

5 MOŽNOSTI VYUŽITIA DIGITÁLNYCH TECHNOLOGIÍ V PRÁCI SO ZVUKOM A HUDBOU

Hudobný softvér sa v priebehu vývoja špecializoval na jednotlivé oblasti hudobného využitia. Hudobné programy Urban (2007) rozdeľuje nasledovne a zároveň vysvetľuje obsah jednotlivých pojmov:

Sekvencery - zaznamenávanie hudby v znejúcej (zvukovej) alebo dátovej podobe (MIDI).

Kompozičné programy - programy na základe algoritmov, ktoré dokážu samy komponovať, prípadne improvizovať pri hre.

Notačné programy - softvér určený pre notáciu a grafický zápis hudby.

Editačné a databázové programy - umožňujú prehľadné triedenie nahrávok, registrov zvukov, hudobných informácií.

Programy pre zvukovú syntézu a analýzu - špecializované programy na tvorbu zvukovej počítačovej syntézy, resp. analýzu rôznych vlastností zvuku.

Programy pre spracovanie MIDI signálov - pracujú s MIDI ako s hudobnými informáciami, umožňujú nahrávanie, prehrávanie, prenášanie atď. MIDI signálov.

Programy pre spracovanie a záznam audio signálov - programy určené pre záznam a editáciu lineárneho priebehu hudby.

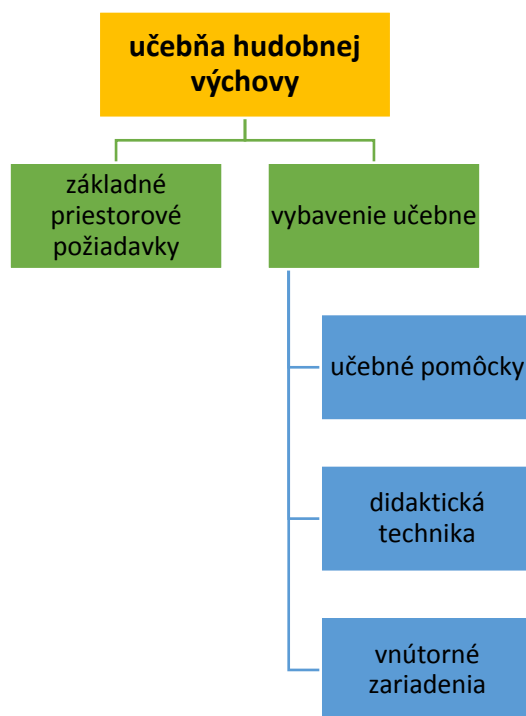
Prudký rozvoj výkonu digitálnych zariadení, dostupnosti internetového pripojenia a jeho rýchlosť viedla k vzniku softvéru, ktorý sa nenachádza priamo v zariadení, ale je prístupná ako služba, či aplikácia prostredníctvom webového prehliadača. Pre prácu s takýmto softvérom nie je potrebné mať vysoký výpočtový výkon zariadenia, pretože hlavným determinantom práce je rýchlosť internetového pripojenia. Výpočtové výkony prebiehajú na serveroch, na ktorých je softvér umiestnený. Z tohto dôvodu poznáme tri druhy hudobného softvéru podľa jeho umiestnenia: inštalovaný softvér, portable softvér a online softvér.

- **Inštalovaný softvér** – inštalovaný v zariadení.
- **Portable softvér** – nevyžaduje inštaláciu, prípadne sa spúšťa z prenosného média, napr. USB kľúča.
- **Online softvér** – ako applet vo webovom prehliadači.

5.1 Osobný počítač ako vybavenie učebne hudobnej výchovy a pracovný nástroj pre prípravu hudobného pedagóga

Učebňa a jej vybavenie patrí podľa klasifikácie Tureka (2014) medzi materiálne prostriedky vyučovacieho procesu (viď schéma 1). Jednej z jej zložiek, konkrétne didaktickej technike, sme sa bližšie venovali v kapitole 3.2 tejto učebnice. Podobne ju vníma aj Kasáčová (2007, in: Lapšanská 2013, in: Portik, Krajčovičová a kol. 2013) a vyučovací interiér vníma ako jeden z hmotných prostriedkov edukácie.

