jelikož pro nízké frekvence je u domácího kina přítomen subwoofer.



Obrázek 52 – jednopásmový reproduktor AIO sestavy Samsung HT E6500 (11 000Kč)

<http://www.obchodni-dum.cz/file.phtml/1054504/katalog/>

Dvoupásmové

Obsahují většinou dvě výhybky, jeden středobasový a jeden výškový měnič. Mají lepší podání zvuku, jelikož je signál dělen zvlášť a každý měnič dostane to, co umí vyzářit nejlépe.



Obrázek 53 – Dvoupásmový reproduktor Denon SC N7 (3 000Kč)

http://shop.avcenter.cz/fotky5592/fotos/_vyr_787photo-0-2921.jpg

Třípásmové a vícepásmové

Více než dvoupásmové reproduktory jsou už vhodné více k poslechu hudby, než ke sledování filmů, jelikož obsahují mimo jednoho výškového a středového i basový reproduktor, který je dimenzovaný pro rychlé a přesné basy (ne ohlušující, ale podbarvující) a je většinou podpořen i bassreflexem. Subwoofery totiž nejsou (alespoň v hranici do 20 000 Kč) pro hudbu vhodné, jelikož

jsou dimenzované na hutné, ohlušující, ale ne moc rychlé basy. To je důvod, proč je nejlepší hudbu poslouchat na kvalitním sloupovém stereu, než na vícekanálové reprosoustavě.

U vícepásmových reproduktorů jsou většinou středová či středobasová pásma zdvojená kvůli čistšímu a přesnějšímu podání daného pásma.



Obrázek 54 – třípásmové reproduktory Yamaha NS777 (10 000 Kč)

<http://www.monitor.cz/md/d/pd4/ns7/77-yamaha/bi.jpg>

3.1.4 ZADNÍ L+P, EFEKTOVÉ REPRODUKTORY

Zadní a efektové reproduktory nejsou v sestavě domácího kina nejdůležitějšími reproduktory. Nemusí být ani magneticky stíněné, jelikož většinou nejsou v okolí jiných zařízení. To znamená, že se osazují většinou jedním jednopásmovým, či dvěma (středovými a výškovými) měniči. Do těchto reproduktorů totiž putují pouze efektové zvuky podbarvující atmosféru, nejsou zde tedy přísné nároky na věrnou, rychlou a čistou reprodukci. Vícepásmové reproduktory se jako efektové, nebo zadní pár reproduktorů nevyužívají prakticky vůbec.



Obrázek 55 – Efektové reproduktory Canton Chrono SL520 (16 000 Kč)

<http://www.avisat.cz/files/200/canton%20chronosl5201.jpg>

4 DOMÁCÍ PODMÍNKY PRO REPRODUKCI ZVUKU

4.1 DRUHY REPRODUKTOROVÝCH SESTAV A JEJICH ROZMÍSTĚNÍ

Ruku v ruce se zvyšující se kvalitativní úrovní techniky roste i počet (a kvalita) kanálů. Sestavy reproduktorů se označují dvěma čísly, první značí počet hlavních modulů, a druhé za tečkou počet subwooferů. Ne všechny konfigurace jsou ale vhodné pro všechny druhy digitálního záznamu a ke všem zaměřením. Nyní se podívejme detailněji na všechny možnosti a jednotlivá rozmístění kanálů.

4.1.1 2.0

Tato konfigurace je označována jako stereo. Skládá se pouze ze dvou předních kanálů, levého a pravého. Je vhodná (a ve skutečnosti je jediná možná) pro hudbu, jelikož hudba je, když pomíneme experimenty s DVD AUDIO či koncerty na DVD VIDEO, pouze ve stereu. A pro základ kvalitního prostorového poslechu se taktéž nevyplácí tyto přední kanály ošizovat.

Pro poslech hudby pokud je to možné volíme reproduktory sloupové a nejlépe třípásmové, jelikož sloupové reproduktory dokáží podat nejvěrohodněji basovou složku hudby, která je dostatečně rychlá a zároveň nepřebíjí pásmo středů a výšek.

Polohu a výšku předních reproduktorů nad podlahou určuje osa výškového měniče. Ta by měla být vždy v rovině uší (a nasměřovaná na posluchače), pokud to není možné, pak mírně nad ní. Vysoké tóny totiž mají směrovou charakteristiku, a tak umístění nahoře na skříni ve výšce dvou metrů rozhodně není ideální. V případě sloupových boxů výšku většinou nastavit nelze, přesto ty nižší je lepší na něco postavit a tak dostat výškový měnič do roviny poslechu. U regálových boxů se používají především stojany a úchyty na zeď.



Obrázek 56 – držák reproduktoru na zeď (600 Kč)

http://www.sirius-zlin.cz/images/tvs-s5_s.jpg



Obrázek 57 – stojan na regálové reproduktory (900 Kč)

<http://www.nakupted.cz/8974-large/stojan-na-reproduktor-2-kusy.jpg>

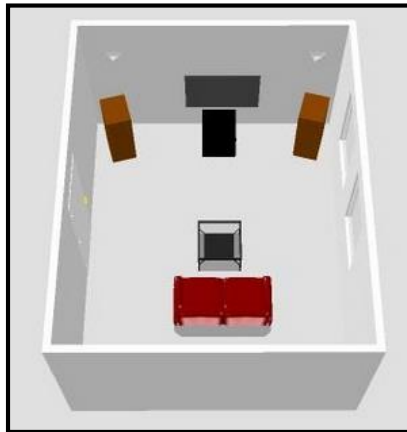


Obrázek 58 – doporučená výška předního kanálu

<http://avmania.e15.cz/jak-dobre-rozmistit-reprosoustavy>

Pokud má ozvučnice předního boxu bassreflex, je nutno dodržet odstup boxu od zdi a to minimálně 30 cm. Pokud situace nedovolí takto velký odstup, volte alespoň reproduktory, které mají bassreflexový náustek zepředu.

Rozmístění kanálů v prostoru by mělo být takové, aby reproduktory tvořily spolu s posluchačem osu rovnostranného trojúhelníku. Tudiž z pohledu posluchače by měly být 30 stupňů vpravo a 30 stupňů vlevo. Je-li reproduktorová soustava příliš blízko k sobě, zužuje se stereo efekt a zhoršuje se rozpoznání hudebních nástrojů. Ideální vzdálenost reprosoustavy pro stereo poslech je 2,5 až 3 m.



Obrázek 59 – vhodné umístění stereo reproduktorů

http://avmania.e15.cz/ShowArticleImages.aspx?id_file=272992759&article=3723

4.1.2 2.1

Konfigurace s dvěma kanály (levým a pravým) a jedním subwooferem je volena jako základní konfigurace pro sledování filmů. Subwoofer totiž dokáže na rozdíl od basového pásma sloupových reproduktorů reprodukovat výraznější, údernější, ale pomalejší basy, které se hodí pro filmy. Tam je důležitá hloubka a monstróznost nízkých frekvencí, kdežto rychlost není nutná, k rychlým změnám nízkých frekvencí při akčních scénách u filmu nedochází (u hudby ano).



Obrázek 60 – 2.1 sestava Dali Fazon (33 000 Kč)

http://www.daliaudio.cz/fotky811/fotos/vyrn_85fazonlrg12.jpg

Účelem subwooferu je nasytit ozvučovanou místnost zvukem, což se děje odrazem od stěn. Zvuk o nízké frekvenci se šíří nesměrově (kruhově) od zdroje, takže jak bylo zmíněno, teoreticky nezáleží na jeho přesnějším umístění. V praxi je ale jeho umístění díky délce basových vln a jejich interference/odrazu velkou alchymí. Efektivnost slabšího subwooferu se dá zvýšit jeho umístěním do rohu, tím ale utrpí přesnost basů, což při filmových efektech příliš nevádí. Opět je nutno, pokud je subwoofer vybaven bassreflexem na zadní, či boční straně, dodržet odstup od zdi minimálně 30 cm. Má-li subwoofer bassreflexový nátrubek vyveden směrem do země a umístění je ve správné vzdálenosti od stěn, zvuková vlna získá odrazem ještě větší citlivost. Důležité je také dávat pozor na vznik stojatého vlnění. To vzniká sloučením přímé zvukové vlny a všech dalších odražených. Vznik stojatých vln má za následek nepřírozené a ne příliš poslouchatelné zvuky. V každé domácnosti se však nachází nábytek, závěsy, koberec a sedací souprava. To vše většinou již stačí na odtlumení stojatých vln. Vhodné je též pro zamezení pronikání nízkých frekvencí do podlahy podložit subwoofer odhmotňovacími jehlami. Ty zamezí rezonanci nábytku a skleněných ploch jak v pokoji, tak u sousedů.



Obrázek 61 – odhmotňovací jehly pod nohy subwooferu

<http://www.sirius-zlin.cz/images/obr-dexon/12342.jpg>

Aby byl výsledný zvuk z celé reprosoustavy co nejvíce vyvážený, věrný a reálný, je třeba subwoofer správně naladit. Moderní soustavy mají v balení kalibrační mikrofony, které nastaví jednotlivé úrovně kanálů (i subwooferu) vzhledem k prostředí tak, aby byla celá sestava v harmonii.

Vraťme se k pozici subwooferu v místnosti. Teoreticky je jedno (díky všesměrovosti basů) kam ho umístíme, prakticky je vhodné subwoofer umístit tak, aby při odrazu basových vln od stěn nevznikl v místě, kde sedíme, uzel. Zvukové vlny bohužel nevidíme, ale můžeme si dopomoci trikem, kdy subwoofer umístíme na místo posluchače a hledáme poslechem v místnosti místo, kde basy zní nejlépe. Tam pak finálně subwoofer umístíme.

Horní dělicí frekvence subwooferu (frekvence, od které níže jsou do subwooferu posílány) by měla plynule navazovat na spodní pásmo levého a pravého kanálu. Bude-li k subwooferu připojena sestava malých satelitních reproduktorů, které mají spodní frekvenční pásmo vyšších hodnot (např. od 250 Hz), bude potřeba nastavit horní hodnoty filtru subwooferu min. na 250 Hz a výše. Pokud je subwoofer použit ke sloupovým reproduktorům s basovým měničem, nastavuje se dělicí frekvence mnohem níže.

4.1.3 5.1

Sestava pěti reproduktorů minimum pro prostorovou reprodukci zvuku. Drtivá většina zvuku u filmů je právě v této konfiguraci.

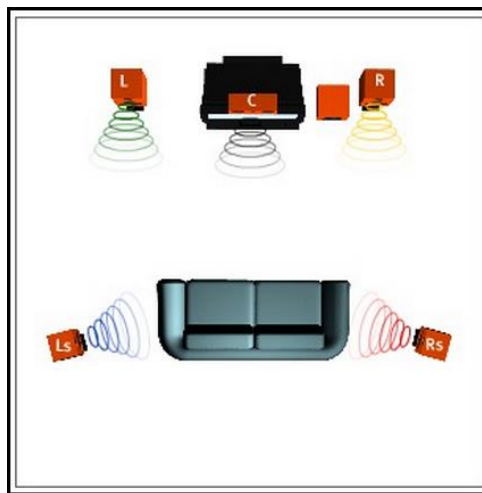
Sestava pravého a levého kanálu spolu se subwooferem je doplněna o centrální a zadní efektné reproduktory.



Obrázek 62 – Sestava receiveru Pioneer VSX 521 a 5.1 reproduktorů SHS100

<http://www.pioneer.com.sg/storefront4/ImagesOnline2/PSS-521.png>

Umístění středového reproduktoru by mělo být teoreticky do středu obrazu, což je možné jen v kině (za plátno). V praxi se umísťuje buď pod, nebo nad televizor do podobné vzdálenosti od posluchače jako levý a pravý kanál. Zadní efektní reproduktory by měly být rozestavené podle norem Dolby (podle tohoto rozmístění jsou také mixovány zvuky) tj. v rovině posluchače nebo mírně za ní, tedy v úhlu 90 – 110 stupňů, do výšky uší. Jejich hlasitost by měla být subjektivně stejná jako u předních reproduktorů. Pokud bude hlasitost zadních reproduktorů vyšší, změní se lokalizace zvuků – zvuky, které mají správně hrát vedle vás nebo spíše vepředu, budou nesprávně přemístěny dozadu.



Obrázek 63 –5.1 rozestavení

http://avmania.e15.cz/ShowArticleImages.aspx?id_file=338904042&article=963

4.1.4 6.1

Takto se označuje konfigurace rozšířená o jeden zadní efektní kanál, kdy se dva zadní kanály posunou vpřed a stanou se z nich boční kanály. V praxi se moc nepoužívá, hlavní formát využívající toto rozestavení se nazývá Dolby Digital EX, popřípadě jeho konkurence – DTS ES.

Rozestavení bočních kanálů je v úhlu ± 90 stupňů a zadní efektní je v úhlu 180 stupňů. Zadní efektní může být o něco výš než hlava posluchače, z důvodu zvukové izolace materiálu sedací soupravy – mezi reproduktorem a posluchačem nesmí být jiné předměty.



Obrázek 64 – rozestavení 6.1 soustavy

http://avmania.e15.cz/ShowArticleImages.aspx?id_file=340506477&article=963

4.1.5 7.1

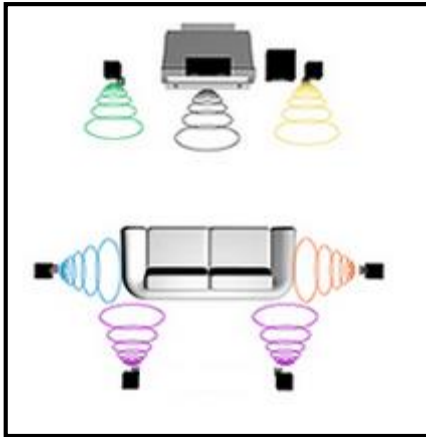
Tato konfigurace má více možností, jak jednotlivé kanály použít. Vzhledem k delší časové prodlevě mezi DVD a BD médii musely firmy zabývající se zvukem pro „udržení“ zákazníků přijít s něčím novým, co by ale bylo schopné se vejít na DVD. Na tento nosič se ale nevejde více než 5 samostatných kanálů. Vzhledem ke zkušenostem firem, které se zabývají softwarovým kódováním pěti kanálů do stereo signálu (DPLII, Neo6) zvolily možnost zakódování dalších efektních kanálů do stávajícího 5.1 signálu. Ke stávajícím pěti kanálům se přidaly tedy dva další, buď opět za posluchače (je na nich možno přehrávat DD EX, či DTS ES stopu v režimu mono), nebo jako horní efektní reproduktory nad hlavní dva kanály. Výhodou je, že pokud tyto stopy záznam neobsahuje, je procesor kina schopen tyto zvuky ze záznamu odhadnout (obvody ProLogic) jelikož mají svá pravidla, jak co se týče frekvencí, tak co se týče polohy v prostoru.



Obrázek 65 – 7.1 sestava Jamo D 500 HCS (51 000 Kč)

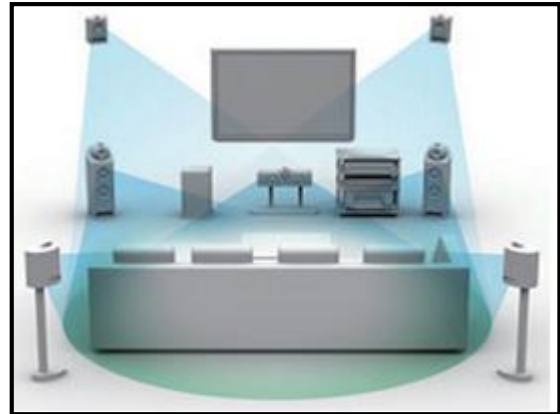
<http://www.azbox.cz/reprosoustavy-sety/jamo-d-500-hcs-71-sestava-71-idz26272#>

Pro plnohodnotný sedmikanálový zvukový projev je třeba použít médium, které dokáže přenést nekódovaně všechny kanály, např. Blu-ray.



