



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

Počítačem podporovaná výuka fyziky na ZŠ

Vypracoval: Bc. David Salcer
Vedoucí práce: doc. PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

České Budějovice 2017

Prohlášení

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

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

V Českých Budějovicích dne 28. dubna 2017.

Bc. David Salcer

Anotace

Cílem diplomové práce je vytvořit souhrn elektronických interaktivních materiálů pro podporu výuky fyziky na ZŠ. Další částí diplomové práce bude vytvoření vlastních interaktivních doplňků pro výuku tematického celku akustika a následně otestování těchto podpůrných materiálů ve výuce.

Klíčová Slova

HTML5, interaktivní tabule, myšlenkové mapy, webový prohlížeč, video, akustika, zvukové jevy

Abstract

The goal of this master's theses is to create interactive educational package for teaching physics at primary schools. Next part of the thesis will be creating new interactive materials for teaching „Acoustic“ and then testing the materials in their compatibility/usability part and test it in real teaching.

Keywords

HTML5, interactive whiteboard, mind maps, web browser, acoustic, sound

Poděkování

Rád bych poděkoval panu doc. PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D., za odborné vedení mé práce, rady, ochotu a vstřícnost při vedení mé diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat mé rodině, za podporu v průběhu mého studia a paní Mgr. Haně Kunzové, za poskytnutí prostoru při testování praktické části diplomové práce.

Obsah

1	Úvod	8
1.1	Cíle práce.....	8
1.2	Východiska práce	8
2	Použité nástroje a technologie	10
2.1	HTML.....	10
2.2	CSS.....	11
2.3	Javascript.....	12
2.4	Dostupné interaktivní materiály.....	13
2.5	Problémy při tvorbě materiálů.....	13
2.6	Vývojové prostředí.....	15
3	Fyzikální rozbor tematického celku	16
3.1	Zvuk	16
3.2	Infrazvuk	18
3.3	Ultrazvuk.....	19
3.4	Hudební akustika.....	19
3.5	Intenzita zvuku	22
3.6	Hlasitost zvuku.....	23
3.7	Fyziologická akustika.....	25
3.8	Šíření zvuku.....	27
3.9	Ozvěna a dozvuk	31
3.10	Záznam a přenos zvuku.....	33
4	Didaktický rozbor tematického celku „Akustika“	36
4.1	První etapa didaktické analýzy.....	38
4.2	Druhá a třetí etapa didaktické analýzy	39
5	Praktická část – Akustika	40
5.1	Úvod	40
5.2	Uživatelské rozhraní.....	40
5.3	Rozčlenění do sekcí.....	42
5.3.1	Akustika.....	45
5.3.2	Pojmové mapy	46
5.3.3	Co je na obrázku	48
5.3.4	Osobnosti	50
5.3.5	Doplňky informací.....	52
5.3.6	Úlohy a testy	53
5.3.7	Pokusy	55
5.3.8	Hry	57
5.3.9	Nápověda.....	59
5.4	Shrnutí osobního pohledu a testování	59

5.5	Využití interaktivní aplikace	60
5.6	Otestování ve výuce	61
5.7	Výsledky dotazníku.....	62
5.8	Reflexe uvádějící učitelky: Mgr. Hana Kunzová.....	68
6	Závěr.....	69
	Seznam použité literatury a zdrojů	70
	Seznam obrázků.....	72
	Seznam tabulek	73
	Přílohy.....	74
	Příloha 1. Dotazník.....	74
	Příloha 2. CD.....	74

1 Úvod

Pokud žijeme v 21. století a zažíváme obrovský technologický pokrok, tak je toho nutné využít. Jednou z mnoha součástí pokroku jsou i počítačové technologie, které mají obrovský potenciál využití. Jednou z oblastí tohoto potenciálu je právě i vzdělávání. Proto bychom neměli tyto technologie na poli vzdělání zavrhnout, nýbrž je přijmout a smysluplně využít nejen k vzdělání žáků.

K počítačovým technologiím jsem měl vždy blízko a hledal jsem způsoby, jak bych je mohl využít i ve škole.

Nyní se nacházím v pozici, kdy mám tu možnost pracovat přesně na té myšlence, spojení počítačových technologií a běžné výuky, která kdysi nebyla možná.

Na jedné straně se mi nabízí možnost pomoci učitelům zpestřit výuku fyziky, ulehčit práci při torbě příprav na hodinu, ale i aktivizovat žáky v hodině. z druhé strany se jedná o možnost motivování žáků k učení, ke vzdělávání a využití počítačových technologií nejen k hraní akčních her.

Téma mé diplomové práce jsem si vybral také proto, že se sám věnuji počítačům, hudbě i živé produkci již od základní školy, tudíž mám ke zvolenému tématu diplomové práce z osobních důvodů blízko.

1.1 Cíle práce

Cílem diplomové práce bude vytvoření interaktivních doplňků pro výuku fyziky, konkrétně doplňku zabývající se tematickým celkem Akustika.

Dalším cílem diplomové práce bude analýza tematického celku Akustika a vyzkoušení interaktivních doplňků ve výuce.

1.2 Východiska práce

V diplomové práci budu vycházet a prakticky navazovat na diplomovou práci Mgr. Víta Barabáše. Zároveň budu čerpat ze svých zkušeností při tvorbě interaktivních doplňků ve spolupráci s nakladatelstvím SPN, při které jsem se věnoval tvorbě didaktických interaktivních materiálů zahrnující tematické celky, jako jsou Obsah, Objem, Hmotnost a Čas.

Vycházel jsem i ze skutečnosti, že interaktivní materiály, které se věnují tematickému celku akustika, jsou dostupné pouze od firmy Pachner¹.

Nicméně jsem se zohlednil formu interaktivních materiálů i ostatních tematických celků od různých nakladatelství a firem a inspiroval jsem se při vlastní tvorbě materiálů.

¹ Pachner vzdělávací software: www.pachner.cz

2 Použité nástroje a technologie

V průběhu mého bakalářského studia i studia navazujícího, jsem v rámci studijních předmětů použil různé metody k tvorbě didaktického i jiného obsahu. Nicméně jsem se z osobních i uživatelských důvodů vrátil vždy k webovým technologiím.

Pod názvem webové technologie si můžeme představit jakýsi soubor kódovacích a programovacích jazyků, díky kterým je možná efektivní a uživatelsky přívětivá komunikace napříč světem pomocí internetových stránek.

Tyto technologie disponují klíčovými vlastnostmi, díky jimž jsou tak rozšířené. Nevyžadují žádnou další instalaci programů, nejsou náročné na výpočetní výkon zařízení, lze je spustit téměř na jakémkoli zařízení, které má internetový prohlížeč.

Od svého vzniku tyto technologie prošly obrovským vývojem a inovacemi z důvodu vzrůstajících nároků na funkčnost nejen od tvůrců, ale i od uživatelů a programátorů. Díky tomu jsou dnes webové technologie použitelné v nepřeberném množství odvětví. a jedním s těchto odvětví je právě vzdělávání.

Díky vzrůstajícímu nároku na použitelnost těchto technologií, vznikají i jakési externí knihovny či frameworky², které rozšiřují možnosti použití těchto technologií.

2.1 HTML

Webová technologie HTML (z angličtiny Hyper Text Markup Language), neboli hypertextový značkovací jazyk, je stavebním základem každé webové prezentace. Webové prohlížeče z principu očekávají vstup html dokumentu, který následně převádějí do vizuální podoby pro uživatele. Tento dokument obsahuje tzv. tagy³, které definují vlastnosti dokumentu a typ informací, se kterými prohlížeč pracuje.

Na obrázku 1 je ukázka struktury dokumentu, ve kterém jsou uvedeny základní tagy. Při tvorbě interaktivních materiálů bylo pracováno s aktuální verzí tohoto jazyka tedy HTML 5.

² převzetí typických problémů z dané oblasti, usnadnění vývoje <https://cs.wikipedia.org/wiki/Framework>

³ Tag – značka, která udává prohlížeči jaký typ obsahu má očekávat

```
1 ▾ <html>
2 ▾   <head>
3     <title>Titulek stránky</title>
4   </head>
5 ▾   <body>
6     <p>Odstavec na stránce</p>
7   </body>
8 </html>
```

Obrázek 1 Ukázka obsahu html dokumentu

2.2 CSS

Další použitou webovou technologií jsou CSS⁴ styly (z angličtiny Cascading Style Sheets). v současnosti jsou používány ke stylování vzhledu a obsahu HTML dokumentů.

Stylování dokumentů se zapisuje formou selektorů, které určují, jakým způsobem (stylem) se konkrétní tag v HTML dokumentu uživateli vykreslí.

index.html	stylesheet.css
1 ▾ <html>	1 ▾ body {
2 ▾ <body>	2 background-color: green;
3 Obsah webové stránky	3 font-size: 14px;
4 </body>	4 }
5 </html>	5
6	6

Obrázek 2 Ukázka stylování dokumentu

Na obrázku 2 můžeme vidět příklad stylování dokumentu `index.html` pomocí dokumentu s definicí stylu `stylesheet.css`, kde je uvedeno že HTML tag `body` bude mít zelené pozadí a velikost textu 14 pixelů.

Dříve se vzhled HTML dokumentů vepisoval přímo do konkrétního tagu, později se definice stylů přesunuly na začátek dokumentu a v současnosti se přechází na princip připojení stylového dokumentu jako externího samostatného souboru podobně, jako je uvedeno v příkladu na obrázku 2.

⁴ Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kaskádové_styly

Při tvorbě interaktivních materiálů bylo pracováno s aktuální verzí kaskádových stylů tedy CSS 3.

2.3 Javascript

Jako další technologie zde figuruje Javascript. Jedná se o velice rozšířený multiplatformní programovací jazyk, který je velice rozšířený na webových stránkách díky jeho nepřeberným možnostem využití například: měření návštěvnosti, validace formulářů, monitoring aktivity uživatelů na webu aj.

Kód zapsaný v javascriptu lze obdobně jako CSS styly psát přímo do HTML dokumentu, popřípadě přiložit jako externí soubor. Jeho výhodou a zároveň nevýhodou je, že se jedná o interpretovaný jazyk, čili závisí na programu (interpretu nebo-li webovém prohlížeči), který ho spustí. Výhodou tedy rozumíme snadné přenesení a spuštění programu v jakémkoli prohlížeči, bez nutnosti instalace dodatečného software.

Jednou z důležitých a velice užitečných funkcí javascriptu je jeho přístup ke zvukovému API⁵ webového prohlížeče. To znamená, že aniž bychom museli nahrávat a předpřipravovat zvuky nebo vymýšlet složité aplety tónových generátorů, javascript toto dokáže také.

V interaktivních doplňcích hraje javascript roli při nahrávání obsahu úloh a princip úloh respektive jejich fungování a vyhodnocování. v doplňcích je v sekci Pokusy naprogramován tónový generátor s využitím zmíněného API s nastavitelnou frekvencí od 20 Hz do 20 kHz.

Zde je problém interpretového jazyka, kdy spuštění programu tónového generátoru v Internet Exploreru nemusí fungovat. Nejnovější verze internetového prohlížeče Edge od firmy Microsoft tento problém řeší.

⁵ Sbírká procedur a funkcí z jádra aplikace. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/API>

2.4 Dostupné interaktivní materiály

Interaktivních doplňků pro výuku fyziky existují celé řady a od různých tvůrců jak komerčních nakladatelství či firem (Pachner, Silcom multimedia⁶, Terasoft⁷), tak i od dobrovolných tvůrců (www.vascak.cz).

Co se týče zmíněných komerčních tvůrců interaktivních materiálů, tak se tematickému celku akustika věnuje pouze firma Pachner a tento tematický celek zařadila do aplikace „Fyzika zajímavě – Elektřina a akustika“⁸.

Přehledné a interaktivní aplikace nejen pro fyziku a akustiku, lze nalézt na webových stránkách⁹ pana RNDr. Vladimíra Vaščáka, který je i jejich autorem. Jedná se o kolekci nejrůznějších apletů či animací vhodných pro výuku, nicméně se nejedná o materiály, které by byly souhrnem konkrétních tematických celků obsahující i jiné aktivity.

V době tvorby diplomové práce nebyly nalezeny žádné další interaktivní materiály, které by se zabývaly akustikou a byly laděny do podobné povahy interaktivních materiálů od firmy Pachner či interaktivních doplňků vytvářených v rámci diplomové práce.

2.5 Problémy při tvorbě materiálů

Při tvorbě didaktických materiálů jsem se setkal pouze s několika problémy co se týče programování či kódování interaktivních doplňků.

Obecně nejhorší vliv na funkčnost webových aplikací mají internetové prohlížeče, kterých je celá řada. Přičemž dominující internetové prohlížeče Google Chrome a Firefox. Přesto jako webový vývojář mohu říct, že i ty prohlížeče, které nepřesahují 5% podílu na trhu, dokáží spolehlivě a správně zobrazit obsah webu, kdežto mnohem častější Internet Explorer v některých případech nemusí. Nicméně příchod MS Edge problémy Internet Exploreru v mnoha ohledech řeší.

Google Chrome	34,4 %
---------------	--------

⁶ Dostupné z: <http://www.silcom-multimedia.cz>

⁷ Dostupné z: <http://www.terasoft.cz>

⁸ Dostupné z: <http://www.pachner.cz/vyukove-programy-95k/fyzika-17k>

⁹ Dostupné z: www.vascak.cz

Mozilla Firefox	20,5 %
Internet Explorer (11)	15,7%
Edge	3,7%
Opera, Safari	< 3%

Tabulka 1 Desktopové prohlížeče ČR (6/2016)¹⁰

Zmíněné nejpoužívanější internetové prohlížeče na webové technologie reagují jinak. Tím rozumíme problémy spojené s různým vykreslováním obsahu webové stránky, různé vykreslování písma, závislost na zvolených formátech hudby a videa, různé vykreslování CSS stylů, interpretaci javascriptu a další.

Z osobní zkušenosti mohu říci, že textový, obrazový a vzhledový obsah bude vždy nějakým způsobem prohlížečem vykreslen. v některých případech dojde k vykreslení obsahu i při hrubém porušení syntaxe či struktury dokumentu.

V případě javascriptu je problém mnohem horší. Zapsané metody a funkce již nejsou tak obecné, aby došlo k jejich částečnému vykonání. Tudiž funkčnost může být zcela omezena.

Tento problém může být způsoben většinou v syntaxi kódu, které prohlížeč "nerozumí", poněvadž očekává jiný zápis. Další problém může způsobit zastaralá verze webového prohlížeče a nebo je prohlížeč špatným interpretem a nepodporuje potřebnou funkcionalitu.

Na takovýto problém jsem narazil třeba při tvorbě tónového generátoru kde první verze mého generátoru fungovala pouze v prohlížeči Safari, ale nikoli v ostatních. Tento problém byl pouze v zápisu programu, kterou jsem opravil a je funkční. Bohužel v případě Internet Exploreru se jedná o zmíněný problém s podporou zvukového API, čili problém není ani v syntaxi kódu, ale jedná se o problém podpory dané funkcionality.

¹⁰ Podle <http://www.vzhurudolu.cz/prirucka/prohlizece>

2.6 Vývojové prostředí

Jako doporučení ostatním stávajícím i budoucím tvůrcům nejen interaktivních materiálů mohu doporučit následující výčet programů, které jsem využíval při tvorbě diplomové práce v rámci praktické části programování, kódování a grafické tvorbě doplňků.

PhpStorm	Vývojové prostředí (HTML, CSS, PHP, MySQL a další)	www.jetbrains.com/phpstorm/
Sketch	Vektorový grafický editor	www.sketchapp.com
Adobe Photoshop	Bitmapový grafický editor	www.adobe.com/cz/products/
FinalCut	Zpracování videa	www.apple.com/final-cut-pro/
Hype3	HTML animace	http://tumult.com/hype/

Tabulka 2 Použité programy při tvorbě aplikace

3 Fyzikální rozbor tematického celku

Akustika je rozsáhlý vědní obor a součást fyziky zabývající se zvukovými jevy, jejich šířením, vznikem a vlastnostmi. Akustiku můžeme ještě rozčlenit na několik specializovaných částí.