Balcárová (2004) vo svojej *Alfa didaktike hudobnej výchovy* poukazuje na základné požiadavky pri tvorbe špecializovanej hudobnej učebne, ktoré by sa mali pri jej zriaďovaní zohľadniť. Medzi týmito kritériami môžeme nájsť klasifikáciu hmotných prostriedkov edukácie v kontexte vyučovacieho prostredia.



Vybavenie učebne hudobnej výchovy (podľa Balcárová 2004)
(zdroj: autor)

V kontexte uvedených klasifikácií môžeme osobný počítač zaradiť do dvoch kategórií súčasne. Ak plní funkciu digitálneho zariadenia určeného pre prácu učiteľa a jeho prípravu na vyučovanie v učebni, môžeme ho považovať za jej vybavenie. Ak však plní didaktickú funkciu pre rozvoj vedomostí a zručností žiaka, zaraďujeme ho medzi didaktickú techniku.

Osobný počítač³¹ sa čoraz viac vracia do svojho postavenia pracovného nástroja. Jeho možnosti a flexibilita nedokážu konkurovať ľahkým prenosným zariadeniam. Triedy a učebne základných škôl sú už dnes vo veľkom počte vybavené osobným počítačom, často v prepojení interaktívnou tabuľou najmä vďaka celonárodným, ale aj komerčným projektom digitalizácie a informatizácie školstva. Aj napriek trendom vo vývoji digitálnych zariadení ponúka osobný počítač najpohodľnejšie podmienky pre rozsiahlejšiu prácu hlavne vďaka „neminimalistickým“ komponentom. Typickým príkladom je porovnanie písania textu v textovom editore, ktoré síce na tablete je možné, ale ak si predstavíte, že by ste mali na dotykovom zariadení napísať 100 strán textu, bolo by to veľmi náročné a nepohodlné.

V skratke si popíšeme jednotlivé komponenty takejto počítačovej zostavy, rozšírenej o interaktívnu tabuľu alebo o ďalšie zariadenia.

Osobný počítač

V súčasnosti poznáme dva štandardy vyhotovenia osobného počítača. Prvým z nich je **PC**³², ktorý zaviedla firma *IBM*. Druhým štandardom je osobný počítač typu **MAC**, zavedený firmou *Apple* (Sivý 2006). V Slovenských školách je viac rozšírený osobný počítač typu **PC** s operačným systémom **Windows** a rovnako aj jeho technická podpora. Produkty firmy *Apple* sú finančne náročnejšie, ale aj

³¹ Čiastočne môžeme ako osobný počítač chápať aj notebook väčších rozmerov, napr. od uhlopriečky obrazovky 15 palcov nahor.

³² Personal computer – v preklade z angličtiny: osobný počítač.

kvalitatívne na vyššej úrovni ako zostavy typu PC. V našej práci sa bližšie zaoberáme len osobným počítačom typu PC.

Hardvérom je klasická počítačová zostava pozostávajúca z počítačovej skrine, monitora, klávesnice, myši. V súčasnosti môžu byť niektoré súčasti (počítačová skriňa, monitor) tvorené jedným komponentom. Stolový počítač môže byť plnohodnotne nahradený prenosným počítačom (laptop, notebook). *Softvérom* je operačný systém. Základné programové prostredie počítača by malo byť bežne rozšírené kvôli kompatibilitate s ďalším hardvérom a softvérom. Najčastejšie to býva Windows od spoločnosti Microsoft.

Reproduktory - pre elementárnu prácu stačia aj reproduktory zabudované v notebooku, či monitore. Pre kvalitnejšiu prácu odporúčame aj externú kvalitnejšiu audio zostavu, ktorá nemusí oplývať vysokým výkonom. Dôležitá je frekvenčná vyváženosť.

