

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Miasnikova** Jméno: **Ekaterina** Osobní číslo: **423574**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra počítačů**  
Studijní program: **Softwarové inženýrství a technologie**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Nástroj pro trénování hudebního sluchu**

Název bakalářské práce anglicky:

Pokyny pro vypracování:

Hudební sluch je schopnost posluchače rozpoznat výšku tónu v kontextu hudby. Rozsah této schopnosti je odlišný u různých lidí. Existuje konsensus, že hudební sluch pomáhá vnímání hudby a že je možné tuto schopnost trénovat systematickým cvičením. Prozkoumejte existující nástroje pro trénování hudebního sluchu dostupné na webu. Navrhněte vlastní prostředí pro zkoušení a trénování hudebního sluchu (wireframes, workflow, trénovací úlohy, způsob vyhodnocení apod.) určené pro lidi pro hudební začátečníky. Proveďte rešerši vhodných technologií, které jsou pro tuto realizaci použitelné (např. VueJS, Flask, apod.) Prostředí pomocí těchto technologií realizujte. Realizované prostředí otestujte v laboratoři pro testování použitelnosti (či v jiném vhodném prostředí) s nejméně 5 uživateli z cílové skupiny.

Seznam doporučené literatury:

Boulanger, R., Lazzarini, V. (2011) The Audio Programming Book. MIT Press

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**doc. Ing. Adam Sporka, Ph.D., Katedra počítačové grafiky a interakce**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **24.05.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: **20.09.2020**

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Adam Sporka, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studentky





**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**F3**

**Fakulta elektrotechnická  
Department of computers science**

**Bakalářská práce**

# **Rozhraní pro trénování hudebního sluchu**

**Ekaterina Miasnikova**  
**Software Engineering and Technology**

**May 2019**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Adam Sporka, Ph.D.**



## / **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem predloženou práci vypracovala samostatně, a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principu při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

.....  
Ekaterina Miasnikova  
V Praze, 24. května 2019

## Abstrakt / Abstract

Vzhledem k tomu, že v dnešní době pro tvorbu hudby již není nutný mít žádný hudební nástroj, stačí mít aspoň počítač. Docela dost lidí projevují zájem o hudbu nejen z pohledu poslouchání, ale i z pohledu porozumění a tvorby. Ale většina lidí nemá speciální hudební vzdělání a žádné pokročilé hudební znalosti. Cílem mé práce je navrhnout a implementovat aplikaci, která umožní lidem trénovat hudební sluch bez odborných hudebních znalostí. V rámci této práce je provedena analýza již existujících řešení, popis vlastního řešení a uvedeny výsledky testování.

**Klíčová slova:** Hudba, hudební sluch, VueJS, testování, frontend

Nowadays there is no need for any musical instrument to create music anymore, you just have to have a computer. Quite a lot of people show interest in music not only in terms of listening but also from the point of understanding and creation. But today most people don't have special musical knowledge and no advanced musical knowledge. The aim of this work is to design and implement application that will allow people to practice music without any professional musical knowledge. This work contains an analysis of already existing solutions, a description of the solution itself and the results of testing are performed.

**Keywords:** Music, ear for music, VueJS, testing, frontend

# Obsah /

<b>1 Introduction</b> .....	1
1.1 Problem .....	1
1.2 Cíl .....	1
1.3 Struktura práci.....	1
<b>2 Rešerše existujících řešení</b> .....	3
2.1 Kritéria vyhledávání .....	3
2.2 Poznámky k vyhledávání .....	3
2.3 Pitch Improver .....	3
2.4 Good Ear .....	4
2.5 Ear Beater .....	6
2.6 Music Theory .....	7
2.7 Toned Ear .....	7
2.8 Výsledky rešerše .....	8
2.9 Popis produktu k realizaci podle rešerše .....	10
<b>3 Design</b> .....	11
3.1 Idea .....	11
3.2 Jednotlivá cvičení .....	11
3.2.1 Lehký stupeň.....	11
3.2.2 Střední stupeň .....	12
3.2.3 Těžký stupeň.....	12
<b>4 Implementace</b> .....	13
4.1 Technologie pro realizace .....	13
4.1.1 Čistý JavaScript & jQuery .....	13
4.1.2 React .....	13
4.1.3 AngularJS .....	13
4.1.4 VueJS.....	13
4.1.5 Zvolená technologie .....	14
4.1.6 Ostatní knihovny pro implementace .....	14
4.2 Struktura komponentů .....	14
4.3 Graphical User Interface.....	16
4.4 Problémy při implementaci ....	18
<b>5 Testování</b> .....	19
5.1 Cílová skupina .....	19
5.2 Dotazníky .....	19
5.2.1 Screener .....	19
5.2.2 Pre-test dotazník .....	19
5.2.3 Post-test dotazník .....	19
5.3 Podmínky testování.....	20
5.4 Průběh testování.....	20
5.4.1 Popis skupiny .....	20
5.4.2 Participant 1 .....	20
5.4.3 Participant 2 .....	21
5.4.4 Participant 3 .....	21
5.4.5 Participant 4 .....	21
5.4.6 Participant 5 .....	22
5.5 Vyhodnocení nálezu.....	22
<b>6 Závěr</b> .....	23
6.1 Splnění cíle projektu .....	23
6.2 Budoucnost vývoje.....	23
<b>7 Appendix</b> .....	24
7.1 Použité zkratky .....	24
<b>Literatura</b> .....	25

## Tabulky /

<b>2.1.</b> Srovnovací tabulka webových servisů .....	9
<b>2.2.</b> Srovnovací tabulka techno- logií použitých při tvorbě online servisu pro trénová- ní hudebního sluchu .....	10
<b>4.1.</b> Srovnávací tabulka technolo- gií .....	14



# Kapitola 1

## Introduction

### 1.1 Problem

V dnešní době hudba je nedílná součást lidského života. Skoro není možné potkat člověka, který by neposlouchal hudbu. Kvůli tomu, že dnes hudba je přístupná a vyžadovaná, hodně lidí projevují zájem o hudbu nejen s pohledu poslouchání, ale i s pohledu porozumění i tvorbu [1]. Kvůli globalizace internetu a webových aplikací pro tvorbu hudby už není nutně absolvovat hudební školu, vědět podrobné hudební techniky a mít hudební nástroj. Místo hudebního nástroje dá se použít simulace z webových rozhraní. Protože tvorba hudby stala dostupná pro všechny, stoupl zájem o vyvíjení a trénování hudebního sluchu. Hudební sluch - je to souhrn schopností člověka, které pomáhají mu vnímat hudbu a hodnotit jí dobré a špatné stránky. Ale ne všichni mají možnost a schopnost a chuť strávit dost času a peněz na vzdělání v hudební škole nebo kurzech pro vyvíjení hudebního sluchu. Ale tuto schopnost je možné trénovat systematickým cvičením. Navíc podle lokálního průzkumu mého prostředí, bylo zjištěno že docela dost lidí mají zájem o rozvoj svých hudebních zručností jmenovitě trénování hudebního sluchu a projevíli zájem o používání despotové aplikaci nebo online nástroji pro tyto účely.

### 1.2 Cíl

Jako cíle dané práce jsou stanovené následující úkoly:

- Analýza existujících webových servisu pro trénování hudebního sluchu
- Definice požadavků na aplikace
- Volba vhodných technologií pro implementace
- Vývoj webové aplikace
- Testování vyvíjené aplikace

### 1.3 Struktura práce

- V 2. kapitole provedena rešerše stávajících webových rozhraní pro trénování hudebního sluchu na trhu. Analýza provedena pouze mezi bezplatnými řešeními. Podlé této analýzy jsou stanoveny kladné a záporné strany existujících řešení, které budou brány v úvahu při tvorbě svoje vlastního řešení. Na základě rešerše jsou stanoveny funkcionální požadavky, typy tréninků a design.
- V 3. kapitole je popsány požadavky na cvičení pro trénování hudebního sluchu.
- V 4. kapitole je popsán průběh implementace servisu trénování hudebního sluchu. Provedena volba technologií, které použity při implementace a doprovodná argumentace volby těchto technologií. Implementace je provedena s ohledem na požadavky, které plynuly z rešerše v 2. kapitole a na potřeby designu.