Fyzikální akustika se zabývá způsoby vzniku šíření zvuku a jeho vlastnostmi jako jsou pohlcování a odrazivost v různých látkách. Hudební část akustiky se věnuje zvukům a jejich kombinaci. Dílčí obory hudební akustiky se věnují třeba i původu a historii hudby jako takové. Fyziologická akustika se zaměřuje na vznik zvukového vlnění v lidském hlasovém orgánu (hlasivky) a jeho vnímáním v uchu. Stavební akustika zkoumá vlastnosti zvukového vlnění v obytných prostorách, jeho vlivu na průběh a eliminaci rušivých zvukových jevů (šíření hluku z výtahu v budově, eliminace hluku v budově). Elektroakustika se zabývá zvukovým vlněním ve smyslu jeho reprodukce, záznamu a šíření za použití elektroniky (elektrického proudu). Praktickými aplikacemi elektroakustiky jsou kupříkladu mikrofón a reproduktor. Jako další podobor můžeme zařadit i psychoakustiku, která se zabývá subjektivním lidským vnímáním zvuku. Tato část akustiky souvisí se stavební akustikou.[1]

3.1 Zvuk

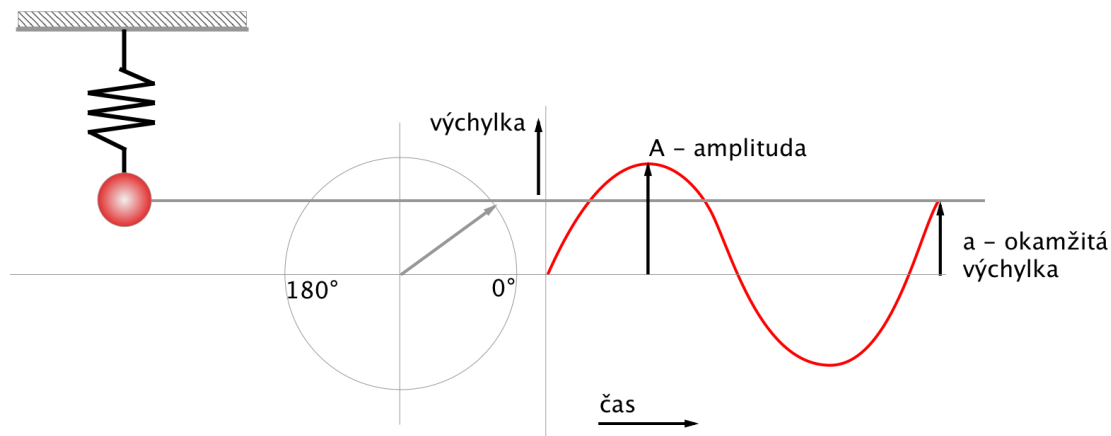
Jednoduchým pokusem přiložením prstů na krk zatímco mluvíme, můžeme pocítit jemné chvění uvnitř krku. Cítíme, jak nám vibrují hlasivky. To jak se nám hlasivky vhodně napnou, sevrou či otevrou má za následek jejich různé rozkmitání a následnou tvorbu patřičného zvuku. Zvuk je tedy vytvářen vibracemi - kmitáním. [2]

Víme, že zvuk se dá produkovat i jinými způsoby než hlasivkami př.: struny, hudební nástroje, bouchnutím do stolu, fouknutím do láhve a mnoho dalšího. Věci, objekty, které vydávají zvuk, označujeme za zdroje zvuku.

Z fyzikálního pohledu lze zvuk definovat jako mechanické kmitání těles, přičemž zvuk vzniká právě mechanickým kmitáním pružných těles. Toto kmitání je charakterizováno parametry pohybu částic pružného prostředí či parametry zvukového pole při vlnovém pohybu.

Kmitavý pohyb je fyzikální děj, který se mění v závislosti na čase. Nejjednodušší popis tohoto pohybu je funkce sinus, kterou lze demonstrovat zavěšením závaží na pružinu a následného rozkmitání.

Přičemž v reálné situaci se mění charakteristické veličiny toho to pohybu v závislosti na čase, tzn.: rychlost, výchylka, amplituda apod.



Obrázek 3 Náčrtek kmitavého pohybu

Tento kmitavý pohyb lze popsat pomocí následujícího vztahu (1).

$$a = A \cdot \sin \frac{2\pi}{T} t, (1)$$

Perioda T je časový úsek, za který kmitající soustava vykonala jeden kmit vyjádřeno v sekundách.

V akustice spíše než periodu využíváme charakteristickou veličinu frekvence f , která vyjadřuje počet period za jednotku času. Jednotkou této veličiny je Hertz [Hz], tedy počet kmitů za sekundu.

Amplituda A - Neboli maximální výchylka. Vyjadřuje největší vzdálenost, o kterou se soustava vychýlí od rovnovážné polohy. Okamžitou výchylkou a - Jedná se o vzdálenost soustavy od rovnovážné polohy v čase t .

Dosažením výrazu pro frekvenci dostaneme vztah v následujícím tvaru (2).

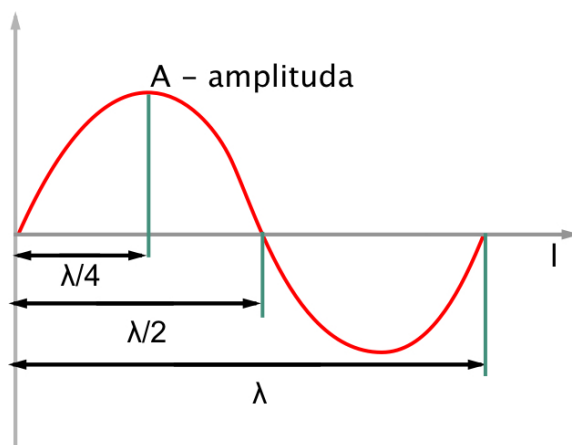
$$a = A \cdot \sin 2\pi f t = A \cdot \sin \omega t, (2)$$

Přičemž vzorec (3) odpovídá kruhové frekvenci.

$$\omega = 2\pi f, (3)$$

Kmitavý pohyb je tedy zdrojem zvuku a prostorem se šíří jako postupná vlna. Toto vlnění označujeme jako podélné vlnění, v pevných látkách se toto vlnění může šířit dále také jako příčné vlnění.

Mimo zmíněných vlastností lze zvukovou vlnu charakterizovat tzv. vlnovou délkou, která určuje vzdálenost dvou nejbližších bodů vlny se stejnou fází a amplitudou.



Obrázek 4 Náčrtek – vlnová délka

Nyní když jsme si definovali vlastnosti kmitavého pohybu, můžeme rozlišovat pásma generovaného zvuku. Tato pásma jsou rozdělena na základě lidského vnímání zvuku. Zvukové pásmo je charakterizováno frekvencí kmitání pružného prostředí.

Generované zvuky se mohou projevit jako tzv. slyšitelný zvuk. s publikacemi se často liší jeho ohraničení, vesměs ale můžeme říci, že je ohraničeno frekvencemi od 20 Hz do 20 kHz.

Důvod proč se tyto údaje liší, můžeme připisovat i k subjektivnímu vnímání těchto frekvencí člověkem, které se může lišit a zároveň s věkem se zhoršuje.

3.2 Infrazvuk

Zvuk, jehož frekvence se pohybuje v rozmezí dolní hranice 0,001 Hz až 0,2 Hz a horní hranice 16 Hz až 20 Hz označujeme jako infrazvuk.

Zmíněné frekvence v přírodě mohou vznikat při sopečných erupcích, bouřkách, vlnobitích aj. v technické praxi se s nimi můžeme setkat během chodu spalovacích motorů, proudění vzduchu okolo karoserií, v rotoru větrných elektráren, ale i u zbraní.

Zvuky v těchto pásmech nejsou pro člověka slyšitelné, ale lze je vnímat hmatem. Přesto mohou mít tyto frekvence vliv na lidské zdraví i psychiku. Lidské zdraví mohou ohrozit, pokud kupříkladu interferují s frekvencí tlukotu srdce př. srdeční arytmie.

3.3 Ultrazvuk

Zvuk, jehož frekvence se pohybují nad hranicí 16 kHz, se označují jako ultrazvuk.

Ultrazvuk má vliv na zdraví člověka, přičemž ovlivňují lidské tělo až na buněčné bázi vzhledem k povaze vysokých frekvencí, tedy i malých vlnových délek.

Ultrazvuk má velké využití v technické či lékařské praxi v přístrojích, které pracují s vysokými frekvencemi 100 kHz až 50 MHz. Vzhledem k velice malé vlnové délce jsou přístroje schopné detekovat kupříkladu velice jemné částičky v kapalinách.

3.4 Hudební akustika

Dále můžeme zvuk rozdělit do dvou skupin zvuků. První skupinou jsou tzv. tóny (př. hudební zvuky, samohlásky lidské řeči), což jsou zvuky, jejichž grafem závislosti na čase je periodická funkce.

Druhou skupinou jsou tzv. hluky (př. šum, souhlásky lidské řeči), jejichž rozvojem v závislosti na čase není periodická funkce.

Zmíněnou skupinu tónů můžeme rozdělit dále na tóny jednoduché a tóny složené. Průběhem jednoduchých tónů je harmonická periodická funkce sinus. Tóny složené mají sice periodický průběh, nicméně se již nejedná o sinusoidální průběh

Mezi vlastnosti tónu patří barva, výška, síla a délka. Výšku jednoduchého tónu udává jeho frekvence, přičemž čím vyšší je frekvence tím má tón větší výšku. Výška složeného tónu je dána nejnižší frekvencí (složený tón obsahuje složky různých frekvencí). v návaznosti na předchozí sekci můžeme uvést, že pro člověka jsou slyšitelné frekvence v rozmezí 16 Hz až 20 kHz. Jako základní tón se uvádí, podle mezinárodní dohody (1885), tón o frekvenci 435 Hz, později změněn na 440 Hz. Tento tón se označuje za tzv. komorní *a*.

Další vlastností tónu je barva. Barva je subjektivní rozlišení tónů stejné výšky, které vydávají kupříkladu různé nástroje.

„Podle Fourierovy teorie lze libovolnou periodickou funkci s periodou T zapsat jako lineární kombinaci harmonických funkcí s periodami (4)

$$\frac{T}{n}, (4)$$

kde n je přirozené číslo. Právě koeficienty v této lineární kombinaci matematicky popisují barvu tónu. Frekvence dle vztahu (5)

$$f = \frac{1}{T}, (5)$$

se nazývá frekvencí základní. Frekvence odpovídající přirozeným násobkům této základní frekvence dle vztahu (6)

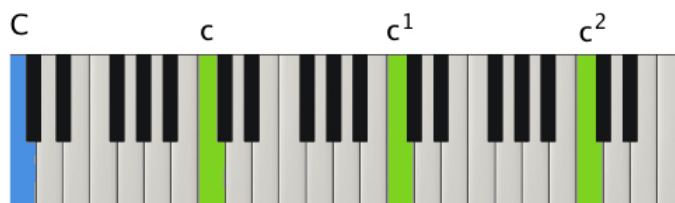
$$f_n = n \cdot f, (6)$$

nazýváme vyššími harmonickými frekvencemi, výsledek analýzy nazýváme frekvenční spektrum.“ [3]

Pro demonstrování vyšších harmonických tónů, lze využít běžnou klaviaturu. Jako základní tón bereme v potaz velké C, jehož frekvence je 64 Hz. Dle teorie výše lze k tomuto základnímu tónu dopočítat vyšší harmonické. z toho vyplývá:

Harmonické násobky C (64 Hz)	n – přirozené číslo
128 Hz (c)	2
192 Hz	3
256 Hz (c ¹)	4
320 Hz	5
384 Hz	6
448 Hz	7

512 Hz (c^2)	8
------------------	---

Tabulka 3 Harmonický rozvoj velkého C

Obrázek 5 Vyšší harmonické tóny velkého C

V předchozí tabulce a na obrázku jsou vyznačené harmonické násobky velkého C. Tyto násobky odpovídají tónům C ve vyšších oktávách. Mimo jiné je z tabulky zjevné, že velké C obsahuje frekvence jiných tónů př. g , e^1 . Je nutné uvést, že se jedná o vyšší harmonické tóny velkého C, tedy všechny tóny znějí současně. Můžeme si tedy představit stisk všech vyznačených kláves z obrázku najednou.

Tóny, které obsahují více vyšších harmonických tónů, jsou lidově označovány za plné a pronikavé. Zatímco ty tóny, které mají málo vyšších harmonických tónů lze lidově označit za chudé, duté či prázdné.

V hudební akustice vzniklo rozdělení lidského hlasu podle rozsahu tónů, které je schopný zpěvák či zpěvačka zazpívat.

Soprán	$a - c^3$
Mezzosoprán	$g - a^2$
Alt	$e - f^2$
Tenor	$c - a^1$
Baryton	$G - g^1$
Basbaryton	$F - g^1$

Bas	E – e ¹
-----	--------------------

Tabulka 4 Tónový rozsah zpěvů¹¹

3.5 Intenzita zvuku

Při šíření zvukových vln dochází k zhušťování a zředování prostředí, ve kterém se šíří. Tedy při jeho šíření dochází k změnám tlaku. Tyto změny tlaku vnímá lidské ucho jako zvuk o různé hlasitosti. Nejnižší tlaková změna, kterou je schopné lidské ucho zaznamenat jako sluchový vjem, odpovídá 20 μPa. Tuto hodnotu označujeme jako práh slyšení. Oproti tomu nejvyšší tlaková změna, která je limitní před vznikem bolesti v uších, je 130 Pa a označujeme ji jako práh bolesti.

Intenzita zvuku je definována následujícím vztahem (7):

$$I = \frac{P}{S}; [I] = W \cdot m^{-2}, (7)$$

Přičemž P je výkon zvukového vlnění a S je plocha, kterou vlnění prochází. Pro práh slyšení je hodnota intenzity zvuku $10^{-12} W \cdot m^{-2}$ pro práh bolesti pak $1 W \cdot m^{-2}$.

Hladina intenzity zvuku se udává v decibelech, přičemž se jedná o logaritmickou stupnici. Výpočet hladiny intenzity zvuku lze zapsat dle následujícího logaritmického vztahu (8):

$$L = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}, (8)$$

nebo analogicky vztahem (9)

$$L = 10 \cdot \log \frac{P}{P_0}, (9)$$

Kde i je intenzita daného zvuku vůči I_0 intenzitě zvuku odpovídající prahu slyšení. Nebo v analogickém vztahu kde P je akustický tlak daného zvuku a P_0 akustický tlak odpovídající prahu slyšení.

¹¹ Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Druhy_hlasů

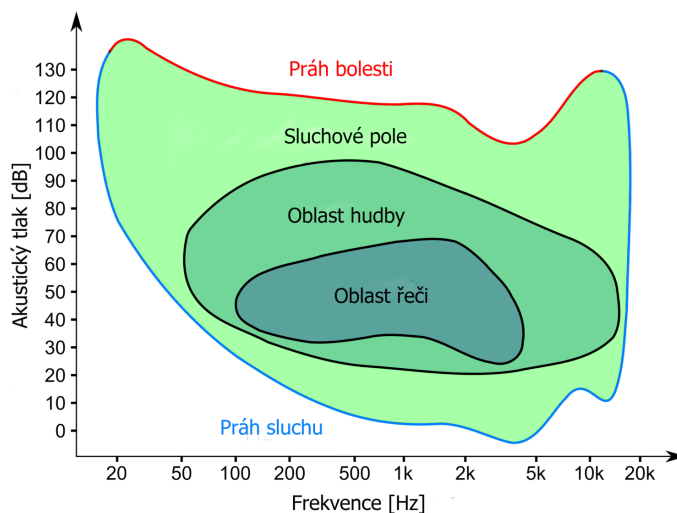
práh slyšení, úplné ticho	0 dB
šum listí, volná příroda	20 dB
tichý šepot, tikot hodin, klidný pokoj	30 dB
hlasitý hovor,	60 dB
jízda v autě, zvonek telefonu	70 dB
vysavač, motocykl	80 dB
rušná ulice, projíždějící vlak	90 dB
rockový koncert, sbíječka	120 dB
práh bolesti, start proudového letadla	130 dB
startující raketa	140 dB

Tabulka 5 Přehled hladin intenzit zvuků reálných situací [2, 4]

3.6 Hlasitost zvuku

Vymezením vnímaných frekvencí člověkem (20 Hz až 20 kHz) na vodorovnou osu a hladiny intenzity zvuku (hlasitosti) na svislou osu získáme sluchové pole. v předchozí části zmíněné vlastnosti zvuku (barva, výška, hlasitost) mají vliv na subjektivní vnímání zvuku, přičemž výška (frekvence) tónu je nejvíce závislá na vnímané hlasitosti.

Dolní částí je graf ohraničen křivkou prahu slyšení v horní části křivkou prahu bolesti. Z grafu je patrné, že při nízkých frekvencích a naopak při vysokých frekvencích vnímání zvuku prudce klesá. Zároveň z grafu lze vyčíst, že klíčová je frekvence vydávaného zvuku. Kupříkladu frekvence 100 Hz o hlasitosti 20 dB je již pod prahem slyšitelnosti, nicméně při téže hlasitosti a frekvenci 500 Hz je tón již v sluchovém poli.