Slúchadlá sú alternatívou k reproduktorom. Umožňujú prácu viacerých osôb naraz bez vzájomného vyrušovania, alebo vypočutie si zvukovej nahrávky bez rušenia žiakov, napríklad pri príprave na začiatku hodiny. Z akustického hľadiska však ponúkajú väčšiu citlivosť na chyby vo počutej nahrávke, avšak deformujú priestorové vnímanie zvuku.

Multifunkčné zariadenie integrujúce v sebe tlačiareň a skener umožňuje tlačiť materiály z digitálnej, do materiálnej podoby, resp. digitalizovať tlačené materiály.

Interaktívna tabuľa je elektronické zariadenie, ktoré je periférnym zariadením osobného počítača alebo notebooku a umožňuje ovládať ho interaktívnym spôsobom interaktívnym perom, alebo prstami. Vzhľadom sa podobá plastovej tabuli, avšak je vybavená projektorom a snímačom. Je pripevnená k stene, alebo podstavcu. Môžeme ju považovať za vybavenie triedy.

Ďalšie zariadenia

MIDI klaviatúra je základné vstupné zariadenie pre prácu s MIDI informáciami. Pri prvom pohľade je veľmi podobné keyboardu. Odlišuje sa od neho absenciou zvukového generátora, teda modulu. MIDI klaviatúru môžeme považovať okrajovo aj za digitálny hudobný nástroj. Určený je však len na vysielanie hudobných dát. Nemá reproduktory a nevydáva žiaden zvuk. Rôzne modely s klaviatúrami v rozsahu od 2 do 8 oktáv umožňujú kvalitný výber šitý na mieru. Pre bežnú prácu postačí MIDI klaviatúra s 2 oktávami a ovládacími prvkami na paneli. MIDI klaviatúrou môže byť aj workstation, aranžér, či syntetizátor, ktorý disponuje výstupom pre odosielanie MIDI dát. Dnes už neexistuje takmer žiaden elektronický hudobný nástroj bez rozhrania MIDI. Aj keď je MIDI rozhranie postavené pre prenos hudobných dát klávesových nástrojov, jeho šírka možností dokáže vyhovieť aj iným hudobným nástrojom. Preto je už dnes bežné, že takmer každý elektronický hudobný nástroj disponuje MIDI rozhraním. Poznáme tak MIDI bicie, gitaru, dychový kontrolér (simulácia hry na dychové nástroje ako saxofón, klarinet...), či MIDI akordeón.

Pre profesionálnu prácu je potrebné investovať do každého kvalitného komponentu spomínanej zostavy. Pre elementárnu prácu učiteľa hudobnej výchovy postačí úplne bežný osobný počítač, ktorý nás však bude limitovať svojim výkonom a možnosťami. S výnimkou interaktívnej tabule a MIDI klaviatúry predstavujú vyššie popísané komponenty bežný prostriedok pre prípravu učiteľa hudobnej výchovy na vyučovanie. Samozrejmosťou je, že každá didaktická technika a učebná pomôcka je zároveň aj prostriedkom jeho prípravy.

5.2 Základy digitálneho spracovania zvuku

Zvuk ako fyzikálna veličina³³

Pre lepšie pochopenie problematiky digitalizácie zvuku si najprv musíme ujasniť jeho fyzikálne vlastnosti.

Zvuk je fyzikálny jav, ktorý vzniká chvením pružného telesa – zdroja zvuku a vnímame ho sluchom. Keď sa pružné teleso rozochveje, vzduch okolo neho sa rozvlní. Tieto vlny sa šíria na všetky strany (podobný jav vzniká po hodení kameňa na tichú hladinu vody).