- V 5. kapitole je provedeno uživatelské testování implementovaného řešení s uživateli. V němž naleznuty případné nedostatky, a pověděna následná diskuse těchto nedostatků.
- 6. kapitola je závěrem této práce, ve které stručně popsán rozsah celé práce, náměty na budoucí vývoj a doprovodné výsledky.

## Kapitola 2

### Rešerše existujících řešení

V této kapitole provedena rešerše již existujících online rozhraní pro trénování hudebního sluchu. Pomocí rešerše je možné varovat se nedostatkům a chybám. A naopak zjistit co uživatel očekává od takového servisu. Kromě potřebné funkcionality pro trénování hudebního sluchu servis bude taky posouzen s pohledu UX a s pohledu použitých technologií pro vytváření servisu.

#### 2.1 Kritéria vyhledávání

Při rešerši jsou uvažované následující kritéria vyhledávání servisů pro trénování hudebního sluchu:

- Aplikace musí být bezplatná tj. bez jakéhokoliv poplatku a nebo příspěvku za členství.
- Hledání je provedeno v anglickém segmentu internetu. Důvodem je větší rozptyl vyhledávání a více pravděpodobné nalezení hledané funkcionality.

#### 2.2 Poznámky k vyhledávání

Pro vyhledávání byl použit vyhledávací servis Google. A byly vybrány servery, které se vyskytují v topu vyhledávání. Proces vyhledávání byl pověděn v rozmezí 1.01.2019 - 10.01.2019. Vyhledávání bylo provedeno v tzv. anonymním režimu, proto žádná kontextní reklama nemohla ovlivnit výsledky vyhledávání.

#### 2.3 Pitch Improver

Design tohoto servisu je minimalistický. Z pohledu UX pro obyčejného uživatele není zcela zřejmé jak přistoupit k trénování. Na stránce není registrace, ale je možnost přidání komentářů pomocí Twitter a FaceBook. Servis Pitch Improver taky nabízí funkcionality pro trénování hudebního sluchu i v podobě mobilní aplikace pro operační systémy Android i iOS. Aby uživatel přistoupil k trénování, je potřeba aby on měl aspoň základní hudební vzdělání. Existuje možnost volby zvuku podle nástrojů - klavír nebo kytara. Celkově servis nabízí 4 různých druhů cvičení, to jsou:

- Hudební diktat
- Rozpoznání intervalů
- Rozpoznání typů akordů
- Rozpoznání not

Každé z 4 cvičení má několik úrovní složitosti. Nejlepší výsledek z každého cvičení se ukládá do localStorage a zůstává v paměti prohlížeče.

Použité technologie při tvorbě servisu:

- JavaScript
- HTML
- Canvas

## Ear training exercises

piano

Guitar

Нравится 547



### Melodic dictation

In this exercise you will play phrases of increasing difficulty by ear. If you want to play solos by ear this is the most important exercise for you. Press the play button to hear a melody. Use replay to repeat it. The first tone of the melody will be marked on the keyboard. Play the melody on the keyboard. The progress bar above the play button shows how many more phrases you need to play correctly to reach the next level.

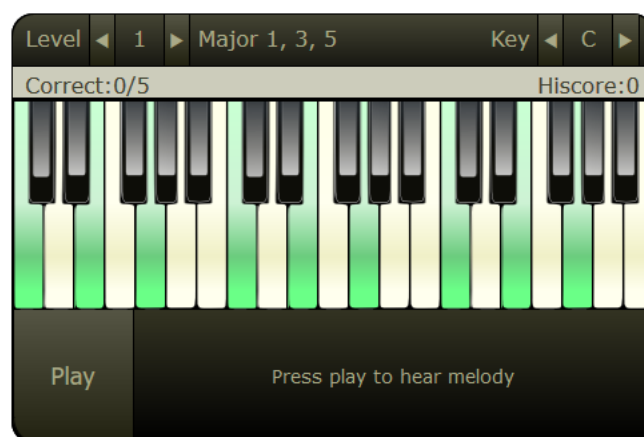
Other exercises:

[Intervals recognition](#)

[Perfect pitch](#)

[Progressions](#)

[Chord types](#)



### Advice on ear training

Practice every day. 20 minutes is enough. When you hear the melody, sing it. Then press repeat and sing along. Choose one key and stick to it during your ear training. At least do not change it during one session. If your goal is to play melodies by ear, you can practice with this exercise only. If you want to train your ear specifically for intervals recognition or for absolute pitch, use [this](#) and [this](#) exercises. To be able to play songs by ear on harmonic instrument (where you play several notes at once, like guitar or piano), use [chord progressions](#) exercise.

**Obrázek 2.1.** Pitch Improver

## 2.4 Good Ear

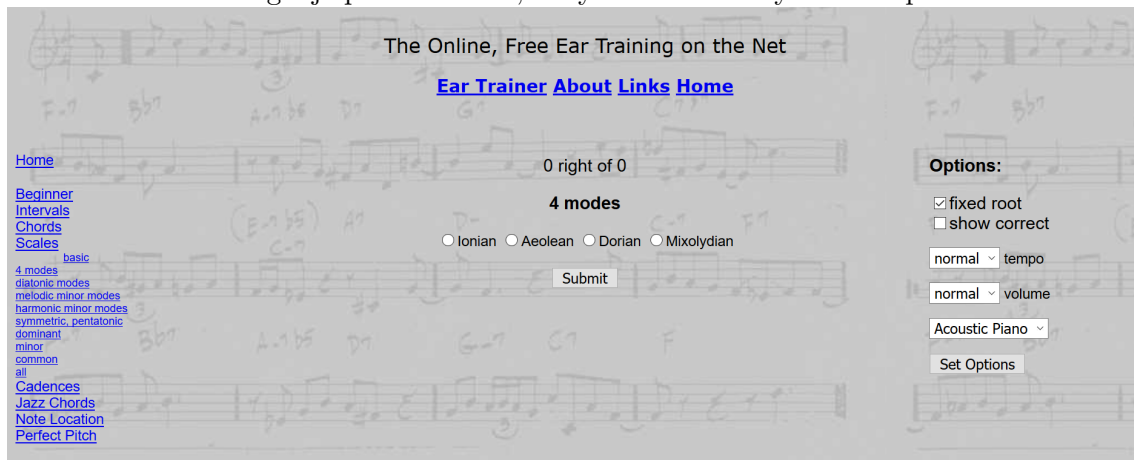
Good Ear je to online nástroj který přímo určen k trénování hudebního sluchu. Stránka nástrojů má jednoduchý a velmi zastaralý design. Není možnost registrace a psaní komentářů. Pro použití následujících tréninků je potřeba, aby uživatel měl alespoň základní hudební znalosti.

Servis má 6 základních typu tréninků:

- Rozpoznání druhů stupnic
- Rozpoznání intervalů
- Rozpoznání not na tříoktávovém klavíru
- Rozpoznání posloupnosti akordů
- Rozpoznání typu akordů
- Test na umístění not

Každý z těchto tréninků obsahuje několik různých úrovní cvičení. U většiny tréninků hudba se nepřehrává, kvůli tomu servis skoro není funkční.

Použitá technologie je pouze HTML, nebyl nalezen žádný JavaScript.



**Obrázek 2.2.** Good Ear

## 2.5 Ear Beater

Tato webová stránka hlavně zaměřena na reklamu mobilní aplikace pro iOS. Ale ve záložce EarBeater Classic se nachází hudební trénink. Design stránky je docela intuitivní. Pro procházení tréninku je potřeba aby uživatel měl aspoň základní hudební znalosti. Tento trénink obsahuje 5 druhů cvičení:

- Hudební diktát
- Porovnání velikosti intervalů
- Identifikace intervalů
- Identifikace stupnic
- Rozpoznání typu akordu

Tento servis není funkční ve všech prohlížečích a ve všech operačních systémech. Použité technologie jsou zastaralé:

