

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

**TVORBA APLIKÁCIE PRE PODPORU LOGOPEDICKÝCH HIER**  
**V PROSTREDÍ ELECTRON**  
**Bakalárska práca**

**2024**

**Adam Reňak**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY**

**TVORBA APLIKÁCIE PRE PODPORU LOGOPEDICKÝCH HIER**  
**V PROSTREDÍ ELECTRON**  
**Bakalárska práca**

Študijný program: Počítačové siete  
Študijný odbor: Informatika  
Školiace pracovisko: Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií  
Školiteľ: Ing. Renát Haluška, PhD.

**2024 Košice**

**Adam Reňak**

## **Abstrakt v SJ**

Bakalárska práca sa zaoberá vývojom webovej aplikácie v prostredí Electron na podporu logopedických hier a cvičení, ktoré sa zameriavajú primárne na rozpoznávanie reči. Práca poskytuje stručný prehľad k problematike logopedických hier a významu interaktívnych aplikácií v terapii a identifikuje potreby detí s logopedickými výzvami a ich rodičov prostredníctvom analýzy cieľovej skupiny. Hlavným cieľom práce je navrhnúť webovú aplikáciu a interakčné prvky pre logopedické hry v prostredí Electron, ktoré budú zodpovedať identifikovaným potrebám cieľovej skupiny.

## **Kľúčové slová v SJ**

Electron, Web Speech API, Logopedické hry, Webová aplikácia

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with the development of a web application in the Electron environment to support speech therapy games and exercises that focus primarily on speech recognition. The thesis provides a brief overview on the topic of speech therapy games and the importance of interactive applications in therapy and identifies the needs of children with speech therapy challenges and their parents through a focus group analysis. The main aim of the thesis is to design a web application and interactive elements for speech therapy games in the Electron environment to meet the identified needs of the target group.

## **Keywords**

Electron, Web Speech API, Speech therapy games, Web application

73166

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH**  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY  
Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií

## **ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE**

Študijný odbor: **Informatika**  
Študijný program: **Počítačové siete**

Názov práce:

**Tvorba aplikácie pre podporu logopedických hier v  
prostredí Electron**  
Creation of an application to support speech therapy games in the  
Electron environment

Študent: **Adam Reňak**  
Školiteľ: **Ing. Renát Haluška, PhD.**  
Školiace pracovisko: **Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií**  
Konzultant práce:  
Pracovisko konzultanta:

Pokyny na vypracovanie bakalárskej práce:

1. Na základe dostupnej literatúry vypracujte stručný prehľad k problematike logopedických hier a významu interaktívnych aplikácií v terapii.
2. Identifikujte potreby detí s logopedickými výzvami a ich rodičov.
3. Vypracujte prehľad prostredia Electron a jeho výhody pre vývoj multiplatformových aplikácií.
4. Navrhните užívateľské rozhranie a interakčné prvky pre logopedickú hru v prostredí Electron.
5. Zhodnotenie prínosov aplikácie v oblasti logopédie a edukačných hier.
6. Vypracujte technickú dokumentáciu podľa odporúčania školiteľa.

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: slovenský  
Termín pre odovzdanie práce: 24.05.2024  
Dátum zadania bakalárskej práce: 31.10.2023



*11.2. Pukhová*  
prof. Ing. Liberios Vokorokos, PhD.  
dekan fakulty

## Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som celú záverečnú prácu vypracoval samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry.

Košice, 24. mája 2024

.....  
vlastnoručný podpis

## **PodĎakovanie**

Ďakujem svojmu školiteľovi práce, Ing. Renátovi Haluškovi, PhD. za všetky konzultácie, odbornú pomoc, rady a pripomienky, ktorými mi bol nápomocný pri vypracovaní práce.

# Obsah

Zoznam obrázkov .....	9
Úvod .....	10
1. Formulácia úlohy a cieľ práce.....	11
1.1. Problematika logopedických hier a význam interaktívnych aplikácií v terapii .....	11
1.2. Identifikácia potrieb cieľovej skupiny .....	11
1.3. Prehľad prostredia Electron a jeho výhody pre vývoj multiplatformových aplikácií.....	12
1.4. Návrh užívateľského rozhrania .....	12
1.5. Zhodnotenie prínosov aplikácie v oblasti logopédie a edukačných hier .....	12
1.6. Technická dokumentácia .....	12
2. Analýza potrieb a cieľovej skupiny .....	13
2.1. Identifikácia potrieb detí s logopedickými výzvami a ich rodičov .....	13
2.2. Špecifikácie cieľovej skupiny pre aplikáciu .....	14
3. Príklady exitujúcich projektov v oblasti vzdelávania.....	16
3.1. Apraxia World .....	16
3.2. Squak.....	17
4. Vývojové prostredie Electron.....	19
4.1. Prehľad prostredia Electron a jeho výhody pre vývoj multiplatformových aplikácií.....	19
4.1.1. Chromium a Node.js.....	19
4.1.2. Typy procesov .....	20
5. Web Speech API .....	22
6. Návrh aplikácie a funkcií .....	24
6.1. Princíp hry .....	24
6.2. Generovanie sveta a herných prvkov .....	25
6.3. Cvičenia.....	25
6.3.1. Rečové cvičenie .....	25
6.3.2. Posluchové cvičenie .....	26
6.4. Grafický dizajn hry .....	27

6.4.1.	Úvodná stránka .....	27
6.4.2.	Stránka s hrou .....	27
6.4.3.	Mobilná verzia.....	29
7.	Budúci vývoj .....	31
	Záver.....	33
	Zoznam použitej literatúry .....	34
	Prílohy .....	35

## Zoznam obrázkov

Obr. 1 Začiatok levelu v hre Apraxia World .....	16
Obr. 2 Príklad rečového cvičenia.....	17
Obr. 3 Hlavná časť hry Squak .....	18
Obr. 4 Zbierka pierok v hre Squak.....	18
Obr. 5 Electron kombinuje základnú zložku Chromium s nízkoúrovňovým prístupom k Node.....	20
Obr. 6 Viacprocesová architektúra systému Electron .....	21
Obr. 7 Zoznam podporovaných webových prehliadačov.....	22
Obr. 8 Príklad rečového cvičenia.....	26
Obr. 9 Úvodná stránka webovej aplikácie.....	27
Obr. 10 Stránka s hrou .....	28
Obr. 11 Bočný panel so zlatom .....	29
Obr. 12 Hra prispôbená pre mobilné rozlíšenie .....	30
Obr. 13 Návrh rečového cvičenia na „vřřřř“ a „sssss“ .....	31

## Úvod

Táto bakalárska práca sa zameriava na vývoj multiplatformovej desktopovej webovej aplikácie vytváranej v prostredí Electron, s využitím skriptovacieho jazyka JavaScript, značkovacieho jazyka HTML a kaskádových štýlov CSS. Vytváraná aplikácia ma slúžiť, ako pomôcka pre deti s logopedickými problémami a poskytnúť im vhodné cvičenia, ktoré sú zamerané na zlepšenie výslovnosti slov. Hra by mala oživiť klasické monotónne terapie, čím prinesie do logopedickej liečby interaktívny a zábavný prvok. Cieľom je poskytnúť nástroj, ktorý nielen zlepší komunikačné schopnosti detí, ale tiež bude motivovať k pravidelnému cvičeniu.

V práci je opísané aj Web Speech API, ktoré sa v aplikácii využíva a slúži na rozpoznávanie reči a kontrolu správnosti výslovnosti slov. Všetky použité technológie sú podrobné popísané v jednotlivých kapitolách práce.

Okrem návrhu užívateľského rozhrania a interakčných prvkov pre hru je v práci zahrnutý aj stručný prehľad k problematike logopedických hier a význam interaktívnych aplikácií v terapiách, ktorý bol vypracovaný na základe dostupnej literatúry. Venujem sa aj cieľovej skupine a analýze ich potrieb. Riešia sa aj otázky možných budúcich aktualizácií a vylepšení, ktoré by sa mohli do webovej aplikácie v budúcnosti implementovať.

## 1. Formulácia úlohy a cieľ práce

Cieľom práce je vytvoriť stručný prehľad k problematike logopedických hier a významu interaktívnych aplikácií v terapii, zistiť problémy a potreby cieľovej skupiny, preskúmať prostredie Electron a na základe zistení navrhnúť a vytvoriť vhodnú webovú aplikáciu pre podporu logopedických hier.