Vznik zvuku je podmienený:

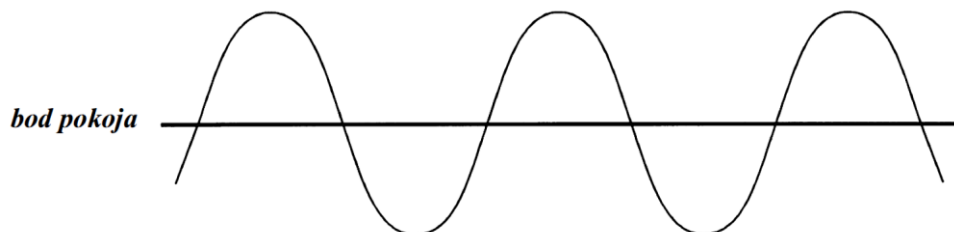
- zdrojom zvuku – pružná hmota – napr. struna,
- blana rozochvením zdroja zvuku – úderom, trením, brnkaním,
- vodivým prostredím – obyčajne vzduchom,
- sluchovým orgánom.

Pri absencii niektorej z podmienok zvuk nevzniká.

Skúmaním zvukov, zákonitosťami chvenia zdroja zvuku a vlnenia sa zaoberá fyzikálna teória hudby – hudobná akustika. Základnou jednotkou na meranie chvenia vo fyzike je 1 Hertz (1 Hz).³⁴

Pravidelným chvením zdroja zvuku vznikajú zvuky ušľachtilé, ktoré označujeme ako tóny (spev, zvuky hudobných nástrojov). Zvuky, ktoré vznikajú nepravidelným chvením označujeme ako šramoty (šuchot, buchot, hrmot)³⁵. Hudba používa obidva druhy zvukov, ale predovšetkým tóny.

Tón definujeme ako zvuk určitej výšky, ktorý vzniká pravidelným chvením zdroja zvuku. Toto chvenie sa prenáša do sluchových orgánov striedavým zhustovaním a zriedňovaním vzduchu. Záznamové zariadenie pripojené na pravidelne sa chvejúce teleso (strunu) by zakreslilo od bodu pokoja vlnovku s rovnakou výchyľkou na obidve strany. Je to tzv. sínusová krivka.



Z fyzikálneho hľadiska rozoznávame **3 vlastnosti tónu: výšku, silu a farbu**. Tieto vlastnosti môžeme vyčítať z krivky chvenia. Dĺžka tónu, ako štvrtá vlastnosť, nepatrí medzi jeho fyzikálne vlastnosti, lebo závisí od konkrétneho hráča, subjektu, dokedy nechá tón znieť, prípadne od voľného doznenia. S výškou tónu patrí dĺžka medzi najdôležitejšie vlastnosti.

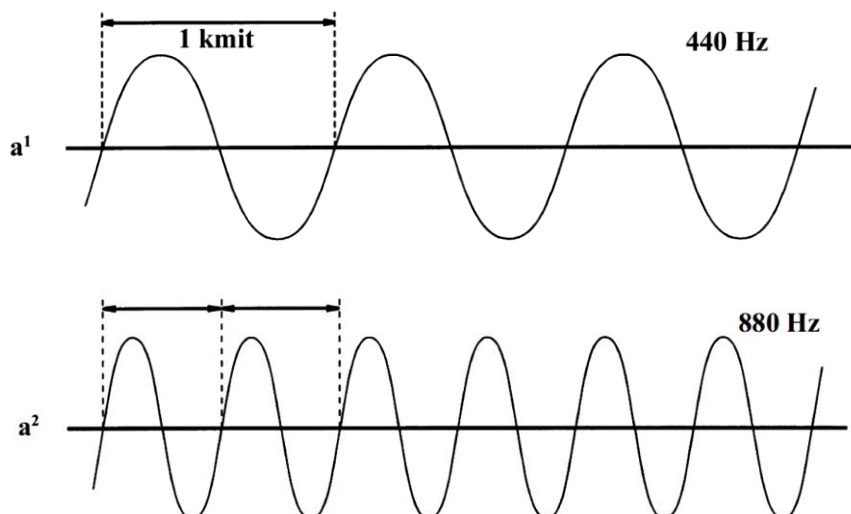
Výška tónu závisí od počtu kmitov za sekundu. Čím je tón vyšší, tým má väčší počet kmitov za sekundu. Počet kmitov voláme kmitočet (frekvencia). Kmitočet sa udáva v Hertzoch. Výšku tónu môžeme určiť absolútne – udaním frekvencie (a1 = 440 Hz) alebo relatívne – porovnaním výšky dvoch tónov (pomocou intervalov). Počuteľné spektrum je u človeka 20 Hz – 20 000 Hz. Frekvencie nad prahom počutia nazývame ultrazvuky a pod prahom počutia infrazvuky.

