

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Vývoj smart aplikácie pre rozvoj logopedických hier
DIPLOMOVÁ PRÁCA

2026

Bc. Adam Reňak

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

**VÝVOJ SMART APLIKÁCIE PRE ROZVOJ LOGOPEDICKÝCH
HIER**

Diplomová práca

Študijný program: Počítačové siete
Študijný odbor: Informatika
Školiace pracovisko: Katedra počítačových sietí (KPS)
Školiteľ: Ing. Renát Haluška, PhD.

2026 Košice

Bc. Adam Reňak

Abstrakt v SJ

Diplomová práca sa zaoberá návrhom a implementáciou komplexnej logopedickej hracej platformy určenej pre deti vo veku do 8 rokov s poruchou reči. Práca poskytuje stručný prehľad problematiky logopedických hier a významu interaktívnych aplikácií v terapii. Cieľom práce je vytvoriť dostupný a bezplatný nástroj na precvičovanie výslovnosti, ktorý doplní tradičné logopedické metódy. Platforma využíva webové technológie vrátane HTML5, CSS3, JavaScriptu a Web Speech API pre rozpoznávanie reči. Herný obsah je rozdelený do šestnástich tematických svetov, ktoré sú založené na problematických hláskach, pričom každý svet obsahuje niekoľko interaktívnych mini hier a levelov. Implementované cvičenia kombinujú grafické a audiovizuálne podnety s okamžitou spätnou väzbou na výslovnosť. Okrem preddefinovaných mini hier umožňuje platforma aj vytváranie vlastných levelov, kde je možné precvičovať konkrétne slová podľa individuálnych potrieb dieťaťa alebo logopéda. Výsledkom práce je funkčná edukačná platforma s komplexným systémom úrovní, optimalizovaným načítaním zdrojov a detsky prívetivým dizajnom.

Kľúčové slová v SJ

Detská logopédia, Edukačná platforma, Electron, Interaktívne cvičenia, Logopedická hra, Poruchy reči, Rozpoznávanie reči, Web Speech API, Webová aplikácia

Abstract

The thesis focuses on the design and implementation of a comprehensive speech therapy gaming platform intended for children up to 8 years old with speech disorders. The work provides a brief overview of the topic of speech therapy games and the importance of interactive applications in therapy. The aim of the thesis is to create an accessible and free tool for practicing pronunciation that complements traditional speech therapy methods. The platform utilizes web technologies including HTML5, CSS3, JavaScript, and the Web Speech API for speech recognition. The game content is divided into sixteen thematic worlds based on problematic phonemes, with each world containing several interactive mini-games and levels. The implemented exercises combine visual and audiovisual stimuli with immediate feedback on pronunciation. In addition to the predefined mini-games, the platform also allows the creation of custom levels, where specific words can be practiced according to the individual needs of the child or speech therapist. The result of the work is a functional educational platform with a comprehensive level system, optimized resource loading, and a child-friendly design.

Keywords

Educational platform, Electron, Interactive exercises, Pediatric speech therapy, Speech disorders, Speech recognition, Speech therapy game, Web application, Web Speech API

79620

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

ZADANIE DIPLOMOVEJ PRÁCE

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

Názov práce:

Vývoj smart aplikácie pre rozvoj logopedických hier
Development of an intelligent application for the development of speech
therapy games

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

Pokyny na vypracovanie diplomovej práce:

1. Navrhnete a implementujete systém levelov v mobilnej aplikácii tak, aby podporoval postupné odomykanie cvičení, motiváciu detí a pravidelnú prax počas rečovej terapie.
2. Vytvorte novú mini hru typu pexeso, integrovanú do aplikácie, ktorá podporí rozvoj pamäťových a rečových schopností detí prostredníctvom interaktívnej a hravej formy.
3. Optimalizujte a opravte existujúcu hru „Baník“, vrátane výkonu, stability a správy assetov, implementujte preloader obrázkov, zvukov a ďalších mediálnych súborov a zabezpečte detekciu chýb s fallback mechanizmami (napr. nedostupný mikrofón, chyby siete).
4. Realizujte re-dizajn a optimalizáciu celej aplikácie so zameraním na detský, farebný a používateľsky prívetivý vzhľad, zlepšite navigáciu, interaktivitu a vizuálnu konzistenciu.
5. Otestujte funkcionality všetkých nových prvkov a zmien, vyhodnoťte ich dopad na používateľskú skúsenosť a motiváciu detí a formulujte odporúčania pre ďalšie zlepšenia aplikácie.

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: **slovenský**
Termin pre odovzdanie práce: **24.04.2026**
Dátum zadania diplomovej práce: **31.10.2025**



Liberios Vokorokos
prof. Ing. Liberios Vokorokos, PhD.

dekan fakulty

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som záverečnú prácu vypracoval samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry, ako aj s využitím nástrojov generatívnej umelej inteligencie v súlade s Metodickým pokynom o záverečných a kvalifikačných prácach a Etickým kódexom študenta Technickej univerzity v Košiciach. Umelá inteligencia bola použitá ako podporný nástroj bez porušenia zásad akademickej etiky a autorskej integrity.

Košice, 24. apríla 2026

PodĎakovanie

Rád by som sa poĎakoval vedúcemu diplomovej práce, Ing. Renátovi Haluškovi, PhD. za všetky konzultácie, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky, ktoré mi významne pomohli pri vypracovaní tejto práce.

Obsah

Zoznam obrázkov	10
Zoznam tabuliek	11
Zoznam symbolov a skratiek	12
Úvod	13
1. Formulácia úlohy a cieľ práce.....	14
2. Analýza problematiky.....	16
2.1. Cieľová skupina	17
2.2. Identifikácia potrieb.....	17
2.3. Existujúce riešenia logopedických hier	18
3. Návrh a implementácia logopedickej hernej platformy	20
3.1. Návrh architektúry platformy	21
3.1.1. Organizácia projektu a štruktúra súborov	21
3.1.2. Hlavné komponenty systému.....	22
3.1.3. Tok dát a komunikácia medzi komponentami	23
3.1.4. Princípy, stavy a vzory architektúry	24
3.1.5. Rozšíriteľnosť	26
3.2. Návrh používateľského rozhrania	26
3.2.1. Vizuálna identita, farebná schéma a typografia	27
3.2.2. Navigačná štruktúra	29
3.2.3. Dizajn tlačidiel a interaktívnych prvkov	30
3.2.4. Herné rozhranie, HUD prvky, modálne okná a animácie.....	31
3.2.5. Responzívny dizajn	34
3.3. Systém herných svetov a levelov	36
3.4. Návrh Mini hier	38
3.4.1. Mini hra Baník	39
3.4.2. Mini hra Pexeso.....	42
3.4.3. Systém hodnotenia rečových a posluchového cvičení	47

3.5.	Návrh rečových a posluchových cvičení	48
3.5.1.	Rečové cvičenie a Web Speech API.....	48
3.5.2.	Posluchové cvičenie	51
3.5.3.	Integrácia cvičení do herných mechaník.....	52
3.5.4.	Technické obmedzenia a kompatibilita	53
4.	Testovanie platformy a výsledky.....	56
4.1.	Cieľ testovania	56
4.2.	Metodika testovania.....	56
4.3.	Funkčné testovanie.....	57
4.3.1.	Výsledky funkčného testovania	58
4.4.	Používateľské testovanie	59
4.4.1.	Orientácia v platforme a intuitívnosť navigácie	59
4.4.2.	Vytváranie vlastných levelov.....	59
4.4.3.	Rozpoznávanie reči	59
4.5.	Výsledky a zhodnotenie	60
5.	Potenciál platformy a možné budúce rozšírenia.....	62
5.1.	Rozšírenie o nové mini hry a rečové cvičenia	62
5.2.	Využitie umelej inteligencie.....	62
5.3.	Lepšia analýza a kvalitnejšie štatistiky	62
	Záver.....	64
	Zoznam použitej literatúry	66
	Prílohy	67