- HTML
- Flash



Obrázek 2.3. Ear Beater

## 2.6 Music Theory

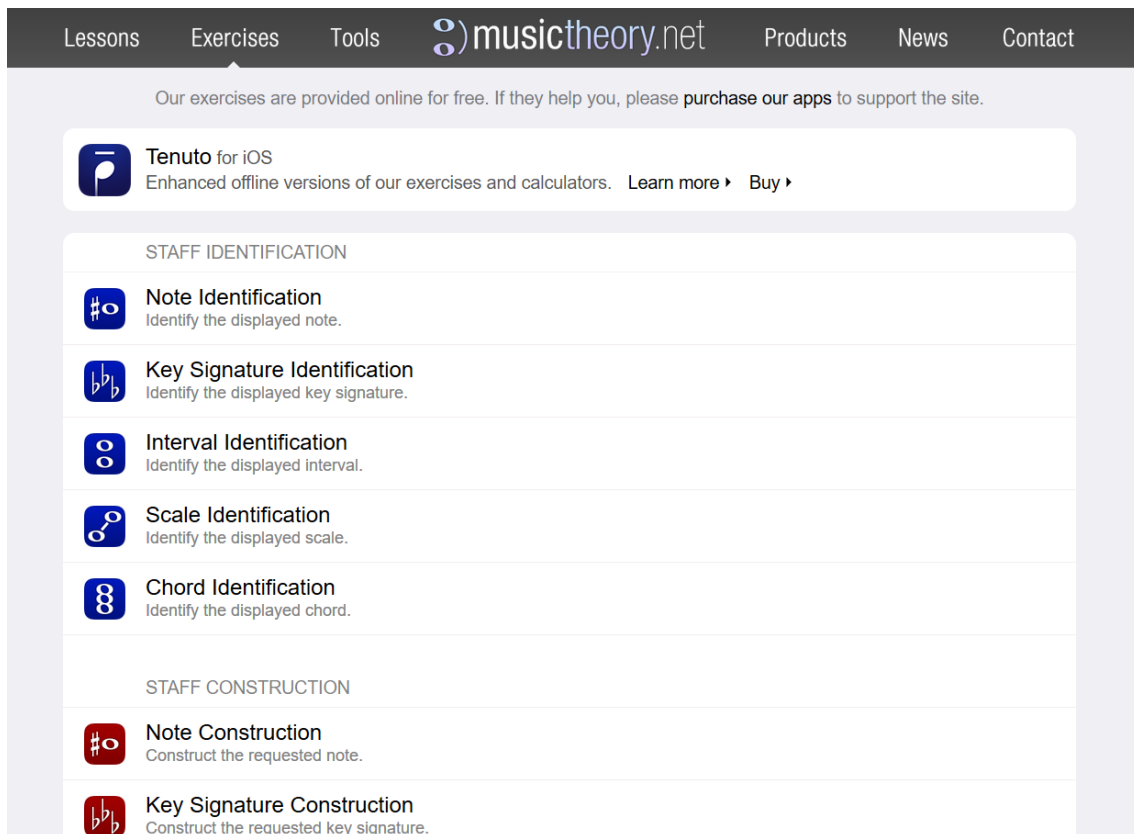
Tento portál obsahuje placenou sekce s interaktivními lekcemi i bezplatnou sekci s tréninkem nejen hudebního sluchu, ale i s ovládáním různých hudebních nástrojů. Design stránky není intuitivní. Kromě webové aplikace existuje mobilní aplikace pro iOS. Stylování stránky není adaptováno pro malé obrazovky. Pro používání tohoto servisu je potřeba mít aspoň základní hudební znalosti, umět noty a akordy.

Cvičení jsou standardní jako u podobných aplikací:

- Hledání správné klávesy na klavíru
- Rozpoznání not
- Rozpoznání intervalů
- Rozpoznání stupnic
- Rozpoznání akordů

Stranka vytvořena pomocí moderních technologií:

- HTML
- Svoje vlastní JavaScript knihovna pro implementace cvičení



Obrázek 2.4. Music Theory

## 2.7 Toned Ear

Na první pohled je minimalistická stránka se standardním Bootstrap designem. Bez ohledu na jednoduchost stránky, je velice použitelná. Kvůli Bootstrapu funguje stránka dobře i na malých obrazovkách. Nemá funkcionalitu pro ukládání výsledků tréninku. Navíc servis Toned Ear nabízí stahování mobilní aplikace pro operační systémy Android

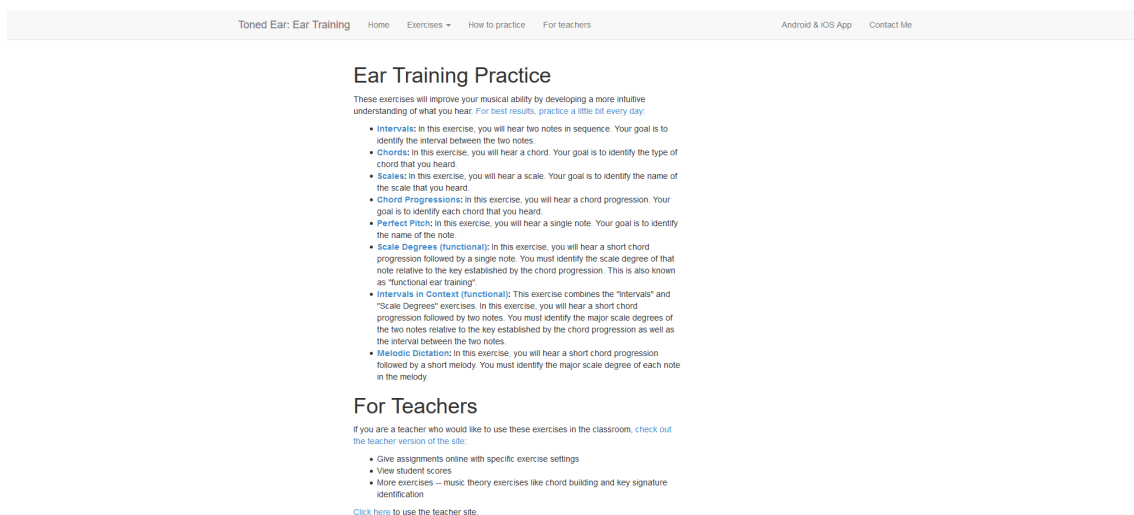
a iOS se stejnou funkcionalitou jako u webové stránky. Není možnost ukládání výsledku tréninku. Pro používání vyžaduje střední hudební znalosti. Povoluje cvičit:

- Rozpoznání not
- Rozpoznání intervalů
- Rozpoznání stupnic
- Rozpoznání akordů
- Intervaly v kontextu
- Progresse akordů

Každý trénink obsahuje několik úrovní složitosti.

Použité technologie při tvorbě servisu:

- JavaScript (MIDI.js)
- HTML
- Bootstrap



Toned Ear: Ear Training Home Exercises How to practice For teachers Android & iOS App Contact Me

### Ear Training Practice

These exercises will improve your musical ability by developing a more intuitive understanding of what you hear. [For best results, practice a little bit every day.](#)

- **Intervals:** In this exercise, you will hear two notes in sequence. Your goal is to identify the interval between the two notes.
- **Chords:** In this exercise, you will hear a chord. Your goal is to identify the type of chord that you heard.
- **Scales:** In this exercise, you will hear a scale. Your goal is to identify the name of the scale that you heard.
- **Chord Progressions:** In this exercise, you will hear a chord progression. Your goal is to identify each chord that you heard.
- **Perfect Pitch:** In this exercise, you will hear a single note. Your goal is to identify the name of the note.
- **Scale Degrees (functional):** In this exercise, you will hear a short chord progression followed by a single note. You must identify the scale degree of that note relative to the key established by the chord progression. This is also known as "functional ear training".
- **Intervals in Context (functional):** This exercise combines the "Intervals" and "Scale Degrees" exercises. In this exercise, you will hear a short chord progression followed by two notes. You must identify the major scale degrees of the two notes relative to the key established by the chord progression as well as the interval between the two notes.
- **Melodic Dictation:** In this exercise, you will hear a short chord progression followed by a short melody. You must identify the major scale degree of each note in the melody.

### For Teachers

If you are a teacher who would like to use these exercises in the classroom, [check out the teacher version of the site:](#)

- Give assignments online with specific exercise settings
- View student scores
- More exercises -- music theory exercises like chord building and key signature identification

[Click here](#) to use the teacher site.

Obrázek 2.5. Toned Ear

## 2.8 Výsledky rešerše

Webových aplikací pro trénování hudebního sluchu je příliš mnoho, akorát většina z nich nejsou fungující. V rešerši jsou uvedené servery funkční a nebo částečně funkční. V uvedené níže tabulce jsou představené výsledky analýzy. Kromě porovnání s pohledu použitelnosti, porovnáme přítomnost nejobecnějších cvičení pro trénování hudebního sluchu.