Obrázek 66 – 7.1 DPLIIx, DD EX

<http://avmania.e15.cz/jak-dobre-rozmistit-reprosoustavy>



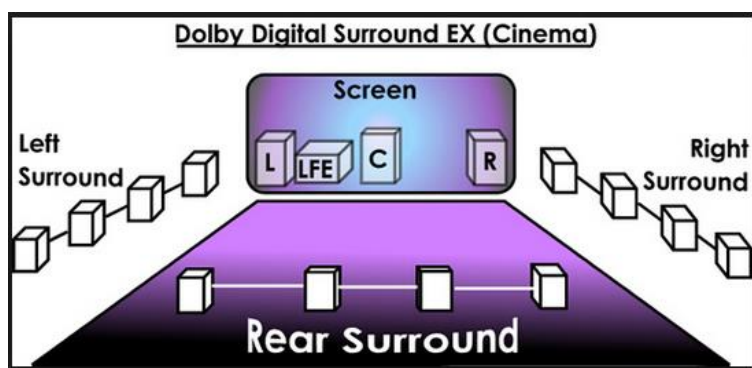
Obrázek 67– 7.1 DPLIIz

http://g-ecx.images-amazon.com/images/G/01/electronics/detail-page2/onkyo_receiver_Dolby-pliiz.jpg

Zadní efektné reproduktory je dobré mít opět ve vrcholech rovnostranného trojúhelníku v úhlu 150 a 210 stupňů ve vzdálenosti cca 1,5 – 2 m. U konfigurace s předními výškovými se oba kanály dají přesně nad levý a pravý přední a to do výšky minimálně 2 metry. Pokud by se daly níže, efekt zvuku z výšky by zanikl a splynul s předními kanály.

4.1.6 OSTATNÍ KONFIGURACE

Samozřejmě je možno k 7.1 konfiguraci přidat další dva kanály, které sestava nemá a tím dosáhnout sestavy 9.1, popřípadě přidat další subwoofer pro 9.2, nebo znásobit počet postranních, či zadních efektných reproduktorů. Tato sestava nemá ale již pro domácí poslech moc smysl, jelikož s její pomocí dosáhneme pouze širšího záběru zvuků pro více lidí (kinosál, větší pokoj), zlepšení a zpřesnění směru zvuku je zde minimální a to vzhledem k tomu, že i v době BD disků je drtivá většina zvuku pouze v pětikanálovém mixu. Pro soustavu s více kanály (mimo zakódovaného EX a podobných ne moc rozšířených formátů zvuku) se z něj signál dopočítává (není fyzicky na disku) a nemá tedy smysl, vyjma jedné ze 7.1 sestav pro EX (FH), do takovýchto velkolepostí investovat.



Obrázek 68 – DD surround EX v kině

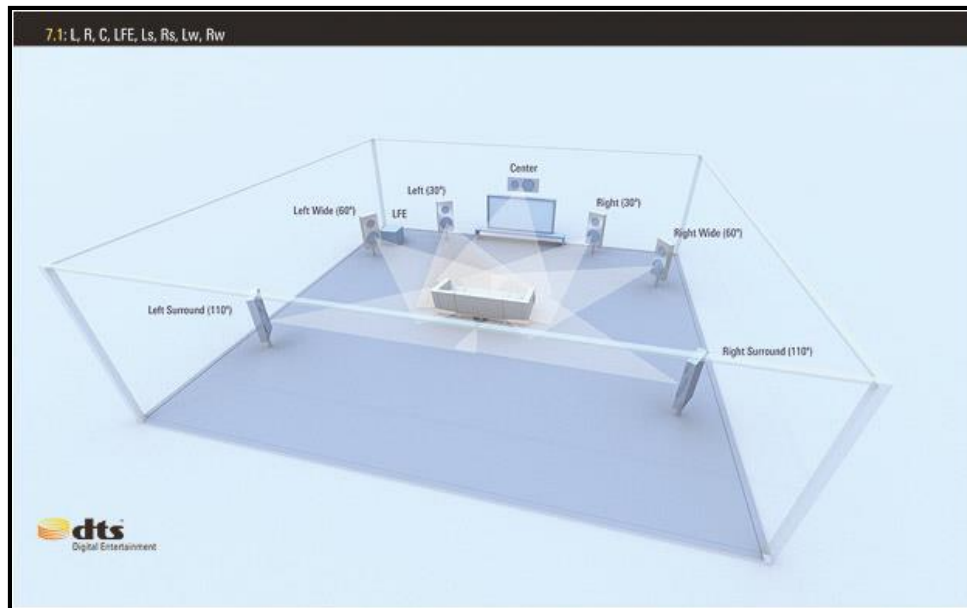
<http://www.scope.nottingham.ac.uk/article.php?issue=5&id=130>



Obrázek 69 – The Kipnis studio – nejmodernější zakázková HiFi sestava čítající 37 kanálů s příkonem 11kW, HD projektorem od Sony, PlayStation 3 a 5,4m plátnem (60 000 000Kč)

http://www.kipnis-studios.com/The_Kipnis_Studio_Standard/Kipnis_Home_Theaters.html

Ještě existují dva kanály s názvem front wide (FW – přední rozšířený), které se přidávají více vpravo a více vlevo za přední reproduktory. Tyto kanály umí využívat ale pouze DTS Neo:X a opět se jedná o dopočet z 5.1 či 7.1 signálu.



Obrázek 70 – DTS front wide kanály v 7.1 sestavě

<http://www.dvdspring.com/UploadFiles/2009-5/20095610538231.jpg>

4.2 DOMÁCÍ PODMÍNKY PRO DOBRU REPRODUKCI ZVUKU

4.2.1 POSTUPNÉ A STOJATÉ VLNĚNÍ

K pochopení podstaty šíření zvuku v nedokonalých akustických prostorách a důsledků vyplývajících z této problematiky je třeba zmínit teorii vzniku postupného a stojatého vlnění.

Postupné vlnění

Postupné vlnění nastává, pokud se vlna šíří z jednoho místa na druhé konstantní rychlostí v . U postupné vlny určujeme periodu T (doba jednoho kmitu vlnění), frekvenci f (počet kmitů za jednotku času) a vlnovou délku λ (nejmenší vzdálenost, na které dochází k opakování tvaru vlny, tj. dvou nejbližších bodů, které kmitají stejnou fází).

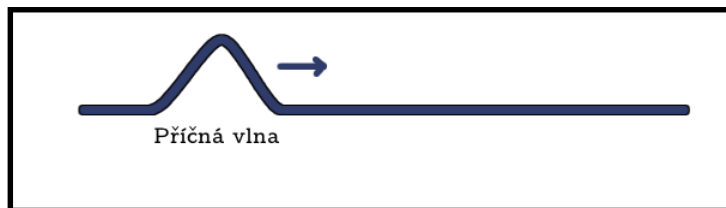
Vlnová délka je definována rovnicí

$$\lambda = vT = \frac{v}{f}$$

což znamená, že vlna postoupí za jednu periodu o jednu vlnovou délku.

Rozeznáváme dva druhy postupného vlnění – postupné vlnění příčné a postupné vlnění podélné.

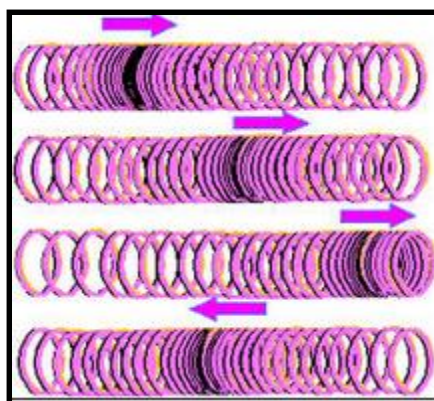
Postupné vlnění příčné je vlnění, při kterém hmotné body kmitají kolmo na směr šíření vlnění. Toto vlnění je charakteristické pro pevná tělesa, například ve tvaru vláken.



Obrázek 71 – postupné vlnění příčné

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Standing_wave.gif

Postupné vlnění podélné je vlnění, kdy hmotné body kmitají ve směru šíření vlnění, zhušťují a zředňují se. Každá dvě zhuštění jsou od sebe vzdálena o vlnovou délku λ . Vzniká v tělesech všech skupenství. Toto vlnění je charakteristické právě pro zvuk.



Obrázek 72 – postupné vlnění podélné

www.otik.uk.zcu.cz

Rovnice kmitání, která platí, za předpokladu homogenního prostředí a neuvažování ztrát energie, je dána vztahem

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

pro postupné vlnění v řadě bodů, jak příčné, tak podélné platí

$$y = y_m \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$$

kde y_m je amplituda vlny, t je čas, x je vzdálenost od zdroje vlnění. Veličinu $2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$ nazýváme fáze vlnění. Pokud postupuje opačným směrem, bude mezi zlomky plus.

Stojaté vlnění

Pokud se pružným prostředím šíří vlnění z dvou a více zdrojů, tak dochází v místě jejich střetu k vzájemnému ovlivňování hmotných kmitajících bodů – k interferenci vlnění. Výsledek interference je dán superpozicí okamžitých výchylek jednotlivých vlnění. Pokud spolu interferují dvě stejná vlnění postupující opačným směrem (typicky přímá a odražená vlna), vzniká takzvané stojaté vlnění. Toto výsledné vlnění nepostupuje žádným směrem. Vznikají zde uzly (body s konstantní nulovou výchylkou od rovnovážné polohy) a kmitny (body, které kmitají s největší amplitudou). Každé dva sousední uzly a dvě sousední kmitny jsou ve stálé vzdálenosti $\frac{\lambda}{2}$.

Mějme dvě harmonické vlny

$$y_1 = y_m \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$y_2 = y_m \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

Součtem těchto rovnic dostaneme okamžitou výchylku stojatého vlnění

$$y = 2y_m \cos 2\pi \frac{x}{\lambda} \sin 2\pi \frac{t}{T}$$

kde je výraz $2y_m \cos 2\pi \frac{x}{\lambda}$ amplituda stojatého vlnění.

Z rovnice je patrné, že všechny body kmitají harmonicky se stejnou fází, ale amplituda kmitů každého bodu je funkcí souřadnice x . Kmitna vzniká v bodech, v nichž je $\cos 2\pi \frac{x}{\lambda} = 1$ (tj. pro $x = \pm k \frac{\lambda}{2}$,

kde $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ a uzel v bodech splňujících podmínku $\cos 2\pi \frac{x}{\lambda} = 0$ (tj. pro $x = \pm(2k + 1) \frac{\lambda}{4}$,
kde $k = 0, 1, 2, 3, \dots$

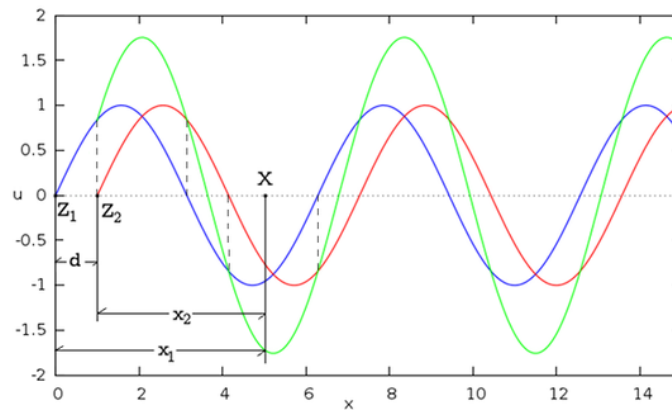
4.2.2 REPRODUKCE V DOMÁCÍCH PODMÍNKÁCH

Jestliže chceme, aby náš domácí poslech byl v daných podmínkách co možná nejlepší, tak se musíme mimo pečlivého vybírání z mnoha parametrů a konstrukcí reprosoustav zaměřit také na prostředí, ve kterém budeme zvuk reprodukovat. Poslechový prostor se totiž na výsledném vjemu zvuku podílí velmi velkým dílem.

Obvyklé domácí poslechové prostory se co do podstatných vlastností obvykle příliš neliší. Převažuje v nich jednoduchý pravoúhlý tvar. Ale i v těchto dosti podobných prostorech mohou vzniknout různé poslechové podmínky. Ty závisí nejen na tvaru a rozměrech místnosti, ale i na jejich uspořádání, na umístění reproduktorů, na volbě místa poslechu a v neposlední řadě na vybavení místnosti.

Odraz zvuku od stěn

Jelikož zvuk je vlnění, které se pohybuje a také odráží, musí konstruktéři velkých koncertních sál počítat s jeho odrazem tak, aby nevznikalo pokud možno nikde zpoždění, které by posluchač vnímal jako nepříjemnou ozvěnu, či zdvojení zvuku. Ve srovnání s koncertní síní budou v malém klasickém domácím poslechovém prostoru dráhy zvukových vln mnohem kratší. Téměř zanedbatelná budou i zpoždění zvukových vln přicházejících k posluchači po jednom nebo více odrazech od stěn. Malá zpoždění odražených vln jsou z hlediska reprodukce zvuku spíše výhodou. Tyto odražené vlny od stěn v malých poslechových prostorech budou mít oproti zvuku přímo ze zdroje zpoždění obvykle jen setiny sekundy. Proto nebudou převážně ani poznatelné a budou díky složení vln přispívat ke zvýšení vjemu hlasitosti. Na druhou stranu mohou jen nepatrně zhoršit lokalizaci dílčích zdrojů zvuku, ta ale není v celkovém vjemu poslechu u poslechu filmové zvukové stopy nejpodstatnější (u poslechu hudby je lokalizace ale velice podstatná, kritéria poslechu hudby se od poslechu zvuku u filmu liší). Při prostorové reprodukci může být mnohem působivější vjem obklopení zvukem.

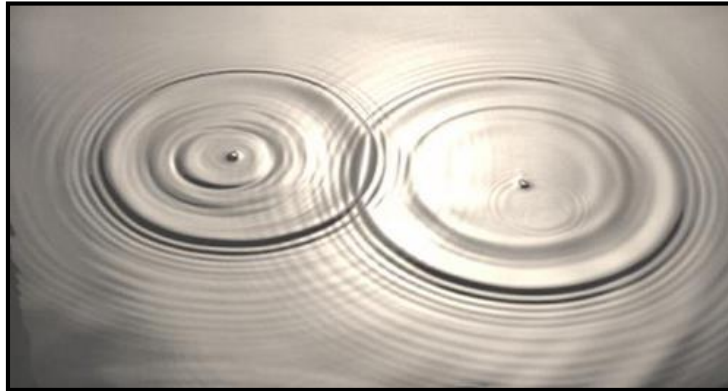


Obrázek 73 – složení dvou vln krátce za sebou – zelená je výsledná vlna

<http://vojtahanak.cz/files/edu/kmity/img/grafy/interference1.png>

Vznik stojatého vlnění

Pro malé prostory se zde ale vyskytuje jiný problém. V místnosti se vytvoří velmi hustá struktura vzájemně se ovlivňujících stojatých vln, která ovlivňuje přenos zvuku od zdroje k posluchači a to zvláště v oblasti basů. Vytvoří se zde minima a maxima akustického tlaku, které se projevují kolísáním hlasitosti signálu a „ztracením“ jednotlivých ovlivněných frekvencí. Kolísání hlasitosti signálu i barvy zvuku se pak mění také s pohybem hlavy posluchače i se změnou polohy zdroje zvuku. Ve velkých prostorách tento jev vzniká také, ale s větším zpožděním a hlavně s kmitočtově "hustší" strukturou, tudíž sluchem již nejsou vnímána jednotlivá maxima a minima akustického tlaku dokonce ani na nejnižších kmitočtech. Stojaté vlny na vyšších kmitočtech lze poměrně snadno zatlumit. Tyto stojaté vlny ale tolik nevadí, jelikož s kmitočtem vzrůstá nejen hustota vlnových rezonancí, ale díky tomu, že vyšší kmitočty jsou v signálu hojně zastoupeny, se do sebe tyto maxima a minima více „ztratí“. U nízkých frekvencí je situace složitá, jelikož jich je méně a jsou „řidší“, díky jejich velké vlnové délce. Zatlumení těchto vln by vyžadovalo značně velké akustické úpravy. Frekvenční charakteristika reprosoustavy je totiž naměřená v otevřeném prostoru a tak se od té v uzavřeném prostoru obývacího pokoje opravdu velmi liší. Zlepšení lze snáze dosáhnout vhodnou volbou nábytku či jeho uspořádáním a v neposlední řadě i vhodným umístěním reproduktorů, než aplikací různých rozměrných a drahých zvuk pohlcujících konstrukcí, difuzorů, antirezonátorů a dalších někdy dosti problematických vynálezů např. typu "bass-trap" (basová past).