Zoznam obrázkov

Obr. 1 Ukážka hry Apraxia World.....	18
Obr. 2 Súborová štruktúra platformy.....	21
Obr. 3 Proces výpočtu hodnotenia na konci levelu.....	24
Obr. 4 Rozdiel medzi LocalStorage a SessionStorage.....	25
Obr. 5 Základná farebná paleta.....	27
Obr. 6 Farebná paleta sekundárnych farieb.....	28
Obr. 7 Rozloženie tlačidiel v hornej časti rozhrania	29
Obr. 8 Typy kariet v ponuke levelov.....	29
Obr. 9 Modálne okno pre Menu ponuku	30
Obr. 10 Dizajn tlačidiel	31
Obr. 11 Základné rozloženie platformy.....	32
Obr. 12 Príklad modálneho okna s rozmazaným pozadím.....	33
Obr. 13 Ukážka stránky s animáciou rotujúceho kolieska.....	34
Obr. 14 Ukážka virtuálneho joystiku pre mini hru Baník	35
Obr. 15 Ponuka levelov pre svet R	37
Obr. 16 Modálne okno pre spustenie levelu 3	38
Obr. 17 Mini hra Baník	40
Obr. 18 Modálne okno pre vytvorenie vlastného levelu v mini hre Baník.....	42
Obr. 19 Mini hra Pexeso s 2 nájdenými párami a 1 otočenou kartou	43
Obr. 20 Rub a líc karty.....	45
Obr. 21 Štatistiky po skončení mini hry Pexeso s viacerými hráčmi	45
Obr. 22 Modálne okno pre vytvorenie vlastného levelu v mini hre Pexeso	46
Obr. 23 Internetové prehliadače s podporou Web Speech API.....	48
Obr. 24 Modálne okno rečového cvičenia	49
Obr. 25 Vyhodnotenie rečového cvičenia.....	50
Obr. 26 Modálne okno pre rečové cvičenie	51
Obr. 27 Upozornenie na nepovolený mikrofón	54

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Rozloženie účastníkov používateľského testovania podľa vekových skupín.....	57
Tab. 2 Výsledky funkčného testovania jednotlivých oblastí	58

Zoznam symbolov a skratiek

API Application Programming Interface

DOM Document Object Model

URL Uniform Resource Locator

CSS Cascading Style Sheets

HTML HyperText Markup Language

JS JavaScript

UI User Interface

JSON JavaScript Object Notation

DRY Don't Repeat Yourself

SoC Separation of Concerns

HUD Heads-Up Display

Úvod

V súčasnosti dochádza k výraznému rozvoju digitálnych technológií, ktoré nachádzajú uplatnenie aj v oblasti vzdelávania a špeciálnej pedagogiky. Moderné softvérové riešenia umožňujú efektívnejšie a atraktívnejšie formy učenia, pričom významnú úlohu zohrávajú najmä interaktívne aplikácie zamerané na rozvoj konkrétnych schopností používateľov. Jednou z oblastí, ktorá si vyžaduje inovatívne prístupy, je rozvoj rečových a posluchovej schopností, najmä u detí so špecifickými potrebami.

Aktuálnosť riešenej problematiky vyplýva z rastúcej potreby dostupných a efektívnych nástrojov, ktoré by podporovali rozvoj reči mimo tradičného terapeutického prostredia. V praxi často dochádza k nedostatku interaktívnych a zároveň jednoducho použiteľných riešení, ktoré by dokázali motivovať používateľov k pravidelnému precvičovaniu. Tento problém je ešte výraznejší v prípade detí, kde je potrebné kombinovať vzdelávací obsah so zábavnou formou.

Cieľom práce je navrhnúť a implementovať internetovú platformu zameranú na podporu rozvoja rečových a posluchovej schopností prostredníctvom interaktívnych cvičení a mini hier. Súčasťou riešenia je vytvorenie systému, ktorý umožňuje spracovanie hlasového vstupu, jeho vyhodnotenie a následnú spätnú väzbu pre používateľa. Práca sa zároveň zameriava na návrh vhodného používateľského rozhrania, ktoré bude prístupné a intuitívne pre cieľovú skupinu.

Na dosiahnutie stanovených cieľov boli využité metódy analýzy existujúcich riešení, návrhu softvérovej architektúry a implementácie pomocou moderných webových technológií. Dôležitou súčasťou riešenia je integrácia dostupných API nástrojov na spracovanie reči.

Riešená problematika nadväzuje na existujúce výskumy a aplikácie v oblasti logopédie a digitálneho vzdelávania. Pri tvorbe práce boli využité odborné publikácie, vedecké články a dostupné technologické zdroje zamerané na rozpoznávanie reči. Tieto zdroje poskytli teoretický aj praktický základ pre návrh a realizáciu výsledného riešenia.

Význam práce spočíva v návrhu a implementácii platformy, ktorá môže byť využitá ako doplnok k tradičným formám logopedickej intervencie. Navrhnuté riešenie má potenciál zvýšiť motiváciu používateľov, zlepšiť pravidelnosť cvičení a tým prispieť k efektívnejšiemu rozvoju rečových schopností.

Práca je rozdelená do viacerých kapitol. V úvodnej časti sa venuje teoretickým východiskám problematiky a analýze existujúcich riešení. Nasledujúca kapitola sa zaoberá návrhom systému a architektúry aplikácie. V poslednej časti opisuje výsledky testovania v reálnej prevádzke.

1. Formulácia úlohy a cieľ práce

Cieľom diplomovej práce je návrh a implementácia logopedickej hernej platformy určenej pre deti v predškolskom veku, ktorá podporuje rozvoj rečových schopností prostredníctvom interaktívnych cvičení a herných mechaník. Práca sa zameriava na vytvorenie funkčného, používateľsky prívetivého a motivačného nástroja, ktorý môže byť využívaný ako doplnok tradičnej logopedickej terapie v domácom aj odbornom prostredí.

Riešenie vychádza zo zadania práce, ktoré definuje niekoľko kľúčových úloh. Prvým bodom je návrh a implementácia systému levelov, ktorý umožňuje postupné odomykanie obsahu. Tento systém je navrhnutý tak, aby reflektoval princípy stúpajúcej náročnosti a podporoval pravidelné precvičovanie. Levely sú organizované do tematických celkov (svetov), pričom prístup k ďalším úrovňam je podmienený dosiahnutím určitého výkonu v predchádzajúcich leveloch. Takýto prístup zabezpečuje nielen systematickosť učenia, ale aj motivačný prvok v podobe postupného napredovania.

Druhým bodom zadania je vytvorenie novej mini hry pexeso. Táto hra je navrhnutá ako interaktívne cvičenie, ktoré kombinuje rozvoj pamäťových schopností s precvičovaním reči. Implementácia spočíva v prepojení vizuálnych podnetov s verbálnou zložkou. Hra zároveň umožňuje variabilitu obsahu a prispôsobenie konkrétnym logopedickým potrebám.

Tretím bodom je optimalizácia existujúcej mini hry Baník. V rámci tejto úlohy bola pozornosť venovaná najmä zlepšeniu výkonu aplikácie, optimalizácie rečových cvičení a oprave chýb. Súčasťou riešenia je implementácia mechanizmov pre prednačítanie obrázkov, zvukov a ďalších pamäťovo náročnejších súborov, čím sa minimalizujú oneskorenia počas hry. Zároveň boli implementované mechanizmy detekcie chýb a fallback riešenia, napríklad pre prípady nedostupnosti mikrofónu alebo zlyhania sieťovej komunikácie.

Štvrtý bod zadania sa zameriava na redizajn a optimalizáciu používateľského rozhrania celej aplikácie. Cieľom je vytvoriť vizuálne atraktívne a intuitívne prostredie prispôsobené detskému používateľovi. Návrh zahŕňa úpravu farebnej schémy, typografie, navigačnej štruktúry a interaktívnych prvkov tak, aby bola aplikácia jednoduchá na ovládanie a zároveň podporovala pozitívnu používateľskú skúsenosť. Dôraz je kladený na konzistentnosť vizuálneho štýlu a jasnú spätnú väzbu pri interakcii.