	Pitch Improver	Good Ear	Ear Beater	Music Theory	Toned Ear
Jednoduchost ovládnání	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano
Adaptivnost	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano
Ukládání výsledku tréninku	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne
Počet druhů cvičení	5	6	5	5	6
Orientace na úroveň hudebních znalostí	Střední	Střední	Základní	Základní	Střední
Hudební diktát	Ano	Ne	Ne	Ne	Ano
Rozpoznání not	Ne	Ano	Ne	Ano	Ano
Rozpoznání akordů	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Rozpoznání akordů	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano

**Tabulka 2.1.** Srovnávací tabulka.

Výzkum ukazuje že většina online servisů pro trénování hudebního sluchu jsou zaměřena na lidi, které mají hlubší znalosti v oblasti hudby. Umějí číst noty, znají akordy, a většina z servisu emulují klavír, tak že předpokládá se dovednost hry na klavíru. Uživatelé s minimálními hudebními znalostmi a nebo s nedostatkem hudebních znalostí, mají možnost je zlepšit pomocí online nástroje pouze v případě když nastudují hudební teorie. Pro trénování hudebního sluchu pomocí nejobecnějších cvičení taky potřeba umět hudební teorie, tak že při implementaci pro úplné začátečníky je potřeba je customizovat a nebo použít jiná cvičení.

	Pitch Improver	Good Ear	Ear Beater	Music Theory	Toned Ear
HTML	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
CSS	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Bootstrap	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano
Flash	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano
Canvas	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne
JavaScript	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano
	Čistý JS		Čistý JS	Vlastní JS knihovna	MIDI.js

**Tabulka 2.2.** Srovnávací tabulka technologií použitých při tvorbě online servisu pro trénování hudebního sluchu.

Z pohledu technologií použitých pro tvorbu probraných servisů, je vidět, že ve většině servisů pro trénování hudebního sluchu se používají zastaralé technologie. K tomu u většiny servisů není možnost ukládat výsledky tréninku pro sledování progresu.

Z rešeršně vyplývá že neexistuje řešení, podle uvedených kritérií, které by bylo moderní a vyhovovalo lidem, které nemají alespoň základní hudební vzdělání.

## 2.9 Popis produktu k realizaci podle rešerše

Pomocí výzkumu byla zjištěna přibližná sada funkcionalit, která musí obsahovat aplikace:

- Aplikace musí být použitelná hlavně pro lidi bez hlubokých hudebních znalostí. To znamená, že cvičení v aplikaci budou jednoduché k pochopení, nebudou nevyžadovat, například, znalosti stupnici nebo umění hrát nějaký hudební nástroj.
- Používání aplikaci bude bezplatné.
- Aplikace musí být snadno použitelná jak na počítači, tak i na mobilních zařízení nebo tabletech.
- Design aplikace musí být jednoduchý a intuitivně použitelný
- V aplikaci musí být možnost sledování svého pokroku v rámci každého cvičení.
- Za každé ukončené cvičení bude uživatel dostávat body, co může zvýšit motivace pro častější použití aplikaci.
- Některá cvičení bude mít několik úrovně složitosti, přičemž vyšší úroveň složitosti bude zvyšovat koeficient násobku při výpočtu získaných bodů.
- Systém musí být schopen ukládat výsledky každého cvičení pro každého uživatele.

# Kapitola 3

## Design

V této kapitole se popisuje návrh celého rozhraní pro trénování hudebního sluchu, které bude implementováno. Včetně jednotlivých popsaných cvičení tréninku.

### 3.1 Idea

- Webová aplikace bude celá v angličtině kvůli tomu aby byla přístupna většímu počtu lidí.
- V aplikaci je pouze jedna uživatelská role. A to je ten člověk kdo bude cvičit hudební sluch.
- Cvičení jsou rozdělena na tři stupně - lehký, střední a těžký.
- Původně uživatel má svoje-vlastní úroveň, která je nastavená na nulu.
- Každá pátá správná odpověď inkrementuje úroveň uživatele.
- Všechna cvičení mají pět kol. A v případě jakékoli odpovědi (buď správná nebo není správná) kolo se posouvá na další.
- Pokud uživatel zadá nesprávnou odpověď, úroveň uživatele se nebude inkrementovat.
- Po ukončení cvičení servis nabízí uživateli opakovat toto cvičení nebo přejít na další.
- V každém cvičení na stránce se ukazuje: počet správných odpovědí, počet špatných odpovědí, a kolik kol zbývá v tomto cvičení.
- V každém cvičení je nápověda, která obsahuje v sobě nemnoho hudební teorie, aby uživatel dozvěděl minimální základy hudební teorie.

### 3.2 Jednotlivá cvičení

Všechna cvičení jsou rozdělena na tři stupně - lehký, střední a těžký. A každý stupeň obsahuje svoje-vlastní soubor cvičení

#### 3.2.1 Lehký stupeň

Tato úroveň je úplně základní a určena pro ty lidi, které nemají žádnou zkušenost s rozpoznáním zvuku. V ní se nachází nejjednodušší cvičení pro sluch.

- První cvičení této sekce se nazývá **Find note**. Průběh tohoto cvičení je takový, že se přehrává nota. Uživatel musí poslechnout další čtyři noty a zvolit tu, která zvučí stejně jako první nota.
- Druhé cvičení této sekce se nazývá **Compare height**. Uživatel má dvě noty, které se střídavě přehrávají. A musí zvolit jaká z nich je výš nebo niž.
- Třetí cvičení se nazývá **Pauses 1**. Aplikace přehraje dvě sady not. Obě sady not přehrávají se následně: [Nota Pausa Nota]. U každé sady délka pauzy je odlišná. Uživatel musí zvolit tu sadu, kde pauza je delší.

### ■ 3.2.2 Střední stupeň

- První cvičení tohoto stupně se nazývá **Pauses 2**. Je to pokračování cvičení z lehkého stupně, ale pauza mezi notami je výrazně kratší.
- Druhé cvičení je **Octaves**. Systém přehrává dvě noty. Úkolem uživatele je rozhodnout jestli to jsou dvě stejné noty z různých oktáv. Protože to jsou cvičení pro lidi, které pravděpodobně nevědí co je oktáva, k tomuto tréninku je přiložena nápověda. Nápověda je v takové podobě, že na stránce cvičení uživatel může poslechnout jak zvučí dvě stejné noty z různých oktáv a podle toho rozhodnout, jestli ty dvě původní noty taky jsou stejné a z různých oktáv.
- Třetí cvičení se nazývá **Rhythm 1**. Aplikace přehrává jednu stejnou notu pětkrát s určitým rytmem. Uživatel má rozhodnout mezi dvěma variantami odpovědi kolik BPM (úderů za minutu) má ten rytmus. Rozdíl mezi nabízenými variantami je 45 BPM. Jako nápověda v tomto cvičení uživatel může poslechnout záchytné body: 60 BPM, 120 BPM a 180 BPM. Porovnávat tyto rytmy s původním, a podle toho rozhodovat kolik BPM on má.

### ■ 3.2.3 Těžký stupeň

- Cvičení **Melody constructor**. Aplikace přehrává melodie, která se skládá z několika not. Uživatel má na výběr noty a musí z nich zvolit ty, které zněly v této melodii a sestavit z nich původní melodie.
- Druhé cvičení tohoto stupně je **Chord type**. Systém přehrává akord. Úkolem uživatele rozhodnout jestli ten akord je z durovou stupnice nebo z mollovou stupnice. Jako nápověda uživatel může poslechnout jak zní durový akord a mollový akord.
- Třetí cvičení této sekce **Rhythm 2** je pokračováním třetího cvičení ze střední stupně. Ale v tomto cvičení rozdíl mezi nabízenými variantami činí pouze 30 BPM.

# Kapitola 4

## Implementace

Aplikace bude představovat samotnou dynamickou webovou stránku vytvořenou podle paternu SPA. Tato kapitola obsahuje popis procesu vyvíjení rozhraní, který se opírá na analýzu výsledku provedené rešerše a na požadavky stanovené v kapitole Design.

Aplikace bude mít pouze frontendovou vrstvu z důvodu že v její současné podobě není stanovená žádná funkcionalita, která by vyžadovala její využití backendové vrstvy.