³³ Prevzaté in: DROPOVÁ, A., 1998. *Elementárna hudobná teória – učebný text pre odbor Učiteľstvo pre I. st. ZŠ*. Prešov: Pedagogická fakulta Prešovskej univerzity v Prešove. ISBN 80-88697-39-5.

³⁴ Hertz (1 Hz) – podľa nemeckého fyzika H. Hertza (1857–1894), ktorý pracoval v oblasti elektromagnetických kmitov a vln.

³⁵ Bicie nástroje (činely, kastanety, bubon, tamburína) nevydávajú tóny, ale šramoty. Ak ich skladateľ na správnom mieste a s vkusom využije, dokážu emocionálny zážitok u poslucháča umocniť.

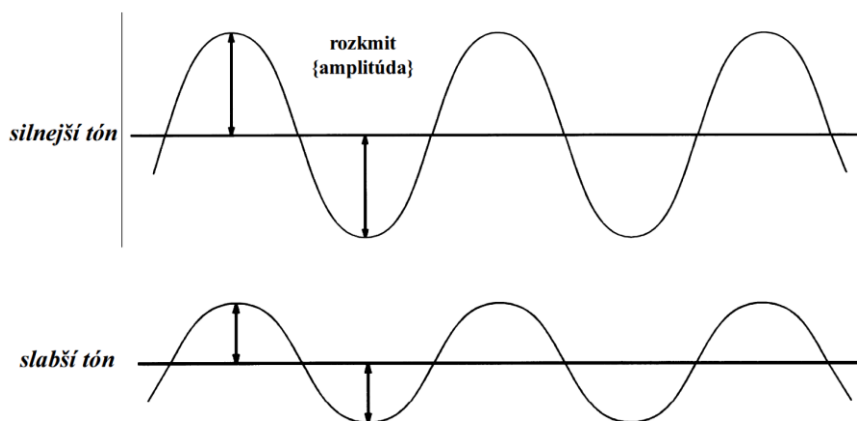
Grafický obraz kmitočtu tónov $a^1 - a^2$



Sila tónu závisí od veľkosti rozkmitu – amplitúdy (šírky kmitu). Čím širší je rozkmit kmitajúceho telesa, tým je tón silnejší. Sila zvuku sa udáva v decibeloch – dB (jednotka na meranie hladiny intenzity), alebo vo fónoch – Ph (jednotka na meranie hladiny hlasitosti). Aby vznikol sluchový vnem, tón musí mať určitú silu. Zvuky presahujúce intenzitou 100 dB sú pre sluch nebezpečné a nad 130 dB bolestivé. Najmä dlhodobé zdržiavanie sa v priestoroch s vysokou intenzitou zvuku môže sluch nenávratne poškodiť. Rovnako nebezpečné je aj počúvanie hudby v slúchadlách s nastavenou vysokou hlasitosťou.

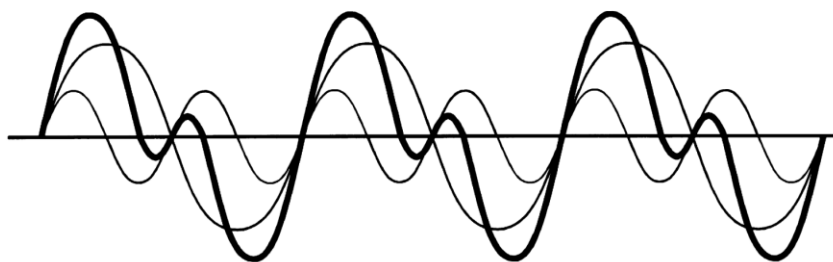
Náš sluch je najcitlivejší v oblasti 3000–4000 Hz (štvorčiarkovaná oktava). Tu stačí minimálna intenzita tónu, aby sme ho vnímali. Ostatné tóny (vyšších a nižších frekvencií) musia znieť silnejšie, aby sme ich počuli.