Obrázek 74 – připodobnění vzniků stojatých vln, jejich maxim a minim

<http://vojtahanak.cz/files/edu/kmity/img/pic/interference.jpg>

Obtížnější je situace tam, kde bude potřeba omezit pronikání rušivého hluku do poslechového prostoru, nebo naopak omezit průzvučnost z poslechového prostoru do sousedících místností nebo do sousedního bytu. V těchto případech moc nepomohou žádná jednoduchá řešení. Pronikání hluku z ulice lze převážně znatelně snížit úpravou oken, výměnou za lépe těsnící, s tlustšími nebo vícenásobnými skly. Pronikání zvuku do sousedních místností lze obvykle snížit výměnou nebo úpravami dveří.

Stojaté vlnění v praxi

Uvažujme, že je akustické pole tvořeno vlnami o frekvenci 200 Hz z dvou zářičů 170 cm od sebe.

Pokud je rychlost zvuku $v = 340 \text{ ms}^{-1}$, vlnová délka 200 Hz vlnění je následující:

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

$$\lambda = \frac{340}{200} \text{ m}$$

$$\lambda = 1,7 \text{ m}$$

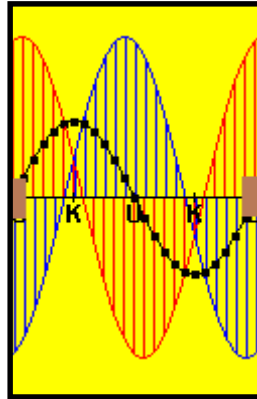
Při interferenci dvou 200 Hz vln bude mít výsledná stojatá vlna kmitny ve vzdálenosti

$$x = \pm k \frac{\lambda}{2}, \text{ kde } k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

a uzly v bodech splňujících podmínku

$$x = \pm(2k + 1) \frac{\lambda}{4}, \text{ kde } k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Po dosazení za $k = 0$ vychází první kmitna v 42,5 cm od zářiče, uzel pak v 0 cm od zářiče, vzdálenost kmiten a uzlů je tedy 42,5 cm.



Obrázek 75 – uzly a kmitny

http://www.walter-fendt.de/ph14cz/stwaverefl_cz.htm

Toto ideální rozložení maxim a minim platí pouze pro otevřené prostory. V uzavřených prostorách se vlny odráží od stěn či nábytku zpět a dále se sebou vstupují do interakce.

Rozhodl jsem se „po domácku“ změřit maxima a minima stojaté vlny (maximum je kmitna, minimum uzel, a to z toho důvodu, že měřicí mikrofon nerozlišuje různé fáze kmitny, měří pouze intenzitu zvuku) v uzavřeném prostoru běžné domácnosti a sledovat, jak se rozložení hustoty změní vůči ideálu a zda se dá nalézt vhodná poslechová poloha. Do receiveru Pioneer VSX 520K jsem přivedl skrz program REW 5.1 tři stereo signály. Nejprve 200 Hz, poté 800 Hz a nakonec 3 000 Hz. K měření vyššího signálu s hustšími maximy a minimy je již třeba přesnější přístroje. Programem Audacity jsem poté v konstantní vzdálenosti 75 cm od spojnice předních reproduktorů Pioneer SH100 měřil mikrofonem (dodávaným k receiveru pro kalibraci prostorového zvuku) po 1 cm úroveň zvuku. Maximální úroveň jsem označil 100 %. Měřený prostor se nacházel uprostřed pokoje, začínal u zdi a pokračoval do otevřeného prostoru. V okolí byly rozestavěné věci běžné domácí potřeby. V grafech je pro porovnání zanesena také přibližná ideální křivka intenzity pro daný signál ve volném ideálním prostoru.



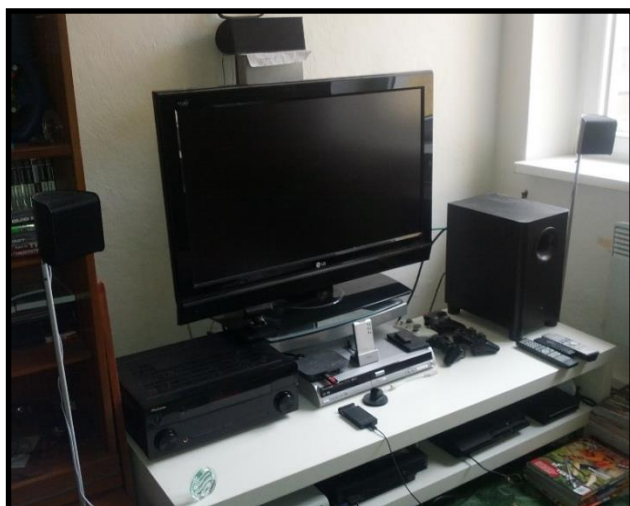
Obrázek 76 – satelitové reproduktory SH100

[http://builtinpro.hk/zh/Pioneer/Video+ +Audio/Home+Theatre+Systems/S-HS100](http://builtinpro.hk/zh/Pioneer/Video+%2BAudio/Home+Theatre+Systems/S-HS100)



Obrázek 77 – 5.1 receiver VSX 520K

http://www.pioneerelectronics.com/StaticFiles/PUSA/Images/VSX-520-K_lg.jpg



Obrázek 78 - měřená sestava

Foto: Pavel Káčerik

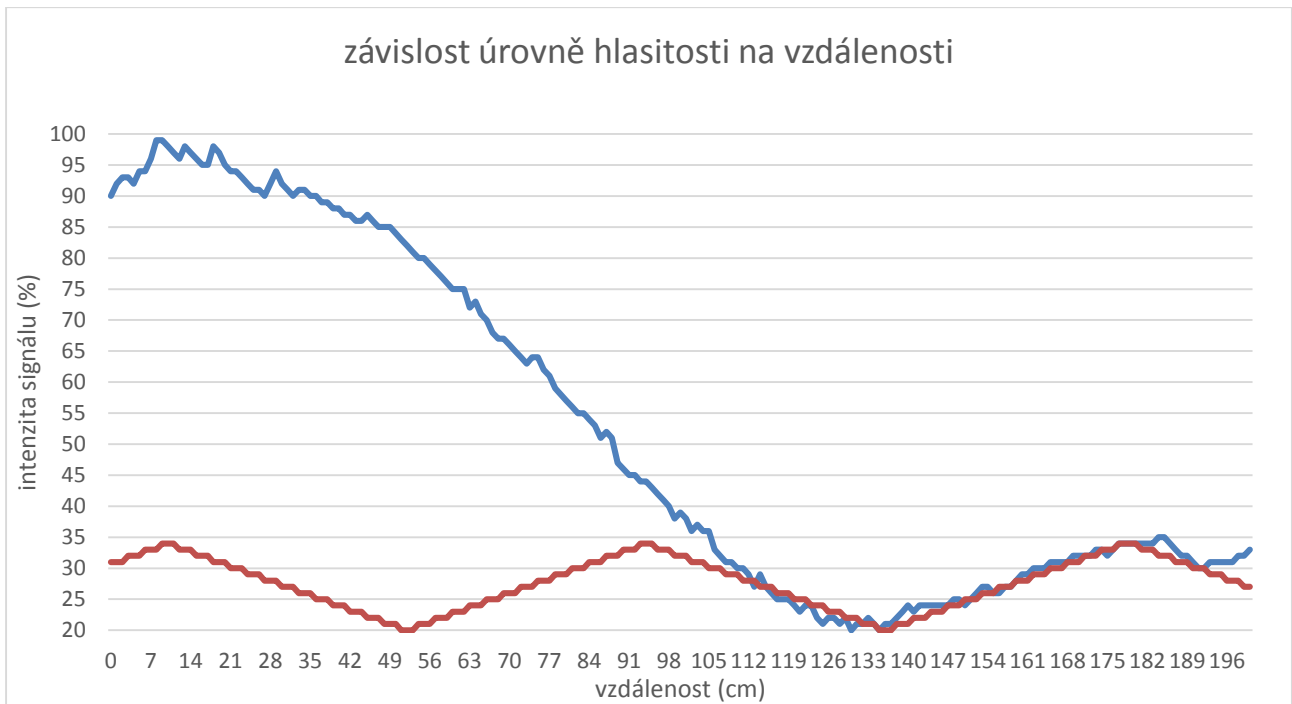


Obrázek 79 - měřený prostor

Foto: Pavel Káčerik

Tabulka 1 – naměřené hodnoty intenzity pro 200 Hz

vzdálenost (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
úroveň signálu (%)	92	93	93	92	94	94	96	99	99	98	97	96	98	97	96	95	95	98	97	95
vzdálenost (cm)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
úroveň signálu (%)	94	94	93	92	91	91	90	92	94	92	91	91	90	90	89	89	88	88	87	87
vzdálenost (cm)	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
úroveň signálu (%)	86	86	87	86	85	85	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	76	75	75	75
vzdálenost (cm)	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
úroveň signálu (%)	72	73	71	70	68	67	67	66	65	64	64	64	63	64	64	62	61	59	58	57
vzdálenost (cm)	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
úroveň signálu (%)	56	55	55	54	53	51	52	51	47	46	45	45	44	44	43	42	41	40	38	39
vzdálenost (cm)	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
úroveň signálu (%)	38	36	37	36	36	33	32	31	31	30	30	29	37	29	27	26	25	25	25	24
vzdálenost (cm)	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
úroveň signálu (%)	23	24	24	22	21	22	22	21	22	20	21	21	22	21	20	21	21	22	23	24
vzdálenost (cm)	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
úroveň signálu (%)	23	24	24	24	24	24	24	25	25	24	25	26	27	27	26	26	27	27	28	29
vzdálenost (cm)	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
úroveň signálu (%)	29	30	30	30	31	31	31	31	32	32	32	32	33	33	32	33	34	34	34	34
vzdálenost (cm)	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
úroveň signálu (%)	34	34	34	35	35	34	33	32	32	31	30	30	31	31	31	31	31	32	32	33

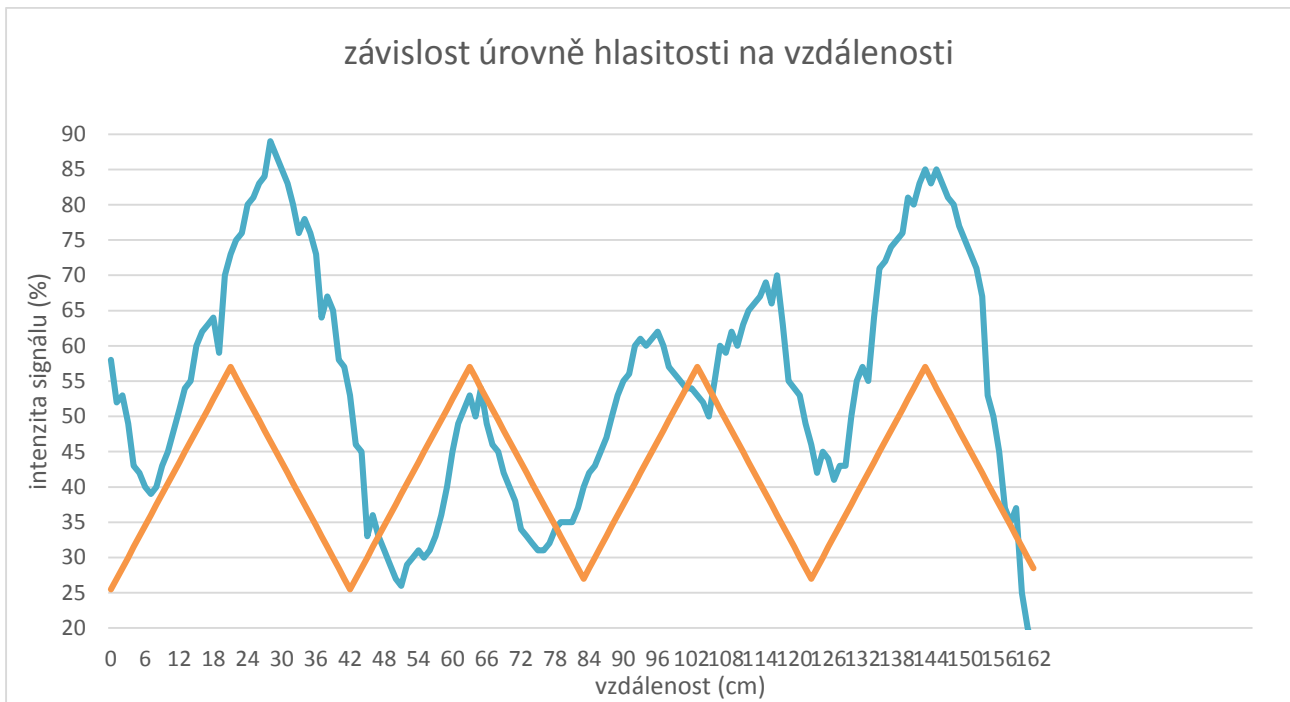


Obrázek 80 – graf závislosti intenzity zvuku na vzdálenosti (200 Hz)

Z grafu kmitočtové charakteristiky naměřené pro 200 Hz je patrné první minimum kolem 133 cm od počátku. Dle výpočtů by se mělo další maximum nacházet cca 176 cm od počátku, což nám měření potvrdilo. Díky mnohočetným odrazům vln od okolních předmětů a následnou interferencí jsou na grafu patrná další lokální maxima a minima, hlavní maxima a minima nejsou již tak zřetelná. Dále je zde patrné velké zesílení intenzity zvuku na počátku, to je dáno tím, že se na kraji měřícího prostoru nacházela zeď a docházelo zde k četným interferencím odražených vln. Velké výkyvy v intenzitě zvuku nastávají tedy u velkých překážek, naopak nepravidelné umístění věcí běžné domácí potřeby v místnosti hlavní maxima a minima potlačuje. Pro nižší frekvence by bylo zesílení, maxima a minima patrnější, pro vyšší tóny (střední, výšky) méně patrné, až zanedbatelné. Z tohoto důvodu se doporučuje umísťovat slabé subwoofery do rohů, či ke stěnám, tím jim dopomůžeme k intenzivnější reprodukci basů.