### 4.1 Technologie pro realizace

#### 4.1.1 Čistý JavaScript & jQuery

Javascript je skriptovacím jazykem, se kterým lze nejčastěji potkat na webových stránkách, kde ten se používá pro interakce mezi stránkou a uživatelem. jQuery je známá knihovna, která je zaměřena na přímý zákrok do stromu DOM a obsahuje většinou syntakticky cukr nad obyčejným JavaScriptem bez výrazného rozšíření možnosti standardní knihovny. V dnešní době kvůli složitosti webových stránek a velkému počtu komponent na jedné obrazovce, programátory se snaží používat více pokročilejší frameworky. S růstem počtu komunikujících mezi sebou komponent složitost kódu postupně se zvyšuje [2].

#### 4.1.2 React

React je jednou z nejpobulárnějších knihoven pro tvorbu web aplikací, která je napsána ve JavaScriptu. Povoluje psát kód v JavaScriptu nebo jiných transpilovatelných do JavaScriptu jazycích (TypeScript, CoffeeScript, Dart atd). React je založen na principu reaktivity, tj programátor nepíše co měnit v obsahu stránky (jako při použití předchozích technologií) - ale vytváří instrukce jak získávat data a jak by ty data měly být zobrazené ve tvaru dynamických komponent. Knihovna je založena a podpořena Facebookem [3].

#### 4.1.3 AngularJS

Angular je frameworkem pro tvorbu SPA. Vyvíjí se v Googlu, od jiných podobných technologií se liší tím že používá výkonný šablonizátor a silně odděluje pohled (View) od řadiče (Controller). Angular není snadnou technologií pro tvorbu aplikace a jeho křivka studia je docela prudká [4].

#### 4.1.4 VueJS

VueJS je nejmladším frameworkem z tohoto seznamu. Na začátku vzniku byl založen jako knihovna pro rychlé prototypování byvalým developerem Angularu, ale postupně se vyvíjel do celého frameworku. Hlavními rozdíly oproti Reactu se spočívají v tom, že Vue se pokusí být co nejbliž k čistému JavaScriptu (na rozdíl od Reactového JSX) a v tom že Vue deklaruje standardní patterny a moduly pro realizaci nezbytných částí aplikace, takových jako routing, state management, transitions apod [5].

### 4.1.5 Zvolená technologie

Niž je uvedena tabulka s porovnáním těchto technologií s pohledu použitelnosti v daném projektu. Symbolem ✓ označena nejlepší volba podle konkrétního kritéria.

	jQuery	React	Angular	VueJS
Jazyk	✓ JavaScript	JavaScript, JSX	TypeScript nebo JavaScript	✓ JavaScript
Určen pro	Jednoduchý web	✓ Webové aplikace, SPA	Webové aplikace	✓ Webové aplikace, SPA
Easy to start	✓ Jednoduché	Střední	Težké	✓ Jednoduché
Popularita a knowledgebase	✓ Dobrá	✓ Dobrá	Průměrná	Průměrná

**Tabulka 4.1.** Srovnávací tabulka technologií.

Dané volby jsou subjektivní a založeny na zkušenosti autora s těmito technologií.

Z tabulky je viditelné ze nevhodněji technologií jsou jQuery a VueJS, ale kritérium **Určen pro** v daném kontextu hraje důležitější role, proto jako hlavní technologie pro realizace byl zvolen VueJS.

### 4.1.6 Ostatní knihovny pro implementace

Pro generace zvuků a not byla zvolena knihovna `Tone.js`, která je mocným nástrojem pro přehrávání tonů. `Tone.js` je založen na `Web Audio API`, což je standardem pro všichni aktuální webové prohlížeči. Tato knihovna povoluje jak jednoduché přehrávání jednotlivé noty přes jednoduchý standardní oscilátor, tak i generování hudby s použitím několika hlasů najednou. V rámci cvičení, knihovna je použita v režimu přehrávání jednotných zadaných not a akordů (tj. několika not současně).

Pro účely routování je použita knihovna `vue-router`, která umožňuje snadno definovat URL cesty a odpovídající jim komponenty. Do úvodní aplikační komponenty se přidává tag `<vue-router />`, do kterého pak bude vložena komponenta, která byla předem určena pro konkrétní cestu.

## 4.2 Struktura komponentů

Každé jednotné cvičení s pohledu kodu je samostatnou frontendovou komponentou, vytvořenou v rámci frameworku `VueJS` [6]. Takové komponenty s cvičením mají následující strukturu:

```
<template>
<!--
```

```

zde se nachazi sablona pomoci ktere
se generuje HTML kod pro zobrazeni
v prohlizeci
-->
...
<v-btn @click="playNote(guessNote[0])">
Play original note <v-icon>play_circle_outline</v-icon>
</v-btn>
...
<v-btn @click="makeGuess(0)">
Make guess <v-icon>play_circle_outline</v-icon>
</v-btn>
...
</template>

<script>
// logika komponenty
...
data: () => ({
// interni uloziste pro komponenty
synth: null,
helpText: "", // napoveda pro toto cviceni
originalNotes: ["C/3", "D/3", "F/3"],
guessNote: "D/3",
...
}),
methods: {
// Metody a procedury
init: function(){
// inicializace Tone.js a vytvoreni syntáku
},
startNewExcercise: function(){
// generovani dat pro 5 kol
},
nextTurn: function(){
// prechod na dalsi kolo
},
makeGuess: function(guess){
// reakce na volbu uzivatelem jedne
// z nabitnutych moznosti

// v pripade ze to je posledni kolo
// zavola this.startNewExcercise()
},
playNote: function(note){
// prehrava predanou v parametru notu
}
},
mounted() {
// hook pro montovani komponenty
this.init();
this.startNewExcercise();
this.nextTurn();

```

```

}
</script>

<style scoped>
// CSS pravidla pro tuto komponentu
</style>

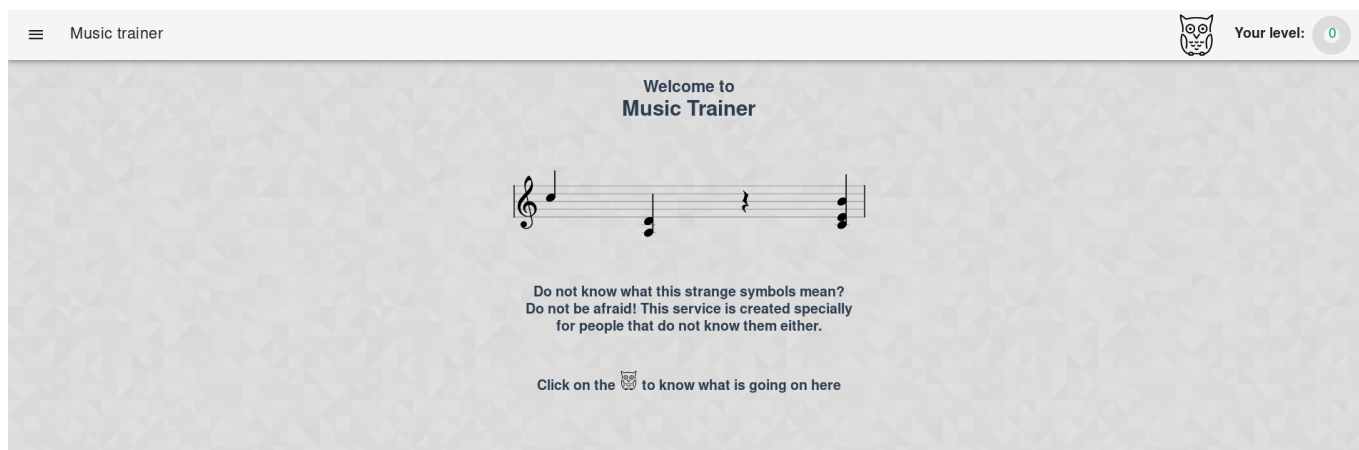
```