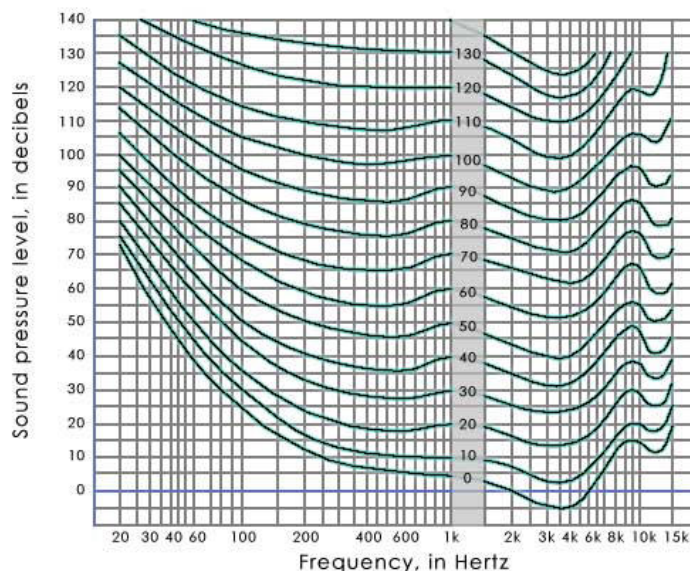
Obrázek 6 Graf sluchového pole¹²

Bližší tuto problematiku popisuje Weber - Fechnerův psychofyzikální zákon a říká, že míra fyziologického vjemu je úměrná logaritmu míry jeho fyzikální příčiny.

Jednotkou hladiny hlasitosti je Fón [Ph], jedná se tedy o subjektivní veličinu, která je vnímána lidským uchem. Graf lze rozčlenit na tzv. izofóny, což jsou křivky spojující právě vnímanou hlasitost, která se subjektivně mění s frekvencí.

Hladina hlasitosti 1 fón je při frekvenci 1 kHz rovna hladině intenzity zvuku 1 dB. Graf je ohraničen izofónou 0 dB (práh slyšení) a izofónou 130 dB (práh bolesti).

¹² Dostupné z http://test-wiki3.lf1.cuni.cz/w/Soubor:Sluchové_pole_-_Graf.png

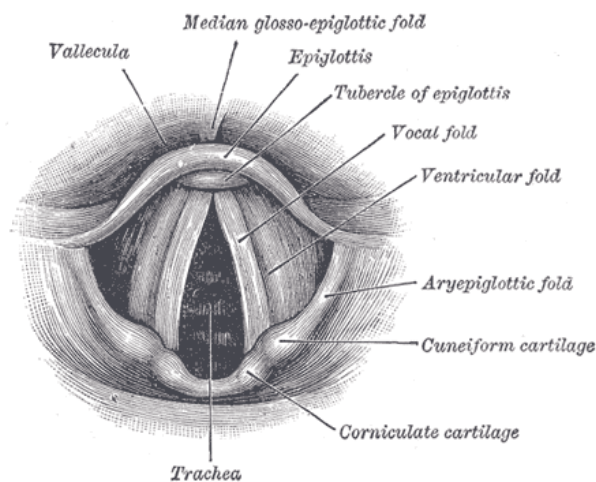


Obrázek 7 Sluchové pole – izofóny¹³

3.7 Fyziologická akustika

Jako hlavní zdroj zvuku a komunikace je u člověka hlas. Zvuk je vytvářen dvěma vazy napnutými v hrtanu (hlasivkové vazy). Prouděním vzduchu z plic se hlasivkové vazy rozvibrují a vytvářený zvuk se dále zesílí pomocí dutiny ústní, hrudní a nosohltanové. U žen a dětí jsou hlasivkové vazy dlouhé přibližně 12 mm a u mužů 18 mm. Délka těchto vazů pak koreluje s výškou vydávaného hlasu, tedy u kratších hlasivek vzniká tón vyšší u delších nižší.

¹³ Dostupné z <http://www.zainea.com/physiologicalsound.htm>

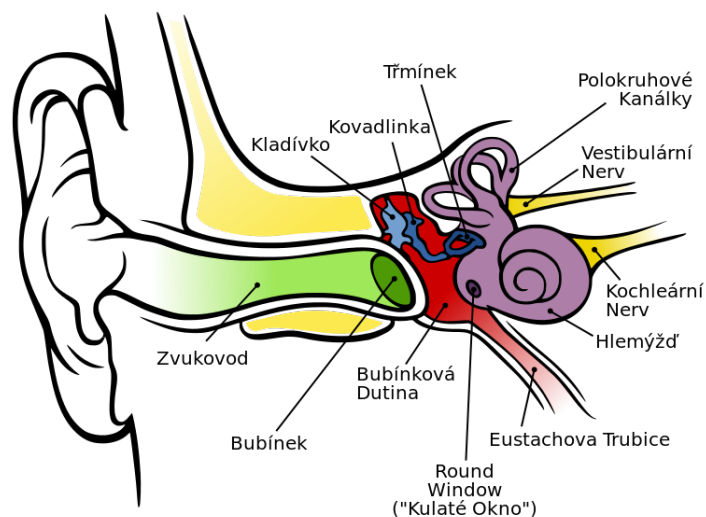


Obrázek 8 Náčrtek hlasivek (vocal fold)¹⁴

Lidským přijímačem zvuku je ucho, které je rozděleno na několik částí a to ucho vnější, střední a vnitřní. Do vnější části ucha patří boltec a zvukovod. Tyto části zachycují zvukové vlny a přenášejí je na pružnou tenkou blánu tzv. bubínek. Změny v akustickém tlaku vyvolávají pohyb bubínku, který pohybuje čtyřmi pružnými kůstkami středního ucha, a ty následně převádějí kmitání do vnitřního ucha. Vnitřní ucho je vlastní sluchový orgán, jehož součástí je i Cortiho ústrojí¹⁵ (uvnitř hlemýžďe), ve kterém jsou sluchové receptory a ty převádějí zvukové vlny (mechanický pohyb) na elektrický signál.

¹⁴ Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1433/podzim2011/SIN04/um/01/foil26.html>

¹⁵ Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Cortiho_organ



Obrázek 9 Schéma sluchového ustrojí¹⁶

3.8 Šíření zvuku

Na základě předchozí kapitoly při kmitavém pohybu tělesa dochází ke generování zvuku. v prostředí okolo zdroje zvuku dochází k přibližování a oddalování částic neboli zředování a zhušťování prostředí (podtlak a přetlak).

Změny v okolním prostředí se šíří prostorem jako podélné vlnění v pevných látkách také jako příčné vlnění. Rychlost tohoto šíření je závislá na typu prostředí, ve kterém se zvuk šíří.

Rychlost zvuku ve vzduchu odpovídá 340 m/s.

Pro uvádění rychlosti zvuku v nějakém prostředí je důležité uvažovat i teplotu prostředí, ve kterém se zvuk šíří, poněvadž teplota či hustota prostředí rychlost šíření ovlivňují.

V následující tabulce jsou uvedené různé rychlosti zvuku v závislosti na prostředí.

Vzduch (- 10 °C)	325 m/s
Vzduch (0 °C)	331 m/s

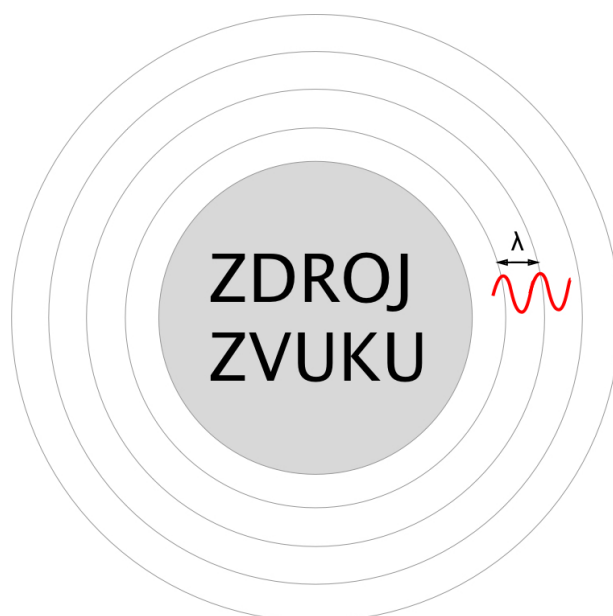
¹⁶ Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ucho#/media/File:Anatomy_of_the_Human_Ear_cs.svg

Vzduch (20 °C)	343 m/s
Methan (25 °C)	430 m/s
Helium (25 °C)	965 m/s
Led	3200 m/s
Ocel	5000 m/s

Tabulka 6 Rychlosti zvuku v závislosti na prostředí. [4]

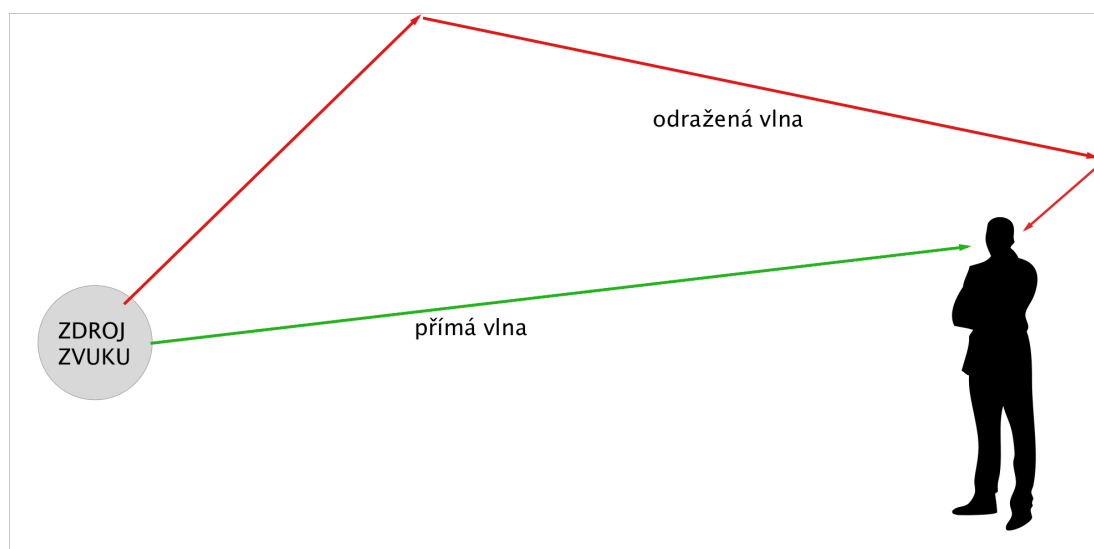
Pokud umístíme zdroj zvuku volně do prostoru. Zvuk se od zdroje zvuku šíří volně všemi směry.

Toto šíření prostorem lze přirovnat k šíření vln na vodní ploše po dopadu vhozeného drobného oblázku. Jedná se tedy o vlnoplochy. Pokud uvažujeme zdroj zvuku jako bodový, mají tyto vlnoplochy sférický tvar tj. koule. Pokud zdroj zvuku nepovažujeme za bodový a uvažujeme jako zdroj zvuku kmitající rozměrnou desku. Vlnoplochy z ní vycházející uvažujeme za rovinné. Respektive za rovinné můžeme považovat vlnoplochy, jež jsou ve velké vzdálenosti od bodového zdroje, tj. poloměr kružnic je natolik velký, že jej můžeme zanedbat.



Obrázek 10 Šíření zvuku prostorem, bodový zdroj

Jak již bylo nastíněno výše, že rychlost šíření zvuku je závislá na teplotě a druhu prostředí, tak vlnění se v prostoru může odrazet, lámat, tlumit a interferovat (sčítat) s jinými vlnami.

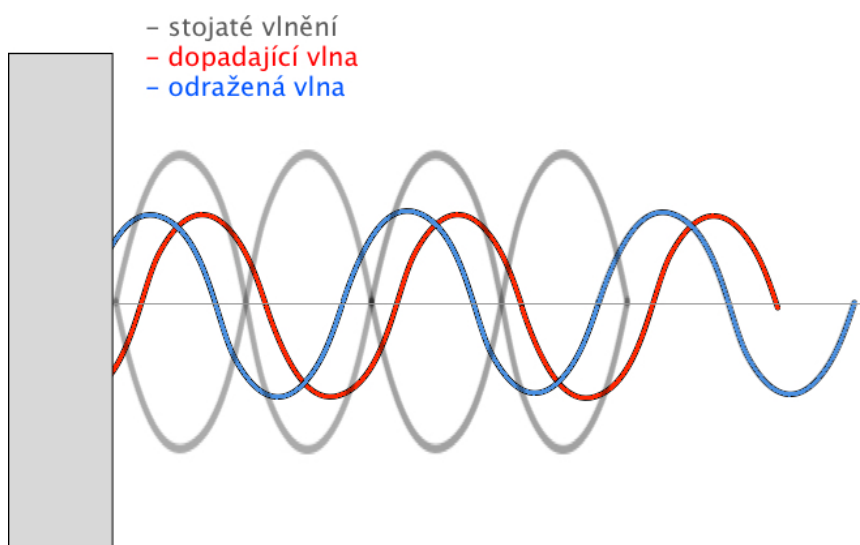


Obrázek 11 Přímá a odražená vlna v místnosti

Podle obrázku výše můžeme sledovat, že dráha přímé vlny je kratší v porovnání s vlnou několikrát odraženou. Zároveň vlivem rychlosti zvuku v daném prostředí dorazí vlna od zdroje zvuku se zpožděním obdobně v případě zániku zdroje zvuku, kdy konec vlny opět dorazí k posluchači se zpožděním. Pokud při šíření prostorem dopadne zvuková vlna na překážku, dochází k jejímu odrazu podle zákona odrazu.

Pokud se jedná o překážku pevnou, dochází u odražené vlny ke změně fáze, pokud se jedná o překážku poddajnou, zůstává fáze odražené vlny stejná.

Po odrazu se vlna dostává do interference (skládání) s vlnou příchozí. v tomto případě vzniká stojaté vlnění a můžeme pozorovat tzv. uzly a kmitny, kde uzly jsou místa, ve kterých došlo k vzájemnému vyrušení vlnění a kmitny místa, ve kterých naopak došlo součtem ke zvýšení amplitudy vlnění tedy maximálnímu pohybu.



Obrázek 12 Náčrtek odrazu vlny od pevné překážky



Obrázek 13 Náčrtek odrazu vlny od poddajné překážky

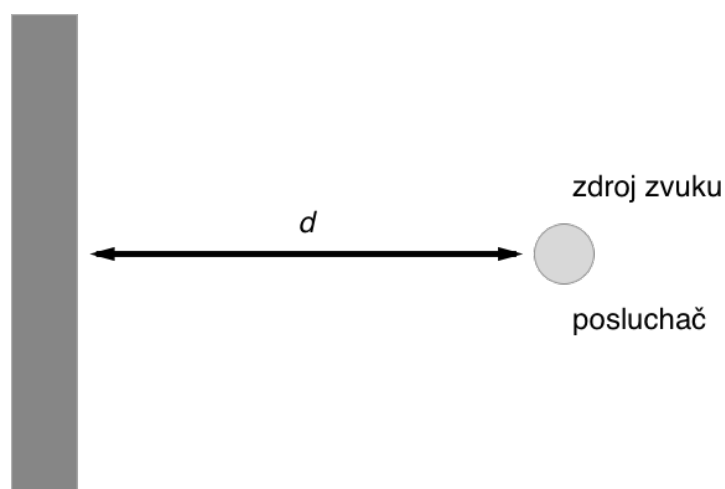
3.9 Ozvěna a dozvuk

V běžných situacích můžeme sledovat následující jevy vznikající odrazem zvukových vln od velkých překážek, jako jsou skalní útvary, sídliště, velké stěny prázdné místnosti apod. Tedy prostory nejlépe s méně členitou charakteristikou a špatnou zvukovou pohltivostí.

U malých či členitých překážek dochází k ohybu zvuku okolo překážky popřípadě jeho rozptylu do jiných směrů.

Odražená zvuková vlna od zdroje zvuku putuje k posluchači s časovým zpožděním a v závislosti na této prodlevě závisí i rozdělení jevů na ozvěnu či dozvuk.

Pokud posluchač je ve stejném místě jako zdroj zvuku, závisí na vzdálenosti d těchto činitelů od odrazové plochy (obrázek 14). Pokud se odražená zvuková vlna vrátí k posluchači s prodlevou menší než 0,1 sekundy, jedná se o dozvuk a posluchač vnímá zvukový signál jako spojitý či prodloužený původní signál. Vrátili-li se zvukový signál s prodlevou větší než 0,1 sekundy, posluchač tento jev vnímá jako dva rozdílné zvukové signály. Tento druhý jev označujeme za ozvěnu.