Posledným bodom zadania je testovanie implementovaného riešenia a vyhodnotenie jeho prínosu. V tejto časti práce sa overuje funkcionálnosť jednotlivých komponentov aplikácie a

posudzuje sa ich vplyv na používateľskú skúsenosť a motiváciu detí. Testovanie zahŕňa funkčné overenie správnosti implementácie, ako aj kvalitatívne zhodnotenie použiteľnosti.

Riešenie práce je realizované s využitím webových technológií, pričom aplikácia je implementovaná ako multiplatformové riešenie. Pri návrhu sa zohľadňujú technické obmedzenia prostredia, najmä v oblasti rozpoznávania reči, dostupnosti hardvérových zariadení a výkonových nárokov. Dôležitým aspektom je aj zabezpečenie spoľahlivého chodu aplikácie v rôznych podmienkach používania.

Výsledkom práce je komplexná logopedická platforma, ktorá integruje herné mechaniky, rečové cvičenia a systém hodnotenia do jednotného celku. Očakávaným prínosom je vytvorenie nástroja, ktorý podporí pravidelný tréning výslovnosti, zvýši motiváciu detí a poskytne užívateľsky prístupné riešenie pre domácu aj odbornú prax.

2. Analýza problematiky

Narušená komunikačná schopnosť v ranom detstve predstavuje jednu z najčastejších príčin vyhľadania logopedickej intervencie a zároveň významný faktor ovplyvňujúci celkový vývin dieťaťa. Reč ako základný nástroj medzilidskej komunikácie zohráva kľúčovú úlohu v procese socializácie, v nadväzovaní sociálnych vzťahov, ako aj v osvojovaní si poznatkov v predškolskom a školskom prostredí. Ak je vývin reči narušený, negatívne dôsledky sa neobmedzujú len na samotnú jazykovú rovinu, ale často zasahujú aj emocionálnu oblasť, sebahodnotenie dieťaťa a jeho školskú úspešnosť. Z tohto dôvodu sa včasná diagnostika a intervencia považujú za jeden zo základných pilierov prevencie dlhodobých ťažkostí [1, 2].

Medzi najčastejšie poruchy reči v detskom veku patria oneskorený vývin reči, zajakavosť, dyslália, mutizmus či poruchy fonemického uvedomovania. V slovenskom prostredí je za jednu z najrozšírenejších porúch považovaná dyslália, teda narušenie zvukovej roviny reči, ktoré sa prejavuje nesprávnou artikuláciou jednotlivých hlások alebo ich skupín. Príčiny týchto porúch môžu byť organické, ako napríklad neurologické poškodenia, sluchové deficity alebo anatomické odchýlky artikulačných orgánov, ale aj funkčné, súvisiace s nevhodným rečovým vzorom, nedostatočnou stimuláciou alebo psychosociálnymi faktormi [1, 2, 3].

Logopédia ako interdisciplinárny odbor sa zameriava na diagnostiku, terapiu a prevenciu narušených komunikačných schopností. V prípade detí v predškolskom veku sa v odbornej literatúre opakovane zdôrazňuje význam systematického, pravidelného a dlhodobého precvičovania, ktoré musí byť prispôsobené veku a individuálnym možnostiam dieťaťa. Tradičné logopedické postupy využívajú najmä artikulačné cvičenia, riekanky, obrázkové materiály a jazykové hry. Hoci sú tieto metódy overené a účinné, ich efektivita je v značnej miere závislá od motivácie dieťaťa a od miery zapojenia rodičov do domáceho cvičenia [2, 5].

V posledných rokoch sa do popredia dostáva využívanie digitálnych technológií v oblasti rehabilitácie a vzdelávania. Počítačové a mobilné aplikácie, ako aj digitálne hry, sa čoraz častejšie uplatňujú aj v logopedickej praxi, a to najmä ako doplnok tradičnej terapie. Viaceré výskumy poukazujú na to, že herné mechanizmy, multimediálne podnety a interaktivita dokážu výrazne zvýšiť motiváciu detí a podporiť frekvenciu opakovania cvičení, čo je jeden z kľúčových predpokladov úspešnej terapie. Napriek tomu však v slovenskom jazykovom prostredí stále existuje nedostatok systematicky navrhnutých a vedecky overených digitálnych riešení, ktoré by reflektovali špecifiká slovenčiny a potreby detí s poruchami výslovnosti [3, 5].

2.1. Cieľová skupina

Cieľovú skupinu analyzovaného riešenia tvoria predovšetkým deti v predškolskom veku, približne od 3 do 6 rokov, u ktorých bola diagnostikovaná porucha zvukovej roviny reči, najčastejšie dyslália. Toto obdobie je z hľadiska vývinu reči mimoriadne citlivé, keďže práve v tomto veku by malo dôjsť k stabilizácii výslovnosti základných hlások materinského jazyka. Pretrvávanie artikulačných chýb po nástupe do školy môže negatívne ovplyvniť rozvoj čítania a písania a viesť k sekundárnym poruchám učenia [1].

V slovenskom jazyku sa ako najproblematickejšie uvádzajú hlásky L, R, S, Z, C, Š, Ž, Č, DZ a DŽ, ktorých správna artikulácia si vyžaduje jemnú motoriku jazyka a presnú koordináciu artikulačných orgánov. Deti s dysláliou často tieto hlásky vynechávajú, nahrádzajú inými alebo ich vyslovujú deformovane, čo znižuje zrozumiteľnosť reči a môže viesť k frustrácii v komunikácii s okolím [1].

Osobitnú podskupinu v rámci cieľovej skupiny predstavujú deti, ktoré majú obmedzený prístup k pravidelnej logopedickej starostlivosti z dôvodu geografickej vzdialenosti, kapacitných možností ambulancií alebo časovej vyťaženia rodičov. Pre tieto deti je domáci nácvik nevyhnutnou súčasťou terapie. Zároveň ide často o deti s nižšou schopnosťou dlhodobo udržať pozornosť pri tradičných, opakujúcich sa cvičeniach, čo zvyšuje riziko nepravidelného precvičovania [3, 5].

Súčasťou cieľovej skupiny sú nepriamo aj rodičia a logopédi. Rodičia zohrávajú kľúčovú úlohu pri organizovaní domáceho cvičenia, motivovaní dieťaťa a poskytovaní spätnej väzby. Logopédi zas potrebujú nástroje, ktoré im umožnia efektívne odporučiť vhodné cvičenia, sledovať pokrok dieťaťa a zabezpečiť kontinuitu terapie aj mimo ambulancie. Digitálne hry určené pre túto cieľovú skupinu by preto mali reflektovať potreby všetkých zúčastnených aktérov [3, 5].

2.2. Identifikácia potrieb

Z hľadiska logopedickej praxe je jednou zo základných potrieb detí s poruchami výslovnosti vysoký počet opakovaní cieľových hlások v rôznych kontextoch, ako sú slabiky, slová a vety. Výskumy ukazujú, že úspešnosť terapie je priamo úmerná frekvencii a pravidelnosti cvičení, pričom krátke, ale časté nácviky sú efektívnejšie než dlhé a nepravidelné sedenia. Pre malé deti je však náročné udržať pozornosť pri monotónnych úlohách, čo vedie k potrebe hľadať motivačne atraktívne formy tréningu [3, 5].

Ďalšou významnou potrebou je kvalitná spätná väzba. Pri tradičnom domácom cvičení je dieťa odkázané na hodnotenie rodiča. Nedostatočná alebo nesprávna spätná väzba môže viesť k

fixácii chybných artikulačných návykov. Z tohto dôvodu sa v literatúre zdôrazňuje význam okamžitej a konzistentnej spätnej väzby, ktorá dieťaťu jasne signalizuje úspešnosť alebo neúspešnosť pokusu [3, 5].