### 1.1. Problematika logopedických hier a význam interaktívnych aplikácií v terapii

Táto časť bakalárskej práce poskytuje stručný prehľad k problematike logopedických hier a tiež sa zaoberá významom aplikácií v terapii. Táto kapitola poskytuje aj krátky pohľad na už existujúce projekty v oblasti logopedických hier pre deti, ktorý ponúkne dôležitý náhľad do súčasného stavu tejto problematiky, umožňujúc zhodnotenie ich prínosov, nedostatkov a inovatívnych prvkov. Cieľom tejto analýzy je vytvoriť pohľad na existujúce riešenia a získať podnety pre návrh a vývoj aplikácie, ktorá bude nielen účinná, ale aj inovatívna v podpore rozvoja komunikačných schopností detí s logopedickými výzvami a ich rodičov.

### 1.2. Identifikácia potrieb cieľovej skupiny

V tejto časti bakalárskej práce sa zameriavam na dôležitú fázu procesu, ktorá sa týka identifikácie potrieb a požiadaviek cieľovej skupiny, ktorú by mala webová aplikácia osloviť. Cieľom tejto analýzy je presne identifikovať a pochopiť potreby detí a ich rodičov, ktorí bojujú s logopedickými výzvami. Zároveň sa budem venovať špecifikácií cieľovej skupiny, pre ktorú bude aplikácia vyvíjaná.

Prvým krokom tejto analýzy je identifikácia potrieb detí s logopedickými výzvami. Zameriame sa na dôkladné pochopenie ich individuálnych potrieb v oblasti logopédie, s dôrazom na aspekty, ktoré možno zlepšiť alebo podporiť pomocou technologických riešení. Pri tomto procese budeme vychádzať z existujúcich štúdií, odborných publikácií a konzultácií s odborníkmi v oblasti logopédie. Cieľom je získať komplexný obraz o tom, ako by mohla aplikácia prispieť k lepšiemu porozumeniu a rozvoju komunikačných schopností detí s logopedickými výzvami.

Druhým krokom je identifikácia potrieb rodičov detí s logopedickými problémami. Zameriame sa na pochopenie ich očakávaní, otázok a obáv súvisiacich s logopedickými výzvami, aby sme mohli navrhnúť aplikáciu, ktorá bude nielen efektívna pre deti, ale aj použiteľná pre rodičov.

Po identifikácii potrieb detí a rodičov pristúpime k špecifikácii cieľovej skupiny pre našu aplikáciu. Definujeme parametre, ako sú veková skupina detí, špecifické logopedické výzvy, úroveň technologickej gramotnosti detí a ďalšie relevantné faktory.

### **1.3. Prehľad prostredia Electron a jeho výhody pre vývoj multiplatformových aplikácií**

Kapitola sa detailne zaoberá prostredím Electron, ktoré slúži na tvorbu multiplatformových desktopových aplikácií. Popisuje jeho časti Chromium a Node.js, rozoberá jeho základné komponenty a venuje sa typom procesov a komunikácií medzi nimi. Uvedené sú aj výhody vývoja multiplatformových aplikácií v prostredí Electron. V práci je opísané aj Web Speech API a jeho funkcionality.

### **1.4. Návrh užívateľského rozhrania**

Okrem detailného návrhu aplikácie v tejto kapitole rozoberám aj logopedické cvičenia, ktoré sú súčasťou celej aplikácie. V kapitole je popísané aj užívateľské rozhranie a celkový grafický návrh. Zahŕňa detailný popis vzhľadu a štruktúry každého okna, navigácie, interaktívnych prvkov v rámci aplikácie, ktoré umožnia užívateľom efektívne, intuitívne a jednoducho komunikovať s aplikáciou.

### **1.5. Zhodnotenie prínosov aplikácie v oblasti logopédie a edukačných hier**

V práci sa zameriam na zhodnotenie prínosov vyvinutej webovej aplikácie pre logopedické cvičenia v oblasti logopédie a edukačných hier. Cieľom je posúdiť, ako aplikácia podporuje rozvoj komunikačných schopností detí s logopedickými výzvami a prispieva k efektívnosti terapie.

### **1.6. Technická dokumentácia**

V tejto kapitole sa venujem vypracovaniu technickej dokumentácie pre vyvinutú webovú aplikáciu podľa odporúčania školiteľa. Dokumentácia obsahuje opis hlavných funkcií aplikácie.

## 2. Analýza potrieb a cieľovej skupiny

Reč považujeme za komunikačný prostriedok, pričom ide o schopnosť, ktorá je daná iba človeku. Ak dôjde k narušeniu tejto schopnosti, nastávajú problémy vo viacerých oblastiach života. Dôsledkom je aj sťažený vzdelávací proces. Príčiny porúch rečí môžu byť organické, sem patrí napríklad krvácanie do mozgu, trombóza, nádorové choroby alebo funkčné, kde spadajú napríklad neurotizácia zo strany prostredia, nesprávny rečový vzor. Narušenou komunikačnou schopnosťou jedinca sa zaoberá logopédia. Medzi najbežnejšie poruchy rečí u detí patrí oneskorený vývin rečí, dyslália, zajakavosť, mutizmus [1].

### 2.1. Identifikácia potrieb detí s logopedickými výzvami a ich rodičov

Logopedické terapie sú veľmi dôležité pri liečbe detí s poruchami rečí. Liečbou je možné úplne odstrániť alebo aspoň zmierniť následky narušenej komunikačnej schopnosti. Dieťa absolvuje dlhé logopedické terapie, ktoré môžu trvať niekoľko mesiacov až rokov v závislosti od úrovne postihnutia. Terapie sú zvyčajne raz do týždňa, pričom na dosiahnutie pokroku je rozhodujúce časté a pravidelné cvičenie, ktoré napomáha k osvojeniu si nových zručností a návykov. To však môže byť časovo náročné a dieťa môže po určitej dobe strácať chuť na precvičovanie. Okrem toho, nie každé dieťa má v blízkosti svojho bydliska kliniku, ktorá sa špecializuje na logopedické problémy a cestovanie do vzdialenejšieho mesta niekoľkokrát do mesiaca môže byť unavujúce, vyčerpávajúce, ale aj finančne náročné. Preto je vhodné terapiu doplniť aj o domáce cvičenia a tak urýchliť a zefektívniť liečbu [1, 2, 3].

Pri domácom cvičení existuje niekoľko problémov. Jeden z nich je, že deti musia byť motivované cvičiť, keďže cvičenia sú mnohokrát monotónne a opakujúce sa. Druhý problém je, že pri vykonávaní logopedických cvičení musia byť rodičia prítomní a dohliadať a zároveň poskytovať deťom spätnú väzbu. Tieto faktory znižujú účinnosť a zároveň predlžujú celkovú dĺžku liečby [7].

Problém s motiváciou pri cvičení v domácom prostredí dokážu vyriešiť digitálne logopedické hry. Hranie hier môže mať pozitívny dopad na vzdelávanie detí. Tieto aplikácie získavajú uznanie aj u logopédov, a to najmä preto, že napríklad dotykové zariadenia sú intuitívne a pútavé, čím dokážu udržať pozornosť detí a tie tak zostávajú motivované aj počas opakovaných cvičeniach. Tento spôsob učenia môže byť príjemnejší, zaujímavejší a teda aj efektívnejší ako tradičné spôsoby. Hry majú niekoľko výhod, pričom hlavnou je mimoriadne príťažlivý charakter a predstavujú silné učebné prostredie. Hry môžu podporovať multisenzorické, aktívne a zážitkové učenie. Zároveň hráči musia používať predtým naučené informácie a poznatky, aby mohli napredovať takže podporuje

opakovanie nadobudnutých vedomostí. Niektoré hry môžu poskytovať aj okamžitú spätnú väzbu, takže hráči sa môžu učiť zo svojich chýb. Štúdie tiež ukázali, že deti majú vyššiu mieru zapojenia a robia menej chýb, ako pri tradičnej terapii. Navyše, ich grafická príťažlivosť prispieva k zvýšenej motivácii detí a chceniu cvičiť [2, 3, 12].