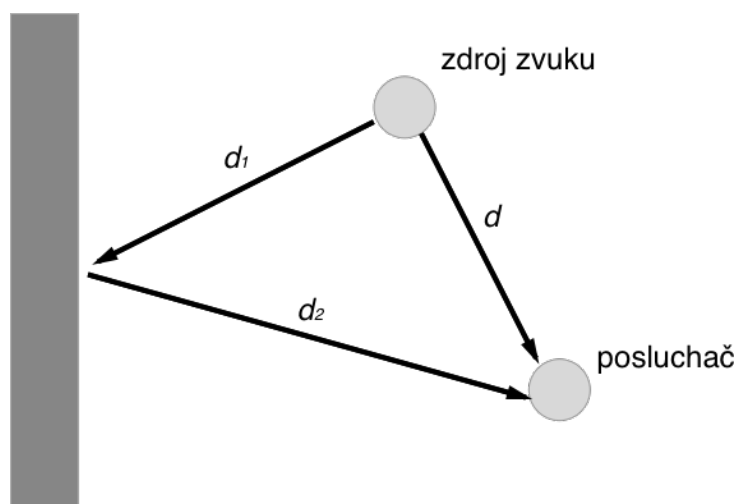
Obrázek 14 Odraz zvuku (zdroj = posluchač)

Vzorec pro výpočet času t , za který urazí zvuková vlna vzdálenost d od odrazové stěny, zapíšeme ve tvaru (10):

$$t = \frac{d}{v}, \quad (10)$$

Kde v je rychlost zvuku ve vzduchu.

Pokud zdroj zvuku a posluchač nejsou ve stejné vzdálenosti, vznik ozvěny či dozvuku závisí na rozdílu časů příchozích vln jedné odražené (součet vzdáleností d_1 a d_2) a jedné přímé vlny d od zdroje zvuku k posluchači (obrázek 15).



Obrázek 15 Odraz zvuku (zdroj \neq posluchač)

Výše zmíněný vzorec (10) upravíme podle druhé situace z obrázku 15 na následující vzorec ve tvaru (11):

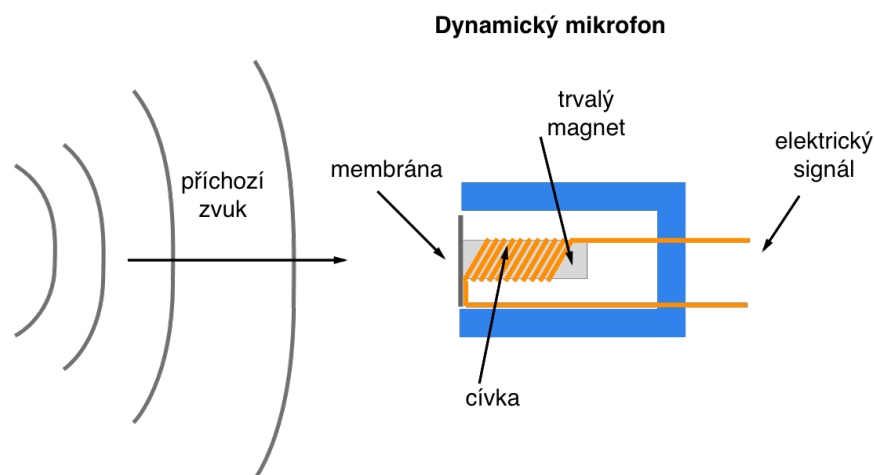
$$t = \frac{d_1 + d_2 - d}{v}, \quad (11)$$

3.10 Záznam a přenos zvuku

Záznam a přenos prošel historicky velkými změnami směrem k digitalizaci zvukového záznamu a zdokonalování techniky (mikrofon, reproduktor).

Dřívější zvukový záznam byl pořizován pomocí uhlíkových mikrofonů, jenž obsahovaly uhlíková zrnka, která se vlivem akustického tlaku se různě stlačovala. Tímto pohybem se měnily odporové vlastnosti obvodu a tedy i výstupního elektrického signálu.

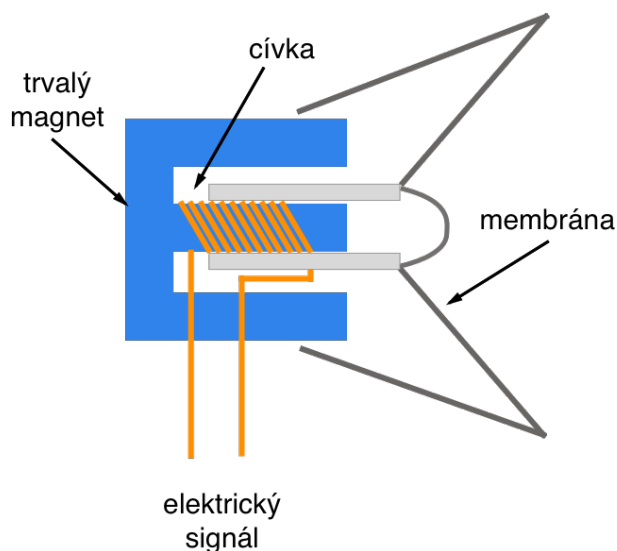
Princip mikrofonu zůstal stejný. Prvním činitelem, který obsahuje, každý mikrofon je membrána, která se vlivem změn v akustickém tlaku pohybuje, čímž mění vlastnosti elektrických součástek mikrofonu. v dnešních mikrofonech se využívá změn kapacity kondenzátoru (kondenzátorové mikrofony), nebo indukované napětí (pohyb cívky okolo magnetu).



Obrázek 16 Schéma dynamického mikrofonu

Elektrický signál zaznamenaný mikrofonem je zesilován a přenášen na reproduktor, který pracuje na obdobném principu jako mikrofon. Přičemž obsahuje trvalý magnet, cívku a membránu (ozvučnici). Na cívku je přiváděn elektrický signál a ta se vlivem

magnetického pole pohybuje. Tento pohyb se převádí na membránu, která je zdrojem zvuku.



Obrázek 17 Schéma reproduktoru

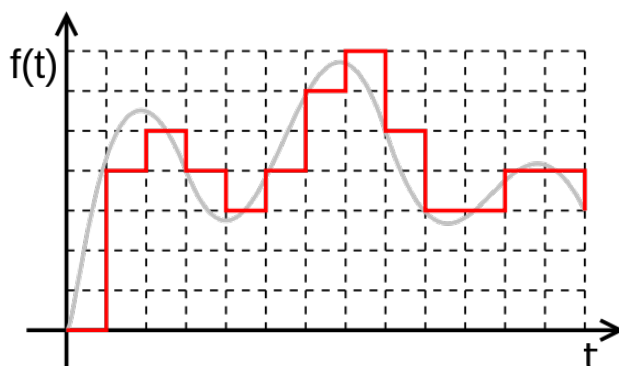
Reproduktory lze rozdělit podle frekvenčního rozsahu, ke kterému jsou uzpůsobeny. Širokopásmové reproduktory jsou konstruovány, aby pokryly co největší frekvenční rozsah př. 15 Hz až 16 kHz. Basové (hloubkotónové) reproduktory jsou obecně konstruovány pro nižší frekvenční rozsah 15 Hz až 1 500 Hz. Středové (středotónové) reproduktory jsou uzpůsobeny pro frekvenční rozsah 80 Hz až 12 kHz. Výškové (vysokotónové) reproduktory jsou uzpůsobeny svou pro ty nejvyšší frekvence 20 kHz. z důvodu různých frekvencí se reproduktory liší svou velikostí. Basové reproduktory jsou zpravidla největší a konstrukčně pevné z důvodu velkého rozkmitu (amplitudy) membrány. Oproti tomu pak výškové reproduktory mohou svou konstrukcí být menší a lehčí z důvodu velkého rozkmitu při vysokých frekvencích.

Záznam zvuku ve smyslu uchování pro pozdější přehrávání se historicky prováděl charakteristickým rytím do záznamového měkkého média (gramofonová deska, váleček fonografu). Princip záznamu na médium spočíval v mechanickém kmitání jehly, která ryla drážku dle charakteristiky elektrického signálu. Při přehrávání docházelo opět k použití jehly, která kopírovala zaznamenanou drážku. Mechanické kmitání přehrávající jehly se přenášelo do různých ozvučných skříněk popřípadě ozvučnic. z toho vyplývá princip prvních fonografů či gramofonů.

Vlivem častého přehrávání a tření čtecí jehly se záznamové médium opotřebovávalo, což vedlo k šumům v záznamu a jeho postupnému znehodnocování. Dnešní záznam se provádí na různá média (CD, DVD, flash paměť aj.). Čtením z těchto médií se získává digitální tok (1 nebo 0), který se převádí na elektrický signál.

Digitální záznam má na začátku opět stejný mechanický princip mikrofonu, přičemž tento elektrický signál se převádí na signál digitální (vzorkování).

S kvalitním digitálním převodem analogického signálu je spojena tzv. vzorkovací frekvence. Tato frekvence podává informaci, jak jemný či hrubý je převod spojitého analogického signálu na signál digitální. Blíže je tento proces vzorkování popsán na obrázku 18. Typická vzorkovací frekvence je 44,1 kHz, přičemž vyplývá z Shannonova teorému¹⁷, který říká, že ke kvalitní rekonstrukci signálu je zapotřebí minimálně dvojnásobek maximální frekvence vzorkovaného signálu.



Obrázek 18 Převod analogického signálu na digitální (vzorkování)¹⁸

¹⁷ Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Shannonův_teorém

¹⁸ Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kvantován%C3%AD_\(signál\)#/media/File:Digital.signal.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kvantován%C3%AD_(signál)#/media/File:Digital.signal.svg)

4 Didaktický rozbor tematického celku „Akustika“

Níže je vypracovaná tabulka s didaktickým rozбором tematického celku Akustika (Zvukové jevy) na základě informací z metodického portálu RVP.cz¹⁹

Zařazení tematického celku	Člověk a příroda
Část	Fyzika – Zvukové děje
Očekávané výstupy žáka	rozpozná ve svém okolí zdroje zvuku a kvalitativně analyzuje příhodnost daného prostředí pro šíření zvuku
	posoudí možnosti zmenšování vlivu nadměrného hluku na životní prostředí
Indikátory očekávaných výstupů žáka	<ol style="list-style-type: none"> 1. uvede příklady zdrojů zvuku z prostředí, ve kterém žije 2. na konkrétním příkladu předvede a vysvětlí vznik zvuku 3. vyhledá v tabulkách a vzájemně porovná rychlost šíření zvuku v různých prostředích
	<ol style="list-style-type: none"> 1. uvede příklady prostředí s nadměrným hlukem, resp. příklady zdrojů nadměrného hluku 2. popíše negativní vlivy nadměrného působení hluku na lidský organismus a navrhne ochranné prostředky, jež se mohou používat pro snížení či odstranění uvedených vlivů 3. uvede příklady, jak se v praxi provádí

¹⁹ Dostupné z: http://dum.rvp.cz/vyhledavani/prochazet.html?rvp=ZFAAE&svp=-&svp_ch=off

	snižování nadměrné hladiny hluku v prostředí
Typická věková skupina žáků	12 – 15 let
Stupeň a typ vzdělávání	Druhý stupeň – základní vzdělávání
Očekávané školní výstupy	rozlišuje, kdy jde o zvuk, ultrazvuk, infrazvuk; řeší úlohy, ve kterých se vyskytuje veličina rychlost zvuku zná základní charakteristiky tónu umí rozhodnout, který ze dvou tónů má větší výšku vysvětlí vznik ozvěny uvede příklady využití ultrazvuku dovede se chránit před nadměrným hlukem
Učivo	zdroje, šíření a rychlost zvuku vlastnosti zvuku (výška, barva, hlasitost, akustická intenzita, pohlcování zvuku) ultrazvuk a infrazvuk
Přesahy a vazby	návaznost na učivo fyziky ZŠ vazba na učivo biologie o uchu; přesah do vzdělávací oblasti Člověk a zdraví (péče o zdraví);

Tabulka 7 Zařazení tematického celku dle RVP.cz

4.1 První etapa didaktické analýzy

Na základě převzatého modelu didaktické analýzy z portálu RVP.cz [5], použitých zdrojů, osobního vhledu a konzultacemi s vedoucím diplomové práce, byla provedena první etapa při tvorbě didaktických interaktivních materiálů. Tato první etapa zahrnuje pojmovou analýzu, ta určuje, které pojmy jsou v daném tematickém celku brány jako výchozí. Dále obsahuje vztahovou analýzu, tedy určení vztahů, souvislostí a vazeb mezi pojmy. a v poslední řadě pak praktickou analýzu, čili určení užitečnosti daného učiva pro vzdělávání žáků a pro jejich budoucí rozvoj.

Praktický výsledek první etapy je vlastní obsah jednotlivých sekcí interaktivních doplňků. Jakýmsi průsečíkem aktivit této první etapy jsou kupříkladu pojmové mapy, ve kterých se vyskytují ty nejdůležitější pojmy se vzájemnými vazbami.

Při zavádění nového tematického celku akustika je nutné navázat na zkušenosti žáku se zvukem popřípadě demonstračními experimenty s hudebními nástroji (kytara, housle) a dospět k navození úvodních pojmů zvuku. Čili nalézt různé zdroje zvuku a docílit uvědomění si, že se jedná o mechanické kmitání. Jako klíčové téma lze považovat demonstrování pokusu s vývěvou a zvonkem, ve kterém lze pozorovat mechanické kmitání kladívka budíku bez zvukového doprovodu, čili ověření, že se zvuk ve vakuu nešíří.

Je dobré použít heuristické metody vždy při změně tématu. Spoustu zvukových jevů, efektů a příkladů znají žáci z reálného života, popřípadě měli možnost vidět na videu či ve filmech. Je tedy dobré k těmto situacím žáky dovést a uvědomit si fyzikální skutečnosti v daných situacích. Tímto rozumíme uvědomit si vlastnosti zvuku jako jeho rychlost, výšku, intenzitu a jaké situace si lze s těmito vlastnostmi spojit př. klidný pokoj 30 dB, ultrazvuk, infrazvuk, rychlost zvuku ve vzduchu.

Mezi další klíčové pojmy patří odraz zvuku (dozvuk a ozvěna) a s tím i akustika různých prostor (rozhlasové studio, katedrála, koncertní sál).

Vhodným doplňkem při demonstraci výšky tónu je tónový generátor, kterým lze amatérsky otestovat sluch v rámci frekvenčního rozsahu 20 Hz až 20 000 Hz. Pokud jsou na škole k dispozici klávesy (syntetizátor), lze demonstrovat i barvu tónu, harmonické frekvence a stupnice.

Důležitou součástí je uvědomění a navození jednotek vlastností zvuku př. frekvence, hladina intenzity zvuku a označení rozsahů. Zároveň s tím spojené dopady na člověka s ohledem na zdraví a ochranu před škodlivými vlivy.

V rámci výuky by žáci jistě měli znát základy fungování mikrofону a reproduktoru v historickém porovnání se současností a to i v rámci záznamových médií.[6]

4.2 Druhá a třetí etapa didaktické analýzy

Z principu navržených didaktických interaktivních materiálů a jeho úloh vyplývá i druhá etapa didaktické analýzy, která řeší vhodné metody při výuce a osvojování učiva.

Od způsobu využití aplikace ve škole či doma se budou lišit metody vzdělávání žáka či žáků. Při různém nasazení ve výuce mohou být metodami př. samostatná práce, skupinová práce, zkoušení, testování, práce ve dvojicích, hromadná práce celé třídy, práce s PC, heuristický dialog, frontální či demonstrační experiment.

S těmito metodami rezonuje i užití graficky pestrého obsahu, zvýraznění a grafické znázornění pojmů, úlohy ze života, přiřazování pojmů tažením, popis co je na obrázku, slovní a problémové úlohy, testování, hry, video a myšlenkové mapy. To vše je dobrým nástrojem při motivování žáků k učení a využívání aplikace. Zároveň zajímavý obsah a forma napomáhají ke snazšímu zapamatování učiva. [7]

V třetí etapě analýzy by se měly řešit mezipředmětové vztahy a návaznost na reálný život a praktické aplikace. Za mezipředmětové vztahy můžeme považovat vazbu s dějepisem, kdy žáci znají historické osobnosti z akustiky. Další vazbou je informatika, která koreluje s principem záznamu zvuku, uchování zvuku na médiích popřípadě využití akustiky v praktických aplikacích. Poslední mezipředmětovou vazbou je hudební výchova, čili typy hudebních nástrojů, zdroje zvuku v různých nástrojích aj.[6]

5 Praktická část – Akustika

V praktické části diplomové práce se zaměřím na popsání uživatelského rozhraní interaktivního doplňku Akustika a popíšu jednotlivé sekce, které jsem zvolil při tvorbě a rozvržení doplňku.

5.1 Úvod

Při tvorbě doplňků jsem uvažoval potenciální nedostupnost internetového připojení, proto jsou všechny soubory uloženy lokálně off-line, zejména se to týká souborů videa a nestandardních typů písma.

Z navrženého principu těchto doplňků na webových technologiích není složitá ani jejich případná distribuce či spuštění.

Materiály lze mít uloženy na USB flash paměti, CD nosiči nebo na hostingovém serveru ve formě webové stránky.