### 4.3 Graphical User Interface

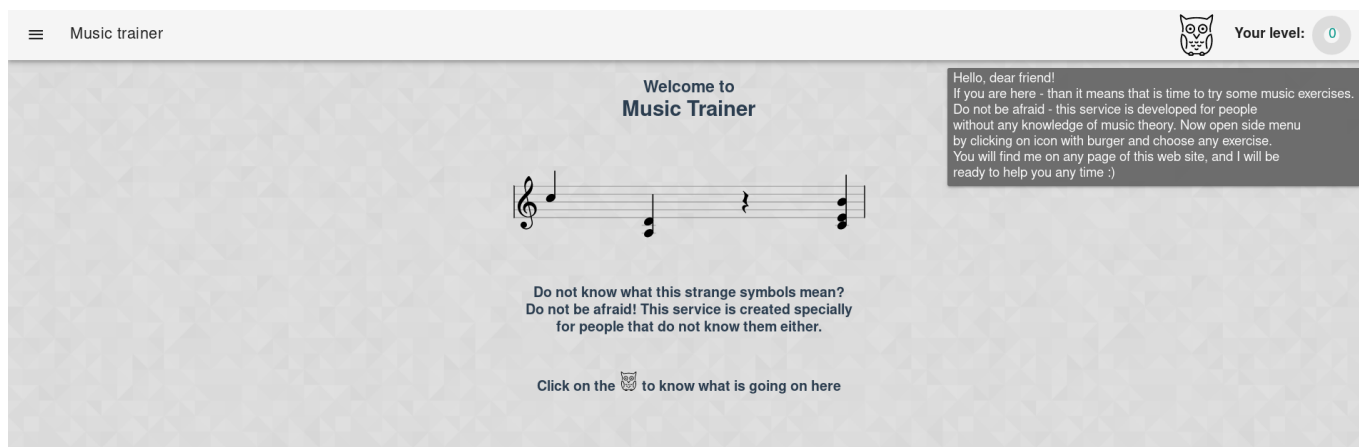
Grafické uživatelské rozhraní vytvořeno pomocí knihovny *Vuetify*, která používá standardy designu a vizuálního pohledu komponent predefinované v *Google Material Design Guidelines*. Zvolený vizuální styl aplikace je minimalistický, ale maximálně informativní a intuitivní [7].

Na každé obrazovce v horní části se nachází navbar, který obsahuje tlačítko pro otevírání menu, ikonu sovy, která po kliku na ni zobrazí návod k použití nebo detailnější info, a kolo s hodnotou úrovní uživateli.

Úvodní obrazovka obsahuje stručný úvod aby uživatel byl schopen pochopit co má udělat.



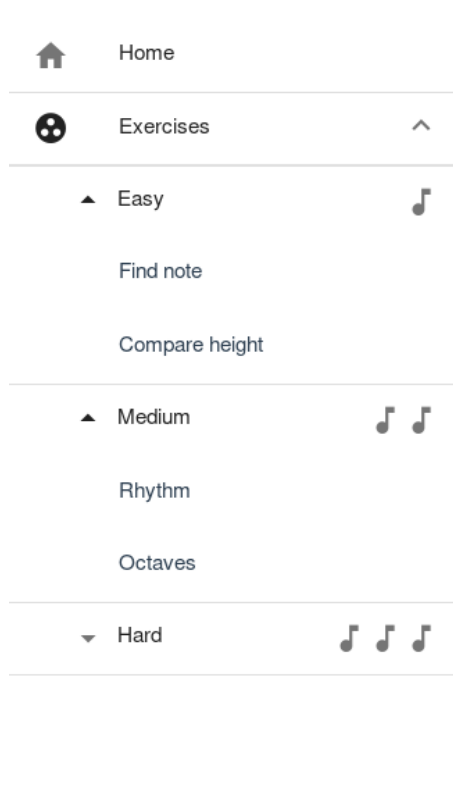
Obrázek 4.1. Úvodní stránka



Obrázek 4.2. Úvodní stránka s otevřeným návodem

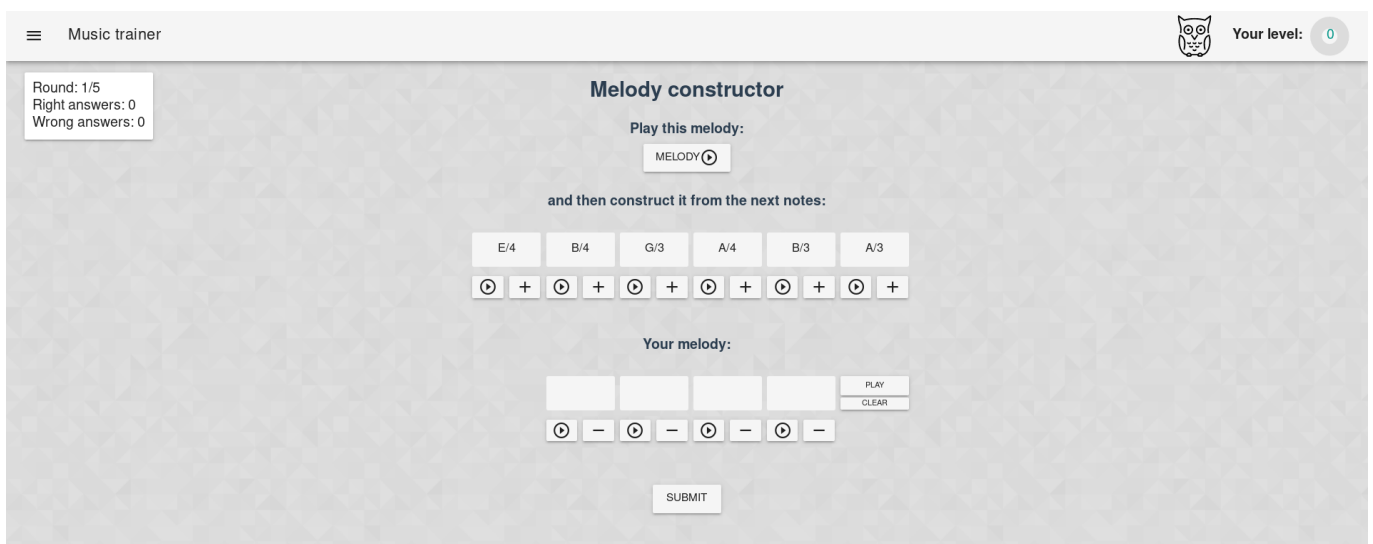
V levé části se nachází rozklikavací menu, obsahující odkazy na jednotlivé cvičení, které jsou seřazeny podle úrovně složitosti.





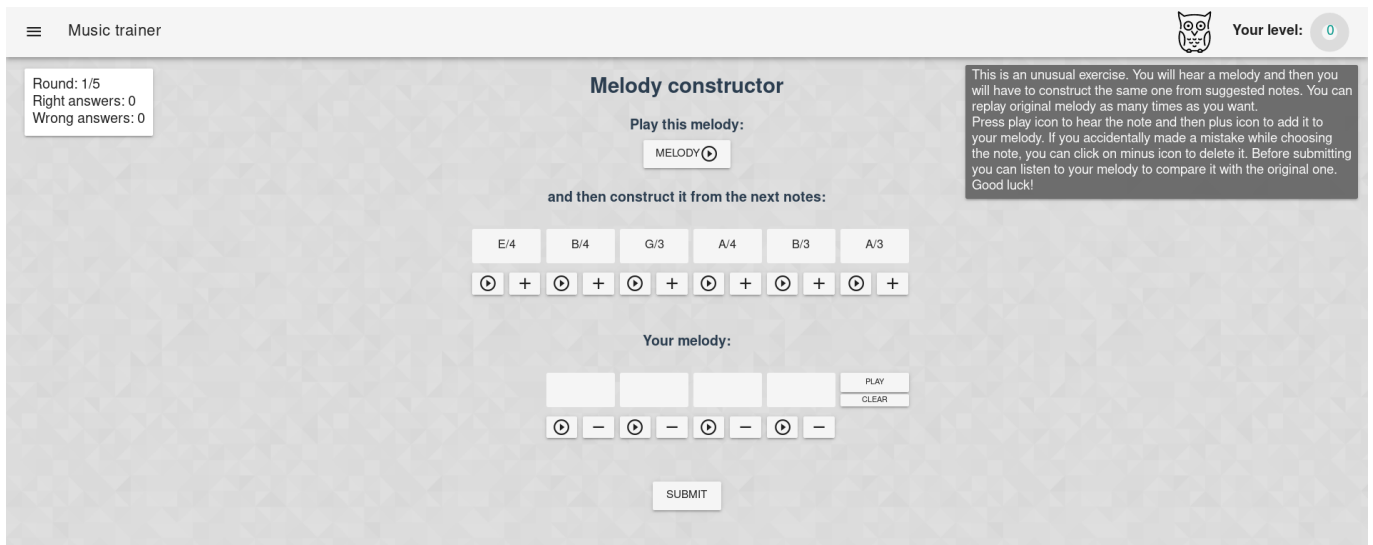
**Obrázek 4.3.** Navigační měnu

Pokud uživatel jde doporučeným postupem, tj. otvírá menu a volí nějaké cvičení, pak se zobrazí se interface zvoleného cvičení. V levém rohu se nachází sekce s informací o kolech, správných a nesprávných odpovědích. V centrální části stránky jsou elementy ovládání cvičení.