Síce tieto aplikácie do určite miery pomáhajú riešiť problém s motiváciou, neriešia však druhý problém. Problém aplikácií zameraných na logopédiu je, že len málo z nich poskytujú okamžitú spätnú väzbu alebo aspoň vzdialené alebo automatizované hodnotenie reči. Deti sú tak pri hraní odkázané na svojich rodičov, ktorí musí byť prítomní a kontrolovať dieťa. Tento fakt obmedzuje dieťa len na cvičenie v spoločnosti dospelého. Na zmiernenie tohto problému poskytuje niekoľko aplikácií deťom nepriame mechanizmy spätnej väzby, ktoré pomáhajú pri terapii. Viaceré hry umožňujú dieťaťu počúvať zvukové modely cvičenia, zatiaľ čo iné umožňujú dieťaťu nahráť svoju reč a prehrať si ju. Niektoré aplikácie poskytujú vizualizáciu hlasu dieťaťa alebo hlasom aktivované postavičky, ktoré sa pohybujú, keď dieťa hovorí. Problémom však je, že v týchto aplikáciách nie je postup hre riadený rečou. Aby sa maximalizoval prínos terapeutických cvičení založených na aplikáciách, je potrebné, aby bola spätná väzba integrovaná do cvičenia prepojením úspechu v hre s rečovým výkonom [2, 3].

## 2.2. Špecifikácie cieľovej skupiny pre aplikáciu

Každá hra má špecifickú cieľovú skupinu užívateľov. Logopedické hry môžu zlepšiť rôzne aspekty reči a môžu byť zamerané na rôzne logopedické problémy. Hry môžu byť zamerané na výslovnosť slov, výslovnosť písmen alebo doladenie výslovnosti špecifických slov a viet. Aplikácie zároveň musia byť prispôsobené slovnej zásobe dieťaťa a musia byť prispôsobené aj ich úrovni technologickej gramotnosti [3].

Naša aplikácia sa bude zameriavať na deti s narušenou zvukovou rovinou reči (dyslália), ktorá sa dnes ale bližšie špecifikuje ako artikulačná alebo fonologická porucha, prípadne ako vývinová dyspraxia. Pod pojmom narušená zvuková rovina reči rozumieme neschopnosť používať jednotlivé hlásky či skupiny hlások. Narušenie pôsobí rušivo na komunikačný zámer a môže sa prejavovať znížením zrozumiteľnosti reči. Pri tejto rečovej chybe sa stretávame s problémom, že dieťa vynecháva (tráva - táva), poprípade nahrádza hlásku inou (tráva- tláva) alebo ju tvorí nesprávne. Medzi najproblematickejšie hlásky v slovenčine patria L, R, C, S, Z, DZ, Č, Š, Ž, DŽ. Pri odstraňovaní nesprávnej výslovnosti je potrebné dodržiavať určité zásady, ako je napríklad zásada krátkodobého cvičenia. Odporúča sa 3-4 minúty, niekoľkokrát denne. Týmto cvičením sa docieli, že z podmieneného reflexu sa vytvorí nepodmienený. Pri pravidelnom cvičení podľa pokynov logopéda

je možné dosiahnuť efekt správnej výslovnosti hlásky po 3-4 mesiacoch cvičenia. Správna výslovnosť má byť ukončená pred začatím školskej dochádzky. Prax ukazuje, že čím je pacient starší, tým je problematickejšie zapojenie správnej výslovnosti do bežnej reči [1].

Na základe toho vieme, že cieľová skupina pre aplikáciu sú deti vo veku 3-6 rokov, ktoré majú problémy s vyslovovaním určitých slabík. Aplikácia by mala obsahovať hru o dĺžke troch až štyroch minút, kde dieťa precvičuje vyslovovanie slov s problematickými slabikami.

### 3. Príklady exitujúcich projektov v oblasti vzdelávania

Príklady existujúcich projektov v oblasti riešenia logopedických problémov detí predstavujú dôležitý zdroj inšpirácie a poznania existujúcich prístupov v tejto problematike. V súčasnosti existuje množstvo hier, ktoré sa zameriavajú na logopedické problémy u detí. Mnohým z nich však chýba spätná väzba. V tejto kapitole sa pokúsím ukázať príklady najlepších aplikácií, ktoré sa zameriavajú na tento problém. Jedná aplikácia je zameraná na anglicky hovoriace deti a druhá na slovenské deti s problémom rozpoznávania hlások.

#### 3.1. Apraxia World

Logopedická hra Apraxia World (Obr. 1) je postavená na báze plnohodnotnej dvojrozmernej plošinovky, ktorá by mala byť neskôr spojená s modulom automatického rozpoznávania reči, schopným poskytovať spätnú väzbu v reálnom čase. Hra je farebná adventúra, vyvinutá v hernom engine Unity. V hre Apraxia World má dieťa za úlohu ovládať avatara (malú postavu opice), vo viacúrovňovom svete, v ktorom sa musí dostať do cieľa cez rôzne plošiny a jaskyne, pričom musí zbierať mince a zároveň sa vyhýbať nepriateľom a prekonávať prekážky na mape. Hra obsahuje 48 úrovní, rozdelených do 8 svetov. V hre sa nachádza viacero postáv či herný obchod, kde je možnosť zakúpiť si oblečenie, zbrane alebo bonusy. Herná minca sa získava za plnenie úloh. Ceny položiek sa pohybujú od 50 do 6 000 mincí.



Obr. 1 Začiatok levelu v hre Apraxia World

Dieťa ovláda avatara pomocou štandardných vstupov, čo sú virtuálne tlačidlá a smerový ovládač. Rečové vstupy sú viazané na predmety, ktoré musí hráč počas hry zbierať. Tieto predmety sú povinné aby hráč mohol postúpiť do vyššej úrovne. Predmety, ktoré vyvolávajú rečové vstupy sú rozlíšiteľné od ostatných predmetov, preto hráč dokáže predvídať a kontrolovať, kedy sa rečové cvičenia objavia a tak rečové cvičenia neodvádzajú pozornosť od hrania a ani neprerušujú hráča pri vykonávaní zložitejších pohybov. Pre každú úroveň je definovaný potrebný počet rečových cvičení. Slová v úlohách sa náhodne vyberajú zo zoznamu slov tak, že sa neopakujú, kým sa nevystriedajú všetky slova zo zoznamu. V hre sú 2 spôsoby precvičovania. Počas hry alebo po dokončení levelu.



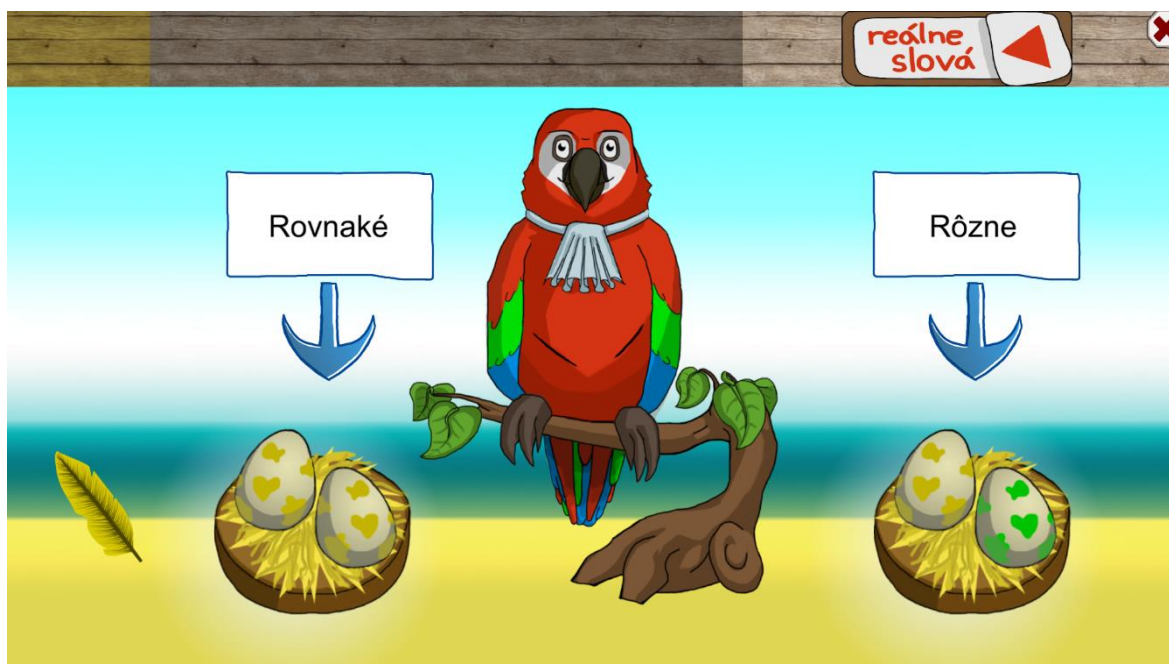
Obr. 2 Príklad rečového cvičenia

Cvičenia počas hry sa zobrazia v prípade, ak chce hráč získať hviezdičku. Vtedy sa zobrazí dialógové okno a po dokončení cvičenia sa okno zatvorí a hráč získa odmenu. V prípade, že hráč sa rozhodne cvičenie preskočiť alebo počas hry sa nedokáže s avатарom dostať k hviezde, môže rečové cvičenia dokončiť v cieľi. Avšak, v cieľi však nemôže získať žiadne ďalšie bonusové mince [3].