Celková velikost doplňků čítá: 210 MB

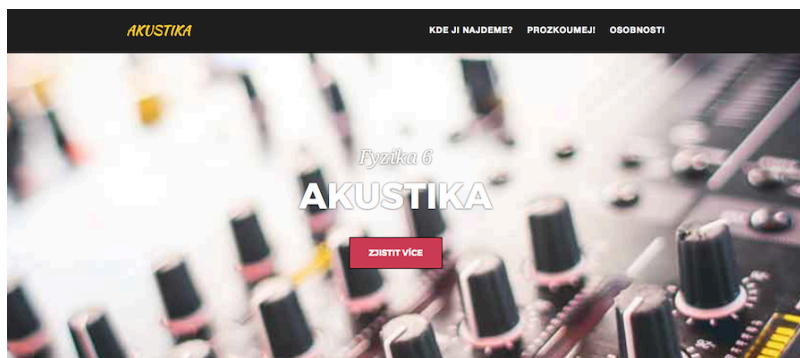
Největší zátěž na paměť jsou samozřejmě videa, která jsou uložena lokálně v aplikaci.

Pokud nebudeme brát v potaz zmíněná videa, tak je výsledná velikost pouze: 50 MB

5.2 Uživatelské rozhraní

Po spuštění aplikace `index.html` se spustí výchozí prohlížeč systému nastavený uživatelem.

I přesto, že jsem uvažoval původně nad jiným rozvržením uživatelského rozhraní a navázání tak na dřívější práci v rámci předmětu Didaktika fyziky, kde jsem se již věnoval tematickému celku Akustika. Měl jsem vypracované jiné uživatelské prostředí, které bylo spíše laděno pro starší žáky.



KDE VŠUDE JI NAJDEME?

Všude okolo nás!



Start letadla

Když startuje letadlo je to obrovský "hluk" okolo 130 dB!



Prázdný pokoj

I v prázdné místnosti je nějaký "hluk". Přibližně 33 dB.



Výklad učitele

Když učitel vykládá novou látku, tak vydává zvuk o síle 63 dB.

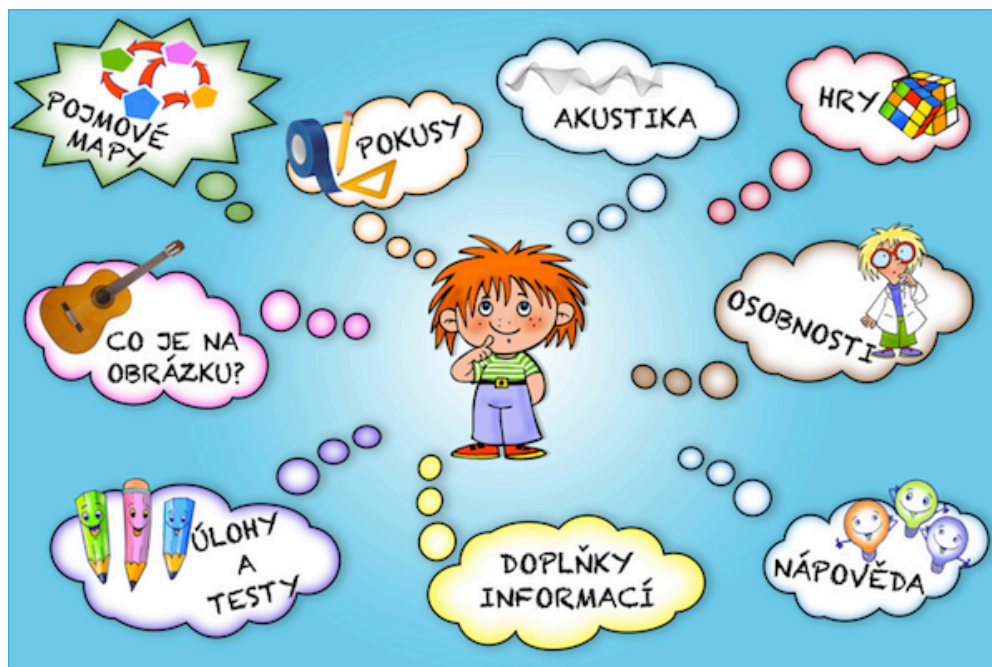
Decibel (zkratka dB) je bezrozměrná logaritmická jednotka ve které se měří intenzita hladiny zvuku.

Logaritmická s toho důvodu, že pokud se hladina intenzity zvuku zvedne například z 30 dB na 33 dB pak se jedná o dvojnásobné zesílení či výkon. Zvedení hladiny intenzity zvuku z 30dB na 50dB - tj. o 20dB pak znamená o 100 násobné zesílení intenzity. Nejedná se tedy o přímou úměrnost při zvyšování intenzity.

Obrázek 19 Úvodní strana staré aplikace

Z logických důvodů by nebylo příhodné vytvářet jiné uživatelské rozhraní. Při případné budoucí distribuci či zveřejnění s ostatními celky by tento celek Akustika vyčníval a nezapadal by tak do zavedeného systému.

Zároveň, jak jsem již nastínil, celkový dřívější vzhled nebyl laděn do veselých barev a svým uspořádáním nebyl vhodný pro žáky druhého stupně základní školy.



Obrázek 20 Vzhled aplikace po spuštění

Proto jsem využil zkušeností a zavedené formy interaktivních doplňků v návaznosti na nakladatelství SPN.

Při vytváření materiálů a prvků v aplikaci jsem se snažil zdokonalit design vylepšením jednotlivých prvků aplikace (ovládací prvky, nadpisy, písmo, pozadí, ikonky, obrázky, uspořádání aj.).

Při tvorbě aplikace jsem využíval internetových zdrojů, které poskytují obsah pod CC0²⁰ licencí. v částech, kde jsem nemohl využít volné licence ani své vlastní tvorby, byl uveden přímý zdroj požití části př. obrázek u osobností.

5.3 Rozčlenění do sekcí

Z logického návrhu a zkušeností z předchozí tvorby interaktivních doplňků jsem navrhl následující formu rozčlenění do sekcí, které jsou na úvodním rozcestníku po spuštění aplikace.

Z osobního pohledu jsem zvolil jiné rozčlenění do sekcí a vytvoření nových sekcí (Pokusy, Hry aj.) oproti doplňkům pro jiné tematické celky.

²⁰ Creative Commons 0 či univerzální license – tj. volná distribuce a úpravy

Př.: Interaktivní doplňky pro tematické celky kupříkladu Obsah, Délka mohou mít sekci „převody jednotek“. Tato sekce v akustice nemá využití.

Sekce	Části sekce
Akustika	Úvod do akustiky Základní pojmy Záznam zvuku Reprodukce zvuku Ozvěna a dozvuk
Osobnosti	Alexander Graham Bell Emile Berliner Thomas Alva Edison
Doplňky informací	Akustická pěna Zvukové efekty Bezodrazová místnost Muzikoterapie Zvuk a živočišná říše Zvuky v okolí člověka Šíření zvuku v různých prostředích Ultrazvuk
Pokusy	Měření rychlosti zvuku v přírodě Měření rychlosti zvuku v místnosti Telefon Gramofon Rezonance ladiček

	<p>Test sluchu</p> <p>Zvuk a vakuum</p>
Úlohy a testy	<p>2x přiřazování</p> <p>2x test + opakování</p> <p>Úloha: ozvěna a dozvuk</p> <p>Úloha: vzdálenost bouřky</p> <p>Úloha: banditi a koleje</p> <p>Úloha: práce ve vesmíru</p>
Co je na obrázku?	<p>16 obrázků ze života související s akustikou.</p> <p>Př.: triangl, reproduktor, mikrofon, kytara aj.</p> <p>Otázky:</p> <p>Co je na obrázku?</p> <p>K čemu se používá?</p> <p>Co je zdrojem zvuku?</p> <p>Jak lze ovlivnit vydávaný tón?</p>
Pojmové mapy	<p>6 pojmových map rozdělujících akustiku na jednotlivé části</p> <p>aplet pomocník při učení</p> <p>2 nevyplněné pojmové mapy</p>
Hry	<p>2x pexeso</p> <p>3x křížovka</p> <p>3x skládačka obrázku</p>

Tabulka 8 Rozčlenění aplikace do sekcí**5.3.1 Akustika**

Sekce Akustika je ústřední sekcí interaktivních doplňků, ve které je nejvíce učebních materiálů. v této části aplikace je věnován prostor pro rozčlenění tematického celku na ty nejdůležitější části. Záměrně jsou vyzdvihovány klíčové a zásadní pojmy, které by měli žáci znát na základě školních fyzikálních učebnic a RVP. [2, 8]

Je zde kladen důraz na názorné ukázky daného jevu, pojmu či principu za doprovodu obrázků, animací a schématických náčrtků.



Obrázek 21 Sekce Akustika

Základní pojmy



Jednoduchým pokusem - přiložením prstů na krk zatímco mluvíme - můžeme pocítit jemné chvění uvnitř krku. Cítíme jak nám **vibrují hlasivky**. To, jak se nám hlasivky vhodně napnou, sevřou či otevřou, má za následek jejich různé rozkmitání a následnou tvorbu patřičného zvuku.

Zvuk je tedy vytvářen **vibracemi - kmitáním**.



Kmitající struna na houslích

Obrázek 22 Akustika – základní pojmy

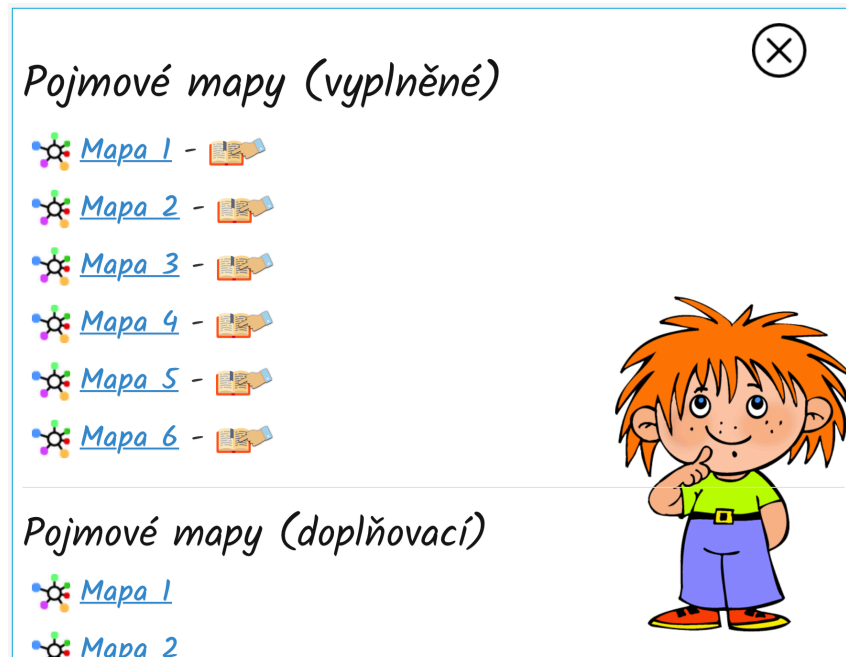
5.3.2 Pojmové mapy

V sekci Pojmové mapy je k dispozici šest vyplněných pojmových map, které jsou navrženy tak, aby pomyslně rozdělily celý celek zvukových jevů na menší části. Jednotlivé pojmy či jevy v pojmových mapách jsou obohaceny odpovídajícími obrázky pro lepší zapamatování, názornost či k navození souvislosti s reálnými situacemi.

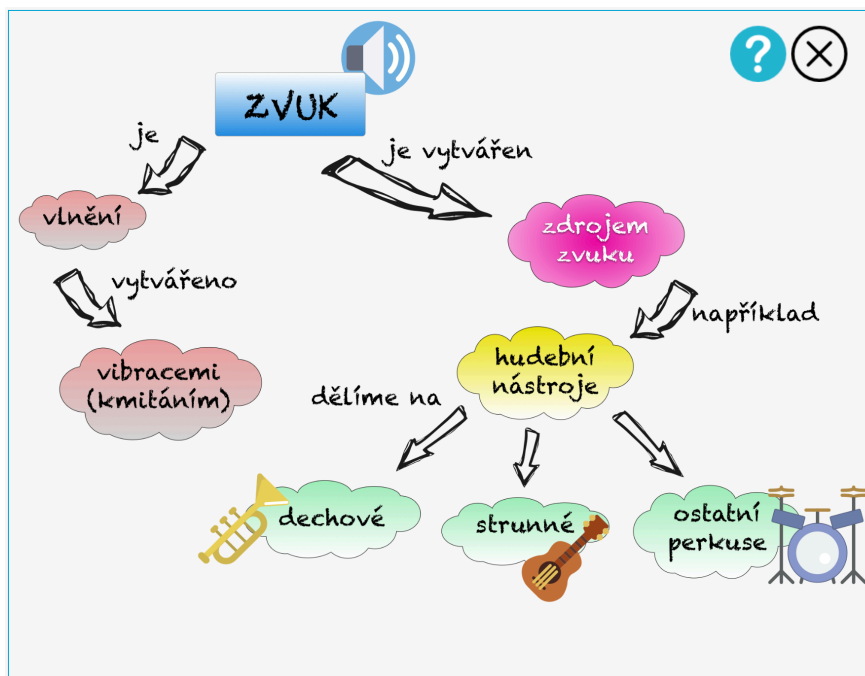
Ke každé mapě byl dodělán „pomocník při učení“. Jedná se o HTML nadstavu ke klasickým pojmovým mapám, ve kterých jsou zakryté klíčové uzly pojmových map obrázkem s otazníkem. Po kliknutí na tento obrázek dojde k odhalení dané části mapy. Jedná se o pomůcku jak pro samostatné učení pro žáky, tak pro běžné využití při vyučovací hodině (zkoušení, opakování).

Dále jsou zde dvě nevyplněné myšlenkové mapy. Pomocí tlačítka se přidá interaktivní textový prvek, do kterého se vepíše text a následně se přetáhne na příslušné místo ve slepé myšlenkové mapě. v nápovědě lze pak vyplněnou mapu porovnat s vzorovým řešením.

Při tvorbě těchto pojmových map jsem se převážně inspiroval prací, kterou prezentoval v roce 2006 Jorge Valadares o použití map při výuce akustiky [9] a z učebnice Fyzika 6: Zvukové jevy [2].



Obrázek 23 Pojmové mapy



Obrázek 24 Pojmová mapa 1

5.3.3 Co je na obrázku

Sekce Co je na obrázku obsahuje šestnáct úloh, tedy šestnáct obrázků ze života související s nějakým akustickým pojmem, jevem či principem. Pod obrázkem jsou vždy tři uvozující otázky, které musí žák či žáci zodpovědět. Všechny obrázky lze zvětšit kliknutím na ně.

Otázky k obrázkům v úlohách:

Pojmenuj přístroj / nástroj

K čemu se používá?

V jakých jednotkách měří?

Co se stane, když posuneme závaží?

Na jakém principu pracuje?

Jak lze ovlivnit vydávaný zvuk?

Co je zdrojem zvuku?

Tabulka 9 Přehled otázek Co je na obrázku

Pod jednotlivými otázkami jsou umístěny textové boxy, do kterých lze vepsat odpověď na danou otázku. Lze je vyplnit tak, že text se vepíše pomocí klávesnice. v případě kdy klávesnice není k dispozici, v případě dotykové tabule, lze zapnout klávesnici softwarovou pomocí ikonky klávesnice v horní části aplikace.

Svým principem tato sekce nenutí žáky dojít pouze k jednomu správnému výsledku. Díky tvořeným odpovědím podporuje divergentní vyřešení úlohy.

Po kliknutí na tlačítko nápovědy se zobrazí vzorové řešení dané úlohy.

**Obrázek 25** Co je na obrázku

Úloha 7



Co je na obrázku? Co je zdrojem zvuku? Jak lze ovlivnit vydávaný tón?

The image shows an acoustic guitar. Below it are three teal speech bubble boxes for answers. In the top right corner of the task area, there are three circular icons: a refresh icon, a question mark, and a close icon.




Obrázek 26 Úloha co je na obrázku


5.3.4 Osobnosti

V této části doplňků jsou zmíněné tři nejznámější osobnosti z historie a jejich přínosu pro vědu. Všechny zmíněné osobnosti zasáhly i do oboru akustiky svými vynálezy, které souvisejí se záznamem a šířením zvuku. Vybranými osobnostmi jsou Alexander Graham Bell, Emile Berliner a Thomas Alva Edison.

Ke každé osobnosti je uvedena fotografie a krátký informační text s těmi nejdůležitějšími informacemi doprovázený ilustračním obrázkem vynálezu dané osobnosti.

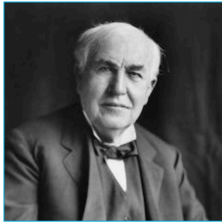
Osobnosti (akustika) ✕

-  [Alexander Graham Bell](#)
-  [Emile Berliner](#)
-  [Thomas Alva Edison](#)



Obrázek 27 Osobnosti

Thomas Alva Edison ⌵




Thomas Alva Edison byl americký vynálezce a podnikatel. Na jeho jméno je zaregistrováno 2332 patentů a obrovské množství dalších patentů zaregistrovaly jeho firmy. Mezi Edisonovy vynálezy patří fonograf (předchůdce gramofonu) a mylně je k nim počítána i žárovka, kterou ovšem pouze zdokonalil a nechal si patentovat.