Rodičia a logopédi zároveň potrebujú nástroje, ktoré umožňujú sledovať pokrok dieťaťa v čase. Digitálne riešenia môžu poskytovať záznamy o počte pokusov, úspešnosti a frekvencii cvičení, čo uľahčuje hodnotenie efektivity terapie a jej ďalšie prispôsobovanie individuálnym potrebám dieťaťa. Dôležitým aspektom je aj jazyková a kultúrna prispôsobenosť obsahu, keďže používané slová, obrázky a zvuky by mali zodpovedať bežnej slovnej zásobe dieťaťa a fonologickým špecifikám slovenčiny [3, 5, 6].

2.3. Existujúce riešenia logopedických hier

Tradičné logopedické pomôcky používané v slovenskej praxi zahŕňajú najmä obrázkové kartičky, pracovné listy, riekanky a motorické cvičenia artikulačných orgánov. Tieto nástroje sú dlhodobo overené a tvoria základ logopedickej intervencie, avšak ich využitie je zväčša viazané na priamu prítomnosť odborníka alebo rodiča a neumožňuje automatizované hodnotenie výkonu dieťaťa.

V oblasti digitálnych riešení sa na medzinárodnej úrovni objavujú viaceré aplikácie a hry zamerané na podporu vývinu reči. Príkladom je hra Apraxia World, ktorá kombinuje herné prvky plošinovky s artikulačnými cvičeniami a poskytuje motivujúce prostredie pre deti s vývinovou verbálnou dyspraxiou. Výskumy poukazujú na to, že používanie tejto hry môže viesť k terapeuticky významnému zlepšeniu výslovnosti, najmä ak je kombinované s odborným vedením logopéda [5].



Obr. 1 Ukážka hry Apraxia World

V slovenskom prostredí existuje len obmedzený počet digitálnych aplikácií zameraných na logopedické cvičenia, pričom väčšina z nich sa sústreďuje na rozlišovanie hlások alebo fonematické uvedomovanie, ako napríklad aplikácia Squak. Tieto riešenia predstavujú dôležitý krok smerom k digitalizácii logopedickej terapie, avšak často neposkytujú komplexnú spätnú väzbu k samotnej artikulácii [5].

Prehľady digitálnych logopedických aplikácií ukazujú, že pri navrhovaní hier je dôležité zapojiť odborníkov a overovať ich účinnosť v praxi. Zároveň poukazujú na fakt, že väčšina dostupných aplikácií je navrhnutá pre anglický jazyk a nereflektuje fonologické špecifiká menších jazykov, medzi ktoré patrí aj slovenčina. Táto skutočnosť vytvára priestor pre vývoj nových digitálnych hier, ktoré budú rešpektovať logopedické princípy, jazykové špecifiká a reálne potreby cieľovej skupiny.

3. Návrh a implementácia logopedickej hernej platformy

Vývoj komplexnej logopedickej hernej platformy si vyžaduje dôkladné plánovanie architektúry, používateľského rozhrania a herných mechaník. V tejto kapitole je popísaný proces návrhu a implementácie platformy, ktorý vychádza z analýzy potrieb cieľovej skupiny, existujúcich riešení v iných hrách a technických možností zvolených technológií. Návrh platformy je orientovaný na vytvorenie systému, ktorý bude nielen funkčný, ale aj účinný a použiteľný v praxi logopedickej terapie.

Základným princípom návrhu je modularita, ktorá umožňuje nezávislý vývoj jednotlivých komponentov platformy a ich neskoršiu integráciu do funkčného celku. Tento prístup nielen uľahčuje samotný vývoj, ale aj budúce rozširovanie platformy o nové funkcie, mini hry alebo rečové cvičenia. Modulárna architektúra takisto zabezpečuje, že zmena v jednom komponente neohrozí stabilitu ostatných častí systému.

Platforma je navrhnutá ako multiplatformová internetová aplikácia, vytvorená vo frameworku Electron, ktorý dokáže kombinovať výhody webových technológií s prístupom k natívnym funkciám operačného systému. Samotná platforma je postavená na jazyku HTML5, ktorý zabezpečuje štruktúru a rozloženie používateľského rozhrania aplikácie. Vizuálna stránka je definovaná pomocou kaskádových štýlov CSS, ktoré určujú vzhľad jednotlivých prvkov rozhrania, ich rozmiestnenie, farby, typografiu a responzívne správanie. Logika aplikácie a jednotlivé funkcie systému sú implementované pomocou jazyka JavaScript.

Návrh platformy je rozdelený do niekoľkých kľúčových oblastí, ktoré sú podrobne rozobrané v nasledujúcich podkapitolách. Prvou oblasťou je architektúra aplikácie, ktorá definuje technický základ platformy, organizáciu kódu a komunikáciu medzi komponentmi. Ďalšou oblasťou je návrh systému herných svetov a levelov, ktorý zabezpečuje motivačné mechanizmy. Tretia oblasť sa venuje návrhu rečových a posluchového cvičení, ktoré predstavujú terapeutické jadro platformy. Štvrtou oblasťou je návrh používateľského rozhrania, ktoré musí byť intuitívne a prispôbené detskému používateľovi. Nakoniec sú popísané jednotlivé mini hry, ich herné mechaniky a integrácia logopedických cvičení do herného priebehu.

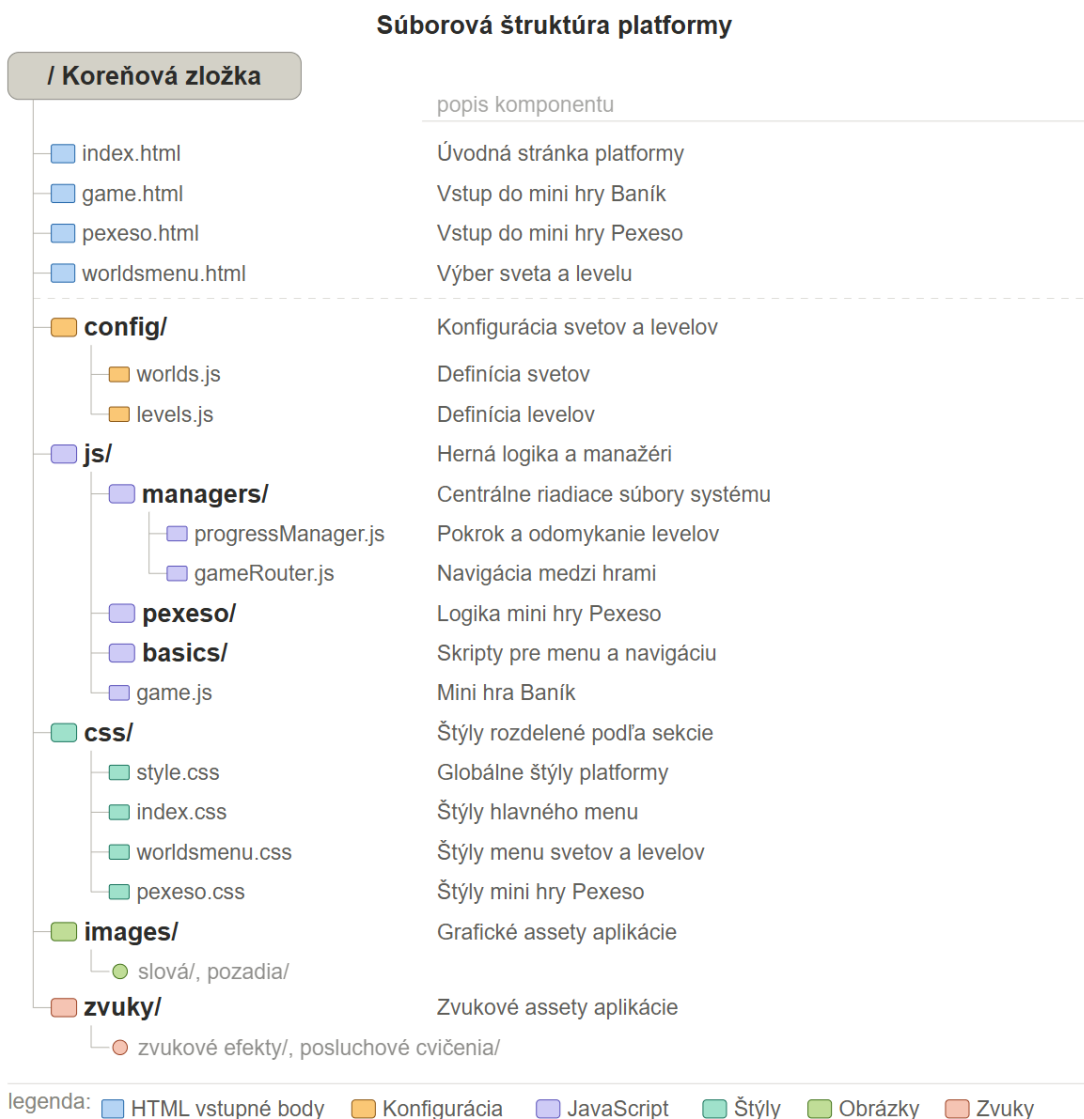
Všetky návrhy v tejto kapitole vychádzajú z požiadavky vytvoriť nástroj, ktorý bude efektívne podporovať logopedickú terapiu detí s poruchami reči, bude motivovať k pravidelnému cvičeniu a zároveň poskytne deťom okamžitú spätnú väzbu. Kombinácia herných mechaník s terapeutickými cvičeniami vytvára prostredie, kde je učenie prirodzenou súčasťou hry a nie nutnou povinnosťou.