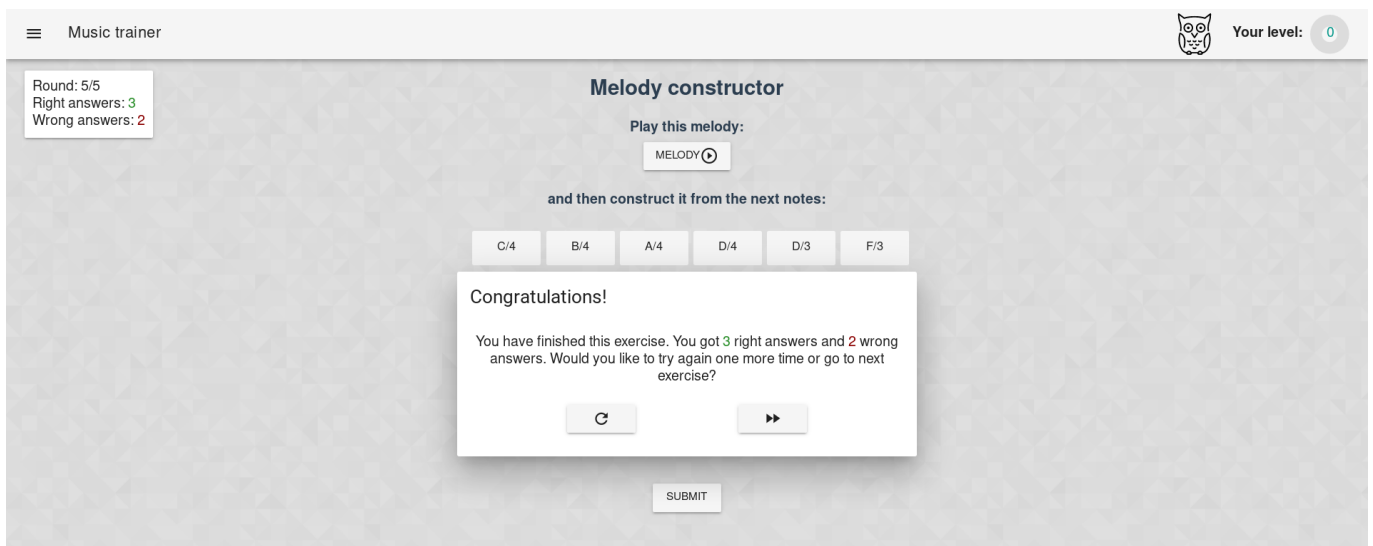
**Obrázek 4.4.** Cviceni Melody construct

Každé cvičení má krátký návod k použití, který lze přečíst kliknutím na ikonu s SOVOU.



**Obrázek 4.5.** Cvičení Melody construct s otevřeným navodem

Po ukončení pěti kol, na stránce se objevuje modální dialog, informující uživatele o ukončení cvičení a počtu jeho správných a nesprávných odpovědí. Navíc uživatel může zvolit jestli on chce toto cvičení opakovat nebo přejít na další cvičení.



**Obrázek 4.6.** Ukončení cvičení Melody construct

## 4.4 Problémy při implementaci

Během implementace se objevil následující problém:

### ■ Zvuk v Linuxu

Při testování aplikace ve Firefoxu nainstalovaném v Linuxu (konkrétně Arch Linux) objevil se problém s vytvářením audio streamu. Jako normální chování Firefox vytváří nový audio stream pro každý zdroj zvuku na stránce, ale při použití této aplikace pro každé přehrávání noty se vytvářeli nové streamy, což vedlo k přetížení audio systému. Zatím řešení tohoto problému nebylo nalezeno.

# Kapitola 5

## Testování

V této kapitole Cílem je otestovat a náležitě najít nedostatky či problémy aplikace pro trénování hudebního sluchu s pohledu použitelnosti a s pohledu UI designu. A zjistit jaký dopad má aplikace na uživatele.

### 5.1 Cílová skupina

Cílovou skupinou jsou lidé které buď mají minimální hudební znalosti nebo nemají žádné. Mají zkušenosti s používáním internetu a různých webových aplikací. Na pohlaví nezáleží.

### 5.2 Dotazníky

#### 5.2.1 Screener

Screener je to dotazník, který je vyplňován potenciálními účastníky. Screener pomáhá při výběru účastníků. Otázky byly zaměřeny tak, abychom otestovali požadavky k účastníkům. Pro tuto etapu testování jako výchozí skupina uživatelů byli zvolili lidé jakéhokoli pohlaví a vzdělání v rozmezí 21-29 let. Bylo požadováno, aby všichni potenciální účastníky zvládali alespoň střední znalost anglického jazyka aby mohli pracovat s aplikací v angličtině bez problémů. Dalším kritériem byla zkušenost s používáním Internetu, resp. webových prohlížečů. Potřebná úroveň byla taková aby účastník s Internetem se setkával denně pro práci, vyhledávání informace nebo používání sociální sítě. Posledním aspektem pro rozhodování byla znalost hudební teorie - požádaná úroveň měla být žádná nebo minimální.

#### 5.2.2 Pre-test dotazník

Tento dotazník byl předložen všem vybraným účastníkům na začátku testování. Cílem pre-testu je získávání základních informací o účastnících a ověření vhodnosti účastníka pro testování. Pre-test dotazník rozšiřuje informaci o uživateli.

#### 5.2.3 Post-test dotazník

Po dokončení testu účastníky byli požádány o vyplnění posledního dotazníku. Post-test dotazník slouží především k získání zpětné vazby od uživatelů. Cílem tohoto dotazníku je zjistit pocity uživatelů z testování či jeho připomínky k testované aplikaci. Většina otázek byla zaměřena přímo na samotnou práci s aplikací nebo jestli mají návrhy na jeho zlepšení.

## 5.3 Podmínky testování

Testování probíhalo dne 12.05.2019 od 18:00 do 21:00 a 14.05.2019 od 12:00 do 14:00. Laboratoř sestává ze dvou místností - místnost pro participanta a pro pozorovatele testování. Místnost pro participanta je vybavena mikrofonom pro usnadnění komunikaci s participantem. Při každém testu participant seděl samostatně u počítače v místnosti **Participants Room** a měl před sebou seznam úkolů na papíru. Moderator se nacházel v **Observer Room** a sledoval průchod testu.

Před samotným vykonáváním úkolů každý participant byl požádán o vyplnění pre-test dotazníku a po ukončení práce s počítačem participant také měl vyplnit post-test dotazník. Po každém testování byl počítač uveden do počátečního stavu.

## 5.4 Průběh testování

### 5.4.1 Popis skupiny

V rámci testování se jednalo o skupinu pěti lidí v věkovém rozsahu 21-29 let. Všichni jsou studenty různých vysokých škol, používají počítač a internet denně, nemají žádné hudební vzdělání, případně zkušenosti s hraním na hudebním nástroje. Tuto skupinu se dá považovat za cílovou skupinu uživatele aplikace.

### 5.4.2 Participant 1

- Analýza participantu podle screeneru a pre-test dotazníku
  - Participant je studentem vysoké technické školy, a má průměrné znalosti angličtiny, 21 rok. Nemá žádné hudební vzdělání, ani nemá představu o významu základních hudebních pojmech.
- Průběh testování
  - Cvičení 1:** “Find Note” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 2:** “Compare height” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 3:** “Pauses 1” během testování neobjevil se žádný problém. Uživatel zvládnul cvičení docela rychle.
  - Cvičení 4:** “Pauses 2” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 5:** “Octaves” uživateli dlouho trvalo pochopit co má udělat v tomto cvičení
  - Cvičení 6:** “Rhythm 1” uživatel opakoval toto cvičení několikrát, protože dlouho mu nešlo zvolit správnou odpověď
  - Cvičení 7:** “Melody construction” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 8:** “Chord type” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 9:** “Rhythm 2” uživatel nahodou kliknul na přehrávání rytmu, pokud přechází přehrávání se ještě neskončilo. To zmátlo uživatele
- Analýza výsledků post-test dotazníku:
  - Participant ohodnotil aplikaci na 4/5 bodů. Líbila se mu základní myšlenka této aplikace. Celkově se mu líbil takový minimalistický interface, ale ikona sovy s nápojem dopadla mu neintuitivní. Nejtěžším cvičením pro něho byla cvičení Rhythm 1 a Rhythm 2.