Grafické znázornenie kmitov silnejšieho a slabšieho tónu



Farba tónu závisí od počtu a sily spoluznejúcich čiastkových (aliquótnych) tónov. Struna nikdy nekmitá len ako celok, ale jej chvenie sa rozpadá na polovice, tretiny, štvrtiny, ... Tak vzniká zložený tón, ktorý sa skladá z čiastkových chvení.

Na nasledujúcom obrázku si všimnime krivku zloženého tónu. Silná čiara ukazuje výslednú krivku, tenké čiary predstavujú krivky čiastkových tónov.

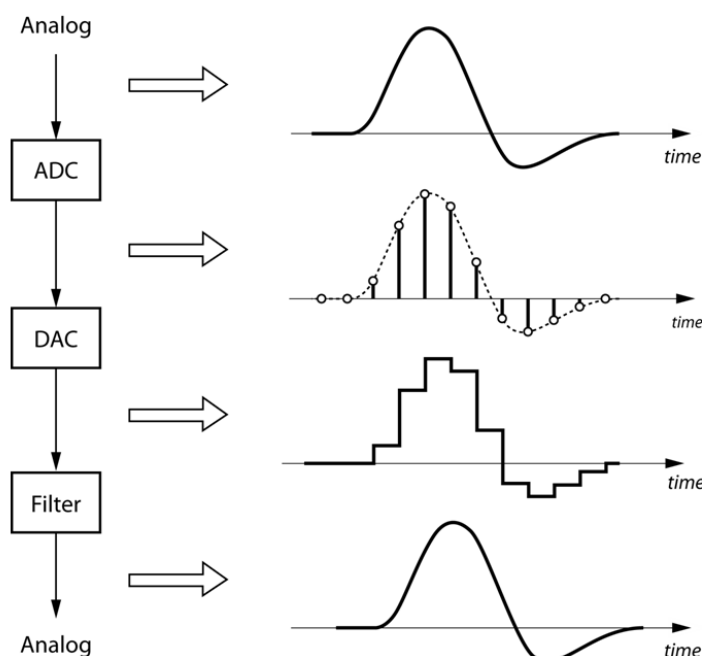


Čiastkové chvenie zodpovedá množstvu jednoduchých tónov. Nazývame ich **aliquotné tóny**. Vo výslednom tóne ich prítomnosť voľným uchom nevnímame, ale ich počet a sila je na určenie kvality – farby rozhodujúca. Tóny zahrané na jednotlivých hudobných nástrojoch nemajú rovnaký počet čiastkových – aliquotných tónov. Podľa toho sa líšia farby jednotlivých tónov, a preto ľahko sluchom vieme rozlíšiť, či ide o tóny zahrané na husliach, flaute, klavíri a pod.

Dĺžka tónu závisí od toho, ako dlho sa pružné teleso chveje. Dĺžku tónu udáva čas, počas ktorého tón znie. Tento čas závisí od vonkajších okolností alebo zásahu interpreta.

Digitalizácia zvuku

Zvuk je vo svojej podstate mechanické vlnenie v priestore a priebeh jeho vlnenia môže byť vyjadrený fyzikálnymi veličinami – vzniká tak spojitý analógový záznam. S analógovým záznamom a signálom pracovali analógové prístroje ako gramofóny a magnetofóny. Digitálne technológie však pracujú len s údajmi vo forme 1 a 0, teda v binárnej sústave. Pri každom nahrávaní zvuku do digitálnej podoby musí prebehnúť digitalizácia zvuku. Naopak, pri prehrávaní do reproduktorov musí dôjsť k analogizácii, keďže ľudské ucho dokáže prijímať zvuk len v lineárnej analógovej a nie v binárnej podobe.