3.1. Návrh architektúry platformy

Architektúra platformy predstavuje technický základ celej aplikácie a definuje spôsob, akým sú jednotlivé komponenty organizované, ako spolu komunikujú a ako zabezpečujú požadovanú funkcionality. Pri návrhu architektúry boli zohľadnené princípy modularity, znovu použiteľnosti kódu, jednoduchosti údržby a možnosti budúceho rozširovania. Výsledkom je architektúra, ktorá kombinuje osvedčené návrhové vzory s potrebami špecifickými pre logopedickú hernú platformu.

3.1.1. Organizácia projektu a štruktúra súborov

Súborová štruktúra projektu je navrhnutá tak, aby umožňovala logickú organizáciu kódu podľa funkcionality a zodpovednosti jednotlivých komponentov. Koreňový adresár obsahuje hlavné UI vstupné body aplikácie ako je index.html, game.html, pexeso.html či worldsmenu.html. Ďalej je projekt rozdelený do niekoľkých hlavných zložiek, z ktorých každá má jasnú úlohu.



Obr. 2 Súborová štruktúra platformy

Zložka `config/` obsahuje konfiguračné súbory, ktoré definujú herné svety a levely v štruktúrovanom formáte. Tento prístup zabezpečuje oddelenie dát od logiky a umožňuje jednoduché pridávanie nových svetov a levelov bez nutnosti zasahovať do kódu aplikácie. Konfiguračné súbory sú napísané v JavaScripte a exportujú JavaScript objekty, čo umožňuje ich priame použitie v aplikácii bez potreby parsovania.

Zložka `js/` obsahuje všetok JavaScript kód aplikácie a je ďalej organizovaná do podadresárov podľa funkcionality. Podadresár `managers` obsahuje centrálné manažérske komponenty platformy, `ProgressManager` pre správu pokroku hráča a `GameRouter` pre navigáciu medzi hrami a menu. Podadresár `pexeso` obsahuje špecifickú logiku pre mini hru Pexeso, podadresár `basics` obsahuje základné skripty pre menu a navigáciu. Hlavný herný kód pre hru Baník je v javascriptovom súbore v koreňovom adresári `js`.

Zložka `css/` obsahuje všetky štýly aplikácie, pričom každá sekcia alebo hra má svoj vlastný CSS súbor. Hlavné štýly sú v súboroch `style.css` a `index.css`, zatiaľ čo špecifické štýly pre menu svetov sú v `worldsmenu.css`, pre Pexeso v `pexeso.css` a podobne. Zložka `images/` obsahuje všetky grafické zdroje aplikácie vrátane ikon, postavičiek, pozadí a herných objektov. Zložka `zvuky/` obsahuje všetky zvukové efekty a audio súbory pre posluchové cvičenia, organizované do podadresárov.

3.1.2. Hlavné komponenty systému

Architektúra platformy je založená na princípe zodpovednosti, kde každý komponent má jasnú úlohu a komunikuje s ostatnými komponentmi cez definované rozhrania. Centrálnymi komponentmi systému sú `ProgressManager` a `GameRouter`, ktoré poskytujú základné služby pre celú aplikáciu.

`ProgressManager` je zodpovedný za správu pokroku hráča v rámci celej platformy. Tento komponent implementuje vzor `Singleton`, čo znamená, že v aplikácii existuje len jedna inštancia tohto objektu, ktorá je globálne prístupná cez `window.progressManager`. `ProgressManager` spravuje komplexnú dátovú štruktúru, ktorá obsahuje informácie o všetkých svetoch, leveloch, dosiahnutých hviezdach, časoch a ďalších štatistikách. Poskytuje metódy pre inicializáciu pokroku nového hráča, aktualizáciu pokroku po dokončení levelu, získanie štatistík o pokroku a odomykanie nových levelov a svetov. Pri aktualizácii výsledkov levelu sa vždy zachováva lepší výsledok. Ak hráč dosiahol v minulosti 3 hviezdy a teraz dosiahol len 2 hviezdy, v pokroku zostávajú uložené 3 hviezdy. Rovnako pri čase sa ukladá len najlepší, najrýchlejší, čas. Všetky dáta sú ukladané do `localStorage`, čo zabezpečuje ich zachovanie aj po ukončení a opätovnom spustení aplikácie.

`GameRouter` je zodpovedný za navigáciu medzi jednotlivými časťami aplikácie a správu parametrov pre spúšťanie hier. Implementuje tiež vzor `Singleton` a je prístupný cez

window.gameRouter. Hlavnými úlohami GameRouter sú spúšťanie konkrétnych levelov s príslušnými parametrami, validácia prístupu k levelom, navigácia medzi menu svetov, výberom levelov a samotnou hrou, presmerovanie na správnu hru podľa typu levelu a správa aktuálneho levelu v sessionStorage.

Konfiguračný systém tvorí ďalší kľúčový komponent architektúry. Súbory worlds.js a levels.js exportujú JavaScript objekty a funkcie, ktoré poskytujú prístup k definíciám svetov a levelov. Tento systém implementuje funkcie pre získanie konfigurácie konkrétneho sveta, pre získanie konfigurácie konkrétneho levelu, pre získanie všetkých levelov patriacich k danému svetu alebo pre zistenie nasledujúceho levelu v poradí. Konfiguračné objekty obsahujú všetky potrebné parametre pre každý level vrátane zoznamu slov na precvičovanie, počtu herných objektov, časových limitov a ďalších herných parametrov.

Herné moduly pre jednotlivé mini hry sú navrhnuté ako samostatné komponenty, ktoré majú svoju vlastnú logiku, ale zdieľajú spoločné rozhrania pre komunikáciu s centrálnymi komponentmi. Každý herný modul implementuje funkcie pre inicializáciu hry s konfiguráciou z levelu, spracovanie rečových a posluchovej cvičení, výpočet hodnotenia a uloženie výsledkov cez ProgressManager a navigáciu späť do menu cez GameRouter.