### ■ 5.4.3 Participant 2

- Analýza participantu podle screeneru a pre-test dotazníku
 

Participant je studentem vysoké školy. Studuje humanitní obor a má odborné znalosti angličtiny, 24 let. Má minimální znalosti hudební teorie.
- Průběh testování
  - Cvičení 1:** “Find Note” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 2:** “Compare height” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 3:** “Pauses 1” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 4:** “Pauses 2” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 5:** “Octaves” Participant opakoval toto cvičení několikrát, protože nedařilo se mu zvolit správnou odpověď na první pokus
  - Cvičení 6:** “Rhythm 1” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 7:** “Melody construction” během testování neobjevil se žádný problém. Participant opakoval toto cvičení několikrát, protože je mu přišlo toto cvičení velice zajímavé
  - Cvičení 8** “Chord type” : během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 9:** “Rhythm 2” cvičení bylo příliš těžké podle názoru participanta
- Analýza výsledku post-test dotazníku
 

Participant ohodnotil aplikaci na 4/5 bodu. Celkově má kladný dojem z této aplikace. Líbila se mu nápověda ve formě ikony sovy v každém cvičení. A ty nápovědy přišli mu velmi zajímavé a informativní.

### ■ 5.4.4 Participant 3

- Analýza participantu podle screeneru a pre-test dotazníku
 

Participant je studentem vysoké školy. Studuje humanitní obor a má průměrné znalosti angličtiny, 22 let. Má základní znalosti hudební teorie.
- Průběh testování
  - Cvičení 1:** “Find Note” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 2:** “Compare height” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 3:** “Pauses 1” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 4:** “Pauses 2” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 5:** “Octaves” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 6:** “Rhythm 1” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 7:** “Melody construction” během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 8** “Chord type” : během testování neobjevil se žádný problém
  - Cvičení 9:** “Rhythm 2” během testování neobjevil se žádný problém
- Analýza výsledku post-test dotazníku
 

Participant ohodnotil aplikaci na 5/5 bodu. Velmi ocenil cvičení “Rhythm 1” a “Rhythm 2”. Participant naznačil že ještě se nepotkával s něčím podobným a bylo to pro něho velice užitečné.

### ■ 5.4.5 Participant 4

- Analýza participantu podle screeneru a pre-test dotazníku

Participant je studentem vysoké technické školy a ma dobre znalosti anglictiny, 25 let. Nemá žádné hudební vzdělání, ani nemá představu o významu základních hudebních pojmů.

- Průběh testování

**Cvičení 1:** “Find Note” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 2:** “Compare height” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 3:** “Pauses 1” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 4:** “Pauses 2” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 5:** “Octaves” participant nepochopil od začátku úkol a požádal o pomoc

**Cvičení 6:** “Rhythm 1” participant opakoval to cvičení několikrát, protože na první pokus ne vždy se mu podařilo dát správnou odpověď

**Cvičení 7:** “Melody construction” participant nepochopil od začátku úkol a požádal o pomoci

**Cvičení 8:** “Chord type” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 9:** “Rhythm 2” cvičení bylo příliš těžkým podle názoru participanta

- Analýza výsledku post-test dotazníku

Participant ohodnotil aplikaci na 3/5 bodu. Ocenil pomocný text od sovy, líbili se mu elementy ovládaní. Ale celkově ten trénink přišel mu docela těžký.

## 5.4.6 Participant 5

- Analýza participantu podle screeneru a pre-test dotazníku

Participant je vysokoškolským studentem technického oboru a ma dobré znalosti angličtiny, 26 let. Nemá žádné hudební vzdělání, ani nemá představu o základních hudebních pojmech.

- Průběh testování

**Cvičení 1:** “Find Note” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 2:** “Compare height” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 3:** “Pauses 1” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 4:** “Pauses 2” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 5:** “Octaves” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 6:** “Rhythm 1” každý klik na přehrávání rytmu spustí nové přehrávání i v případě, že minulé se ještě neskončilo. To zamotalo participanta

**Cvičení 7:** “Melody construction” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 8:** “Chord type” během testování neobjevil se žádný problém

**Cvičení 9:** “Rhythm 2” během testování neobjevil se žádný problém

- Analýza výsledku post-test dotazníku

Participant ohodnotil aplikaci na 4/5 bodu. Interface mu napadl trochu neintuitivní, ale ocenil kreativitu cvičení.

## 5.5 Vyhodnocení nálezu

Testování aplikace proběhlo úspěšně. Analýza výsledků testování ukázala že aplikace už je v použitelném stavu. Ma docela intuitivní a pochopitelný interface pro většinu uživatelů, ale dá se to ještě zlepšit. Testování taky pomohlo najít chyby v aplikaci a pak je opravit. Participant s aplikací byli celkově spokojeni, čtyři z pěti participantů projevily zájem o používání této aplikace dal jako trénink pro zlepšení svého hudebního sluchu.

# Kapitola 6

## Závěr

### 6.1 Splnění cíle projektu

- Analýza existujících webových servisu pro trénování hudebního sluchu  
Pro analýzu bylo zvoleno 5 webových servisu, každý z nich byl analyzován s pohledu silných stran, slabých stran a použitých technologií. Výsledky analýzy se nacházejí v sekci 2.8.
- Definice požadavků na aplikaci  
Po provedení analýzy byli stanoveny požadavky na aplikaci a také byl nabídnout seznam cvičení pro aplikace, který se nachází v sekci 3
- Volba vhodných technologií pro implementace  
Před zahájením implementaci také byla provedena analýza existujících technologií pro tvorbu webových aplikaci a byl zvolen seznam knihoven a frameworku k použití. Více informací o tom je v sekci 4.1
- Vývoj webové aplikace  
Proces vývoje je detailně popsán v sekci 4.2 a 4.3. Během implementace byl nalezen jeden problém, který může ovlivnit uživatelskou zkušenost s použitím, a to je popsáno v sekci 4.4.
- Testování vyvíjené aplikace  
Po vyvíjení aplikace byla otestována. V procesu testování zúčastnili pět participantů. Popis procesu a výsledky testování jsou uvedené v sekci 5.

### 6.2 Budoucnost vývoje

- Mobilní verze  
Jelikož webová stránka není úplně připravena pro použití na mobilních zařízená a tabletu, v následující verzi se plánují podobně úpravy. Případně také je možno vyvíjení i aplikaci pro Android a iOS pomoci Vue Native.
- Další cvičení  
V dalších verzi by měl být rozšířen seznam cvičení.
- Uživatelské účty  
Přidat možnost registrovat účty, ukládat svůj pokrok globalně a sledovat pokrok svých kamarádů.

# Kapitola 7

## Appendix

### 7.1 Použité zkratky

- API ■ Application programming interface
- BPM ■ údery za minutu
- DOM ■ Document Object Model
- OS ■ Operating system
- SPA ■ Single Page Application
- UI ■ User Interface





## Literatura

- [1] BRANDT, Anthony, Molly a L.Robert. Music and Early Language Acquisition. *Frontiers in Psychology* [online]. [cit. 2019-05-13] DOI: 10.3389/fpsyg.2012.00327. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2012.00327/full>
- [2] All you need to know about jQuery [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://weeklywebwisdom.com/2017/09/12/cheat-sheet-all-you-need-to-know-about-jquery/>
- [3] Everything You Should Know About React [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://medium.freecodecamp.org/everything-you-need-to-know-about-react-eaedf53238c4>
- [4] What is Angular? [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://angular.io/docs>
- [5] Introduction: VueJS [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://vuejs.org/v2/guide/>
- [6] NELSON, Brett. Getting to Know Vue.js: Learn to Build Single Page Applications in Vue from Scratch. 1. Apress, 2018. ISBN 1484237803.
- [7] MEW, Kyle. Learning Material Design. 1. Packt Publishing, 2015. ISBN 1785289810.