Tabulka 2 – naměřené hodnoty intenzity pro 800 Hz

vzdálenost (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
úroveň signálu (%)	58	52	53	49	43	42	40	39	40	43	45	48	51	54	55	60	62	63	64	59
vzdálenost (cm)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
úroveň signálu (%)	70	73	75	76	80	81	83	84	89	87	85	83	80	76	78	76	73	64	67	65
vzdálenost (cm)	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
úroveň signálu (%)	58	57	53	46	45	33	36	33	31	29	27	26	29	30	31	30	31	33	36	40
vzdálenost (cm)	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
úroveň signálu (%)	45	49	51	53	50	54	49	46	45	42	40	38	34	33	32	31	31	32	34	35
vzdálenost (cm)	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
úroveň signálu (%)	65	65	67	40	42	43	45	47	50	53	55	56	60	61	60	61	62	60	57	56
vzdálenost (cm)	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
úroveň signálu (%)	55	54	54	53	52	50	55	60	59	62	60	63	65	66	67	69	66	70	63	55
vzdálenost (cm)	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
úroveň signálu (%)	54	53	49	46	42	45	44	41	43	43	50	55	57	55	64	71	82	74	75	76
vzdálenost (cm)	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
úroveň signálu (%)	81	80	83	85	83	85	83	81	80	77	75	73	71	67	53	50	45	37	35	37
vzdálenost (cm)	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
úroveň signálu (%)	25	20	17																	



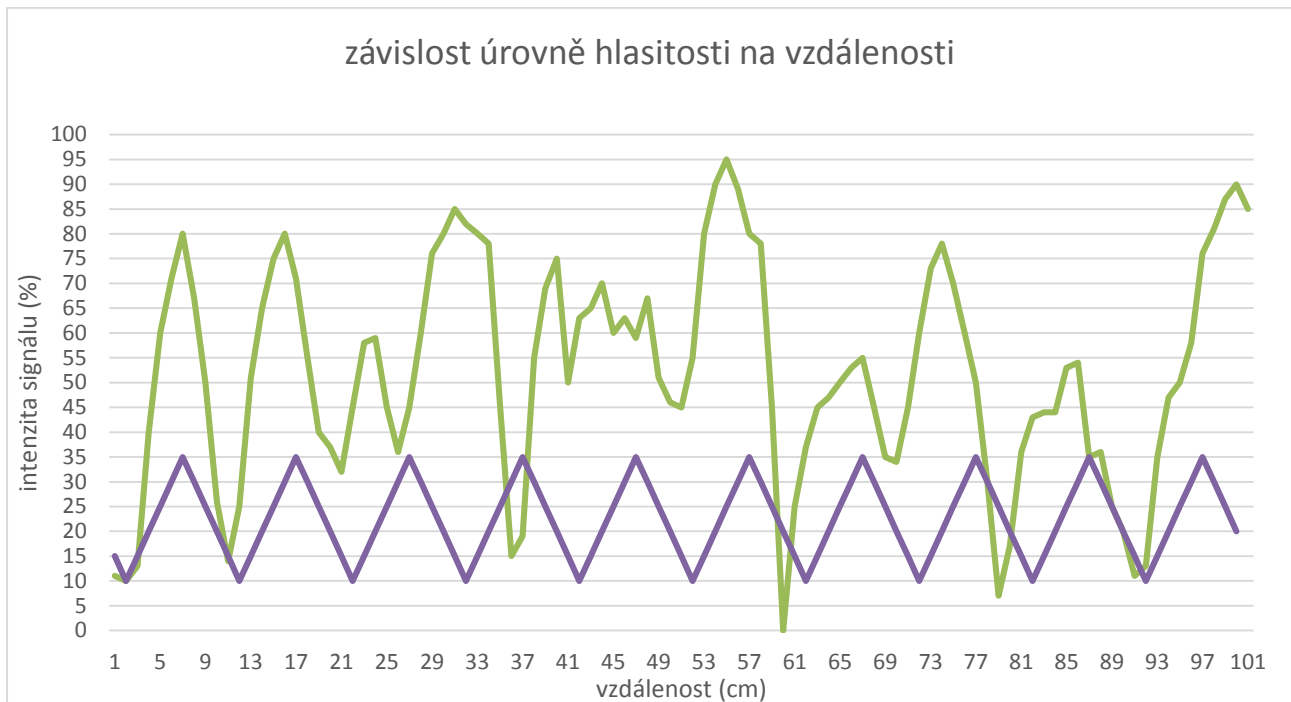
Obrázek 81 – graf závislosti intenzity zvuku na vzdálenosti (800 Hz)

Při 800 Hz by se maxima a minima měla střídat přibližně po 20 cm. Pokud se podíváme na graf, tak lze vyčíst, že k tomu tak přibližně dochází. Objevují se zde ale také četné výkyvy (lokální maxima a minima), a to díky hustší struktuře stojatého vlnění pro menší vlnové délky. Zesílení na začátku grafu není již patrné, na úroveň signálu má již více vliv rozmístění předmětů v okolí měřeného prostoru a místnosti.

Tabulka 3 – naměřené hodnoty intenzity pro 3 000 Hz

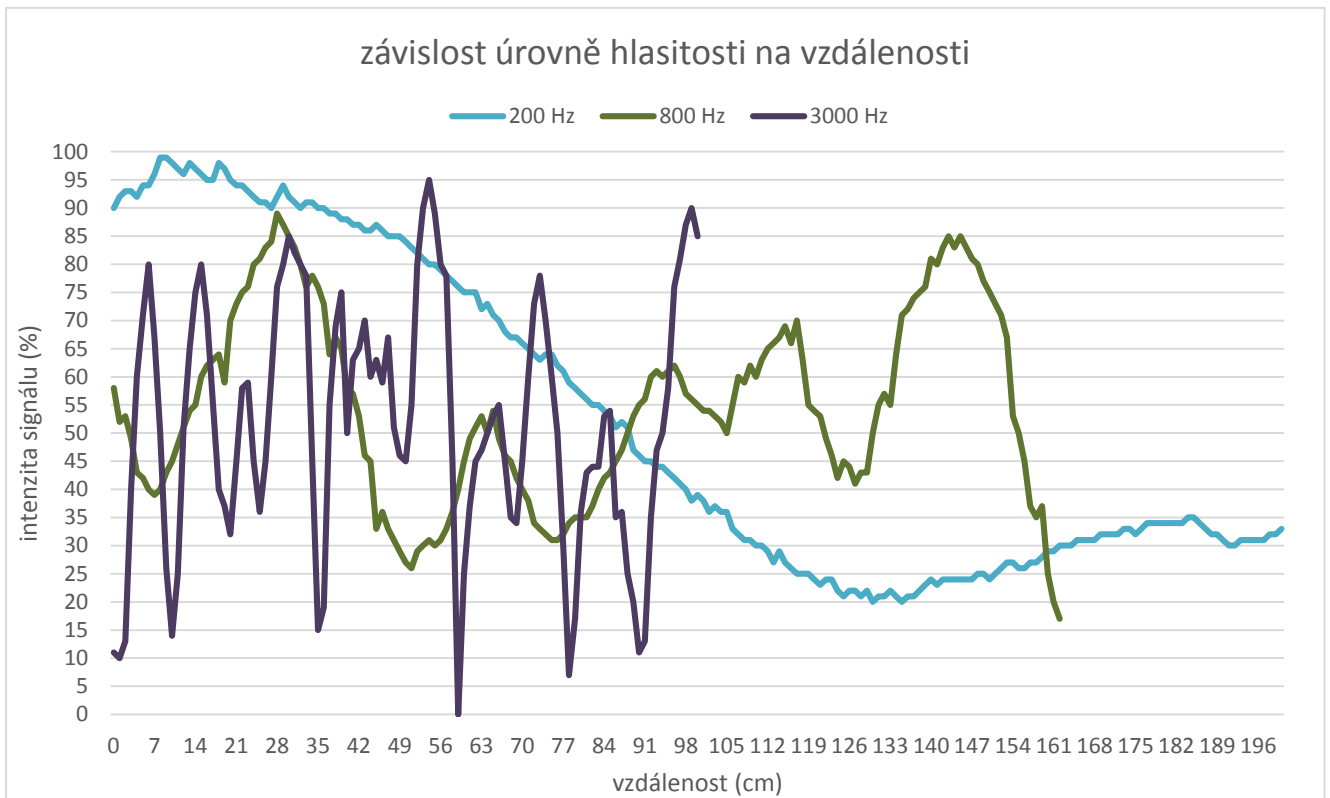
vzdálenost (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
úroveň signálu (%)	11	10	13	40	60	71	80	67	50	26	14	25	51	65	75	80	71	55	40	37
vzdálenost (cm)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
úroveň signálu (%)	32	45	58	59	45	36	45	60	76	80	85	82	80	78	45	15	19	55	67	75
vzdálenost (cm)	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
úroveň signálu (%)	50	63	65	70	60	63	59	67	51	46	45	55	80	90	75	89	80	78	75	0
vzdálenost (cm)	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
úroveň signálu (%)	25	37	45	47	50	53	55	45	35	34	45	46	73	78	70	60	50	30	7	17
vzdálenost (cm)	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
úroveň signálu (%)	36	43	44	44	53	54	35	36	25	20	11	13	35	47	50	58	76	81	87	90

Tabulka 4 – graf závislosti intenzity zvuku na vzdálenosti (3000 Hz)



Vzdálenost maxima a minima u interference dvou 3 000 Hz vln by měla být přibližně pět centimetrů. Z grafu je opět vidět, že základní rozložení maxim a minim odpovídá ideálu, avšak ideální průběh byl opět narušen interferujícími vlnami, které se odrazily od předmětů v okolí. Zesílení na počátku grafu zde není již vůbec přítomno. Z grafu je též vidět hustší struktura uzlů a kmiten, tudíž akustické pole bude, na rozdíl od měření pro 800 Hz působit více homogenně.

Pokud by se provedlo měření pro ještě vyšší frekvence, pole by bylo homogennější, maxima a minima by nebyla s ohledem na místo posluchače a umístění okolních předmětů tolik zratelná. V domácích podmínkách se tedy stojaté vlnění neblaze projevuje spíše u hlubokých tónů.



Obrázek 82 – souhrnný graf

Při pohledu na souhrnný graf ze všech tří měření si můžeme všimnout míst, kam je vhodné umístit posluchače. Ideální místo se nachází uprostřed měřeného prostoru. Zde je totiž podíl hlasitosti všech tří měřených frekvencí stejný. Naopak, velmi nevhodné je sedět u stěny, zde dochází k zesílení basové složky a velkým výkyvům 800 Hz složky.

Měření rozeznání směrovosti basů

Dále jsem se rozhodl změřit subjektivní vnímání směrovosti nízkých frekvencí, tj. od jaké frekvence lze rozeznat směrovost basů. Do receiveru Denon PMA 520AS s připojenými reproduktory KEF C7 je skrz program REW 5.1 posílán do dvou reproduktorů signál od 30 Hz (jelikož až tuto frekvenci reproduktory dokáží hrát bez zkreslení) do 120 Hz, vždy s různou intenzitou pro oba kanály.

Tabulka 5 – intenzita kanálů

frekvence (Hz)	intenzita (%)		frekvence (Hz)	intenzita (%)	
	L	P		L	P
30	50	50	80	75	25
35	25	75	85	0	100
40	50	50	90	100	0
45	100	0	95	50	50
50	100	0	100	50	50
55	0	100	105	25	75
60	75	25	110	0	100
65	50	50	115	0	100
70	100	0	120	50	50
75	0	100	125	25	75



Obrázek 83 – KEF C7

(http://www.HiFiopava.cz/fotky5519/fotos/_vyr_6_991-C7_Black-Ash.jpg)



Obrázek 84 – Denon PMA 520AE

(<http://www.peatswholesale.ie/image.php?type=P&id=31112>)

Deset účastníků postupně sedí uprostřed poslechového pole a mají za úkol sluchem určit, z jakého směru se jim zdá, že zvuk vychází. Je pět možností, zleva (100 : 0), spíše zleva (75 : 25), z obou stejně (50 : 50), spíše zprava (25 : 75) a zprava (0 : 100). Pokud posluchač určil správně směr, je zapsaná 1, pokud nikoliv, tak 0.



Obrázek 85 – sestava, na které byl proveden test: CD přehrávač Denon DCD 720AE a stereo receiver PMA 520AE

Foto: Jiří Káčerik



Obrázek 86 – KEF C7

Foto: Jiří Káčerik

Tabulka 6 – výsledky měření

frekvence (Hz)	posluchači										úspěšnost (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10
40	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	20
45	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10
50	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	30
55	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20
60	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	40
65	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	60
70	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	70
75	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	70
80	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	70
85	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	80
90	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	90
95	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	80
100	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	90
105	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
110	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
115	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
125	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100

Při měření je nutno brát v potaz uzly a kmitny basových vln (nízké frekvenční pásmo má velkou vlnovou délku) v uzavřeném prostoru, které se mohou projevovat jako „směrovost“, kterou zde měříme. Pokud by se pokus prováděl v neuzavřeném prostoru (jako se provádí měření frekvenčních charakteristik reproduktorů), subjektivní vnímání směrovosti basů by se zhoršilo, jelikož by zde nebyly přítomné kmitny a uzly díky interferencím z odražených vln, které by posluchač považoval mylně za směrovost.

Z pokusu bylo zjištěno, že se basy dají považovat za nesměrové do cca 60 Hz. Frekvence od cca 100 Hz jsou již plně směrové, to již je ale pásmo, které přestává být basové.

Nabízí se zde otázka, zda je vhodné na tyto hluboké basové frekvence vlastnit dva subwoofery, jak to nabízí některé HiFi sestavy. Při zapojení dvou subwooferů stejného výkonu naroste akustický tlak o 3 dB, což má za následek silnější basovou složku. Při jejich vhodném umístění dosáhneme homogennějšího pokrytí většího prostoru nízkými frekvencemi (nebudou zde takové rozdíly mezi uzly a kmitnami, akustické pole bude hustší) a zlepšíme dynamiku těchto nízkých kmitočtů. Co se týče lokalizovatelnosti basů, dva subwoofery (teoreticky úmyslně každý trochu jinak naladěn) ji mohou v mezích normy zlepšit, avšak pouze při poslechu stereo hudby. Basové nástroje totiž nesou i vyšší frekvence, které bas dokresluje, a tyto nástroje jsou v hudbě nahrány ve stereu. U filmové projekce jsou basové složky pouze v pásmu basů (typicky výbuchy, dunění, ...) a navíc jsou zaznamenané pouze v mono LFE stopě právě pro jeden subwoofer.

5 FORMÁTY

Digitální zvuk, stejně jako informace v počítači, je uložen v různých souborech a formátech. Těchto zvukových formátů je mnoho a každý má své různé charakteristiky a vlastnosti.

5.1 FORMÁTY HUDBY

Záznam zvuku, posléze hudby, urazil během posledních let s postupem vývoje velkou cestu. Od počátků, kdy byl zaznamenán do voskových válců pana Edisona, přes gramofonové desky až po dnešní digitální záznam do různých formátů. V dnešním obrovském světě se spoustou hudebních děl nastává otázka, jak zvuková data, přesněji řečeno v jakém formátu je dlouhodoběji skladovat, přeci jen nikdo nemá nekonečně velký pevný disk. Základní dělení je dá se říci z hlediska poměru kvality záznamu a zabraného místa na disku.

5.1.1 BEZZTRÁTOVÁ KOMPRESSE

Bezztrátově komprimované označujeme data, která je možno pomocí určitého algoritmu navrátit zpět do původní podoby beze změn oproti originálu. Tuto kompresi vyhledávají hlavně lidé, kteří dávají přednost věrnosti projevu a kvalitě nahrávky oproti datové velikosti souboru. Typickým příkladem jsou lidé vlastníci HiFi přístroje, kde je každá odchylka od originálního záznamu poznat.

Existuje spousta méně, či více vhodných bezztrátových kodeků, lišících se převážně jen ve výsledné velikosti souboru a rychlosti dekomprese při přehrávání.