Thomas Alva Edison
(1847 – 1931)

Byl prvním, kdo se zabýval myšlenkou záznamu zvuku s možností opakovaného přehrávání. Vymyslel princip zcela obdobný gramofonové vě desce. Kmitající jehla spojená s membránou vyryla do vnější stěny otáčejícího se válečku jakýsi závit, drážku, jejíž hloubka se měnila tak, jak se chvěla jehla přenášející kmity lidského hlasu. Po skončení záznamu se váleček tepelně upravil, aby stopa v něm byla tvrdá. K reprodukci docházelo prostřednictvím jehly vedené drážkou a spojené s ozvučným reproduktorem.

Mimo jiné je Edison zakladatelem dodnes vydávaného časopisu Science.



Obrázek 28 Osobnost T. A. Edison

5.3.5 Doplnky informací

V této sekci je prostor pro zajímavosti a doplňující informace nad rámec učiva. Slouží k rozšíření a prohloubení znalostí zvukových jevů zaměřených na reálný život a praktické využití.

Jedná se o zajímavé činnosti z reálného života, které mohou být motivací pro žáky k dalšímu prozkoumávání tématu akustiky.

Zde jsou uvedeny příklady využití akustické pěny a s tím související bezodrazové či bezhlučné místnosti a její využití.

Zároveň je zde uvedeno používání zvukových efektů ve filmu (Foley effects²¹), které se do filmu přidávají v jeho post produkci. Jedná se o tvorbu zvuků k situacím ve filmu za použití jiných nástrojů či metod, které ale generují podobný zvuk jako věc ve filmu.

Př.: běh koní po dlažbě - kastaněty, kokosová skořápka



Obrázek 29 Doplnky informací

²¹ Přidávání zvuku v postprodukci filmu. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Foley_\(filmmaking\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Foley_(filmmaking))

⊗

Akustická pěna

Když hovoříte v prázdné místnosti a poté v té samé místnosti s nábytkem, můžete pocítit rozdíl. Zvuk se v zařízené místnosti v porovnání s prázdnou jeví jako utlumený.

To je způsobeno tím, že se zvuk neodráží přímo od stěn zpět k posluchači, ale je částečně pohlcen různým materiálem (sedací souprava) a zároveň je odraha je zakřivena překážkami (skříň, knihy, křeslo ...). V místnostech jako jsou třeba nahrávací studia, rozhlasové místnosti jsou odrazy zvuku a okolní šum nežádoucí a pouhé "zařízení" místností nábytkem nestačí.

Proto se využívá tzv. akustická pěna vyrobená z molitanu, která se přilepí na stěny místnosti.



Obrázek 30 Akustická pěna

Jednotlivá témata této části jsem vybíral subjektivně podle toho, co sám osobně považuji za velice zajímavé a motivující jako potenciální ukázkou pro žáky fyziky př.: muzikoterapie, akustická pěna, zvukové efekty.

Dále v této části lze nalézt tabulkové hodnoty uvádějící jednotlivé vnímané a vydávané frekvenční hodnoty zvuku v živočišné říši a tabulku popisující hladinu intenzity zvuku situací z reálného života př. tichý pokoj odpovídá 30 dB.

5.3.6 Úlohy a testy

V této sekci aplikace jsou vytvořené přiřazovací úlohy, které slouží k přiřazení určitého pojmu z levé strany k odpovídajícímu pojmu či hodnotě na pravé straně.

Další částí jsou dva testy, které obsahují deset otázek. Na otázky lze odpovědět vybráním jedné ze čtyř odpovědí, přičemž pouze jedna odpověď je správně.

Na test je nastaven časový limit 5 minut, který lze v jádru aplikace libovolně upravit. Při vypracovávání testu lze libovolně listovat mezi jednotlivými otázkami přičemž po dokončení testu dojde k jeho vyhodnocení.

Revize odpovědí probíhá tak, že správně odpovědi jsou zeleně podbarvené a špatné odpovědi jsou červeně podbarvené.

Poslední položkou v této sekci jsou dvě úlohy. Přičemž jedna se týká pojmu ozvěna a dozvuk. Tato úloha slouží jako jakási referenční úloha k osvojení a pochopení rozdílů mezi ozvěnou a dozvukem. Druhá úloha řeší výpočet vzdálenosti bouřky od posluchače, na základě zvukové prodlevy mezi bleskem a hromem. Dále jsou zde ještě dvě slovní úlohy. První úloha pojednává o rychlosti šíření zvuku a v druhé úloze jde o opakování pojmu vakuum.

Co se týče dalších početních a slovních úloh je zde akustika poněkud znevýhodněna vůči jiným tematickým celkům, ve kterých bychom se mohli věnovat procvičování přiřazování jednotek, převody mezi jednotkami, výpočty, slovní úlohy a další.


⊗

Úlohy a testy (akustika)


Přiřazování


-  [Přiřazování 1.](#)
-  [Přiřazování 2.](#)

Testy




-  [Test 1.](#) - 
-  [Test 2.](#) - 

Úlohy

-  [Ozvěna - dozvuk](#)
-  [Vzdálenost bouřky.](#)
-  [Rychlost šíření zvuku.](#)



Obrázek 31 Úlohy a testy

Přiřazování akustika 1 - počet pokusů: 0   

K uvedeným příkladům přiřaď odpovídající hladinu intenzity zvuku

rockový koncert	110 dB
práh bolesti	40 dB
tichý pokoj	130 dB
práh slyšení	0 dB
hlukové pozadí	30 dB

Obrázek 32 Přiřazování akustika 1

V případě hromadného otestování žáků ve výuce lze, nejen v tomto případě, použít Plickers²². Jedná se o alternativní pomůcku pro získávání zpětné vazby či testování žáků. z tohoto důvodu jsem k testům poskytl i variantu právě pro Plickers či jiné testovací zařízení z toho důvodu, že odpovědi se u otázek běžného testu promíchávají a to není v případě získávání odpovědí pomocí Plickers žádoucí.

5.3.7 Pokusy

V této části jsou vybrané takové pokusy, které jsou snadné na přípravu, ale i ty, které rozvíjí klíčové pochopení některých zvukových jevů v akustice (př. zvuk se nešíří ve vakuu). Při tvorbě této sekce jsem pořídil dva video záznamy: Ladičky (pokus s rezonancí ladiček) a Gramofon (krabička od sirek přehrávající záznam z desky). Při tvorbě této sekce jsem čerpal z inspiraci z učebnice fyziky [2] a nashromážděných materiálů: Ladička jak ji neznáte (Dvořák L., 2006), Experimenty se zvukem na dvacet způsobů (Jerje T., 2012), Několik námětů na pokusy s malým mikrofonem (Veletrh nápadů učitelů fyziky 12), Dílny Heuréky (2009 -2010)[10].

²² Plickers – hlasovací zařízení. Dostupné z: www.plickers.com

Jednalo se o sborníky a materiály z fyzikálních veletrhů, které mi byly poskytnuty tištěnou formou při konání mé souvislé pedagogické praxe uvádějící učitelkou paní Mgr. Hanou Kunzovou.



Obrázek 33 Pokusy

Test sluchu

✕

Vyzkoušej si jak dobře slyšíš. Posuvníkem nebo vepsáním hodnoty nastav požadovanou frekvenci a stiskni "Start".

Př.: 3500 Hz je přibližně tón píšťalky cvičitelů psů

Frekvence [Hz]

Start / Stop

To zda zvuk slyšíme závisí též na soustavě, která zvuk vydává (PC, reproduktor, sluchátka ..) a na nastavené hlasitosti.

Poznámka:
Dbejte opatrnosti při používání tónového generátoru.



Obrázek 34 Test sluchu (tónový generátor)

Součástí pokusů je i vlastní tónový generátor, který pracuje s integrovanou zvukovou knihovnou prohlížečů. Proto není zapotřebí mít zvukové soubory obsahující danou frekvenci, lze si vytvořit jakoukoli frekvenci v rozmezí od 20 Hz do 20 kHz.

5.3.8 Hry

V sekci Hry jsou k dispozici pexesa, křížovky a skládačky. Tato část je spíše určená pro ty případy, kdy má interaktivní materiály k dispozici sám žák. Při řešení jednotlivých částí her je cílem opět nějaký zvukový jev či situace z reálného života, která s akustikou souvisí.

V případě pexesa hledáme dvojice obrázků popisující situaci a k tomu odpovídající hladinu intenzity zvuku př. obrázek tichý pokoj a údaj 30 dB.

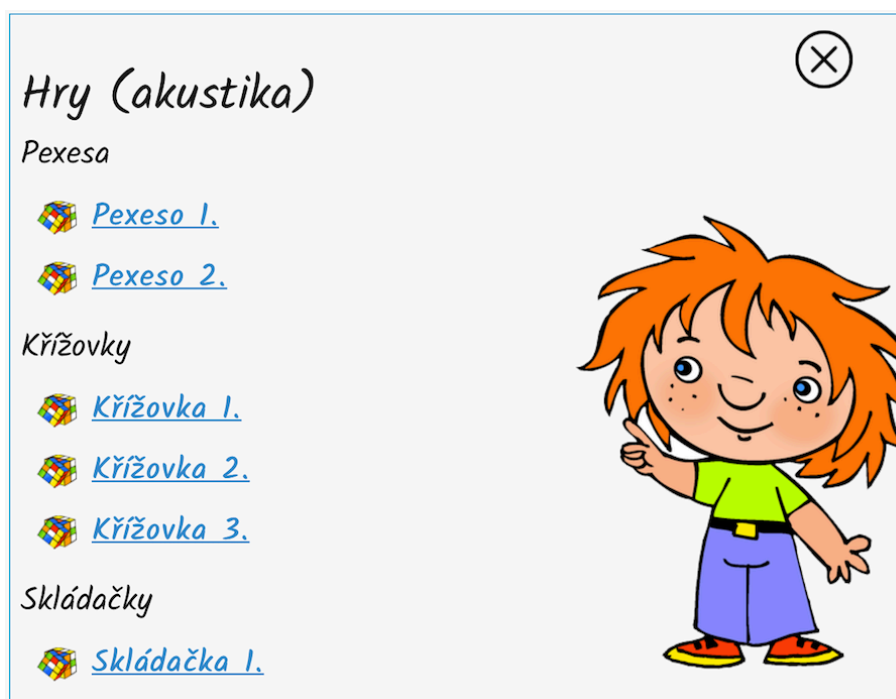
Jednotlivé části křížovek a jejich tajenky opět souvisí s nějakým zvukovým jevem, hudební akustikou či obecně s fyzikou př. Libozvučný projev na 4 políčka = zpěv

Oproti předchozím částem je zde jádro preprogramované z důvodu nepodávání zpětné vazby učiteli či žákům při řešení křížovky. Nyní při správném vyplnění řádek zezelená

a zároveň se přeškrtně nápověda pro daný řádek. Při programování nového jádra křížovek jsem navázal na původní práci Jesse Weisbecka (license MIT²³)

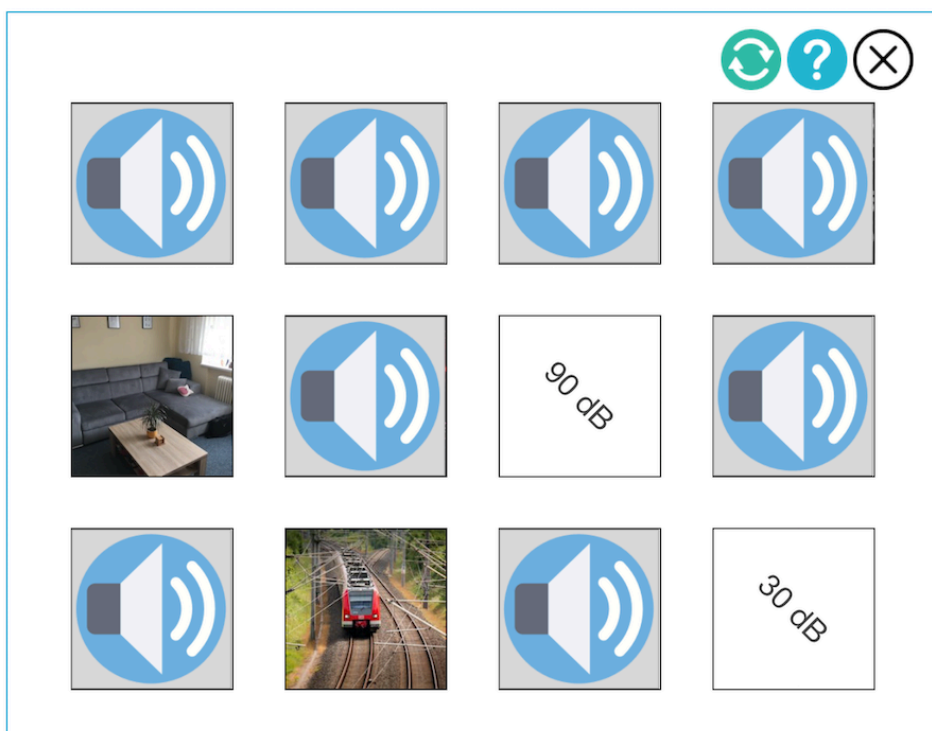
Skládačky jsou obrázky rozřezané na malé části a žák je má poskládat do původního stavu př. reproduktor, muž střílející z kulovnice.

V případě skládaček a pexesa se vždy po vyřešení hry objeví dialogové okno, které nabádá k zapamatování a zopakování klíčových dvojic popřípadě jsou při vyřešení navozeny otázky typu „Jak lze sluch chránit?“.



Obrázek 35 Hry

²³ Volně k editování a distribuci. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Licence_MIT



Obrázek 36 Pexeso

5.3.9 Náповěda

V interaktivních materiálech jsou umístěny dva typy nápovědy. První typ je celá sekce Náповěda. Tato sekce slouží k popisu funkčnosti aplikace včetně popisu ovládacích prvků. Zároveň je zde fotografický návod s postupem řádného spuštění na dotykové interaktivní tabuli.

Druhý typ nápovědy je ikonka otazníku v horní části aplikace v jednotlivých částech sekcí. Tato nápověda slouží jako doplněk při řešení konkrétních úloh. Využití této nápovědy je především pro případy, kdy se žák věnuje doplňkům sám a nevěděl by jak dále postupovat či jak úlohy vyřešit.

5.4 Shrnutí osobního pohledu a testování

Při tvorbě interaktivních materiálů byl kladen důraz na opakování klíčových pojmů za pomoci různých metod (myšlenkové mapy, přiřazování, test aj.), aby došlo k osvojení učiva. Zároveň byly tyto materiály otestovány na interaktivní školní tabuli SmartBoard při použití prohlížečů Mozilla Firefox, MS Internet Explorer, Chrome a Edge. Testování

napomohlo ke zlepšení uživatelské přívětivosti aplikace při jejím používání a zároveň odhalilo několik chyb, co se týče vzhledu, funkčnosti a použitelnosti.

Při testování se neosvědčila aplikační dotyková klávesnice, poněvadž jak sám systém Windows, tak i interaktivní tabule zapínají systémovou softwarovou klávesnici. Dalším uživatelským vylepšením byla změna metody otevírání aplikačních oken nikoli jako vyskakovací okno, ale přepínání vně aplikace. Tímto bylo docíleno lepší uživatelské přívětivosti, přičemž obsah zůstává zarovnan na střed obrazovky.

Bohužel při přeprogramování principu navigace v aplikaci se projevila chyba při testování změn v Internet Exploreru (Verze 11). Při zavření jakékoli části aplikace obrázkem křížku, dojde k zavření celé aplikace. Tento problém řeší použití navigačních šipek (předchozí stránka a další stránka) prohlížeče. v ostatních prohlížečích se tato chyba neprojevila.

Zároveň došlo k ověření nefunkčnosti tónového generátoru v prohlížeči Internet Explorer (Verze 11). Tuto chybu lze kompenzovat, nahráním konkrétních zvukových souborů do aplikace, nicméně z důvodu nemožnosti volení libovolných frekvencí, není tento postup vhodný.

Zároveň si uvědomuji použití materiálů v některých sekcích, na které se vztahuje autorské právo a je na něj uvedený zdroj. Do budoucna si myslím, že toto bude předmětem diskuse, jakým způsobem materiály nahradit.

5.5 Využití interaktivní aplikace

Aplikace může sloužit i jako podpůrný materiál při úvodu do nového tematického celku, individuálním zkoušení či procvičování učiva. Obsah sekcí Co je na obrázku? a Úlohy a testy lze využít právě jako potenciální otázky ke zodpovězení zkoušeným žákem. Současně sekce Co je na obrázku? Podporuje divergentní řešení už z povahy tvořených odpovědí a zvolených otázek u obrázků.