### 3.2. Squak

Squak je aplikácia určená pre slovenské deti, ktorá pomáha s rozoznávaním podobných slovíčok. Ide o cvičenia na zvukovú diferenciaciu u detí. Hlavnou postavou hry je papagáj Squak,

ktorý vyslovuje podobné slová a dieťa má na základe prehraných nahrávok určiť, či išlo o rovnaké slová alebo sa slová len podobali. Cieľom hry je naučiť deti rozlišovať hlásky.



Obr. 3 Hlavná časť hry Squak

Priebeh hry je vcelku jednoduchý. Papagáj vysloví dve slová, ktoré sú veľmi podobné. Potom má dieťa za úlohu určiť, či tieto slová boli identické alebo sa líšili. Ak správne odpovie, získa pierko. V prípade nesprávnej odpovede sa slová zopakujú a dieťa môže znova reagovať. Cieľom hry je získať 3 pierka každej farby.



Obr. 4 Zbierka pierok v hre Squak

V hre je dostupná možnosť výberu medzi použitím skutočných slov alebo generovaním vymyslených slabík a slov. Tento výber poskytuje široké spektrum cvičení a umožňuje prispôbiť hru podľa individuálnych preferencií a potrieb. Hra bola vyvinutá v hernom engine Unity.

## 4. Vývojové prostredie Electron

Electron je framework s otvoreným zdrojovým kódom na vytváranie multiplatformových desktopových aplikácií pomocou JavaScriptu, HTML a CSS. Vyvinutý bol spoločnosťou Github a je základom pre multiplatformový textový editor Atom. Electron kombinuje Chromium a Node.js. Umožňuje vývojárom vytvárať grafické používateľské rozhrania s webovými stránkami ako aj pristupovať k natívnym možnostiam operačných systémov Windows, macOS a Linux prostredníctvom rozhrania API, ktoré je nezávisle od operačného systému [4].

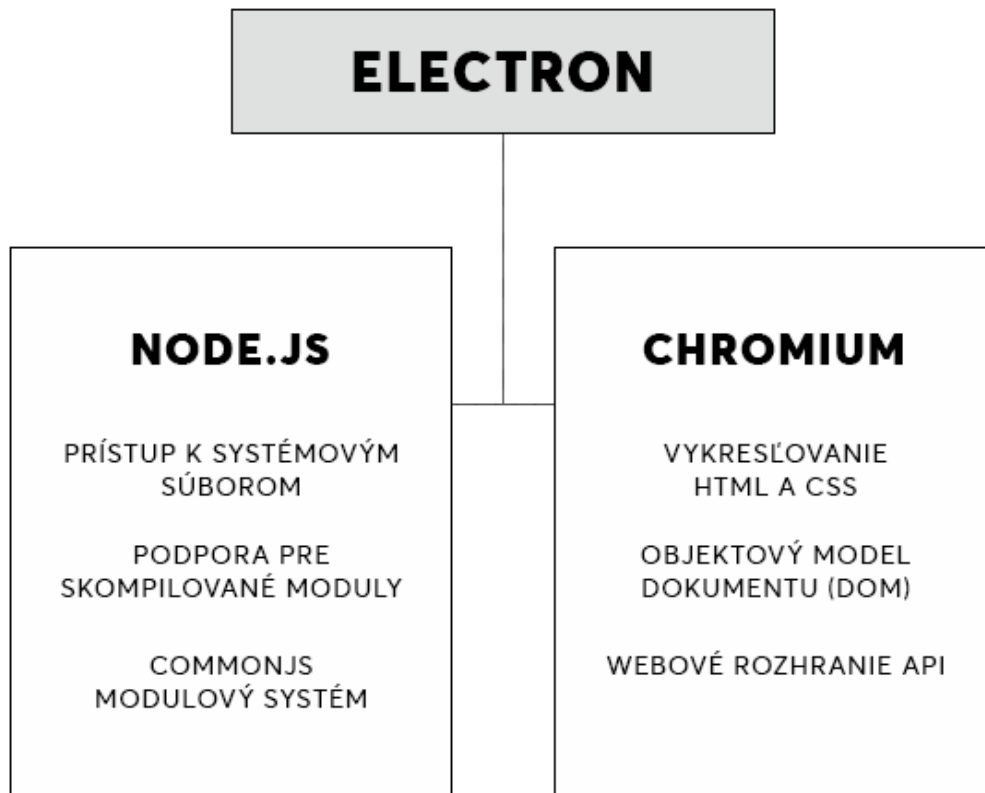
### 4.1. Prehľad prostredia Electron a jeho výhody pre vývoj multiplatformových aplikácií

Chromium aj Node sú samy o sebe veľmi populárne aplikačné platformy a obe sa nezávisle od seba používajú na vytváranie aplikácií. Electron spája tieto dve platformy a umožňuje používať JavaScript na vytváranie úplne novej triedy aplikácií. Kombinuje teda výhody oboch a umožňuje vytvárať aplikácie, ktoré by inak nebolo možné vytvoriť ani na jednej z nich. Electron nie je len dobrou voľbou na vytváranie webových aplikácií, ktoré sa správajú ako natívne desktopové aplikácie, je tiež dobrou voľbou na vytváranie grafického rozhrania okolo aplikácií Node, ktoré by inak boli obmedzené na rozhranie príkazového riadka. Výhoda prostredia Electron je aj to, že jeho aplikácie dokážu bežať na viacerých platformách. Aplikácie vytvorené v prostredí Electron potrebujú pre svoju funkčnosť minimálne tri súbory. Jedná sa o súbory package.json, index.html a main.js [4, 5].

#### 4.1.1. Chromium a Node.js

Chromium je open source verzia webového prehliadača Chrome od spoločnosti Google, ktorý zdieľa väčšinu rovnakého kódu a funkcií, avšak s niekoľkými malými odlišnosťami a inou licenciou. Tento obsahový modul je jadro, ktoré umožňuje vykresľovanie webových stránok v samostatných procesoch. Súčasťou sú vykresľovacie enginy Blink a V8 JavaScript. Tento obsahový modul zahŕňa len základné technológie a teda zabezpečuje vykresľovanie HTML z webového servera, načítanie všetkých odkazov CSS a spúšťanie JavaScriptu. Node.js umožňuje pracovať s JavaScriptom aj na strane servera, čo otvára dvere pre prístup k operačnému systému, súborovému systému a ďalším systémovým funkciám. Poskytuje modulárnu štruktúru, ktorá umožňuje pridávať a používať rôzne balíky a moduly. Okrem prístupu k súborovému systému a možnosti spúšťať webový server požíva Node.js systém modulov založený na špecifikácii CommonJS. Node podporuje možnosť rozdeliť kód

na viacero modulov a explicitne zahrnúť tie, ktoré požaduje z daného súboru. Okrem využitia systému modulov Node sa dajú využívať aj skompilované moduly s natívnymi rozšíreniami, pristupovať k súborovému systému a vykonávať ďalšie úlohy, ktoré obvykle nie sú podporované v prostredí prehliadača [4].