Princip bezztrátové komprese

Prvním krokem při bezztrátové kompresi je efektivněji vyjádřit levý a pravý kanál. Mezi těmito kanály totiž existuje určitý vztah, jelikož oba přenáší velmi podobný signál. Toho lze využít způsobem zápisu známým jako střední a boční hodnota kódování. Stereo (L a R kanál) se tedy zakóduje do dvou hodnot, střední (X) a boční (Y). X je tedy střední hodnota signálu obou kanálů a Y je jejich rozdíl.

$$X = (L + R) / 2$$

$$Y = (L - R)$$

Dále se k těmto hodnotám najde funkce (posloupnost), která odhadne nadcházející člen a jako nadbytek se pak ze záznamu odstraní. Z těchto hodnot se tedy odstraní nadbytky tak, aby hodnoty X a Y byly co nejmenší možné při zachování kompreseschopnosti. Toto schéma nalezení

funkcí k odstranění nadbytků je to, co od sebe odděluje jednotlivé formáty komprese. Lze zde použít nevyčíslitelně matematických postupů. Například:

P_x a P_y jsou předpovídané nadcházející členy o hodnotě X a Y , X_{-1} je předchozí k hodnotě X a X_{-2} je oproti X o dvě hodnoty zpět.

Mějme nalezenou posloupnost, která definuje následující člen takto:

$$P_x = (2 \cdot X_{-1}) - X_{-2}$$

$$P_y = (2 \cdot X_{-2}) - X_{-2}$$

Např.: Pokud jsou hodnoty X jdoucí po sobě

$$X = \{2, 8, 24, P_x\}$$

bude předpovězené P_x dle předpisu

$$P_x = (2 \cdot X_{-1}) - X_{-2} = (2 \cdot 24) - 8 = 40$$

Poté jsou tyto předpovězené hodnoty srovnány s hodnotou a tento rozdíl se použije do další fáze procesu komprimace. Většina prediktivních funkcí je adaptivní, takže se přizpůsobí tak, aby byla předpovídaná hodnota co nejpřesnější.

Například použijme faktor m v rozpětí od 0 do 1024 (0 – nepředpověděl, 1024 – předpověděl přesně). Po každém odhadu se faktor m sníží či zvýší podle toho, jak byl odhad přesný. Takže pokračujme v předchozím příkladu:

$$X = \{2, 8, 24, P_x\}$$

$$P_x = (2 \cdot X_{-1}) - X_{-2} = (2 \cdot 24) - 8 = 40$$

Pokud skutečná hodnota (P_r) následující v posloupnosti X je 45 a koeficient m je nyní 512, pak výsledná hodnota je rovna

$$P_r - (P_x \cdot m / 1024) = 45 - (40 \cdot 512 / 1024) = 45 - 20 = 25$$

Po této operaci se koeficient m zvětší, jelikož větší m by bylo na danou posloupnost efektivnější.

Několikanásobné použití různých predikčních rovnic má posléze vliv na úroveň (a rychlost komprese/dekomprese).

Posléze následuje zakódování pro získání co nemenších cifer, která se posléze zapíší na disk. Chceme dostat nejmenší čísla, protože zabírají méně bitů při zápisu.

Chceme tedy zakódovat toto seskupení čísl:

V desítkové soustavě: 10, 14, 15, 46

Ve dvojkové soustavě tedy: 1010, 1110, 1111, 101110

Pokud chceme tyto čísla zapsat v co nejkratší formě, nemůžeme zvolit zápis do jednotlivých slov. Ideální by bylo tyto číslice sepsat hned za sebe takto:

101011101111101110

Problém je nasnadě. Z tohoto uskupení nedokážeme poznat, kde jednotlivá čísla začínají a kde končí. K uchování co nejmenších, ale stále rozluštitelných zápisů se používá takzvané entropické kódování pojmenované po programátorech jménem Rici a Golombov – Golombovo–Ricovo kódování.

Toto kódování má za účel zachovat malou bitovou velikost a zároveň zabezpečit rozpoznání jednotlivých čísel.

Využívá následujícího principu:

1. Odhadneme, kolik bitů má jedno číslo, tento odhad nazveme k .
2. Odebereme tento počet bitů řetězci čísel zprava a zapamatujeme si jejich hodnotu.
3. Vezmeme hodnotu čísla bez posledních k znaků a tuto hodnotu nazveme *overflow*.
4. Tyto hodnoty použijeme pro zakódování čísla. Číslo se tedy skládá z nul podle bodu 3, ukončovací jedničky, a bitů z bodu 2.

Zkusme zakódovat poslední číslo z čísel 10, 14, 15, 46.

1. Odhadneme počet bitů onoho čísla. Předchozí tři čísla měla 4 bity, tak předpokládejme, že poslední číslo je bude mít také.
2. Odebereme tento počet zprava – 4 bity z 101110 jsou 1110.
3. Hodnota zbylého čísla po odebrání 4 bitů je 10 (v desítkové soustavě 2).

4. Tyto hodnoty použijeme k zakódování čísla – vložíme dvě (kvůli bodu 3) nuly následované ukončovací jedničkou, a za ní odebrané 4 číslice: 0011110

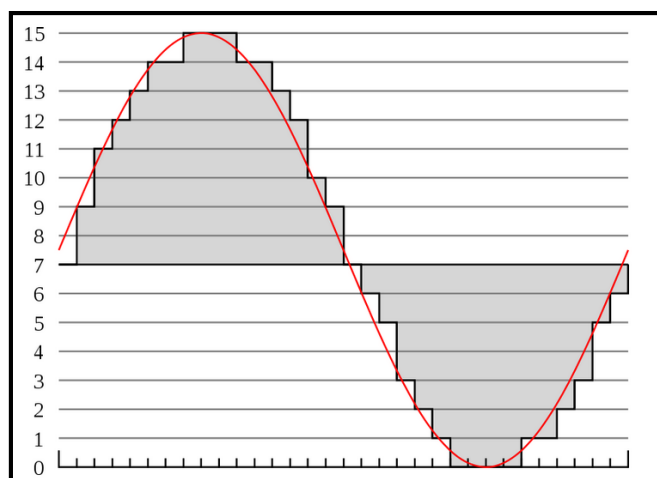
A nyní proces dekódování:

Máme 001110 a $k = 4$. Vidíme že *overflow* je 2 (dvě nuly před ukončovací jedničkou) a poslední 4 bity jsou 1110. Vezmeme hodnotu 10 (*overflow*) a hodnoty 1110 (k), spojíme je a získáme 101110 tj. 46.

Wave (*.wav)

Tato zkratka je zkrácení názvu Waveform audio file format, které vynalezla v počátcích stolních počítačů firma IBM a Microsoft. Je to speciální varianta obecného formátu RIFF (ten se skládá z datových struktur zvaných shluky, za shlukem mohou následovat data do velikosti dané v hlavičce shluku), který slouží jako kontejner pro ukládání zvuku do souboru WAV v různých formátech. Nejpoužívanější formát LPCM – nekomprimovaná pulzně kódová modulace. Wave (pokud obsahuje LPCM) jsou, dá se říci surová data zvuku, které lze dále lehce zpracovávat, komprimovat, archivovat nebo přenášet mezi různými systémy.

LPCM je modulační metoda převodu analogového signálu na signál digitální. Její princip spočívá v pravidelném odečítání hodnoty signálu pomocí AD převodníku a záznamu odečtených hodnot v binární podobě. Tyto hodnoty se pak zpětně proloží křivkou a dostane se původní signál.



Obrázek 87 – převod sinusovky pomocí LPCM do digitálního signálu

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Pcm.svg>

Tento formát ukládá ve velkém množství jednotlivé a krátké vzorky (po hlavičce střídavě pro pravý a levý kanál) bez dalších úprav. Např. klasické zvukové CD má vzorkovací frekvenci 44,1 kHz a je tedy uloženo 44 100 vzorků za sekundu. Při záznamu do WAV lze ovlivnit pouze rozsah sledovaných hodnot vzorků (vzorky za sekundu) a zda jsou vzorky ukládány jako 8, 16, 32, ... -bitové. Velikost WAV je omezena na 4 GB, jelikož používá 32 bitovou hlavičku. Z důvodů tohoto omezení, zvláště pak pro velké vzorkovací frekvence, byl vymyšlen W64 formát, který zavádí 64-bitovou hlavičku.

Wave nenesou žádné doplňkové informace o umělci, kapele, albu atp. jako jiné záznamové formáty.



Obrázek 88 – ikona wave souboru ve Windows 8

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/3/35/WAV_file_icon.png

Flac (*.flac)

Free Lossless Audio Codec neboli zkráceně FLAC je otevřený bezztrátový formát, na kterém se začalo pracovat po roce 2000. Po třech letech vývoje se po vypuštění zařadil k ostatním volně šiřitelným bezztrátovým kodekům.

FLAC používá lineární predikci (operace kde jsou konečné hodnoty digitálního signálu odhadovány jako lineární funkce předchozích vzorků) pro konverzi zvukových vzorků do série malých čísel, která jsou efektivně uložena pomocí Golomb–Riceova kódování. Zvládne až 8 kanálů při 4 – 32 bitech se vzorkovací frekvencí od 1 Hz do 655 kHz. Kanály může dále slučovat (např. v 5.1 či stereo záznamu) a tím dosáhne díky podobnosti odhadované funkce ještě větší úsporu dat. V nastavení komprese je sice možnost zvolit kvalitu komprese (od 0 – nejrychlejší po 8 – nejmenší), ta ale samozřejmě nemá vliv na ztrátovost, pouze na rychlost dekomprese. Nutno podotknout, že i při největší kompresi je dekomprese i tak rychlá a na výpočetní výkon nenáročná. Výsledná velikost

hudebního souboru se pak po komprimaci pohybuje kolem 60 % původní velikosti souboru ve WAV. FLAC zároveň se signálem nese doplňkové informace o umělci, kapele, albu, atp.

Síla FLACu oproti jiným formátům spočívá právě v rychlosti jeho dekomprese, proto se využívá i při streamování (dekódování právě stahovaného videa v reálném čase). Využívá se též k zálohování hudby, jelikož záznam ve FLACu lze bez potíží rychle opět obnovit do duplicitní kopie média. S přehráváním mimo PC na tom FLAC není moc dobře, jelikož jeho kodeky na rozdíl od kodeků ztrátových výrobci moc nepodporují. Jedny z mála velmi kvalitních (až HiFi) přehrávačů, na kterých se dá FLAC přehrát jsou přístroje firmy Cowon. Konkurenční velmi kvalitní iRiver ho bez použití neoriginálního firmwaru nepodporuje.



Obrázek 89 – logo FLACu

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/FLAC_logo.png

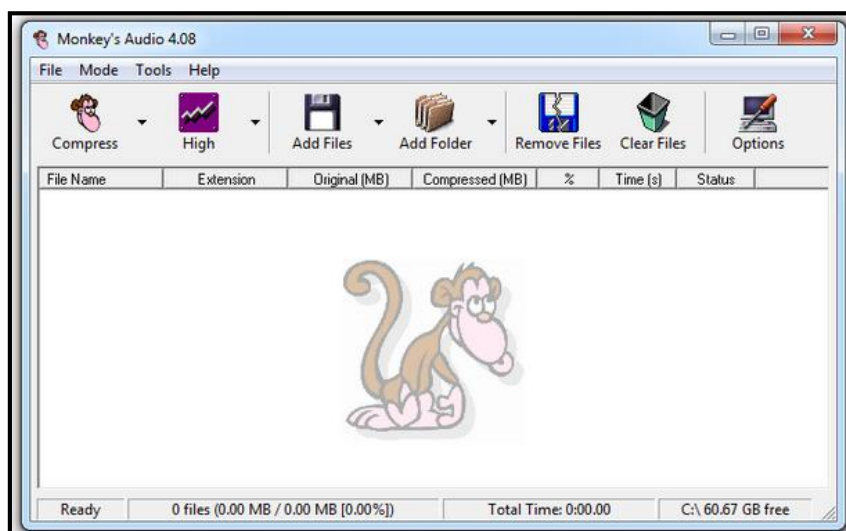
Monkey's audio (*.ape)

Beztrátový formát s tímto exotickým názvem je dá se říci druhý nejpoužívanější po zmiňovaném FLACu.

Funguje na velmi podobném principu jako FLAC – podobnost pravého a levého kanálu a lineární predikcí následujících hodnot a jejich následnému zakódování.

Má nejlepší kompresní poměr, to je ale vykoupeno tím, že proces používání symetrických algoritmů ke kompresi a dekompresi je pomalý a náročný na výpočetní výkon (pár vteřin u FLACu = minuta u APE). Tím pádem se nedá použít pro streaming, a zůstává pouze pro archivační účely. Výsledná velikost souborů bývá přibližně poloviční oproti originálu. Ačkoliv je originální zdrojový kód volně ke stažení, jeho licence nespadá pod opensource.

S přehráváním mimo PC je to u Monkey's audia velmi podobné jako u flacu, podporují ho pouze hi-end modely od Cowonu. Ostatní kvalitní výrobci pouze s neoficiálním firmwarem a vzhledem k výpočetní náročnosti jen v nízké komprimaci.



Obrázek 90 – oficiální program pro převod do APE

<http://www.monkeysaudio.com/images/screenshot.png>

5.1.2 ZTRÁTOVÁ KOMPRESSE

Ztrátová komprese je způsob ukládání digitálních dat pomocí speciálního algoritmu, který zmenšuje jejich objem odstraněním méně důležitých informací. Původní signál z nich díky této ztrátě nelze přesně rekonstruovat. Za dvě desetiletí vznikly desítky ztrátových formátů, ale až s rozmachem digitální hudby a videa se zdokonalily do dnešních podob.

Všechny ztrátové kompresní algoritmy pracují na podobném principu, tj. na psychoakustickém modelu, kdy se ze vstupního signálu odebírají ty informace, které člověk neslyší, či si je uvědomuje minimálně, nebo vůbec.

Kvalita zvuku komprimovaných skladeb je závislá na použitém formátu komprese a zvoleném datovém toku. Platí zde, že čím vyšší datový tok si zvolíme, tím bude výsledný soubor větší, ale především výsledná nahrávka kvalitnější, jelikož kompresní algoritmus nemusí „zahodit“ tolik dat.

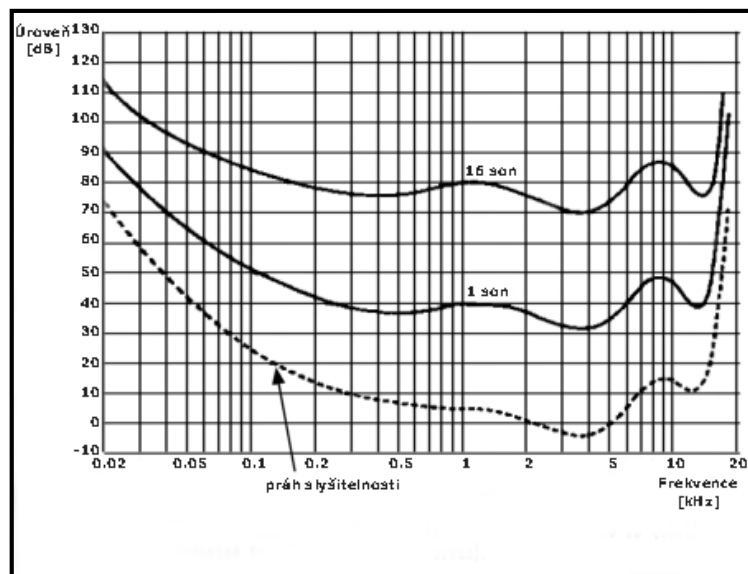
Na účinnost ztrátové komprese hudby má díky vlastnostem komprimace vliv rozložení frekvenčního spektra, tj. žánr hudby.

MP3

MP3 (MPEG-1, nebo MPEG-2 Audio Layer III) je formát ztrátové komprese zvukových souborů, založený na kompresním algoritmu definovaném skupinou MPEG (Motion Picture Experts Group). Při zachování poměrně vysoké kvality umožňuje zmenšit velikost hudebních souborů přibližně na desetinu.

Před vynálezem formátu MP3 existovaly ztrátové kompresní algoritmy, které ale nebyly nijak zvlášť účinné v poměru kvalita zvuku/velikost souboru. V roce 1991 byl uveden dodnes známý a používaný formát MP3, který byl výsledkem čtyř let bádání ve Fraunhoferově institutu v Německu. Celý proces kódování je matematicky velmi složitý, ale některé použité složky komprese lze nastínit.