Sekce Pokusy mohou sloužit jako návod a inspirace pro učitele k provedení pokusů v hodině. Významnou součástí si myslím je tónový generátor, který lze použít při hodině jako amatérské otestování sluchu.

Doplňky informací jsou dobrým zdrojem zajímavých informací na závěr či úvod hodiny a mohou navodit zájem o látku, být podnětem k diskusi či zdrojem motivace k učení.

Pokud bude mít žák možnost procházet materiály sám, není nijak omezen a je pouze na žákovi co si zvolí k procházení. Proto jsou materiály obohaceny i o sekci Hry.

Podle mého názoru je optimální využít tyto doplňky na školních síťových discích. Materiály by byly dostupné jak z počítačů určených pro žáky, tak pro učitele a byla by možnost si je kdykoli spustit. Pak by odpadala nutnost pro učitele nosit je na digitálních nosičích.

Vzhledem k povaze interaktivních doplňků je na různé pojmy a části probírané látky nahlíženo z různých úhlů, což považuji za vhodné při uvědomění si souvislostí probíraného tematického celku a při osvojování učiva.

5.6 Otestování ve výuce

Interaktivní didaktické materiály byly ozkoušeny při výuce fyziky šestého ročníku (prima) na osmiletém všeobecném gymnáziu v Trhových Svinech. Materiály byly ozkoušeny v průběhu dvou vyučovacích hodin během jednoho týdne bez započítané doby nutné pro vyplnění dotazníku žáky.

Výuka probíhala ve třídě s vybavením projektoru, promítacího plátna a zvukového zařízení. Zároveň při přípravě a následné demonstraci pokusů, byly použity pomůcky ze školního fyzikálního kabinetu.

První vyučovací hodina byla věnována úvodu do akustiky, tedy sekci doplňkových materiálů jako jsou Akustika, Pokusy, Doplňky informací.

Jednalo se o zavedení pojmu akustika, co si žáci pod tímto pojmem představí. Patří akustika do fyziky, nebo je to již záležitost hudební výchovy? Tedy uvědomění si, že je akustika všude okolo nás a její rozčlenění do více oborů.

Promítané materiály sloužily i jako podklad pro krátký zápis informací jak vzniká zvuk a později jeho rozčlenění podle frekvenčního rozsahu. Pro tuto ukázkou a zároveň pokus jsem použil tónový generátor, který je součástí sekce Pokusy.

V žácích to vzbudilo veliký zájem a zároveň vzbuzovalo otázky, přestože tón neslyší, nejspíše by jej mohly slyšet domácí zvířata apod. k těmto dotazům a připomínkám bylo dobré použít tabulek z Doplňků informací, ve kterých jsou zvuky jak vnímané tak vydávané.

Dalším dobrým tématem pro diskusi byla otázka zda zvuk může škodit lidskému zdraví. v žácích tato otázka evokovala souvislost zvuku s hlasitostí, pokud je zvuk příliš hlasitý může poškodit sluch.

Při druhé vyučovací hodině bylo navázáno na předchozí hodinu a byly zopakovány klíčové pojmy, které zazněly při úvodní hodině. v druhé hodině byly probírány souvislosti se šířením zvuku, přičemž došlo i na pokus s vývěvou a kladívkovým zvonkem uvnitř, který perfektně demonstroval pojem vakuum a s tím související nemožnosti šíření zvuku v daném prostředí.

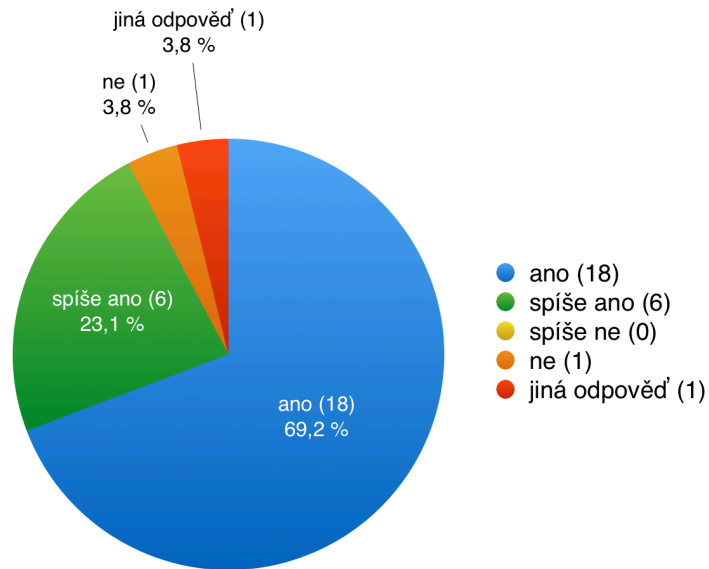
Žáci při obou hodinách byli velice aktivní často se hlásili a dotazovali či zodpovídali otázky související s akustikou i z reálného života. z osobního pohledu považují hodinu za zdařilou a aktivně využitou v rámci vzdělání žáků.

Završením ozkoušení interaktivních doplňků bylo rozdání dotazníků s motivační i fyzikální částí při další hodině fyziky. Zároveň bylo požádáno o reflexi těchto doplňků učitelkou fyziky v dané třídě.

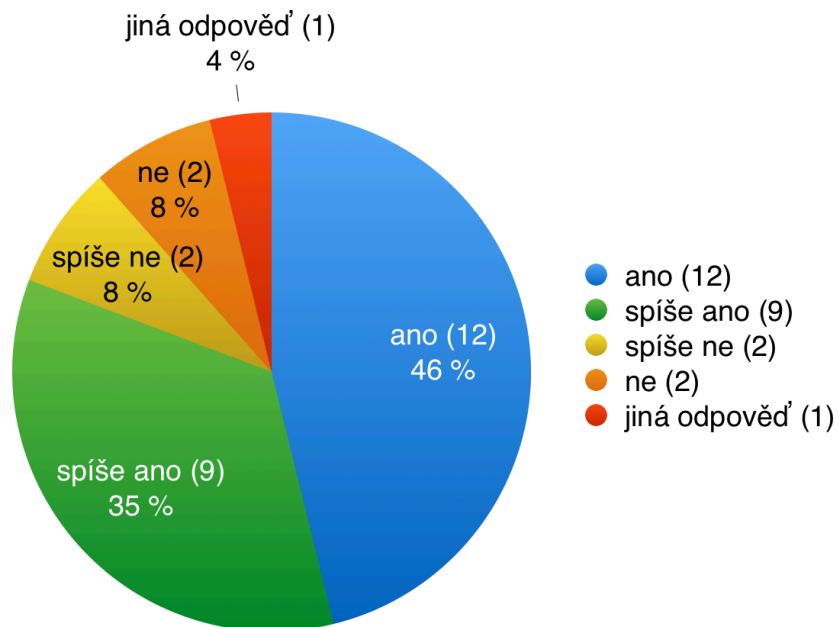
5.7 Výsledky dotazníku

Dotazník byl rozdán žákům s prodlevou jednoho týdne po 2 vyučovacích hodinách tematického celku akustika. Dotazník byl rozdán 26 žákům, přičemž chlapců bylo 15, dívek 10 a jeden dotazník anonymní.

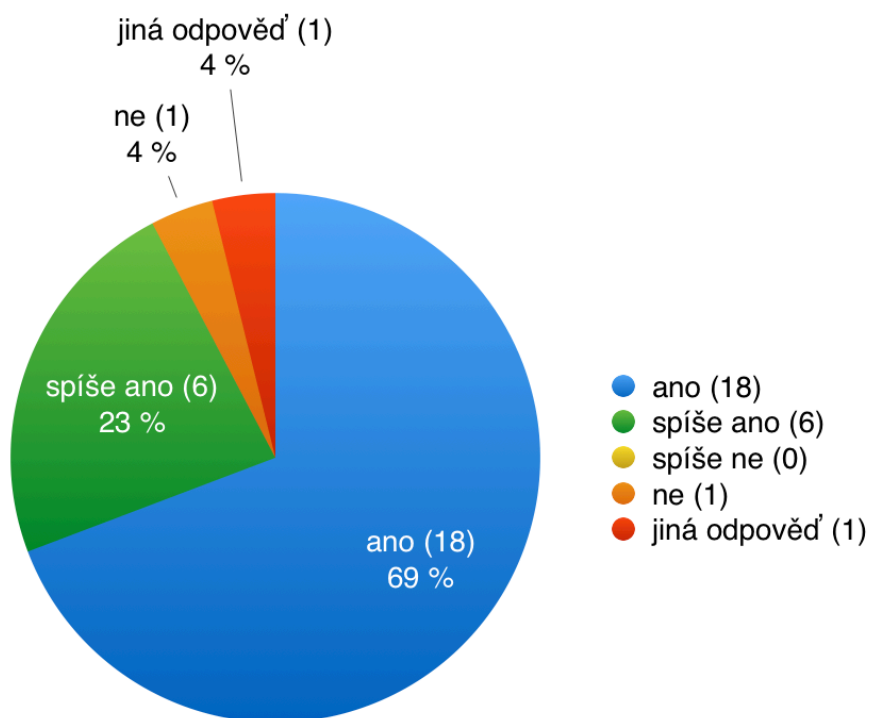
Původně byl dotazník zamýšlen jako anonymní. Po dohodě s paní učitelkou se mohli žáci podepsat a při opravě fyzikální části dotazníku dostat známku s nízkou váhou.



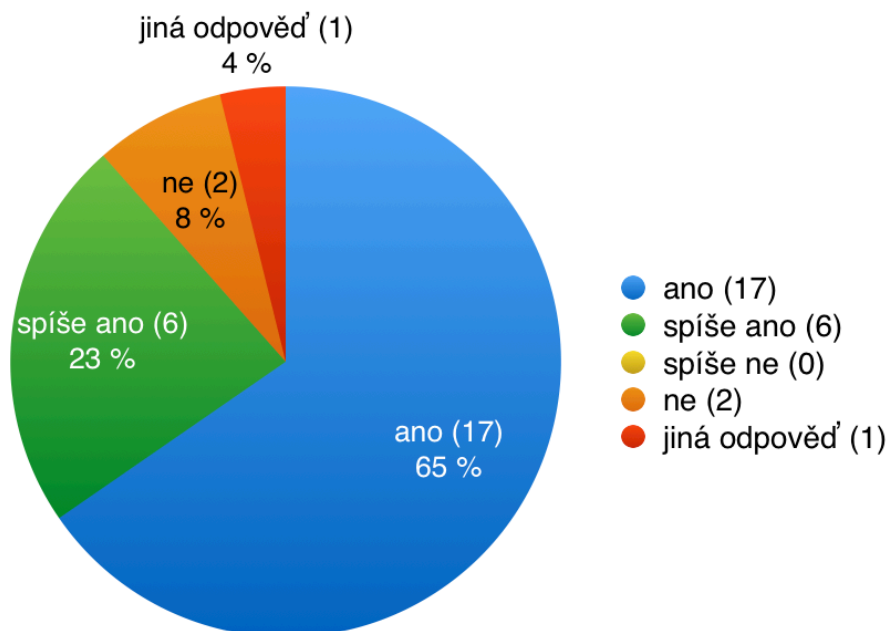
Otázka 1: Líbila se ti promítaná aplikace na tabuli?



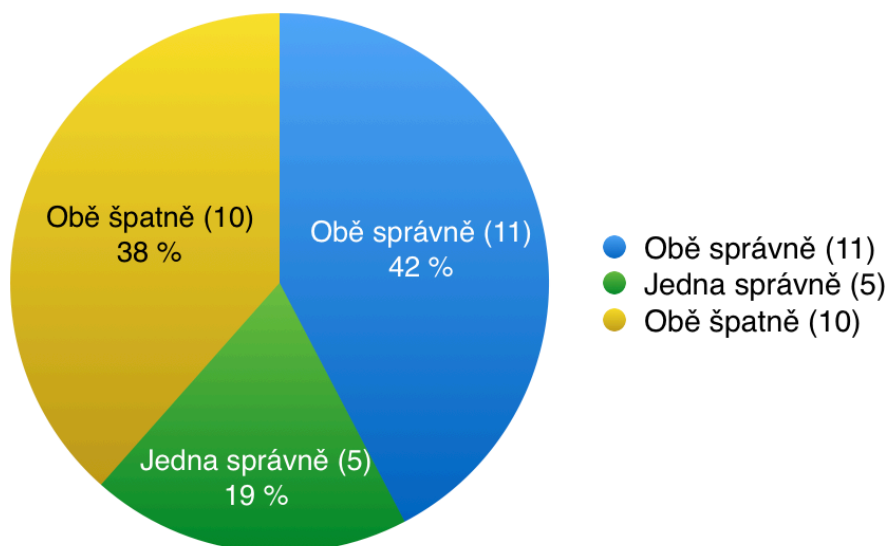
Otázka 2: Myslíš si, že jsi díky této aplikaci lépe pochopil/a probíranou látku?



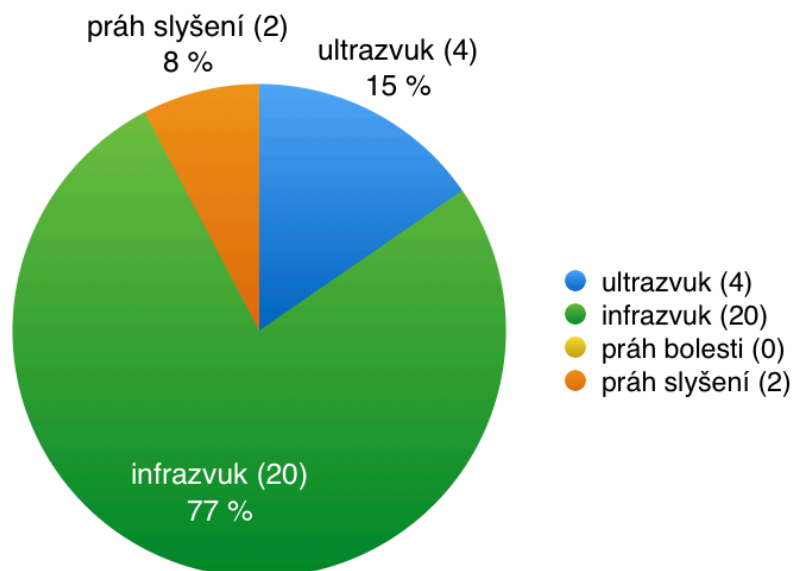
Otázka 3: Bavila tě vyučovací hodina s touto aplikací?



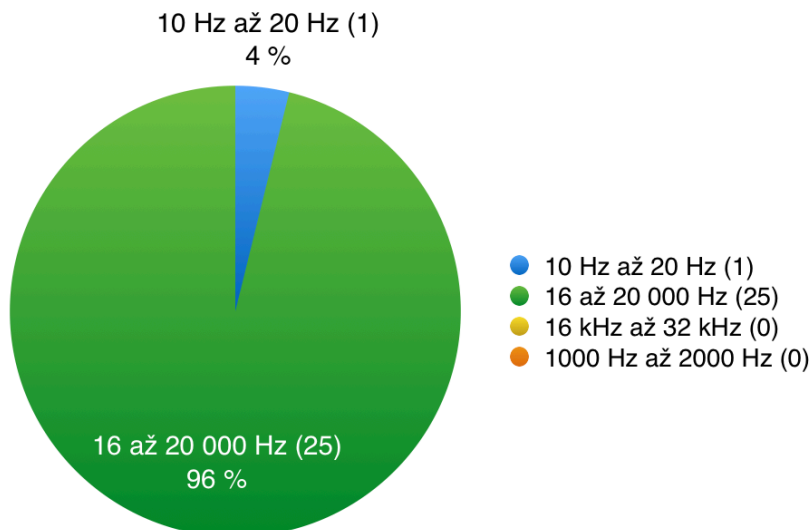
Otázka 4: Na obrázku níže je ukázka myšlenkové mapy. Myslíš si, že by ti pomohla lépe pochopit probíranou látku?



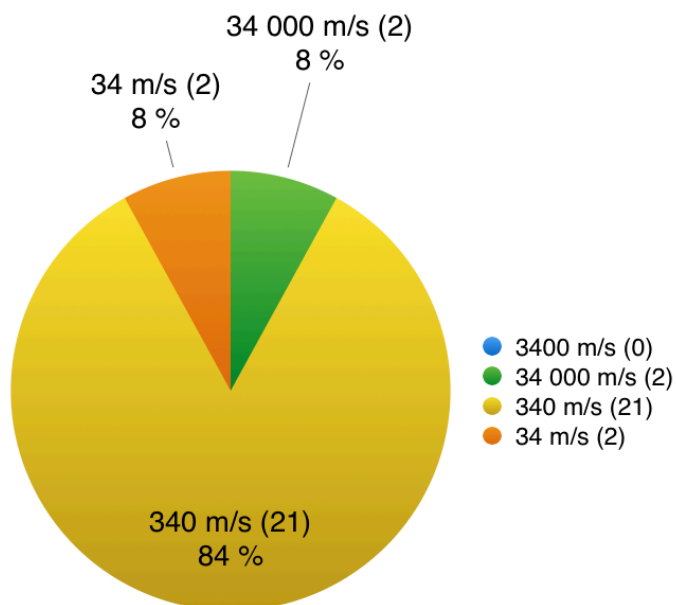
Otázka 5: Do prázdných obláčků v mapě dopiš chybějící pojmy, které souvisí s vnímáním odraženého zvuku.