3.1.3. Tok dát a komunikácia medzi komponentami

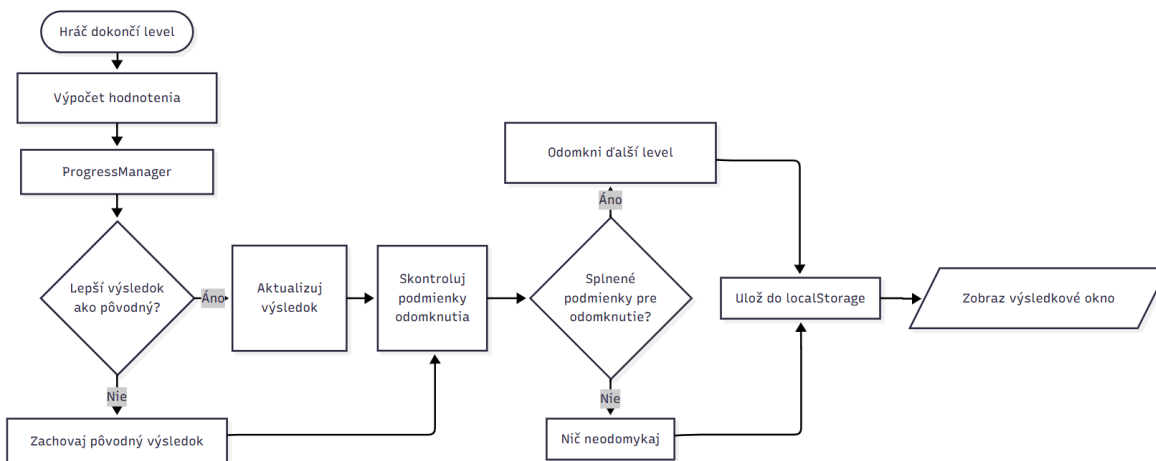
Tok dát v aplikácii sa začína načítaním konfiguračných súborov pri spustení aplikácie. Konfigurácie svetov a levelov sú načítané do pamäte a sprístupnené cez globálne funkcie. Súčasne sa inicializuje ProgressManager, ktorý načíta uložený pokrok z localStorage alebo vytvorí novú dátovú štruktúru pre nového hráča. GameRouter sa inicializuje a zaregistruje sa ako globálny objekt dostupný cez window.gameRouter.

Po výbere sveta v menu svetov sa zobrazí zoznam dostupných levelov v danom svete, ktorých URL obsahuje parameter worldId. Level selector načíta konfiguráciu vybraného sveta pomocou funkcie a zobrazí všetky levely patriace k tomuto svetu. Pre každý level sa získa informácia o pokroku z ProgressManager a zobrazí sa počet hviezd, zamknutý/odomyknutý stav a najlepší čas.

Kliknutím na level sa zavolá funkcia, ktorá najprv validuje prístup k levelu pomocou ProgressManager. Ak je level odomknutý, GameRouter získa konfiguráciu levelu a uloží aktuálny level do sessionStorage. Následne sa vykoná presmerovanie na príslušnú hernú stránku, game.html alebo pexeso.html, s parametrami worldId a levelId v URL.

Pri načítaní hernej stránky sa z URL extrahujú parametre worldId a levelId. Pomocou funkcie v GameRouter sa načíta kompletná konfigurácia levelu. Herný modul použije túto konfiguráciu pre

inicializáciu hry. Načíta slová na precvičovanie, nastaví počet herných objektov, aktivuje časomeru a pripraví rečové a posluchové cvičenia. Počas hry sa priebežne zaznamenávajú údaje o výkone do objektu gamePerformance, ktorý obsahuje výsledky jednotlivých rečových a posluchové cvičení, počet získaných objektov a celkový čas.



Obr. 3 Proces výpočtu hodnotenia na konci levelu.

Po dokončení levelu sa vypočíta hodnotenie na základe výkonu hráča. Výsledky sa odošlú do ProgressManager pomocou metódy updateLevelProgress, ktorá aktualizuje počet hviezd, najlepší čas a ďalšie štatistiky. V prípade, že výsledok nie je lepší ako predchádzajúci, zachová sa pôvodný. ProgressManager následne skontroluje podmienky pre odomknutie ďalšieho levelu alebo sveta a prípadne ich odomkne. Všetky zmeny sú uložené do localStorage, čím zostávajú zachované aj po zatvorení aplikácie. Nakoniec sa zobrazí výsledkové okno a hráč môže pomocou GameRouter prejsť na ďalší level, zopakovať aktuálny level alebo sa vrátiť do menu.

3.1.4. Princípy, stavy a vzory architektúry

Pri návrhu architektúry bolo aplikované niekoľko osvedčených architekturných vzorov a princípov, ktoré zlepšujú kvalitu kódu a uľahčujú údržbu aplikácie. Vzor Singleton je použitý pre ProgressManager a GameRouter, čo zabezpečuje existenciu len jednej inštancie týchto objektov v rámci celej aplikácie. Tento prístup eliminuje problémy s konzistenciou dát a zjednodušuje prístup k týmto objektom z rôznych častí aplikácie.

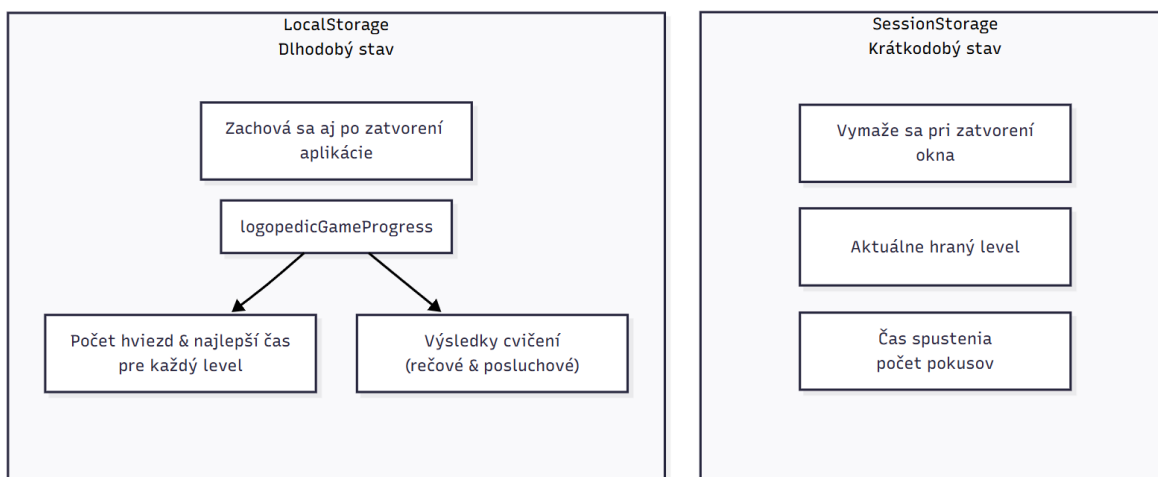
Princíp Separation of Concerns, tzv. oddelenie zodpovedností, je princíp, ktorý sa prejavuje v organizácii kódu do zložiek podľa funkcionality. Konfigurácia je oddelená od logiky, herné moduly sú oddelené od manažérskych komponentov a prezentačná vrstva je oddelená od aplikačnej logiky. Tento prístup umožňuje nezávislé úpravy jednotlivých častí aplikácie bez rizika narušenia ostatných častí [8].

Event-driven architecture, v preklade architektúra riadená udalosťami, je čiastočne aplikovaná pri práci s Web Speech API a Howler.js, kde aplikácia reaguje na callback funkcie pri udalostiach ako je začiatok rozpoznávania reči, prijatie výsledku, dokončenie prehrávania zvuku a podobne. Tento prístup umožňuje asynchrónne spracovanie operácií bez blokovania používateľského rozhrania [9].

Princíp DRY, Don't Repeat Yourself - neopakuj sa, je dodržiavaný pomocou vytvorenia zdieľaných utility funkcií a komponentov. Napríklad výpočet hodnotenia, formátovanie času, generovanie HTML prvkov pre hviezdy a podobné operácie sú implementované ako funkcie, ktoré sú použiteľné v rôznych častiach aplikácie.

Správa stavu aplikácie je realizovaná na dvoch úrovniach, krátkodobý stav v sessionStorage a dlhodobý stav v localStorage. sessionStorage sa používa pre uloženie informácií o aktuálne hranom leveli, ktoré sú potrebné len počas jednej relácie prehliadača. Po zatvorení okna prehliadača sa tieto dáta automaticky vymažú. Tento prístup zabezpečuje, že ak hráč začne hrať level a prehliadač sa neočakávane zatvorí, pri opätovnom otvorení nebude aplikácia vyžadovať pokračovanie v nedokončenom leveli.

localStorage sa používa pre trvalé ukladanie pokroku hráča. Dátová štruktúra v localStorage obsahuje komplexné informácie o všetkých svetoch a leveloch vrátane dosiahnutých hviezd, najlepších časov, počtu pokusov a detailných výsledkov rečovými a posluchoвыми cvičení. Pri každej zmene pokroku sa celá štruktúra prevedie do JSON formátu a uloží sa do localStorage. Pri načítaní aplikácie sa následne z JSON formátu znovu načíta a obnoví sa stav pokroku.