Digitalizácia a analogizácia zvuku. Zhora nadol: pôvodný analógový zvuk; proces vzorkovania, kvantovania a kódovania; podoba zakódovaného priebehu zvuku s evidentnými nedokonalosťami; opätovná analogizácia zvuku, znova sínusový priebeh.

(Zdroj: <https://www.nutaq.com/blog/analog-digital---part-2-conversion-process>)

Každý zvuk je charakterizovaný svojou frekvenciou (výškou), farbou a intenzitou. Jeho prenos do digitálneho formátu prebieha vzorkovaním, kvantovaním a kódovaním. Vzorkovanie je údaj, koľko údajov za sekundu dokáže počítač od zvuku odčítať a udáva sa v Hz. Kvantovaním sa chýbajúce informácie o výške zaokrúhľujú (digitálny zvuk má schodovitý priebeh) a kódovanie udáva, koľko informácií dokážeme v jednej vzorke zakódovať. Udáva sa v bitoch. Dôležité je tiež, či je nahrávaný zvuk mono (jedna stopa), stereo (dve stopy), alebo viackanálový zvuk. Stereo začleňuje do nahrávky aj predstavu o priestore, zatiaľ čo mono nie. Vyššie rozlíšenie zvuku však prináša väčší podiel na disku počítača. Každá digitalizácia je však psychoakustickým kompromisom, ktorý využíva nedokonalosti ľudského sluchu.

Profesionálni zvukári a hudobníci pracujú s čo najkvalitnejším zvukom, prevyšujúcim počuteľné spektrum človeka. V bežnom živote sa však najčastejšie stretnete s hodnotami:

Porovnanie kvality zvuku

Kvalita digitálneho záznamu	Vzorkovacia frekvencia	Rozlíšenie, kanály
Telefónna kvalita	11 025Hz	8 bit - mono
CD kvalita	44 100Hz	16 bit - stereo
DVD kvalita	192 000Hz	24 bit - 5.1 surround sound

(Zdroj: <http://server.gphmi.sk/machova/zvuk/digitalizacia.html>)

Digitálny zvuk musí byť uložený vo formáte, ktorý počítač dokáže dekódovať. Najčastejšie formáty sú wav a mp3. Vo všeobecnosti wav prezentuje základný formát nekomprimovaného (bezstratového) zvuku a mp3 prezentuje komprimovaný (stratový) formát. Zvuk v bezstratovom formáte zaberá pomerne veľa miesta. Na základe psychoakustiky a odmazaniu nepočuteľných nuancí zvuku sa vo svete na distribúciu hudby používajú stratové formáty, ktoré disponujú malou veľkosťou súboru. Pre nepočuteľnú stratu sa odporúča mp3 súbor konvertovať minimálne na hodnoty 256kbps, 16-bit, 44 100 Hz. Tento spôsob kódovania využívame pre znejúcu hudbu a zvuky.

Pre kódovanie zápisu hudby využívame princíp kódovania hudby prostredníctvom MIDI protokolu, založený na kódovaní poltónového temperovaného systému, kde je každému zo 128 tónov, (ktoré tvoria dostatočný tonálny rozsah pre akýkoľvek hudobný nástroj) priradený číselný kód spolu s ďalšími parametrami ako jeho dĺžka, dynamika, inštrumentácia... Takýto zápis umožňuje ďalšiu editáciu a spracovanie hudobného materiálu, no pre vypočutie vyžaduje zvukový generátor resp. modul (Ferková 2006). Zvukový generátor, alebo zvukový modul predstavuje zariadenie, ktoré hudobné dáta (napr. MIDI) dokáže previesť do znejúcej podoby. Teda zahrá to, čo je mu zápisom predpísané. Zvuk môže byť generovaný syntetizátorom alebo samplerom.

Otázky a úlohy

1. Vymenujte základné komponenty osobného počítača.
2. Aký je rozdiel medzi pojmami hardvér a softvér?
3. Čo rozumiete pod pojmom MIDI klaviatúra?
4. Akú funkciu plní zvukový modul?
5. Popíšte rozdiel medzi analógovým a digitálnym zvukom.
6. Stručne popíšte proces digitalizácie a analogizácie zvuku.
7. Vymenujte a popíšte jeden bezstratový a jeden stratový zvukový formát.