Využívá se zde nedokonalosti lidského ucha: Lidské ucho není schopno totiž zachytit všechny složky reprodukováného zvuku a navíc má omezené vnímání frekvenčního pásma. Dále je vnímání intenzity zvuku naším uchem závislé na jeho frekvenci, pokud daná frekvence nepřesáhne určitou hodnotu akustického tlaku, člověk ji neslyší. Člověk dokáže nejlépe vnímat frekvence mezi 1 – 5 kHz. Na základě této teorie lze pro kompresi využít maskování ve dvou úrovních – frekvenční a časové.



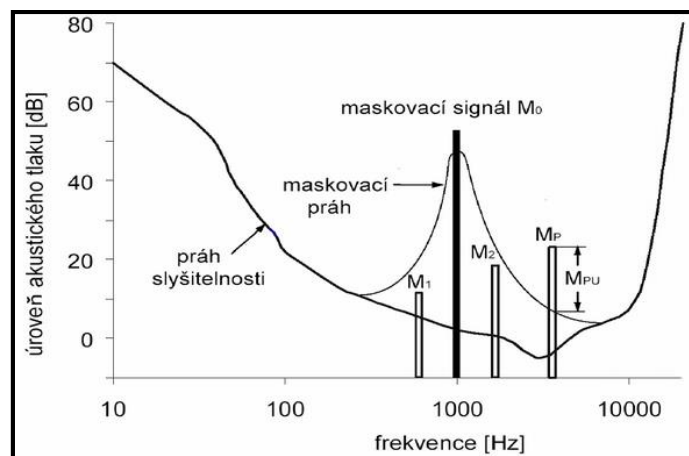
Obrázek 91 – graf závislosti frekvence na úrovni akustického tlaku potřebné k jeho slyšitelnosti

<http://diit.cz/data/images/8641.gif>

Frekvenční maskování

Křivka prahu slyšitelnosti představuje mez, od které jsou zvuky slyšet a má smysl se jimi ve ztrátové kompresi zabývat. Všechny frekvence pod tímto prahem se tak nemusí přenášet a z původního zvukového souboru mohou být odstraněny.

Dále zde hraje svou roli také maskovací práh. Pokud se ve vnímané frekvenční oblasti objeví intenzivní tón (M_0), vytvoří se kolem něho oblast maskovacího prahu. Pokud je tón dostatečně silný, pak zamaskuje všechny méně intenzivní tóny v jeho blízkosti, které též tedy není nutné přenášet. Signál označený M_P již vystupuje nad maskovací práh, ale vnímána je jen jeho část (M_{PU}), pro jejíž přenos stačí tedy menší množství bitů.

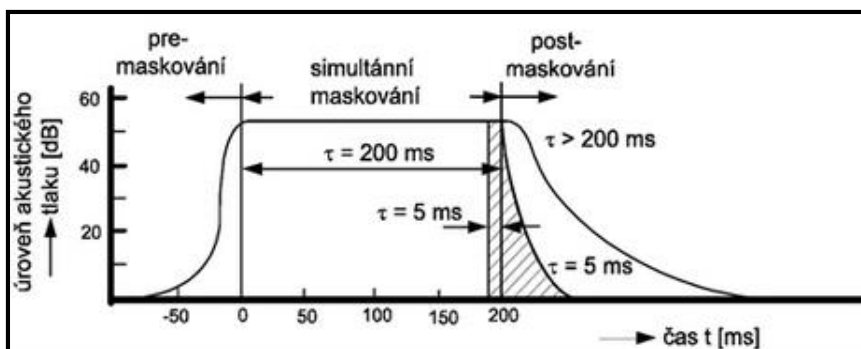


Obrázek 92 – využití frekvenčního maskování

<http://avmania.e15.cz/uploadedfiles/55504908.png>

Časové maskování

Pokud se v záznamu vyskytne silnější signál, neomezí slabší signál pouze frekvenčně, ale i časově. Během jeho znění, ale i po jeho doznění je na určitý čas (desítky až stovky milisekund, dle trvání silnějšího signálu) omezeno vnímání slabších zvuků.



Obrázek 93 – princip časového maskování

<http://avmania.e15.cz/uploadedfiles/52933558.png>

Kritické frekvenční pásmo

Naše ucho analyzuje celý slyšitelný frekvenční rozsah jako soubor podrozsahů. V rámci těchto menších rozsahů vnímá ucho zvuky jako podobné, neumí tedy rozlišit zvuky s velmi podobnou frekvencí. Využitím těchto pásem ve ztrátové komprimaci lze též opět zmenšit velikost výsledného souboru.

Kritické frekv.pásmo	Frekvence [Hz]		
	Od	Do	Šíře
0	0	100	100
1	100	200	100
2	200	300	100
3	300	400	100
4	400	510	110
5	510	630	120
6	630	770	140
7	770	920	150
8	920	1080	160
9	1080	1270	190
10	1270	1480	210
11	1480	1720	240
12	1720	2000	280
13	2000	2320	320
14	2320	2700	380
15	2700	3150	450
16	3150	3700	550
17	3700	4400	700
18	4400	5300	900
19	5300	6400	1100
20	6400	7700	1300
21	7700	9500	1800
22	9500	12000	2500
23	12000	15500	3500
24	15500	22050	6550

Obrázek 94 – kritická frekvenční pásma

<http://diit.cz/clanek/neco-o-zpusobu-komprese>

Při kompresi mluveného slova jsou výsledky výrazně horší. Popsané časové a frekvenční maskování způsobuje to, že u mluveného slova může být ve slově potlačena počáteční nebo koncová slabika a mohou být také zkracovány pauzy mezi jednotlivými slovy.

Ačkoliv se tedy zdá MP3 jako nejlepší formát pro ukládání hudby, nikdy jím nebude kvůli jeho ztrátovosti. Lidské ucho sice podle psychoakustického modelu nedokáže slyšet, či poznat některé frekvence samostatně, ale dokáže poznat, že tyto frekvence ve výsledném záznamu chybí. Každý tón má totiž své harmonické frekvence, tzv. alikvotní tóny. Předmět vydávající zvuk se chvěje velmi složitým způsobem, v němž se kromě chvění celku zároveň odráží i chvění stále menších a menších částí tělesa. Všechny tyto kmitající části tedy vydávají své vlastní, sluchem samostatně nezachytitelné tóny, které jsou v násobcích základního tónu (např. 100 kHz může být pátá harmonická 20 kHz). Součtem těchto vlnění vzniká specifické složité vlnění – barva tónu. Čím více harmonických zvukový řetězec přeneše, tím přesnější barva tónu je. Odebrání vyšších frekvencí, které lidské ucho samostatně neslyší, logicky tedy naruší barvu výsledného zvuku. Takže i ze sebelepší ztrátové komprese se po rekonstruování signálu nedostane původní signál. Platí, že na čím lepší zvukové sestavě je záznam přehráván, tím více jsou slyšet nedokonalosti/rozdíly oproti původnímu záznamu.

MP3 dnes zvládne přehrávat téměř veškerá elektronika určená k přehrávání hudby, takže je hojně využívána tam, kde se dává přednost kvantitě před kvalitou.



Obrázek 95 – přenosný MP3 přehrávač

<http://static.ddmcdn.com/gif/MP3-player-1b.jpg>



Obrázek 96 – logo MP3 formátu

http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:MP3_logo.png

OGG Vorbis

OGG Vorbis je ztrátový formát, který vznikl z bezztrátového kodeku Squish. Oproti ostatním ztrátovým formátům je otevřený (není zatěžkán komerčními licencemi), stejně tak jako FLAC. Má ho na svědomí totiž stejná skupina vývojářů (Xiph.org). Tento formát tedy je díky jeho otevřenosti

využíván nejen jako alternativa k MP3 ke kompresi hudby (která je zatěžkána licencí a tedy poplatky za využití), ale také ke kompresi zvukových stop u počítačových her.

Samostatný název OGG je jen kontejner a může nést spoustu stop, jak video tak audio. Zvuk v něm je většinou uložen ve standartu (formátu) Vorbis. Před rokem 2007 soubory (kontejnery) s koncovkou *.ogg mohly nést libovolný formát, od tohoto roku bylo zavedeno, že *.ogg se budou označovat pouze soubory s kontejnerem OGG a formátem Vorbis.

Princip jeho komprese je velmi podobný jako u formátu MP3. Vývojáři prohlašují, že je ale kvalitnější a méně zkresluje. Pro vysoké hodnoty bitrate je kvalita obou formátů srovnatelná. Pro střední hodnoty je formát OGG kvalitnější. Pro nízké hodnoty bitrate ztrácí formát MP3 v případě, kdy dochází k převzorkování na nižší frekvenci. Při velmi nízkých hodnotách bitrate dochází u MP3 k postupnému zkreslování, naproti tomu OGG průběh kopíruje původní záznam a zkresluje až od vyšší frekvence. Nároky na výpočetní výkon jsou o něco vyšší, než u MP3.

WMA

Windows Media Audio je komprimovaný zvukový formát vyvinutý společností Microsoft jako náhrada za patentované MP3. Od verze 9 Microsoft vypustil spolu s ním též i jiné kodeky – WMA professional (vícekanálová komprese), WMA lossless (bezztrátová vícekanálová komprese) a WMA voice (komprese hlasu). WMA soubory jsou téměř vždy v kontejneru ASF a mají příponu *.asf, nebo *.wma.

WMA si poradí s kompresí signálu až o 48 kHz při dvou kanálech a využívá též principy psychoakustického modelu, jako MP3, nebo OGG.

Oficiálně existuje pro WMA jeden kodér, který je přímo spjatý s Windows a je integrován ve Windows media playeru. Díky tomu není tento formát vyjma přehrávání jinde moc použitelný.

Microsoft staví svůj kodek na úroveň OGG, má tedy být lepší, než MP3. Ve skutečnosti poráží MP3 pouze při nižším bitrate, při vyšším si vede při nejlepším nastejno.

Hardwarové nároky nemá velké, takže je pro přehrávání hojně využit v DVD přehrávačích a přenosných přehrávačích hudby.

5.2 FORMÁTY ZVUKU VE FILMU

Na trhu jsou dvě hlavní soupeřící firmy, které se aktivně věnují vývoji vícekanálového zvuku.

5.2.1 DOLBY LABORATORIES

Tato firma se nejdříve věnovala redukci a filtraci šumu. Po uvedení úspěšných kodeků pro zlepšení kvality zvuku se začala zabývat zlepšením požitku ze zvukového zážitku v kině. Díky limitům tehdejších médií z hlediska počtu kanálů uvedla první matici pro zakódování více kanálů do tehdejšího nejlepšího formátu – sterea. Postupem času počet zakódovaných kanálů zvyšovala a zdokonalovala dekodovací techniky. Nyní se věnuje audiovizuálnímu požitku kompletně, zvukem, kompresí a kódováním počínaje, speciálními technologiemi pro video konče.



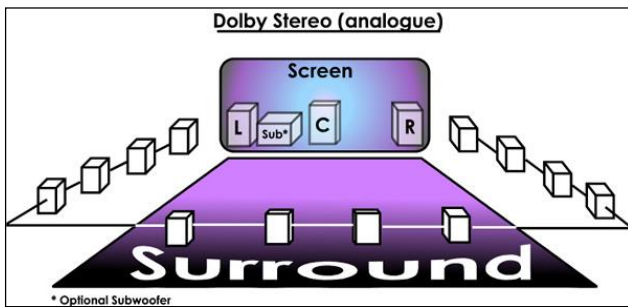
Obrázek 97 – sídlo Dolby Labs.

<http://ww2.hdnux.com/photos/13/04/33/2901701/9/628x471.jpg>

Dolby Stereo

Dolby Stereo je kódování navržené od Dolby Labs pro kina v roce 1976, po jehož použití lze pomocí signálu pro dva kanály přenést signál pro kanály čtyři. Využívá k tomu speciální kódovací matici, podle které byly tehdejší kinosálové čtyřkanálové systémy schopny dekodovat čtyři kanály, přičemž ve dvoukanálových systémech hrál signál jako klasické stereo a nebyl ochuzen o žádné zvuky.

Matice zakóduje zvuk ze čtyř kanálů (levý – L, pravý – P, center – C, a jediný zadní surroundový – S) do dvou – plný pravý (right total) a plný levý (left total). Signál pro surroundové reproduktory je fázově posunutý o 90 stupňů.



Obrázek 98 – schéma kinového Dolby sterea

http://www.scope.nottingham.ac.uk/images/mitchell/mitchell_fig1.jpg



Obrázek 99 – logo Dolby Stereo

http://yoda.media.h-da.de/studiosysteme/lib/exe/fetch.php?media=studiosysteme:tontechnik:tonaufnahmetechnik:tonformate:analoge_tonformate_matrixsoundsysteme:Dolby_stereo.gif

Dolby Stereo Mix	Left	Right	Center	Surround
Left Total	1	0	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$+j \frac{1}{\sqrt{2}}$
Right Total	0	1	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$-j \frac{1}{\sqrt{2}}$

Obrázek 100 – matice Dolby sterea

http://en.wikipedia.org/wiki/Dolby_Stereo

Informace pro center kanál je nesena v levém i pravém kanálu ve stejné fázi, informace pro surroundový kanál je též v levém a v pravém kanálu, ale s fázemi opačnými. Tím je zachována zpětná kompatibilita – pro mono systémy je z jediného reproduktoru slyšet signál pro pravý, levý a center, surroundový signál je díky svým opačným fázím eliminován. Pro stereo systémy hraje center signál rovnoměrně rozdělen z levého i pravého stejně jako signál surroundový.

Dolby Surround

Dolby Surround je domácí verze kinosálového Dolby Sterea představena v roce 1982. Používá se taktéž pro dekodování více kanálů (pravý, levý a zadní) ze stereo signálu.

Dolby Surround	Left	Right	Surround
Left Total	1	0	$-j\sqrt{\frac{1}{2}}$
Right Total	0	1	$j\sqrt{\frac{1}{2}}$

Obrázek 101 – matice Dolby Surround

http://en.wikipedia.org/wiki/Dolby_Pro_Logic

Dolby ProLogic

Dolby ProLogic byl představen v roce 1987. Je to dekodovací postup, který zvládne dekodovat zvuk zakódovaný ve stereo matici Dolby Surround. Jelikož je lehké se v těchto velmi podobných pojmech ztratit, je dobré vědět, že pojmem ProLogic se má namysli dekodovací technologie a patřičný čip, který tuto činnost obstarává, kdežto pojmem Dolby Surround, či starší Dolby Stereo se myslí proces zakódování více kanálů do stereo signálu. Tato technologie přenášení více kanálů se v analogové době stala velmi populární a Dolby během rozmachu vícekanálové reprodukce tuto technologii vylepšovalo a představovalo postupně další verze s více kanály.

Dolby ProLogic (DPL) – Základní verze z roku 1987, která dokáže dekodovat zvuk do čtyř kanálů zakódovaný v Dolby Surround. Dekodér ProLogic zvládne i řídit hlasitosti a rozdělení jednotlivých kanálů v závislosti na charakteru dekodovaného zvuku (mono, stereo, surround).

Dolby Pro Logic	Left	Right	Center	Rear
Left Total	1	0	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$-j\sqrt{\frac{1}{2}}$
Right Total	0	1	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$j\sqrt{\frac{1}{2}}$

Obrázek 102 – dekodovací matice pro DPL

http://en.wikipedia.org/wiki/Dolby_Pro_Logic

Dolby ProLogic II (DPLII) – V roce 2000 byl představený vylepšený algoritmus, který dokáže po patřičném zakódování rozkódovat z kvalitního stereo signálu plnohodnotných 5.1 kanálů (levý, pravý, center, zadní pravý, zadní levý a oddělit LFE složku pro subwoofer). Tento formát je zpětně

kompatibilní s DPL a díky vylepšení logiky a zpětných obvodů pro řízení rozdělení do jednotlivých kanálů, dokáže i z čistého stera poskytnout stabilní virtuální pětikanálový zvuk. Tato technologie je hlavně používána tedy pro přenos plnohodnotného 5.1 kanálového zvuku skrze analogový stereo signál, což se hodí i v dnešní digitální době. Proto byla tato technologie rozvíjena i po příchodu digitálního přenosu zvuku.