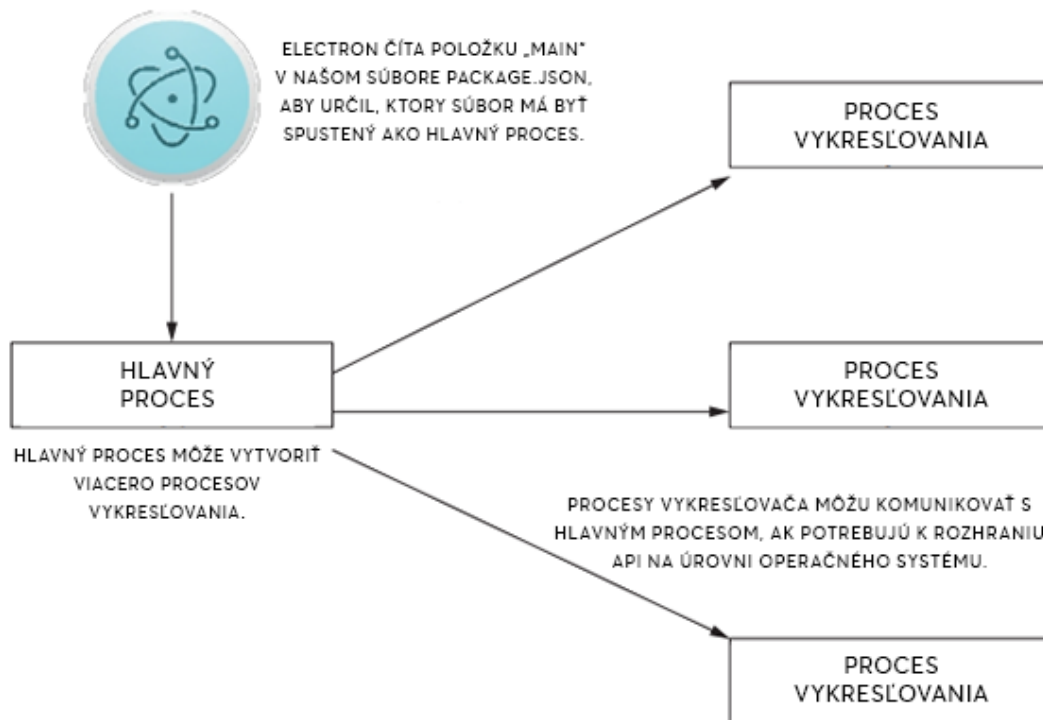
Obr. 5 Electron kombinuje základnú zložku Chromium s nízkoúrovňovým prístupom k Node

#### 4.1.2. Typy procesov

Aplikácie Electron sa skladajú z dvoch typov procesov, a to z hlavného a vykresľovacieho procesu. Každý proces zohráva v aplikácii inú úlohu a má na starosť niečo iné. Úloha hlavného procesu spočíva v niekoľkých kľúčových povinnostiach. Okrem reakcie na udalosti v životnom cykle aplikácie, ako sú spustenie, ukončenie, príprava na ukončenie, prechod do pozadia, prechod do popredia a iné, má na starosti aj komunikáciu s natívnymi API operačného systému. Zobrazenie dialógového okna na otvorenie alebo uloženie súboru sa tiež vykonáva cez hlavný proces. Electron sa po spustení obráti na súbor package.json, aby určil vstupný bod aplikácie a spustil tak hlavný proces.

Hlavný proces v systéme Electron je schopný vytvárať a rušiť procesy vykresľovania pomocou modulu BrowserWindow. Tieto vykresľovacie procesy majú schopnosť načítať webové stránky a

zobrazovať grafické rozhranie. Každý z týchto procesov využíva viacprocesovú architektúru Chromioma a beží na vlastnom vlákne. Tieto stránky môžu načítať ďalšie súbory JavaScript a vykonávať kód v rámci tohto procesu. Procesy vykresľovania sú navzájom izolované a nemajú prístup k integračným rozhraniám API operačného systému. Electron obsahuje schopnosť uľahčiť komunikáciu medzi procesmi na adrese v prípade, že potrebujú spustiť dialógové okno alebo uložiť súbor, poprípade získať prístup k akejkoľvek inej integrácii na úrovni operačného systému [4].



Obr. 6 Viacprocesová architektúra systému Electron

## 5. Web Speech API

Rozhranie Web Speech API umožňuje vývojárom webových aplikácií poskytovať vo webovom prehliadači funkcie rečového vstupu a výstupu, ktoré zvyčajne nie sú k dispozícii pri používaní štandardného softvéru na rozpoznávanie reči alebo čítania textu. Web Speech API predstavuje významný nástroj v modernom vývoji webových aplikácií, ktorý zahŕňa analýzu a aj syntézu reči. Inými slovami, podporuje prevod reči na text a naopak. Rozhranie API je čisto v jazyku JavaScript a je založené na udalostiach, čo sa hodí k štýlu kódovania v tomto jazyku, ktorý je pomerne náročný na spätné volania. Architektúra založená na udalostiach umožňuje aplikácií asynchrónne spracovanie reči. Udalosti sa využívajú aj na hlásenie priebežných výsledkov rozpoznávania reči, čím aplikácia dokáže poskytovať používateľom takmer okamžitú spätnú väzbu. API podporuje množstvo jazykov a v predvolenom nastavení je jazyk definovaný nastaveniami lokálneho používateľa. Nastavenie jazyka je nevyhnutné, pretože ide o kritický krok aby API vedelo, ktorý jazyk sa očakáva. Kombinácia viacerých jazykov nie je možná. Web Speech API umožňuje používateľom nahrávať zvuk, ktorý sa potom odošle prostredníctvom požiadavky HTTPS POST webovej služby rozpoznávania reči. API funguje len na bezpečnom protokole HTTPS, HTTP nie je podporovaný [7, 8, 9].

Web Speech API je kompatibilný so štyrmi z piatich najpoužívanejších webových prehliadačov. Rozpoznávanie reči funguje v Google Chrome, Microsoft Edge, Opera a v Safari. Syntéza reči funguje aj v Firefox Mozilla. Čo sa týka mobilných webových prehliadačov, rozpoznávanie reči vďaka Web Speech API podporuje Chrome Android, Safari iOS, Samsung Internet, WebView Android [6].

	🖥️					📱					
	Chrome	Edge	Firefox	Opera	Safari	Chrome Android	Firefox for Android	Opera Android	Safari on iOS	Samsung Internet	WebView Android
SpeechRecognition	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
	33	79	No	20	14.1	33	No	20	14.5	2.0	4.4.3
	✗*✗	✗*✗		✗*✗	✗	✗*✗		✗*✗	✗	✗*✗	✗*✗

Obr. 7 Zoznam podporovaných webových prehliadačov

Ako bolo už vyššie spomínané, Web Speech API má dve časti. Jedná sa o SpeechSynthesis, ktoré sa zaoberá prevodom textu na reč. Druhá časť je SpeechRecognition a sústreďuje sa na asynchrónne rozpoznávanie reči.

Srdcom rozhrania SpeechRecognition API je objekt SpeechRecognition. Ten obsahuje množstvo atribútov, metód a udalostí, ktoré je možné upraviť a tak nastaviť rozpoznávanie reči presne podľa potrieb a preferencií. Rozpoznávanie reči zahŕňa prijímanie reči prostredníctvom mikrofónu zariadenia, ktorú potom služba rozpoznávania reči porovnáva so zoznamom gramatiky. Zoznam gramatiky je v podstate slovná zásoba, ktorá sa má v konkrétnej aplikácii rozpoznávať. Keď sa slovo alebo fráza úspešne rozpozná, vráti sa ako výsledok vo forme textového reťazca a na základe toho sa môžu spustiť ďalšie akcie. Prehliadače v súčasnosti podporujú rozpoznávanie reči pomocou prefixovaných vlastností. [6]

Použitý formát gramatiky je JSpeech Grammar Formát – JSGF. Vďaka tomu sú riadky oddelené bodkočiarkami, rovnako ako v jazyku JavaScript. Do prvého riadku sa uvádza použitý formát a verzia. Druhý riadok označuje typ a názov termínu, ktorý chceme rozpoznať. Zoznam položiek, ktoré nasledujú za znakom rovnosti, sú alternatívne hodnoty, ktoré budú rozpoznané a akceptované ako vhodné hodnoty pre tento termín. Na samostatných riadkoch môžete definovať ľubovoľný počet pojmov a zahrnúť pomerne zložité gramatické definície. Zoznam gramatiky sa definuje pomocou konštruktora SpeechGrammarList(). Gramatika sa do zoznamu pridáva pomocou metódy SpeechGrammarList.addFromString(). Tá prijíma ako parametre požadovaný reťazec a voliteľne aj hodnotu váhy, ktorá určuje dôležitosť tejto gramatiky vo vzťahu k ostatným gramatikám dostupných v zozname. Pridaná gramatika je v zozname dostupná ako inštancia objektu SpeechGrammar [6].

Služba na rozpoznávanie reči sa dosiahne volaním funkcie SpeechRecognition.start(). Po jej spustení sa dajú aplikovať rôzne druhy udalostí. Udalosť result sa vyvolá, keď služba rozpoznania reči vráti výsledok – slovo alebo fráza boli úspešne rozpoznané. Chybová udalosť rieši prípady, keď sa pri rozpoznávaní vyskytne chyba. Rozpoznávanie reči sa ukončuje funkciou SpeechRecognition.stop().