Zoznam bibliografických odkazov

- BALCÁROVÁ, B., 2004. *Alfa didaktiky hudobnej výchovy*. Prešov: Súzvuk. ISBN 80-89188-00-1.
- DROPOVÁ, A., 1998. *Elementárna hudobná teória – učebný text pre odbor Učiteľstvo pre I. st. ZŠ*. Prešov: Pedagogická fakulta Prešovskej univerzity v Prešove. ISBN 80-88697-39-5.
- FERKOVÁ, E., 2006. *Úvod do práce s hudobnými softvérmí*. Bratislava: Vysoká škola múzických umení. ISBN 80-85182-93-9.
- PORTIK, Milan, Monika KRAJČOVIČOVÁ, Miroslava LAPŠANSKÁ, Monika MIŇOVÁ, Erika NOVOTNÁ a Lucia ŠEPELÁKOVÁ., 2013. *Predškolská a elementárna didaktika*. Prešov: Prešovská univerzita v Prešove. ISBN 978-80-555-0717-0.
- SIVÝ, V., 2006. *Základy informačných technológií*, Prešov, Prešovská univerzita v Prešov, 2006, ISBN 80-8068-530-4.
- TUREK, I., 2014. *Didaktika*. Bratislava: Wolters Kluwer, ISBN 978-80-8168-004-5.
- URBAN, O., 2007. *Instrumentár elektroakustického zvuku*. Praha: Akademie múzických umění. ISBN 978-80-7331-115-5.

Literatúra pre ďalšie štúdium

- BETKO, Miloš a Pavol BREZINA., 2013. *Základy hudobnej informatiky*. Nitra: Univerzita Konštantína filozofa. ISBN 978-80-558-0472-9.
- BROŽA, P., 2001. *Vypalujeme CD*. Praha: Computer Press. ISBN 80-7226-384-6.
- FORRÓ, D., 1993. *MIDI – Komunikace v hudbě*. Praha: Grada. ISBN 80-85623-56-0.
- FORRÓ, D., 1994. *Počítače a hudba*. Praha: Grada. ISBN 80-85623-57-9.
- FORRÓ, D., 1997. *Svět MIDI*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-412-6.
- GEIST, B., 2005. *Akustika – jevy a souvislosti v hudební teorii a praxi*. Praha: Muzikus. ISBN 80-86253-31-7.
- GRACE, R., 1999. *Hudba a zvuk na počítači*. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-7169-519-X.
- KOPECKÝ, P., 2008. *Základy elektronického zvuku a jeho kreativní zpracování*. Praha: Akademie múzických umění. ISBN 978-80-7331-121-6.
- NĚMEC, V., 2001. *Vytváříme hudební CD a MP3 - Jak vylepšit a zachránit zvukové nahrávky*. Praha: Computer Press. ISBN 80-7226-557-1.
- PŘIBILOVÁ, A., 2012. *Zvuková technika*. Bratislava: Slovenská technická univerzita. ISBN 978-80-227-3710-4.
- SYROVÝ, V., 2014. *Hudební zvuk*. Praha: Akademie múzických umění. ISBN 978-80-7331-323-4.
- TEOCHARISOVÁ, V., 2009. *Sound design – zvuková syntéza a tvůrčí programování zvuku v praxi*. Praha: Muzikus. ISBN 80-86253-53-4.
- VLACHÝ, V., 2008. *Praxe zvukové techniky*. Praha: Muzikus. ISBN 978-80-86253-46-5.
- ZENKL, L., 2012. *ABC hudební nauky*. Praha: Bärenreiter Praha s. r. o. ISBN 978-80-86385-21-1.
- ZOUHAR, Tomáš, Martin JURICA, a Ondřej JIRÁSEK., 2001. *Nahráváme a upravujeme hudbu na počítači*. Praha: Computer Press. ISBN 80-7226-579-2.