Otázka 6: Jak se nazývá oblast zvuku s frekvencí nižší než 16 Hz ?



Otázka 7: Jaký frekvenční rozsah vnímají lidé?



Otázka 8: Jakou rychlostí se šíří zvuk ve vzduchu za normálního tlaku při teplotě 20°C ?



Otázka 9: Zvuk se ve vakuu

Co je na obrázku?	Co je zdrojem zvuku?	Jak lze ovlivnit vydávaný tón?
Všech 26 odpovědí správně	2 odpovědi špatné nebo nepřesné	6 odpovědí špatných nebo nepřesných

Otázka 10: Co je na obrázku? (obrázek kytary)

Z časových důvodů nebylo možné vypracovat podrobnější šetření. Nicméně výsledek z provedeného dotazníkového šetření dopadl kladně jak v motivačních, tak i fyzikálních otázkách.

Žáci nejvíce chybovali v otázce č. 5, kde jejich úkolem bylo doplnit pojmy do myšlenkové mapy (ozvěna a dozvuk). z 10 odpovědí, které jsem zpracoval jako špatně zodpovězené, bylo 5 odpovědí, kdy žáci zaměnili tyto dva pojmy. v několika případech se objevilo označení dozvuku jako „jeden zvuk“ či přímo náčrtek situace. z těchto odevzdaných odpovědí bylo zjevné, že žáci vědí, o jaký jev se jedná, ale nejspíše si nevzpomněli na správné označení. v pěti případech tedy byl uveden pouze jeden ze dvou pojmů.

Další podobnou situací byla poslední otázka č. 10. Tato otázka měla tři podotázky týkající se obrázku kytary. Všichni žáci dovedli uvést co je na obrázku. Ve druhé a třetí podotázce měli zodpovědět co je zdrojem zvuku a jak tento zvuk lze ovlivnit. Nejvíce se chybovalo v nepřesném či neúplném dokončení žákovo myšlenky. v otázce „Jak lze ovlivnit vydávaný tón?“ se objevily odpovědi např. strunami, ladičkou, dřevem, drnknutím. Většina žáků však dokázala odpovědět správně.

5.8 Reflexe uvádějící učitelky: Mgr. Hana Kunzová

Při konání souvislé pedagogické praxe na gymnáziu v Trhových Svinech a následném testování interaktivních materiálů byla mojí uvádějící učitelkou paní Mgr. Hana Kunzová, kterou jsem požádal o zpětnou vazbu a reflexi interaktivních doplňků, ve vztahu k jejich použitelnosti, vzhledu, obsahu aj.

„Aplikaci považuji za vhodnou pomůcku pro výuku akustiky na druhém stupni ZŠ, popř. nižších ročnících víceletých gymnázií. Lze ji využít jako přehled probíraných partií látky, který učitel dále rozvíjí podrobnějším výkladem a experimenty (Pojmové mapy). Zároveň je možné využít podrobnějších odkazů (sekce Akustika) pro samostatné opakování, případně pro žáky, kteří na hodině z nějakého důvodu nebyli.

Za další vhodný způsob použití bych považovala samostatnou nebo skupinovou práci žáků v počítačové učebně (sekce Co je na obrázku, Úlohy a testy, Doplňky informací, Hry, Osobnosti).

Ovládání aplikace je jednoduché a intuitivní, žáci by s ním neměli mít problémy.

Za výhodu považuji i to, že aplikace je dostatečně členěná a ponechává tak učiteli možnost vést hodinu způsobem, který si sám zvolí – zapojit např. samostatné provedení experimentu, sami nebo ve skupinách najít informace a předat je ostatním apod.

V sekci Pokusy vhodně kombinuje pokusy s běžně dostupnými pomůckami (nitkový telefon), běžně dostupnými programy (měření rychlosti zvuku v místnosti) i pomůckami finančně náročnějšími (vývěva).

Pro středoškolské studenty by bylo možné využít některých částí aplikace (Pojmové mapy, Akustika, Doplňky informací) při opakování učiva základní školy a dále je podle vlastních materiálů rozvíjet o složitější pojmy, výpočty apod.“ (Kunzová H.)

6 Závěr

Diplomová práce byla pro mě velkým osobním rozvojem a přínosem cenných zkušeností, kterých jsem nabyl po dobu studia a téměř dvouleté spolupráce s panem doc. PaedDr. Jiřím Tesařem, Ph.D. a nakladatelstvím SPN. Přičemž jsem strávil velký počet hodin při shromažďování materiálů pro tvorbu i jiných tematických celků, natáčením video materiálů, testováním aplikace a řešením problémů při tvorbě obsahu aplikace.

Vzhledem k povaze praktické části diplomové práce jsem snoubil dva různé pohledy a směry dohromady. Prvním pohledem je pohled inženýrský, čili tvorba aplikace, jejího obsahu a řešení problémů při této tvorbě. a druhého pohledu fyzikálního ve smyslu didaktickém, čili tvorbě a přizpůsobování obsahu, který by byl přívětivý pro žáky a zároveň obsáhl všechny důležité informace a byl tedy vhodný pro vzdělávání žáků.

Osobně v těchto materiálech vidím veliký potenciál a ta skutečnost, že fyzikálních materiálů na českém trhu není nepřehledné množství, je jakási hnací síla a motivace pro jejich budoucí tvorbu a zdokonalování.

Cíle diplomové práce byly splněny, přičemž byl kladen důraz na tvorbu praktické části interaktivních doplňků, které v jistém smyslu přesahují rámec diplomové práce z důvodu jejich rozvoje před diplomovou prací i po dokončení diplomové práce. Praktická část byla vyzkoušena z časových důvodů na menším vzorku žáků. Osobně si myslím, že lze na mou diplomovou práci navázat ve smyslu důkladnějšího otestování didaktických interaktivních materiálů jak z tematického celku Akustika, tak i dalších vznikajících celků, na kterých se podílím.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] Akustika a její dělení. Encyklopedie fyziky [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/214-akustika-a-jeji-deleni>
- [2] TESARĚ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 6 pro základní školu: zvukové jevy, vesmír*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2012. ISBN 978-80-7235-492-4.
- [3] VLACHOVÁ, Magda, *Mechanické kmitání a vlnění*. Praha, 2012. Elektronická učebnice. Masarykova univerzita. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1431/podzim2012/F1141/um/superzabavnejucebнитext.pdf>
- [4] MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy*. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 80-7196-264-3.
- [5] Didaktická analýza učiva. *RVP metodický portál* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/s/15569/DIDAKTICKA-ANALYZA-UCIVA.html/>
- [6] TESARĚ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 6 pro základní školu: zvukové jevy, vesmír*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2012. ISBN 978-80-7235-493-1.
- [7] PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. Vyd. 5. Přeložil Štěpán KOVARĚÍK. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-427-4.
- [8] LEPIL, Oldřich, Milan BEDNAŘÍK a Radmila HÝBLOVÁ. *Fyzika pro střední školy I. 5., přeprac. vyd.* Praha: Prometheus, 2012. Učebnice pro střední školy (Prometheus). ISBN 978-80-7196-428-5.
- [9] VALADARES, Jorge. *USING CONCEPT MAPS AS a STRATEGY TO TEACH PHYSICS, IN PARTICULAR THE TOPIC OF ACOUSTICS* [online]. Lisbon, 2006 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p36.pdf>
- [10] *Dílky Heuréky ...: sborník konferencí projektu Heuréka*. Praha: Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-424-7.
- [11] What is HTML? *Html-5-tutorial* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.html-5-tutorial.com/about-html.htm>
- [12] What is Javascript? *Mozilla Developer Network* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript
- [13] OscillatorNode. *Mozilla Developer Network* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/OscillatorNode/type>
- [14] O akustice. Asociace akustiky č.s. [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.asociaceakustiky.cz/o-akustice>
- [15] BERNÁT, Petr. *Akustika, vznik a šíření zvuku, frekvenční analýza a syntéza, sluchový vjem zvukového signálu* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://homen.vsb.cz/~ber30/texty/varhany/anatomie/pistaly_akustika.htm
- [16] HALLIDAY, David, Jearl WALKER a Robert RESNICK. *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. Brno: VUTIUM, 2000. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 80-214-1868-0.
- [17] WIKIPEDIA. *Framework* [online]. 2014. vyd. [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Framework>

- [18] Html5.cz: vše co potřebujete vědět o HTML5. [online]. [cit. 2014-03-16].
Dostupné z: <http://www.html5.cz>
- [19] LEPIL, Oldřich. *Mechanické kmitání a vlnění: studijní modul*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3295-3.
- [20] Práh sluchu a sluchové pole. *WikiSkripta* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Práh_sluchu_a_sluchové_pole
- [21] Odraz zvuku, pohlcování zvuku. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/197-odraz-zvuku-pohlcovani-zvuku>
- [22] KÁRNÍK, Jan. *Proudění kapaliny mezi dvěma paralelními deskami, srovnání měření a analytického řešení*. Brno, 2013. Magisterská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. JAROSLAV ŠTIGLER, Ph.D.
- [23] Muzikoterapie - popis některých muzikoterapeutických technik. *Muzikoterapie* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.muzikoterapie.cz/muzikoterapie-popis-nekterych-muzikoterapeutickych-technik>
- [24] Crossword. WEISBECK, Jesse. *GitHub* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <https://github.com/jweisbeck/Crossword>
- [25] *Typy reproduktorů, jejich kategorie, vlastnosti a způsob použití* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: http://www.audio-hodas.cz/clanky/reproduktory_a_jejich_vlastnosti.php
- [26] *Reproduktor* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Reproduktor>
- [27] Ozvěna. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1181-ozvena>
- [28] Dozvuk, doba dozvuku. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1182-dozvuk-doba-dozvuku>

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 UKÁZKA OBSAHU HTML DOKUMENTU	11
OBRÁZEK 2 UKÁZKA STYLOVÁNÍ DOKUMENTU	11
OBRÁZEK 3 NÁČRTEK KMITAVÉHO POHYBU	17
OBRÁZEK 4 NÁČRTEK – VLNOVÁ DÉLKA	18
OBRÁZEK 5 VYŠŠÍ HARMONICKÉ TÓNY VELKÉHO C	21
OBRÁZEK 6 GRAF SLUCHOVÉHO POLE.....	24
OBRÁZEK 7 SLUCHOVÉ POLE – IZOFÓNY	25
OBRÁZEK 8 NÁČRTEK HLASIVEK (VOCAL FOLD).....	26
OBRÁZEK 9 SCHÉMA SLUCHOVÉHO USTROJÍ.....	27
OBRÁZEK 10 ŠÍŘENÍ ZVUKU PROSTOREM, BODOVÝ ZDROJ	29
OBRÁZEK 11 PŘÍMÁ A ODRAŽENÁ VLNA V MÍSTNOSTI.....	29
OBRÁZEK 12 NÁČRTEK ODRAZU VLNY OD PEVNÉ PŘEKÁŽKY	30
OBRÁZEK 13 NÁČRTEK ODRAZU VLNY OD PODDAJNÉ PŘEKÁŽKY	31
OBRÁZEK 14 ODRAZ ZVUKU (ZDROJ = POSLUCHAČ).....	32
OBRÁZEK 15 ODRAZ ZVUKU (ZDROJ ≠ POSLUCHAČ).....	32
OBRÁZEK 16 SCHÉMA DYNAMICKÉHO MIKROFONU	33
OBRÁZEK 17 SCHÉMA REPRODUKTORU	34
OBRÁZEK 18 PŘEVOD ANALOGICKÉHO SIGNÁLU NA DIGITÁLNÍ (VZORKOVÁNÍ).....	35
OBRÁZEK 19 ÚVODNÍ STRANA STARÉ APLIKACE	41
OBRÁZEK 20 VZHLED APLIKACE PO SPUŠTĚNÍ	42
OBRÁZEK 21 SEKCE AKUSTIKA.....	45
OBRÁZEK 22 AKUSTIKA – ZÁKLADNÍ POJMY	46
OBRÁZEK 23 POJMOVÉ MAPY.....	47
OBRÁZEK 24 POJMOVÁ MAPA 1	48
OBRÁZEK 25 CO JE NA OBRÁZKU	49
OBRÁZEK 26 ÚLOHA CO JE NA OBRÁZKU	50
OBRÁZEK 27 OSOBNOSTI	51
OBRÁZEK 28 OSOBNOST T. A. EDISON	51
OBRÁZEK 29 DOPLŇKY INFORMACÍ.....	52
OBRÁZEK 30 AKUSTICKÁ PĚNA	53
OBRÁZEK 31 ÚLOHY A TESTY	54
OBRÁZEK 32 PŘÍŘAZOVÁNÍ AKUSTIKA 1	55
OBRÁZEK 33 POKUSY	56
OBRÁZEK 34 TEST SLUCHU (TÓNOVÝ GENERÁTOR)	57
OBRÁZEK 35 HRY	58
OBRÁZEK 36 PEXESO	59

Seznam tabulek

TABULKA 1 DESKTOPOVÉ PROHLÍŽEČE ČR (6/2016).....	14
TABULKA 2 POUŽITÉ PROGRAMY PŘI TVORBĚ APLIKACE	15
TABULKA 3 HARMONICKÝ ROZVOJ VELKÉHO C	21
TABULKA 4 TÓNOVÝ ROZSAH ZPĚVŮ.....	22
TABULKA 5 PŘEHLED HLADIN INTENZIT ZVUKŮ REÁLNÝCH SITUACÍ [2, 4]	23
TABULKA 6 RYCHLOSTI ZVUKU V ZÁVISLOSTI NA PROSTŘEDÍ. [4].....	28
TABULKA 7 ZAŘAZENÍ TEMATICKÉHO CELKU DLE RVP.CZ.....	37
TABULKA 8 ROZČLENĚNÍ APLIKACE DO SEKČÍ	45
TABULKA 9 PŘEHLED OTÁZEK CO JE NA OBRÁZKU.....	49

Přílohy

Příloha 1. Dotazník

Příloha 2. CD

Fyzika - Akustika: Dotazník

Otázka 1: Líbila se ti promítaná aplikace na tabuli?
(zakroužkuj odpověď)

- a) ano
- b) spíše ano
- c) spíše ne
- d) ne
- e) jiná odpověď:



Otázka 2: Myslíš si, že jsi díky této aplikaci lépe pochopil/a probíranou látku?
(zakroužkuj odpověď)

- a) ano
- b) spíše ano
- c) spíše ne
- d) ne
- e) jiná odpověď:

Otázka 3: Bavila tě vyučovací hodina s touto aplikací? (zakroužkuj odpověď)

- a) ano
- b) spíše ano
- c) spíše ne
- d) ne
- e) jiná odpověď:

Otázka 4: Na obrázku níže je ukázka myšlenkové mapy. Myslíš si, že by ti pomohla lépe pochopit probíranou látku?



- a) ano
- b) spíše ano
- c) spíše ne
- d) ne
- e) jiná odpověď:

Otázka 5: Do prázdných obláčků v mapě dopiš chybějící pojmy, které souvisí s vnímáním odraženého zvuku.



Otázka 6: Jak se nazývá oblast zvuku s frekvencí **nižší** než 16 Hz ? (zakroužkuj správnou odpověď)

- a) ultrazvuk
- b) infrazvuk
- c) práh bolesti
- d) práh slyšení

Otázka 7: Jaký frekvenční rozsah vnímají lidé? (zakroužkuj správnou odpověď)

- a) 10 Hz až 20 Hz
- b) 16 Hz až 20 000 Hz
- c) 16 kHz až 32 kHz
- d) 1000 Hz až 2000 Hz

Otázka 8: Jakou rychlostí se šíří zvuk ve vzduchu za normálního tlaku při teplotě 20°C ? (zakroužkuj správnou odpověď)

- a) 3400 m/s
- b) 34 000 m/s
- c) 340 m/s
- d) 34 m/s

Otázka 9: Zvuk se ve vakuu (zakroužkuj správnou odpověď)

- a) šíří rychleji než ve vodě
- b) šíří stejně rychle jako ve vzduchu
- c) šíří rychlostí 1200 m/s
- d) nemůže šířit

Otázka 10: Odpověz na otázky níže:



Co je na obrázku?

Co je zdrojem zvuku?

Čím lze ovlivnit vydávaný tón?