Obr. 4 Rozdiel medzi LocalStorage a SessionStorage

3.1.5. Rozšíriteľnosť

Architektúra platformy je navrhnutá s ohľadom na budúce rozšírenia a pridávanie nových funkcií. Modulárna štruktúra umožňuje jednoduché pridanie nových mini hier bez nutnosti úpravy existujúceho kódu. Pre pridanie novej mini hry je potrebné vytvoriť nový HTML súbor s herným rozhraním, JavaScript modul s hernou logikou, CSS súbor so štýlmi, implementovať rozhranie pre komunikáciu s ProgressManager a GameRouter a pridať nový typ hry do konfiguračného systému.

Konfiguračný systém umožňuje pridávanie nových svetov a levelov bez zásahu do kódu platformy. Stačí rozšíriť konfiguračné súbory worlds.js a levels.js o nové definície a ProgressManager automaticky vytvorí príslušné dátové štruktúry pre sledovanie pokroku. Tento prístup výrazne zjednodušuje vytváranie nového obsahu.

ProgressManager je navrhnutý tak, aby v budúcnosti mohol podporovať viacero profilov používateľov. V súčasnosti je implementovaný ako single-user systém, ale jeho architektúra umožňuje jednoduché rozšírenie na multi-user systém, kde by každý používateľ mal svoj vlastný pokrok uložený pod jedinečným identifikátorom. Toto rozšírenie by bolo užitočné v prostredí, kde jednu aplikáciu využíva viacero detí, ako napríklad v logopedických ambulanciách alebo školách.

Navrhnutá architektúra aplikácie predstavuje technický základ pre logopedickú hernú platformu. Kombinácia modulárnej organizácie kódu s centrálnymi riadiacimi komponentmi a flexibilným konfiguračným systémom vytvára prostredie, ktoré je funkčné a udržateľné, ale aj pripravené na budúce rozšírenia. Použitie osvedčených návrhových vzorov a implementácia automatického systému správy pokroku zabezpečuje, že platforma môže dlhodobo slúžiť svojmu účelu a prispôbiť sa meniacim sa potrebám používateľov, terapeutickým požiadavkám či novým mini hrám a cvičeniam.

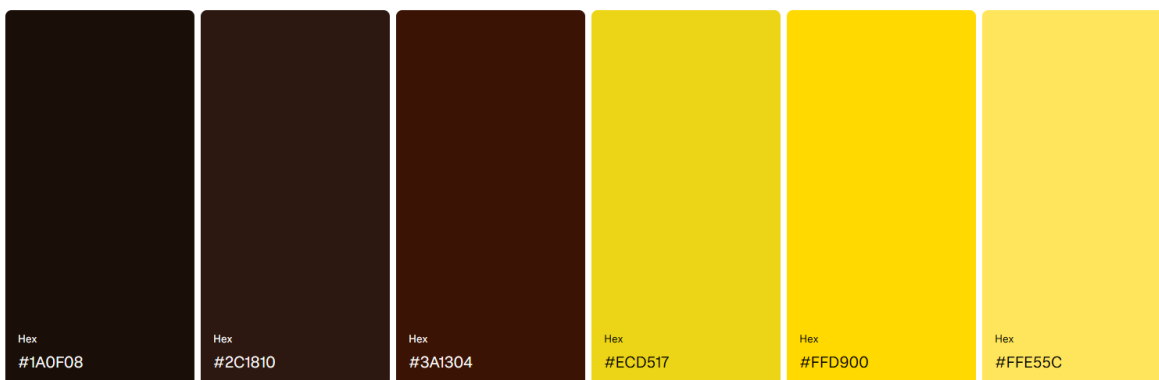
3.2. Návrh používateľského rozhrania

Používateľské rozhranie predstavuje kľúčový element logopedickej hernej platformy, pretože práve prostredníctvom rozhrania dochádza k interakcii medzi dieťaťom a aplikáciou. Kvalitne navrhnuté rozhranie môže výrazne zvýšiť motiváciu dieťaťa k cvičeniu, uľahčiť orientáciu v aplikácii a podporiť pochopenie herných mechaník a cvičení. Na druhej strane nevhodne navrhnuté rozhranie môže vytvárať bariéry, frustráciu používateľa a znemožniť efektívne využitie terapeutického potenciálu aplikácie. Návrh rozhrania pre detského používateľa si vyžaduje špecifický prístup, ktorý zohľadňuje vývinové charakteristiky cieľovej skupiny, kognitívne schopnosti detí predškolského veku a princípy detského dizajnu.

Pri návrhu používateľského rozhrania platformy bol kladený dôraz na niekoľko hlavných princípov. Prvým princípom je jednoduchosť a intuitívnosť, ktorá zabezpečuje, že dieťa dokáže aplikáciu ovládať samostatne bez potreby neustálej pomoci dospelého. Druhým princípom je vizuálna príťažlivosť, ktorá zahŕňa použitie jasných farieb, kreslených prvkov a atraktívnych animácií, ktoré oslovujú detského používateľa. Tretím princípom je konzistentnosť, ktorá znamená, že podobné prvky majú podobný vzhľad a správanie naprieč celou aplikáciou. Štvrtým princípom je spätná väzba, kde každá akcia používateľa musí mať okamžitú a zreteľnú odozvu. Posledným princípom je prístupnosť, ktorá zabezpečuje, že rozhranie je použiteľné aj pre deti s rôznymi úrovňami motorických zručností a kognitívnych schopností.

3.2.1. Vizuálna identita, farebná schéma a typografia

Vizuálna identita platformy je navrhnutá tak, aby pripomínala prostredie bane. Základ farebnej schémy tvoria najmä hnedé odtiene, ktoré evokujú zeminu a prostredie podzemia. Tieto farby sú doplnené o živé a jasné farebné prvky typické pre detský dizajn, ktoré majú vyvolávať pozitívne emócie a podporovať motiváciu používateľov. Hlavnými farbami platformy sú hnedá, doplnená o žltú a zlatú, ktoré sú použité aj v logu aplikácie a vo väčšine interaktívnych prvkov používateľského rozhrania. Žltá a zlatá farba zároveň odkazujú na zlato, ktoré prirodzene zapadá do prostredia bane.



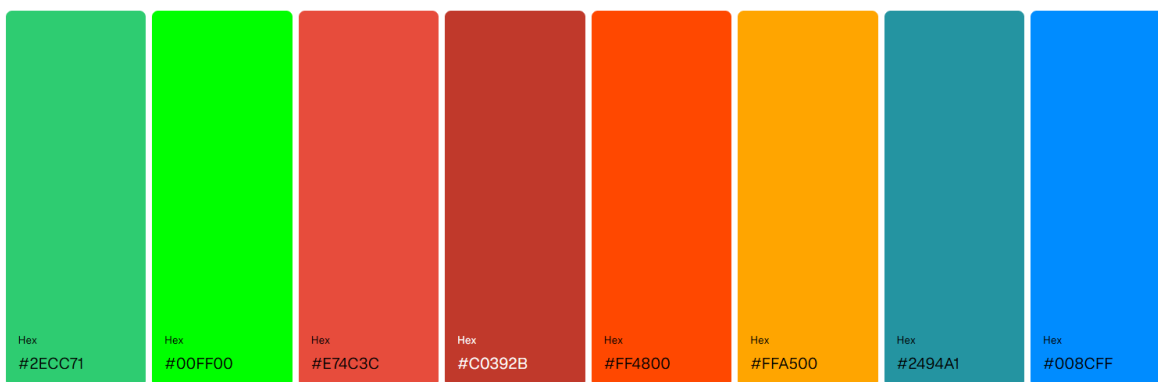
Obr. 5 Základná farebná paleta

Konkrétne farebné hodnoty boli starostlivo vybrané tak, aby vytvárali dostatočný kontrast a boli dobre čitateľné. Primárna žltá farba je jasná a výrazná, ale nie nepríjemne krikľavá. Pre vytvorenie vizuálnej hĺbky sa používa gradient, ktorý dodáva prvkom trojrozmerný vzhľad. Sekundárne farby zahŕňajú oranžovú pre ohraničenia tlačidiel, ktorá vytvára teplý kontrast s hlavnou žltou, a bielu pre textové prvky, ktorá zabezpečuje dobrú čitateľnosť na tmavšom pozadí.