## 6. Návrh aplikácie a funkcií

Pri navrhovaní webovej aplikácie pre deti sa stanovil hlavný cieľ, vytvoriť prostredie, ktoré bude nielen jednoduché a intuitívne, ale aj dostatočne atraktívne, aby zaujalo našu cieľovú skupinu a zároveň, ktoré berie ohľad na potreby a schopnosti cieľovej skupiny. Aplikácia ma osloviť deti a preto je dizajn viac zameraný na kreslený svet, ktorý je pre deti viac atraktívnejší a príťažlivejší.

Samotná webová aplikácia pozostáva z dvoch hlavných stránok, ktoré sú navrhnuté tak, aby užívateľovi poskytovali plynulý a príjemný zážitok. Prvý kontakt s aplikáciou užívateľ získava na úvodnej stránke, ktorá slúži ako vstupný bod do aplikácie. Tu sa nachádzajú prvky, ako tlačidlá na spustenie hry alebo získania informácií. Úvodná stránka je navrhnutá tak, aby užívateľ okamžite dokázal nájsť všetky potrebné informácie a zároveň aby dieťa vedelo hru spustiť aj samostatne bez pomoci rodiča. Druhou časťou aplikácie je stránka, na ktorej sa už nachádza samotná hra. Táto stránka predstavuje hlavný obsah a zábavnú časť celého prostredia.

### 6.1. Princíp hry

Princíp hry je v podstate veľmi jednoduchý a kladie sa dôraz hlavne na splnenie jednotlivých rečových cvičení. V hre dieťa prevezme úlohu baníka, ktorý sa vydáva do hĺbín podzemia a snaží sa nájsť a vykopať rôzne poklady. Jeho úlohou je zbierať diamanty, zlato a ďalšie vzácne drahokamy. Ovládanie je intuitívne a jednoduché, čo umožňuje hráčovi sústrediť sa na samotnú hru. Pomocou šipiek na klávesnici, poprípade klávesnicami WASD, sa hráč pohybuje postavou po svete, pričom sa snaží nájsť cestu k pokladom. Kopanie prebieha stlačením klávesy medzerník.

V hre sa okrem kameňa nachádzajú dokopy tri druhy vzácných drahokamov, ktoré hráč musí vykopať aby dosiahol svoj cieľ a vyhral hru. Najbežnejším drahokamom v hre je zlato, ktoré hráč získa dvojitým stlačením medzerníka a tým ho vykope. Ďalším predmetom, ktorý musí hráč vykopať je diamant. Na jeho vykopanie však dieťa musí splniť rečové cvičenie. V prípade, že rečové cvičenie nesplní, môže sa o vykopanie diamantu pokúšať znova, no opäť musí splniť rečové cvičenie. Posledným drahokamom v hre je fialový kryštál. Tento predmet indikuje posluchové cvičenie a funguje na rovnakom princípe ako diamant.

Aby dieťa úspešne dokončilo level musí získať všetky drahokamy a tým pádom dokončiť všetky rečové cvičenia. Počet jednotlivých drahokamov potrebných na dokončenie hry je vyznačený v bočnom informačnom paneli. Tento stavový panel slúži ako ukazovateľ pokroku ale aj ako motivácia pre hráča. Každý úspešne vykovaný drahokam sa pridáva do zbierky.

## 6.2. Generovanie sveta a herných prvkov

Celý proces generovania herného sveta a objektov v hre ako aj funkčnosť samotnej hry má na starosť JavaScript. Prvý krok pri vytváraní hry predstavuje inicializácia herného sveta. Sú definované základné parametre, ako je veľkosť mapy a veľkosť jednotlivých blokov, ktoré majú vyplňať herný priestor. Tieto údaje slúžia ako východiskové body pre následne procesy generovania herného prostredia.

Generovanie terénu je kľúčovým prvkom vytvárania herného sveta. Použitý je algoritmus generovania náhodných čísel na umiestnenie rôznych objektov po celej hernej mape. Každý objekt má pridelené špecifické parametre a súradnice, ktoré ovplyvňujú jeho výskyt či význam. Implementácia hlavnej postavy, hráča, zahŕňa tvorbu herného ovládania a pohybu postavy po mape. Pomocou klávesnice má hráč možnosť ovládať pohyb postavy a interakciu s objektmi. Kód hry myslí na detekciu kolízií a interakciu s objektmi. Sú použité mechanizmy, ktoré umožňujú hráčovi reagovať na predmety v hre. Napríklad, ak hráč narazí na prekážku, kód reaguje a zabraňuje hráčovi v prejdení cez ňu.

Vizuálna reprezentácia v hre je dôležitá pre užívateľský zážitok a preto je každý objekt vyobrazený pomocou obrázkov, ktoré jasne identifikujú ich typ a význam. V aplikácií sú použité aj zvukové efekty, čo prispieva k zlepšeniu herného zážitku. Zvukové signály sú spúšťané pri rôznych udalostiach v hre. Srdcom hry je hlavný herný cyklus, ktorý zabezpečuje plynulý chod. Tento cyklus prebieha nepretržite a herné prostredie tak dokáže reagovať na vstupy hráča a aktualizovať stav herného sveta.

## 6.3. Cvičenia

V hre sa vyskytujú dve základne formy cvičenia, ktoré sú zamerané na rozvoj jazykových a rečových schopností ale aj na rozvoj posluchové zručností dieťaťa. Cvičenie zamerané na reč sa sústreďuje na správnu výslovnosť slov a spúšťa sa pri vykopení diamantov. Druhým cvičením je posluchové cvičenie, ktoré sa zameriava na schopnosť rozoznávať podobné slová, slabiky a písmena. Toto cvičenie sa spúšťa pri vykopení kryštálu. Aplikácia je navrhnutá tak, aby dieťa muselo pre dokončenie hry absolvovať tieto cvičenia.

### 6.3.1. Rečové cvičenie

Rečové cvičenia sa spúšťa v momente, keď sa hráč pokúsi vykopať diamant. Následne sa zobrazí dialógové okno na ktorom sa nachádza obrázok slova s príslušným textom. V okne je aj tlačidlo, ktoré slúži ako spúšťač mikrofónu. Tlačidlo je v bežnom, neaktívnom, móde zelené s bielym textom.

V prípade jeho aktivácie sa tlačidlo zmení na tmavozelené s červeným textom, čo jasne indikuje, že mikrofón je aktívny a nahráva sa zvuk. Vtedy sa očakáva, že hráč vysloví slovo aby sa následne nahrávka mohla vyhodnotiť. O rozpoznávanie reči sa stará Web Speech API.



Obr. 8 Príklad rečového cvičenia

Po vyslovení slova a vyhodnotení nahrávky sa v dialógovom okne zobrazí výsledok. V prípade nesprávneho vysloveného slova sa zobrazí červené „X“, indikujúce zlú odpoveď. Hráč má tri pokusy na správne vyslovenie slova. Ak sa mu to nepodarí, dialógové okno sa zatvorí a hráč musí diamant vykopať znova. V prípade správne vysloveného slova sa zobrazí zelená kvačka a cvičenie pokračuje ďalším slovom. Cvičenie pozostáva z dvoch kôl, čo znamená, že hráč musí správne vysloviť dve slová, aby sa diamant úspešne vykopal.

### 6.3.2. Posluchové cvičenie

Pri posluchovom cvičení sa hráč pokúša správne určiť, či vyslovené slová boli rovnaké alebo rozdielne. Ide o jedno z úvodných cvičení v logopédií, ktoré musí dieťa zvládnuť pre ďalší pokrok vo vývoji reči. Samotné cvičenie sa spúšťa pri pokuse hráča vykopať fialový kryštál. Priebeh cvičenia je podobný ako pri rečovom cvičení. Takisto sa otvorí dialógové okno, v ktorom sú však dve tlačidlá. Jedno označuje „rovnaké“ a druhé zase „rozdielne“ slová. Hráčovi sa pri tomto cvičení prehrávajú

slová. Najprv jedno a hneď po ňom druhé. Následne dieťa musí určiť, stlačením na tlačidlo, či boli slová rovnaké. Slová sa prehrávajú pomocou knižnice Howl. Hráč musí z piatich pokusov minimálne trikrát správne odpovedať. V prípade že sa mu to nepodarí, cvičenie musí zopakovať.