Dolby Pro Logic II	Left	Right	Center	Rear Left	Rear Right
Left Total	1	0	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$-j\sqrt{\frac{19}{25}}$	$-j\sqrt{\frac{6}{25}}$
Right Total	0	1	$\sqrt{\frac{1}{2}}$	$j\sqrt{\frac{6}{25}}$	$j\sqrt{\frac{19}{25}}$

Obrázek 103 – matice DPLII

http://en.wikipedia.org/wiki/Dolby_Pro_Logic

Dolby ProLogic IIx (DPLIIx) – DPLIIx je rozšířená verze DPLII z roku 2002, která zvládne z patřičně zakódovaného zvuku v Dolby Surround dekódovat až 7.1 kanálů (oproti DPLII jsou zde boční/zadní reproduktory). Pokud v původním signálu kanál pro reproduktory navíc není přítomný, zvládne ho procesor do jisté míry „rozpoznat“ díky charakteru surroundových zvuků, jeho postupu a jeho frekvencí.

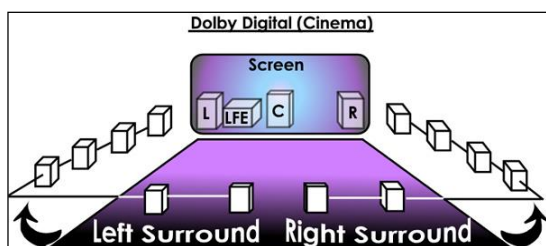
Dolby ProLogic IIz (DPLIIz) – DPLIIz byl uveden v roce 2009 a rozšiřuje schopnosti DPLIIx o dekódování předních výškových reproduktorů (Front heights). FH signál není nikdy dedikovaně přítomný v celkovém signálu, procesor tento signál určí výpočtem dle směrově se neměnicích typických frekvencí (déšť, vítr, bouřka a jiné zvuky prostředí) a od celkového signálu jej oddělí.

Dolby Digital

Dolby Digital je formát vícekanálového zvuku, který Dolby Labs vyvinula pro záznam zvuku na digitálních médiích. Má širší dynamický rozsah a lepší oddělení kanálů a díky digitalizaci má záznam relativně dlouhou životnost. Využívá formátu AC-3.

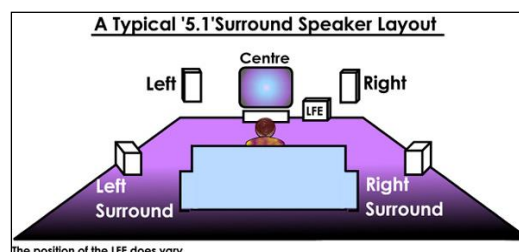
Dolby Digital (DD) – Dolby Digital je základní verze digitálního vícekanálového zvuku uvedená v roce 1995. Zvládne maximálně šest kanálů – pět kanálů v 20 – 20 000 Hz a jeden LTE

v 20 – 120 Hz. Zvuk je ve formátu AC3 v toku 640 kb/s a podporuje vzorkovací frekvenci až 48 kHz. DD je ztrátové a využívá také psychoakustický model. Na tento formát lze při použití přenosu po analogovém stereu k zpětnému získání vícekanálového zvuku použít dekodér ProLogic. Tato základní verze se dočkala několika vylepšení.



Obrázek 104 – schéma kinosálového Dolby Digital

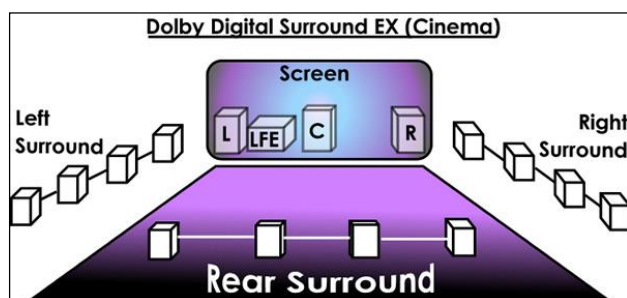
http://www.scope.nottingham.ac.uk/images/mitchell/mitchell_fig2.jpg



Obrázek 105 – Dolby Digital v domácnosti

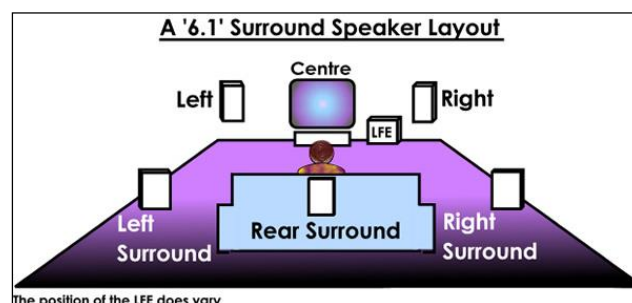
http://www.scope.nottingham.ac.uk/images/mitchell/mitchell_fig4.jpg

Dolby Digital EX (DD EX) – Tento formát někdy označován i jako Dolby Digital Surround EX je rozšířenou variantou základního surroundového zvuku uvedeného v roce 1999, který je principiálně velmi podobný DPLIIx. Vedle klasických pěti kanálů obsahuje v zadním pravém a zadním levém kanálu i maticově zakódovaný (jelikož formát DD zvládne maximálně 5 hlavních kanálů) střední zadní kanál, který lze přehrát na 6.1 či 7.1 sestavách. Výhodou tohoto uspořádání jsou více realistické zvukové efekty „obletů, podletů a přeletů“ a přesnější umístění zvuku do prostoru, bez ohledu na pozici posluchače.



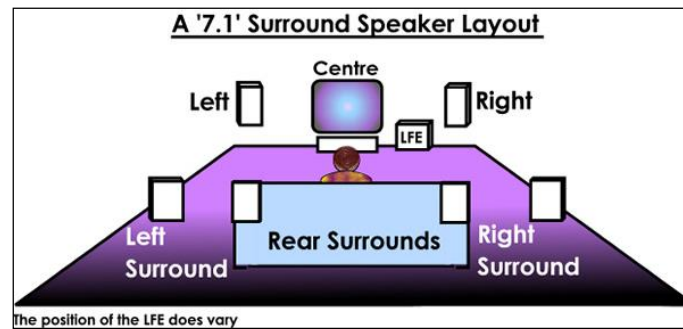
Obrázek 106 – schéma kinosálového Dolby Digital EX

http://www.scope.nottingham.ac.uk/images/mitchell/mitchell_fig3.jpg



Obrázek 107 – Domácí Dolby Digital EX ve variantě s jedním zadním reproduktorem

http://www.scope.nottingham.ac.uk/images/mitchell/mitchell_fig5.jpg



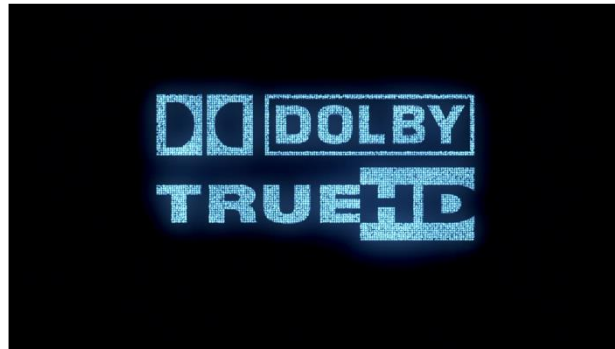
Obrázek 108 – Domácí Dolby Digital EX ve variantě s dvěma zadními reproduktory (hrající mono signál)

http://www.scope.nottingham.ac.uk/images/mitchell/mitchell_fig6.jpg

Dolby Digital Plus (DD+) – Tento formát byl představen v roce 2005. Je to nástupce základního vícekanálového zvuku, který nabízí spolu s lepším kódováním i vyšší datové toky (až 6 Mb/s) a až 15.1 kanálů. Maximální bitová hloubka je 24 bitů na kanál. Tento formát není přímo kompatibilní se starším DD, ale jakýkoliv DD+ dekodér zvládne signál přepočítat do základního DD a následně ho poslat dále.

Dolby TrueHD

S příchodem Blu-ray a HD DVD disků se otevřela možnost začít na disk zaznamenávat zvuk v bezztrátové kvalitě. Dolby Labs k tomuto médium vyvinulo bezztrátový vícekanálový formát pro zařízení s vysokým rozlišením – Dolby True HD. Kódování zvuku je velmi podobné jako u předchozího formátu Dolby Digital, liší se pouze ve specifikacích. Zvládne totiž bezztrátově (stejný jako studiový záznam) až 14 kanálů v až 24 bitové hloubce a smplovací frekvenci až 192 kHz (192 kHz pouze pro 5.1, pro 7.1 je to pouze 96 kHz) s datovým tokem až 18 Mb/s (pouze na BD disku). Oněch 14 kanálů ještě do budoucna postačí, jelikož nynější HD média jsou limitovány 7.1 kanály. Pro přenos se používá rozhraní HDMI.



Obrázek 109 – logo Dolby TrueHD

http://image.noelshack.com/fichiers/2009/15/1239098670-hd_Dolby_true_hd035539.png

Dolby Atmos

Nejmodernější kinosálová technologie Dolby Atmos dokáže přehrát zvuk na až 64 separátních kanálech, které jsou i na stropě a tím umožňuje velmi realistickou a přesnou lokaci zvuků.



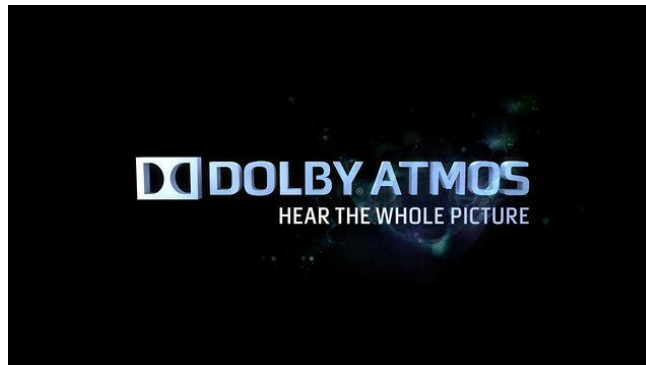
Obrázek 110 – Dolby Atmos

http://b.vimeocdn.com/ts/281/418/281418673_640.jpg



Obrázek 111 – kinosál s Dolby Atmos

http://diit.cz/sites/default/files/images/2176/Dolby_theater_clean.jpg



Obrázek 112 – logo a slogan Dolby Atmos

http://b.vimeocdn.com/ts/282/563/282563703_640.jpg

5.2.2 DIGITAL THEATER SYSTEM

Tato firma vznikla v roce 1990 pod hlavičkou filmového studia Universal City Studios. Její spoluvlastník je známý režisér Steven Spielberg, který vycítil, že do té doby dostupné formáty (ještě nebylo Dolby Digital) nevyhovují potřebám kvalitního zvuku. DTS proniklo do světa v době DVD disků, chvíli před konkurenčním prvním digitálním formátem Dolby Labs. Poté postupně uvolňovala formáty, které se snaží soupeřit s konkurenčními kodeky od Dolby.



Obrázek 113 – DTS logo

http://www.testsounds.de/images/wallpaper/dts/wallpaper_dts_1024_04.jpg

DTS 5.1 surround audio

Tento ztrátový formát zvuku je použit převážně na DVD nosičích a přenáší se digitálně skrz SPDIF či optický toslink. DTS nebylo původně zahrnuto ve specifikacích DVD, takže ho tehdejší první DVD přehrávače nerozpoznávaly. Základní verze DTS podporuje 5.1 kanálů při vzorkovací frekvenci

48 kHz, hloubce 24 bitů a datovému toku 1,5 Mb/s. Rozestavění reproduktorů je stejné jako u norem Dolby Digital.

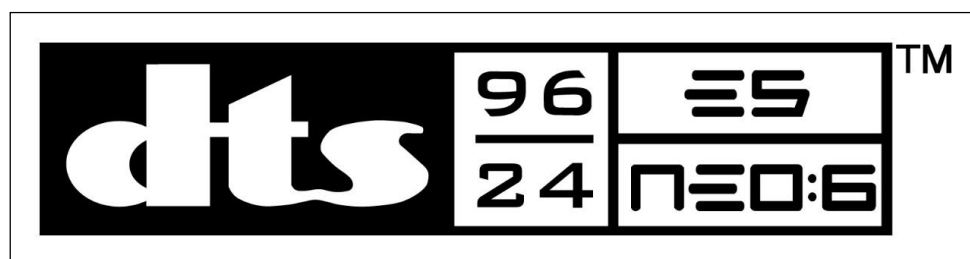
DTS-ES – Formát DTS extended surround obsahuje dvě varianty DTS ES Matrix a DTS ES 6.1. Matrix verze poskytuje šestý kanál v maticově zakódovaném záznamu, 6.1 verze ho přenáší jako plnohodnotný nezakódovaný. Obě verze se dají zpětně (bez kanálu navíc) přehrát na DTS dekodérech bez podpory ES. Systém poté rozloží ES stopu (zadní dva reproduktory) mezi klasické 5.1 kanály tak, aby se nic neztratilo.

V porovnání s Dolby Labs zde DTS vedl, jelikož konkurenční DD EX neměl možnost vést signál pro zadní kanál nezakódovaně, ale pouze v matici s jinými kanály.

DTS Neo:6 – Tento formát soutěží s konkurenčním DPLIIx, dokáže tedy přerozdělit stereo signál až do 7.1 kanálů (zadní surroundové hrají mono).

DTS Neo:X – Tento nástupce Neo:6 (konkurence DPLIIz) dokáže přerozdělit DTS 5.1 či 7.1 signál až na 11.1 kanálů (včetně FH a front wide kanálů).

DTS 96/24 – Oproti klasickému DTS, které má při 5.1 kanálech vzorkovací frekvenci 48 kHz (96 kHz má pouze pro stereo záznam), dokáže tento vylepšený formát přenášet signál při 96 kHz pro všech 5.1 kanálů. Tento formát je zpětně kompatibilní s DTS, jelikož se skládá z klasického DTS signálu a „rozšíření“ na DTS 96/24. DTS dekodéry si vezmou pouze DTS stopu.



Obrázek 114 – loga technologií DTS

http://www.arsenmusic.com/pic/Logo_DTS_ES_neo6.jpg

DTS-HD Master Audio

Tento bezztrátový kodek je odpovědí na konkurenční Dolby True HD. Při jeho vývoji se dbalo na to, aby výsledek byl identická kopie originálního studiového zvuku. Počet kanálů, které dokáže

formát přenést je limitován pouze médiem, na kterém je signál zaznamenán. Signál o 7.1 kanálech dokáže stejně jako konkurence přenést v 24bitové hloubce a maximální vzorkovací frekvenci 96 kHz, při 192 Hz dokáže přenést pouze 5.1 signál. Jeho datový tok je variabilní, 24,5 Mb/s na BD disku, 18 Mb/s na HD DVD a přenáší se skrze HDMI rozhraní.

Jako předchozí DTS formáty je i tento zpětně kompatibilní s DTS dekodéry. Signál je na rozdíl od konkurence tvořen dvěma stopami, klasickou DTS a „rozšířením“, tj. rozdílem mezi DTS a DTS HD MA. Pokud zařízení nepodporuje DTS HD MA, ale pouze základní DTS, přečte pouze DTS stopu. Pokud podporuje DTS HD MA, rozšíří základní stopu o informaci, která z ní udělá bitově identickou kopii k záznamu zamýšlenému režisérem.