## 6.4. Grafický dizajn hry

Grafický dizajn webovej aplikácie je prispôsobený cieľovej skupine a má osloviť deti. Preto je dizajn viac zameraný na kreslený svet, ktorý je pre deti viac atraktívnejší a príťažlivejší. Snahou bolo vytvoriť jednoduchý a intuitívny dizajn, v ktorom sa bude dieťa vedieť zorientovať.

### 6.4.1. Úvodná stránka

Vstupným bodom webovej aplikácie je úvodná stránka, ktorá slúži na získanie informácií o samotnej hre. Takisto sa cez úvodnú stránku spúšťa aj samotná hra. Celkový dizajn je jednoduchý a dieťa si dokáže spustiť hru aj samo, nepotrebuje pomoc rodiča. Na úvodnej stránke sa nachádzajú len dve tlačidlá. Jedným sa spúšťa hra, druhým sa otvára dialógové okno, ktoré zobrazuje informácie o hre, pravidlá či návod na ovládanie postavy v hernom svete. Dizajn je prispôsobený aj pre mobilné zariadenia.



Obr. 9 Úvodná stránka webovej aplikácie

### 6.4.2. Stránka s hrou

Stránka s hrou je rozdelená do dvoch hlavných blokov, ktoré poskytujú užívateľovi prehľadné a funkčné prostredie. Na ľavej strane sa nachádza informačný panel, ktorý obsahuje informácie o priebehu hry. Tento panel slúži na zobrazovanie informácií o hre, ako je napríklad počet vyťaženého

zlata. Na pravej strane sa nachádza herné pole o maximálnej veľkosti 800x800px. Hráčova postava je zobrazená ako malý, ale detailne vypracovaný avatar, ktorý je umiestnený na vrchu poľa. Pri kopaní prebieha animácia hernej postavy, čo pridáva hre dynamiku. Hracie pole vyplňajú sivé kamene. Zlato, modré diamanty a fialové kryštály sú v poli náhodne umiestnené a pri každom generovaní sveta sa nachádzajú na inej pozícii. Tieto predmety sú zobrazené v dobrej kvalite a hráč ich dokáže jednoducho a jasne identifikovať. Pozadie herného poľa naznačuje podzemné prostredie alebo jaskyňu. Hnedé tóny majú pripomínať pôdu. Tento dizajn sa snaží vytvárať správnu atmosféru a vtiahnuť hráča do hry. Hra ponúka hráčovi aj zvukové efekty kopania, rozbitia kameňa alebo zvukový efekt pri získaní drahokamu.



Obr. 10 Stránka s hrou

Informačný panel sa skladá z troch sekcií. Každá sekcia označuje jeden typ drahokamu, ktorý musí hráč v hre získať. Dizajn sekcie má pripomínať drevenú textúru, čo je v súlade s baníckou tematikou hry. Každá sekcia na paneli je jasne označená a obsahuje ikony, ktoré sú intuitívne a ľahko rozpoznateľné. V sekcií je vždy toľko drahokamov, koľko ich hráč musí pre splnenie hry vyzbierať. Ikony drahokamov sú na začiatku hry čiernobiele, čo má indikovať, že hráč predmet ešte nezískal. Po ich vykopaní sa predmet v panely sfarbí, čím je jasné, že hráč predmet získal.

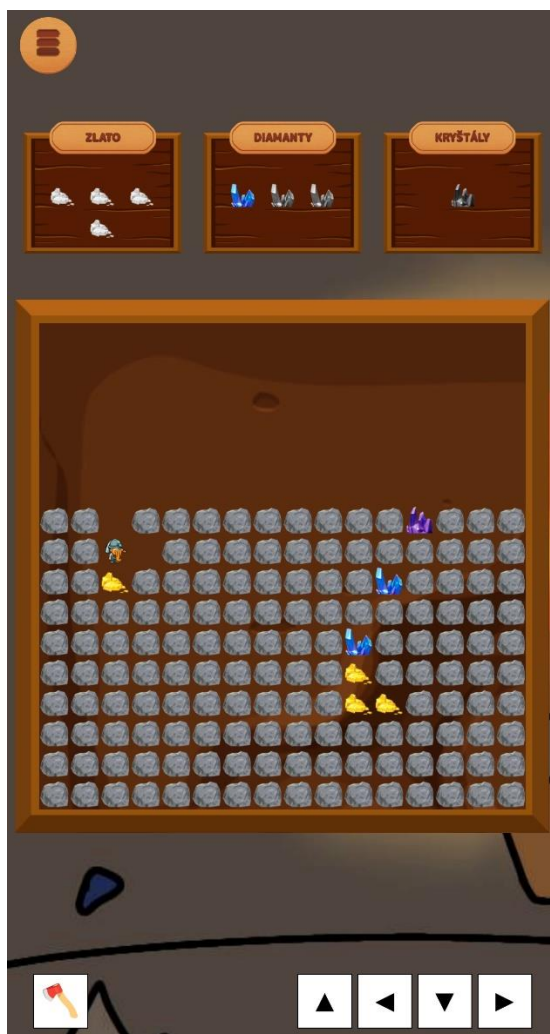


Obr. 11 Bočný panel so zlatom

Celkový grafický dizajn hry sa snaží vytvárať súdržný a pútavý vizuálny zážitok, ktorý podporuje herný príbeh a motivuje hráča k prieskumu a interakcii s herným svetom. Detaily ako textúry či farebné schémy sú navrhnuté tak, aby poskytovali príjemný vizuálny dojem, ktorý je neoddeliteľnou súčasťou celkového herného zážitku.

#### 6.4.3. Mobilná verzia

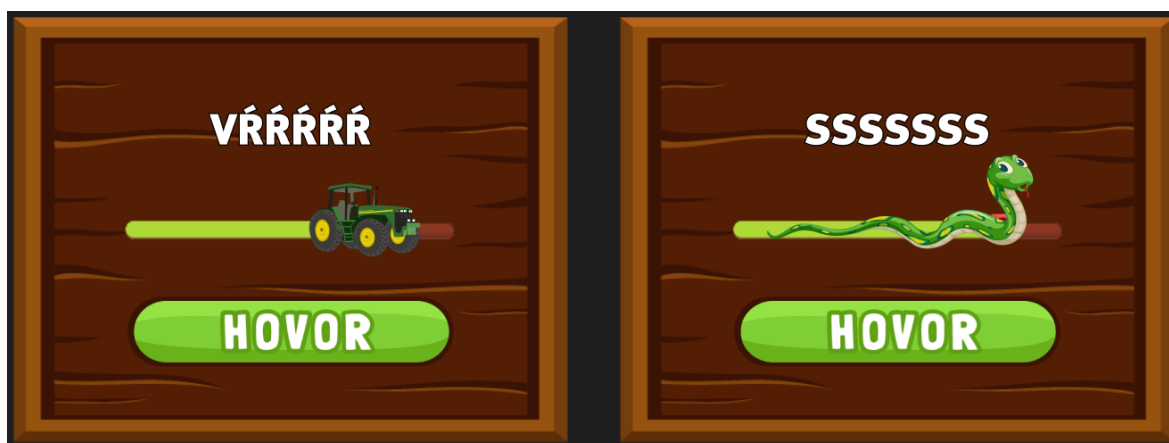
Dizajn stránky s hrou je prispôsobený pre aj mobilné zariadenia. V menšom rozlíšení, typickom pre mobilné zariadenia, sa bočný panel zmenší a presunie na vrchnú časť obrazovky. Zmenší sa aj herné okno, ktoré sa naopak, presunie nižšie. Herné okno zostáva dostatočne veľké na to, aby hráčom poskytovalo jasný a detailný pohľad na hru. Jedným z najdôležitejších aspektov mobilného dizajnu sú ovládacie prvky, ktoré sú zobrazené priamo na obrazovke. V mobilnom rozlíšení sú tieto prvky umiestnené v spodnej časti obrazovky, čo umožňuje hráčom ľahký prístup palcami pri vertikálnom držaní zariadenia. Šípky na ovládanie pohybu a ďalšie interaktívne tlačidlá sú dostatočne veľké, aby ich bolo možné pohodlne používať aj na dotykových obrazovkách menších rozmerov.