Obrázek 115 – logo DTS HD MA

http://www.tinstudio.com/gallery/var/resizes/black_on_gold/dts-hd-master-audio.jpg?m=1323956151

5.2.3 DTS vs DOLBY

Pokud srovnáme konkurenční firmy a jejich formáty, vidíme, že DTS je mladší. Snaží se tedy nabídnout vždy o něco více než Dolby. Výhodou DTS je zpětná kompatibilita i u HD kodeků, u Dolby tato kompatibilita není. DTS se může oproti Dolby pyšnit větším datovým tokem (tedy nižší datovou kompresí). Při poslechových testech je DTS věrnější v poskytování nižších frekvencí a je celkově čistší a přirozenější s vyšší mírou dynamického rozsahu. Z tohoto důvodu začíná být zvuk na BD discích častěji ve formátu DTS HD MA, než v konkurenčním Dolby TrueHD.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo nastínit problematiku domácí reprodukce zvuku a podhalit složitosti, se kterými se můžeme v běžném životě setkat. Zaměřil jsem se jak na aktuálně využívané formáty vícekanálového zvuku, na jejich přenos a kódování (zde díky médiím a neznalosti problematiky laickou veřejností vzniká spousta omylů), tak na aktuální přístroje pro reprodukci v různých cenových hladinách v různých segmentech trhu. Součástí práce jsou i měření v domácím poslechovém prostoru, která se dají provést běžnou PC výbavou – mikrofonem a programem generujícím frekvence. Cílem měření bylo poukázání na problémy a jejich důsledky, které v těchto obvyklých prostorech vznikají a které je dobré, pro lepší zážitek z poslechu řešit.

Myslím si, že cíle této práce byly splněny, měření dopadlo dle očekávání – bylo zjištěno, že velmi záleží na pozici posluchače v poslechovém prostoru, s čímž souvisí uspořádání předmětů v místnosti, jelikož díky stojatým vlnám vznikajícím z odrazů od stěn a od předmětů jsou v určitých místech určité frekvence utlumeny a posluchač je neslyší, nebo naopak zesíleny a ve zvukovém spektru převládají. Intenzita nižších vlnových délek se má u stěn tendenci zesilovat, u středovýškového pásma se interferencí tvoří mnoho lokálních maxim a minim, které se s vyšší frekvencí zhušťují a tím posléze nejsou tolik rušivé. Průnikem grafů intenzit všech vln spektra pro jedno dané místo lze odhalit, zda je místo vhodné pro poslech, nebo zda je třeba změnit upořádání poslechového prostoru.

U měření subjektivního vnímání směrovosti nízkých frekvencí byla zjištěna nesměrovost basů do cca 60Hz, z čehož nevyplývá nutnost vlastnit dva subwoofery pro lepší směrové podání LFE složek u filmů.

RESUMÉ

Práce se zabývá reprodukcí zvuku v domácích podmínkách – přístroji pro reprodukci zvuku, médii nesoucích zvuk, formáty v nichž je zakódována zvuková informace, poslechovým prostorem – jeho vlastnostmi a jeho uspořádáním, a nakonec praktickým měřením kvality poslechového prostoru. Měřena byla subjektivní směrovost basů a vliv stojatého vlnění vznikajícího v místnosti odrazem od stěn a předmětů na výsledný sluchový vjem z reprodukce zvuku.

ABSTRACT

This work deals with sound reproduction in home conditions – home apparatuses, medias, audio formats and listening space – its characteristics and arrangement, and finally – practical measurement of listening area. Two things were measured – bass direction and the influence of standing wave generated from distortion from obstacles.

SEZNAM LITERATURY

- [1] SOUKUP, Marian: *Subwoofer: Jaký vybrat a jaké jsou možnosti*. 2012, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://avmania.e15.cz/subwoofer-jaky-vybrat-a-jake-jsou-moznosti>
- [2] SOUKUP, Marian: *Jak nastavit subwoofer a kam ho umístit*. 2012, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://avmania.e15.cz/jak-nastavit-subwoofer-a-kam-ho-umistit>
- [3] ŠIMŮNEK, Martin: *Parametry reproduktorů*. 2008, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.repromania.net/teorie/parametry-reproduktoru.php>
- [4] SOUKUP, Marian: *Subwoofer: z jakých konstrukcí můžete vybírat*. 2012, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://avmania.e15.cz/subwoofer-z-jakych-konstrukci-muzete-vybirat>
- [5] MINÁŘ, Jakub: *Zesilovač a repro: pravidla párování*. 2013, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://avmania.e15.cz/zesilovac-a-repro-pravidla-parovani>
- [6] ZAHRADNÍK, Pavel: *Mám rád HiFi, ale štvou mě někteří hifisti*. 2013, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://avmania.e15.cz/mam-rad-hifi-ale-stvou-me-nekteri-hifisti>
- [7] *Psychoakustika*, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: http://fu.ff.cuni.cz/vyuka/akustika/3_psychoakustika.pdf
- [8] ŠVEC, Jiří: *Komprese zvuku? Jen podvod na uši!*. 2009, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://avmania.e15.cz/komprese-zvuku-jen-podvod-na-usi>
- [9] MINÁŘ, Jakub: *Zesilovač a repro: pravidla párování*. 2013, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://avmania.e15.cz/zesilovac-a-repro-pravidla-parovani>
- [10] FAIGL, Jan: *MP3 nebo OGG?* 2002, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.root.cz/clanky/MP3-nebo-OGG/>
- [11] FAIGL, Jan: *Boříme mýty o digitální kvalitě - kompaktní disk versus gramofon*. 2006, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web <http://technet.idnes.cz/borime-myty-o->

digitalni-kvalite-kompaktni-disk-versus-gramofon-psx-tec-audio.aspx?c=A060511_211913_tec_audio_NYV

[12] *Online encyklopedie Wikipedia*, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://cs.wikipedia.org/>

[13] *Online encyklopedie Wikipedia*, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://en.wikipedia.org/>

[14] *Internetové fórum Audioweb.cz*, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.audioweb.cz/>

[14] *Internetové fórum speakersplans.com*, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://forum.speakerplans.com/>

[15] *Internetové fórum hifinazory.cz* [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://hifinazory.cz/forum/>

[16] *Dolby: Home theater sound technologies*, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.dolby.com/us/en/consumer/technology/home-theater/listing.html>

[17] *Dolby: Movie sound and imaging technologies*, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.dolby.com/us/en/consumer/technology/movie/listing.html>

[18] ASHLAND Matt: *Theory*. 2000, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.monkeysaudio.com/theory.html>

[19] HRUBAN, Jiří: *Moderní zvukové formáty – vyznáte se?* 2010, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.tvfreak.cz/moderni-zvukove-formaty-vyznate-se/3821>

[20] PIŠKURA, Jiří: *Decibely, Watty a jiné zapeklité pojmy* 2011, [Online], [cit. 6. 4. 2014]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.tvfreak.cz/decibely-watty-a-jine-zapeklite-pojmy/3855>

[21] Kyncl, Jaroslav: *Prostorová akustika*. Praha: SNTL, 1989.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – analogový signál	3
Obrázek 2 – digitální signál a jeho rekonstruovaná analogová podoba.....	4
Obrázek 3 – vzorkovací frekvence s konstantní periodou	4
Obrázek 4 – RCA kabely a zdířky pro zvuk	6
Obrázek 5 – SCART	6
Obrázek 6 – kvalitní samec 3,5mm jack HICON J35S02.....	6
Obrázek 7 – panel s SPDIF vstupy a výstupy	7
Obrázek 8 – RCA kabel pro SPDIF	7
Obrázek 9 – optický kabel	7
Obrázek 10 – HDMI konektor	7
Obrázek 11 – HDMI kabel.....	7
Obrázek 12 – logo compact disku.....	8
Obrázek 13 – hudební kompaktní disk s hity Karla Gotta.....	8
Obrázek 14 – princip SACD	9
Obrázek 15 – logo SACD	9
Obrázek 16 – SACD disk.....	9
Obrázek 17 – film Harry Potter na DVD	9
Obrázek 18 – Blu-ray logo	10
Obrázek 19 – BD disk s filmem Avatar.....	10
Obrázek 20 – AIO kino Samsung HT-Z110 (2 500Kč)	12
Obrázek 21 – zadní I/O panel AIO Sony DZ640K.....	12
Obrázek 22 – Receiver Pioneer VSX-919AH-K (20 000Kč).....	13
Obrázek 23 – zadní panel jednoho z HiFi receiverů – Pioneer Elite SC-09TX (cca 150 000Kč)	14
Obrázek 24 – Základní 5.1 sestava Pioneer SHS100 (5 500Kč)	15
Obrázek 25 – 5.1 sestava střední třídy – JBL Loft System (20 000Kč)	15
Obrázek 26 – střední třída reproduktorů k PC – Logitech Z906 (7 000Kč)	15
Obrázek 27 – kvalitní zvuková karta ESI ProDigy 7.1HiFi (2 000Kč)	15
Obrázek 28 – výšková kalota	16
Obrázek 29 – basový reproduktor s kuželovitou membránou	16
Obrázek 30 – zesílení frekvencí u uzavřené ozvučnice	17
Obrázek 31 – zesílení frekvencí u otevřené ozvučnice.....	17
Obrázek 32 – ozvučnice bez měničů.....	17
Obrázek 33 – levý reproduktor Audioengine A5 s horní hedvábnou a spodní kevlarovou membránou (6 000Kč)	18
Obrázek 34 – membrána o průměru 25 cm subwooferu KEF Q400b (17 000 Kč)	19
Obrázek 35 – frekvenční charakteristika třípásmové reprosoustavy	20
Obrázek 36 – dvoupásmová pasivní výhybka.....	20
Obrázek 37 – vyrovnaná kmitočtová charakteristika malé, ale kvalitní dvoupásmové reproduktorové soustavy.....	22
Obrázek 38 – pasivní subwoofer Eltax Fusion (1 000Kč)	23
Obrázek 39 – zadní panel s možnostmi úpravy zvukového signálu skrze aktivní výhybku na subwooferu JBL (14 000 Kč).....	23
Obrázek 40 – uzavřená ozvučnice	24
Obrázek 41 – bassreflexový otvor s nátrubkem v ozvučnici reprosoustavy	24
Obrázek 42 – bassreflexový nátrubek	24

Obrázek 43 – bassreflexová ozvučnice	25
Obrázek 44 – ozvučnice band-pass	25
Obrázek 45 – dva bassreflexy na reprosoustavě QLN 603 mk II (20 000 Kč).....	25
Obrázek 46 – konstrukce s pasivním zářičem.....	26
Obrázek 47 – průřez středobasového reproduktoru s pasivním zářičem Mackie HR824 (17 000 Kč)	26
Obrázek 48 – řez hornovým reproduktorem	27
Obrázek 49 – středový reproduktor JBL EC 25 (4 500 Kč)	27
Obrázek 50 – regálový reproduktor Canton Chrono 503.2 (17 000 Kč)	28
Obrázek 51 – sloupový reproduktor Canton Chrono 509.2 (36 000 Kč).....	28
Obrázek 52 – jednopásmový reproduktor AIO sestavy Samsung HT E6500 (11 000Kč)	29
Obrázek 53 – Dvoupásmový reproduktor Denon SC N7 (3 000Kč)	29
Obrázek 54 – třípásmové reproduktory Yamaha NS777 (10 000 Kč).....	30
Obrázek 55 – Efektivní reproduktory Canton Chrono SL520 (16 000 Kč)	30
Obrázek 56 – držák reproduktoru na zeď (600 Kč)	31
Obrázek 57 – stojan na regálové reproduktory (900 Kč).....	31
Obrázek 58 – doporučená výška předního kanálu	31
Obrázek 59 – vhodné umístění stereo reproduktorů	32
Obrázek 60 – 2.1 sestava Dali Fazon (33 000 Kč).....	33
Obrázek 61 – odhmoťňovací jehly pod nohy subwooferu	33
Obrázek 62 – Sestava receiveru Pioneer VSX 521 a 5.1 reproduktorů SHS100.....	34
Obrázek 63 –5.1 rozestavení	35
Obrázek 64 – rozestavení 6.1 soustavy	36
Obrázek 65 – 7.1 sestava Jamo D 500 HCS (51 000 Kč)	36
Obrázek 66 – 7.1 DPLIIx, DD EX.....	37
Obrázek 67– 7.1 DPLIIz	37
Obrázek 68 – DD surround EX v kině.....	38
Obrázek 69 – The Kipnis studio – nejmodernější zakázková HiFi sestava čítající 37 kanálů s příkonem 11kW, HD projektorem od Sony, PlayStation 3 a 5,4m plátnem (60 000 000Kč)	38
Obrázek 70 – DTS front wide kanály v 7.1 sestavě.....	39
Obrázek 71 – postupné vlnění příčné.....	40
Obrázek 72 – postupné vlnění podélné	40
Obrázek 73 – složení dvou vln krátce za sebou – zelená je výsledná vlna.....	43
Obrázek 74 – připodobnění vzniků stojatých vln, jejich maxim a minim	44
Obrázek 75 – uzly a kmitny	45
Obrázek 76 – satelitové reproduktory SH100.....	46
Obrázek 77 – 5.1 receiver VSX 520K	46
Obrázek 78 - měřená sestava	46
Obrázek 79 - měřený prostor	46
Obrázek 80 – graf závislosti intenzity zvuku na vzdálenosti (200 Hz)	47
Obrázek 81 – graf závislosti intenzity zvuku na vzdálenosti (800 Hz)	49
Obrázek 82 – souhrnný graf.....	51
Obrázek 83 – KEF C7.....	52
Obrázek 84 – Denon PMA 520AE	52
Obrázek 85 – sestava, na které byl proveden tes: CD přehrávač Denon DCD 720AE a stereo receiver PMA 520AE.....	53
Obrázek 86 – KEF C7.....	53

Obrázek 87 – převod sinusovky pomocí LPCM do digitálního signálu	58
Obrázek 88 – ikona wave souboru ve Windows 8.....	59
Obrázek 89 – logo FLACu.....	60
Obrázek 90 – oficiální program pro převod do APE	61
Obrázek 91 – graf závislosti frekvence na úrovni akustického tlaku potřebné k jeho slyšitelnosti ..	62
Obrázek 92 – využití frekvenčního maskování.....	63
Obrázek 93 – princip časového maskování.....	64
Obrázek 94 – kritická frekvenční pásma.....	64
Obrázek 95 – přenosný MP3 přehrávač	65
Obrázek 96 – logo MP3 formátu.....	65
Obrázek 97 – sídlo Dolby Labs.....	67
Obrázek 98 – schéma kinového Dolby sterea	68
Obrázek 99 – logo Dolby Stereo.....	68
Obrázek 100 – matice Dolby sterea	68
Obrázek 101 – matice Dolby Surround.....	69
Obrázek 102 – dekódovací matice pro DPL	69
Obrázek 103 – matice DPLII	70
Obrázek 104 – schéma kinosálového Dolby Digital.....	71
Obrázek 105 – Dolby Digital v domácnosti.....	71
Obrázek 106 – schéma kinosálového Dolby Digital EX	71
Obrázek 107 – Domácí Dolby Digital EX ve variantě s jedním zadním reproduktorem	71
Obrázek 108 – Domácí Dolby Digital EX ve variantě s dvěma zadními reproduktory (hrající mono signál).....	72
Obrázek 109 – logo Dolby TrueHD.....	73
Obrázek 110 – Dolby Atmos	73
Obrázek 111 – kinosál s Dolby Atmos	73
Obrázek 112 – logo a slogan Dolby Atmos	74
Obrázek 113 – DTS logo	74
Obrázek 114 – loga technologií DTS.....	75
Obrázek 115 – logo DTS HD MA	76