Obr. 12 Hra prispôsobená pre mobilné rozlíšenie

## 7. Budúci vývoj

Aplikácia má veľký potenciál na vylepšenie a rozšírenie cvičení. Ďalšie navrhované aktivity zahŕňajú rozsiahlejšie testovanie aplikácie v reálnom prostredí, zber spätnej väzby od používateľov a jej následné implementovanie do vylepšenej aplikácie. V rámci diplomovej práce by sme za pomoci neurónových siet mohli vytvoriť vlastný model na rozpoznávanie reči s podporou aj slabikových cvičení, ktoré aktuálne nie sú vo Web Speech API podporované. Napríklad, naše riešenie by vedelo identifikovať správnu výslovnosť pre slová ako „pššššššt“, „vr්ර්ර්ර“, „ssssssss“ a tak lepšie prispôbiť rečové cvičenia pre detí na začiatku terapie. V príklade na obrázku nižšie je zobrazené takéto cvičenie. Princíp cvičenia spočíva v tom, že hráč vyzvaný vysloviť písmeno „S“ po určitú dobu. Pri správnej výslovnosti sa had pomaly posúva zľava doprava.



Obr. 13 Návrh rečového cvičenia na „vr්ර්ර්ර“ a „ssssss“

Na vytvorenie vlastného modelu na rozpoznávanie reči môžeme využiť konvolučné neurónové siete - CNN. Konvolučné neurónové siete boli pôvodne vyvinuté pre úlohy spracovania obrazu, kde sa využíva ich schopnosť detegovať lokálne vzory nezávisle od ich pozície v obraze. Pri adaptácii konvolučných neurónových siet na spracovanie reči sa však vyskytli určité špecifiká. CNN môžu byť prispôbené tak, aby efektívne extrahovali a rozpoznávali rečové vzory v rôznych frekvenčných pásmach, čím sa zabezpečí lepšie spracovanie rečových signálov [10].

Jednou z výhod použitia CNN je ich schopnosť modelovať lokálne vzory a invariantnosť voči malým posunom signálov, čo je dôležité pri rozpoznávaní špecifických rečových zvukov, ako sú „pššššššt“ alebo „ssssssss“. CNN môžu byť implementované s obmedzeným zdieľaním váh, čo umožňuje lepšie prispôbenie modelu rôznym frekvenčným pásmam a zvyšuje presnosť rozpoznávania [10].

Pre zvýšenie presnosti a robustnosti rozpoznávania reči môžeme využiť hybridné modely DNN-HMM. Ide o hlboké neuronové siete so skrytými Markovovými modelmi. DNN dokážu efektívne

modelovať komplexné a časovo závislé vzory rečových signálov, čo umožňuje presnejšie výpočty pravdepodobností pozorovaní pre HMM. Tieto hybridné modely kombinujú silné stránky DNN v oblasti reprezentácie dát a HMM v modelovaní sekvenčných závislostí, čo vedie k lepším výsledkom pri rozpoznávaní reči [10].

Implementácia modelu rozpoznávania reči založeného na CNN a DNN v hre umožní presnú identifikáciu reči počas cvičenia. Tento model by dokázal rozpoznať správnu výslovnosť slabík a špecifických zvukov, ktoré sú kľúčové pre rečové cvičenia. Napríklad, pri cvičení s vyslovením písmena „S“ by model mohol detegovať správnu dĺžku a intonáciu, čím by sa zabezpečilo posúvanie hada v hre pri správnej výslovnosti.

Okrem implementácie nových rečových cvičení sa hra môže rozšíriť aj v podobe nových levelov či príbehu a tak zabezpečiť progres v hre ale aj zabezpečiť postupné zvyšovanie náročnosti rečových cvičení. Do hry sa dá implementovať aj herná mena, za ktorú by si hráč dokázal vylepšovať hernú postavu a kupovať nové dizajnové prvky. Medzi ďalšie navrhované aktivity patrí napríklad aj rozsiahlejšie testovanie aplikácie v reálnom prostredí a zber spätnej väzby od používateľov.

## Záver

Táto bakalárska práca sa zameriavala na vývoj multiplatformovej desktopovej webovej aplikácie využívajúcej prostredie Electron a Web Speech API s cieľom podporiť logopedické cvičenia pre deti s rečovými poruchami. Prostredníctvom analýzy potrieb cieľovej skupiny sme identifikovali kľúčové aspekty, ktoré sú nevyhnutné pre efektívnu logopedickú terapiu a implementovali sme ich do návrhu užívateľského rozhrania a funkcií aplikácie.

Hlavným prínosom tejto práce je vytvorenie platformy, ktorá kombinuje technologické riešenia s logopedickými potrebami detí. Výsledná aplikácia poskytuje intuitívne a interaktívne prostredie, ktoré motivuje deti k pravidelnému cvičeniu. Okamžitá spätná väzba umožňuje dosahovať v hre pokrok a tým udržiavať pozornosť detí. Vďaka vhodne zvoleným technológiám pri vývoji je aplikácia dostupná na rôznych zariadeniach, čo zabezpečuje jej širokú dostupnosť a jednoduché používanie pre deti aj rodičov.

Táto práca prispela k lepšiemu pochopeniu možností využitia technológií v oblasti logopédie a poskytla základ pre ďalšie rozširovanie a zlepšovanie interaktívnych terapeutických nástrojov. Počas tvorby aplikácie sme narazili na niekoľko otvorených otázok, ktoré presahujú rámec tejto bakalárskej práce a zasluhujú si ďalšiu pozornosť. Budúci vývoj by sa mal zamerať na zlepšenie a spresnenie výsledkov napríklad pomocou rozpoznávania reči konvolučnými neurónovými sieťami. Ďalšie navrhované aktivity zahŕňajú rozsiahlejšie testovanie aplikácie v reálnom prostredí, zber spätnej väzby od používateľov a jej následné implementovanie do vylepšení aplikácie alebo vytváranie nových rečových cvičení pre rôzne stupne postihnutia reči.

Možno konštatovať, že bakalárska práca splnila svoje ciele a zároveň otvorila nové možnosti pre integráciu technológií do logopedickej terapie. Vývoj a zlepšovanie tejto aplikácie má potenciál priniesť prínos do terapií a uľahčiť vývoj reči u detí.

## Zoznam použitej literatúry

- [1]. MALAGOVÁ, Eleonóra: Poruchy reči u detí. In Národný portál zdravia [online]. 2020. [cit. 2023-12-10]. Dostupné na internete: <[https://www.npz.sk/sites/npz/Stranky/NpzArticles/2013\\_06/Poruchy\\_reci\\_u\\_deti.aspx?page=full](https://www.npz.sk/sites/npz/Stranky/NpzArticles/2013_06/Poruchy_reci_u_deti.aspx?page=full)>.
- [2]. AHMED, Beena et al.: Speech-driven mobile games for speech therapy: User experiences and feasibility. In International Journal of Speech-Language Pathology. 2018, Vol. 20, no. 6, s. 644–658. ISSN 1754-9507.
- [3]. HAIR, Adam et al.: Apraxia world: a speech therapy game for children with speech sound disorders. In Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children. 2018, s. 119–131. DOI 10.1145/3202185.3202733.
- [4]. KINNEY, Steve. Electron in Action. Shelter Island: Manning Publications Company, 2017. ISBN 9781617294143.
- [5]. Build cross-platform desktop apps with JavaScript, HTML, and CSS. In ElectronJS [online]. 2023. [cit. 2024-01-10]. Dostupné na internete: <<https://www.electronjs.org/>>.
- [6]. Web speech API - web apis: MDN. In MDN Web Docs [online]. 2023. [cit. 2024-05-12]. Dostupné na internete: <[https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web\\_Speech\\_API](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Speech_API)>.
- [7]. ADORF, Julius: Web Speech API [online]. Štokholm, KTH Royal Institute of Technology, 2013. [cit. 2023-17-12]. Dostupné na internete: <<https://www.juliusadorf.com/pub/web-speech-api.pdf>>.
- [8]. NATAL, Andre – SHIRES, Glen – JÄGENSTEDT, Philip.: Web Speech API [online]. 2020. [cit. 2024-03-12]. Dostupné na internete: <<https://wicg.github.io/speech-api>>.
- [9]. LIBBY, Alex. Introducing the HTML5 web speech api your practical introduction to adding browser-based speech capabilities to your websites and online applications. 2020. ISBN 978-1-4842-5734-0.
- [10]. ABDEL-HAMID Ossama et al.: Convolutional Neural Networks for Speech Recognition. In IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing. 2014. Vol. 22, no. 10, s. 1533–1545. ISBN 2329-9290.

## Prílohy

Príloha A: Používateľská príručka

Príloha B: Systémová príručka