Pozadia a dekoratívne prvky využívajú prírodné zemité farby, najmä rôzne odtiene hnedej, ktoré evokujú banskú tematiku a podzemné prostredie. Tieto farby vytvárajú príjemný vizuálny

kontrast s jasnými žltými a zlatými prvkami, pričom nerozptyľujú pozornosť od hlavného obsahu. Pre pozadia menu a modálnych okien sa používajú textúrované obrázky s dreveným vzhľadom, ktoré podporujú celkovú vizuálnu tému platformy.

Pri zobrazovaní výsledkov cvičení sa používa univerzálny systém farieb. Zelená pre správne odpovede a červená pre nesprávne odpovede. Táto farebná paleta je všeobecne rozpoznateľná aj malými deťmi a nepotrebuje vysvetlenie. Zelená farba a červená farba boli vybrané tak, aby boli dostatočne výrazné a zároveň príjemné pre oči. Farebná spätná väzba je dopĺňaná aj vizuálnymi symbolmi (fajka, krížik), čo zabezpečuje pochopenie aj v prípade farebnej slepoty.



Obr. 6 Farebná paleta sekundárnych farieb

Pre typografiu platformy bol zvolený font Luckiest Guy, ktorý je dostupný cez službu Google Fonts. Tento font patrí do kategórie display fontov a má výrazný, kreslený charakter, ktorý dokonale ladí s celkovou vizuálnou identitou platformy. Font je navrhnutý tak, aby pripomínal nápisy z komiksov a detských kníh, čo ho robí atraktívnym pre cieľovú skupinu. Výhodou fontu Luckiest Guy je jeho vysoká čitateľnosť aj pri menších veľkostiach, čo je dôležité pre deti, ktoré sa ešte učia čítať.

Veľkosti písma sú prispôbené typu obsahu a jeho významu v hierarchii informácií. Nadpisy v modálnych oknách a dialógoch používajú väčšie veľkosti, čo zabezpečuje, že sú dobre viditeľné a priťahujú pozornosť. Tlačidlá používajú strednú veľkosť písma, ktorá je dostatočne veľká na to, aby bol text dobre čitateľný, ale zároveň sa zmestí do priestoru tlačidla. Bežný text v inštrukciách a popisoch používa menšie veľkosti písma, pre optimálne a pohodlne čítanie na obrazovke.

Pre zvýšenie čitateľnosti a vizuálneho dopadu sa používa technika text stroke, ktorá pridáva čierny obrys okolo textu. Obrys zabezpečuje, že text je dobre čitateľný aj na pestrom pozadí a dodáva mu komiksový vzhľad. Pri dôležitých prvkoch ako sú tlačidlá sa navyše používa farebný gradient na text, čo vytvára efekt svietenia a priťahuje pozornosť. Všetok text je písaný veľkými písmenami, čo je typické pre detské aplikácie a zlepšuje to čitateľnosť pre deti, ktoré sa ešte len

učia čítať. Veľké písmená sú jednoduchšie na rozpoznanie a spracovanie, pretože majú konzistentnejšiu výšku a tvar. Okrem toho veľké písmená dodávajú textu energický a hravý vzhľad, ktorý podporuje celkovú atmosféru aplikácie.

3.2.2. Navigačná štruktúra

Navigačná štruktúra platformy je navrhnutá ako hierarchická, kde používateľ postupuje od všeobecného k špecifickému. Vstupným bodom je hlavné menu, ktoré obsahuje tlačidlo „ŠTART“ pre začatie hry, tlačidlo „PRAVIDLÁ“ pre zobrazenie návodu a tlačidlo „O PROJEKTE“ pre informácie o platforme. Tlačidlo „ŠTART“ je od ostatných rozlíšiteľné inou farbou textu. Toto jednoduché menu s tromi voľbami je ľahko pochopiteľné aj pre malé deti a umožňuje im samostatne spustiť aplikáciu bez pomoci dospelého.

Po kliknutí na tlačidlo „ŠTART“ sa používateľ dostáva do ponuky svetov a levelov, kde sú zobrazené všetky dostupné levely pre jednotlivé svety. Každý svet je v hornej časti rozhrania reprezentovaný tlačidlom obsahujúcim obrázok pozadia a názvom identifikujúci príslušnú hlásku. Tlačidlá sú usporiadané spôsobom, ktorý umožňuje súčasne zobrazenie troch svetov.



Obr. 7 Rozloženie tlačidiel v hornej časti rozhrania

Výber konkrétneho sveta zobrazí používateľovi tzv. „level selector“, kde sú zobrazené všetky levely patriace k vybranému svetu. Každý level je reprezentovaný kartou, ktorá obsahuje číslo levelu a počet dosiahnutých hviezd. Uzamknutý level obsahuje ikonu zámku. Levely sú taktiež usporiadané v mriežkovom rozložení, pričom vizuálna jednoduchosť umožňuje rýchlu orientáciu a výber požadovaného levelu.



Obr. 8 Typy kariet v ponuke levelov

V rámci samotnej mini hry je k dispozícii aj pozastavenie hry za pomoci pauza menu, ktoré sa otvára pomocou kruhového tlačidla s ikonou menu v ľavom hornom rohu obrazovky. Toto tlačidlo je prítomné počas celej hry a poskytuje rýchly prístup k navigačným funkciám. Ponuka pauzy

obsahuje možnosti „Pokračovať“ (návrat do hry), „Reštartovať level“ (začať level znova) a „Späť do menu“ (návrat do ponuky levelov).



Obr. 9 Modálne okno pre Menu ponuku

Návrat na predchádzajúce stránku je vždy umožnený pomocou tlačidla Späť, ktoré je umiestnené na konzistentnom mieste, zvyčajne v ľavom hornom rohu. Táto konzistentnosť pomáha deťom naučiť sa navigačný vzor a používať ho intuitívne naprieč celou aplikáciou.

3.2.3. Dizajn tlačidiel a interaktívnych prvkov

Tlačidlá predstavujú najdôležitejšie interaktívne prvky používateľského rozhrania a ich dizajn bol navrhnutý tak, aby boli dobre viditeľné a ľahko použiteľné. Všetky tlačidlá majú jednotný štýl s definovanou výškou a šírkou, zaoblené rohy a výrazný tieň, ktorý dodáva prvkom trojdimenzionálny vzhľad. Veľkosti tlačidiel sú však prispôbené rôznym veľkostiam obrazovky, takže sú plne responzívne. Pozadie tlačidiel je realizované pomocou textúrovaného obrázka, ktorý pripomína drevenú dosku. Táto textúra pridáva vizuálny záujem a podporuje hernú tematiku. Okraj tlačidla má výraznú hrúbku a oranžovo-hnedú farbu, ktorá vytvára výrazný kontrast s pozadím a pomáha definovať hranice tlačidla.

Interaktivita tlačidiel je podporená viacerými vizuálnymi efektmi. Pri prechode kurzora myši nad tlačidlom sa zobrazí vnútorný svietiaci tieň v žltej farbe, okraj sa zmení na žltú a tlačidlo sa

mierne zmenší. Tento efekt poskytuje okamžitú spätnú väzbu, že prvok je interaktívny. Pri kliknutí na tlačidlo sa tlačidlo ešte viac zmenší a tiež sa stane jemnejším, čo simuluje fyzické stlačenie tlačidla. Po uvoľnení kliknutia sa tlačidlo vráti do pôvodného stavu s plynulou animáciou.



Obr. 10 Dizajn tlačidiel

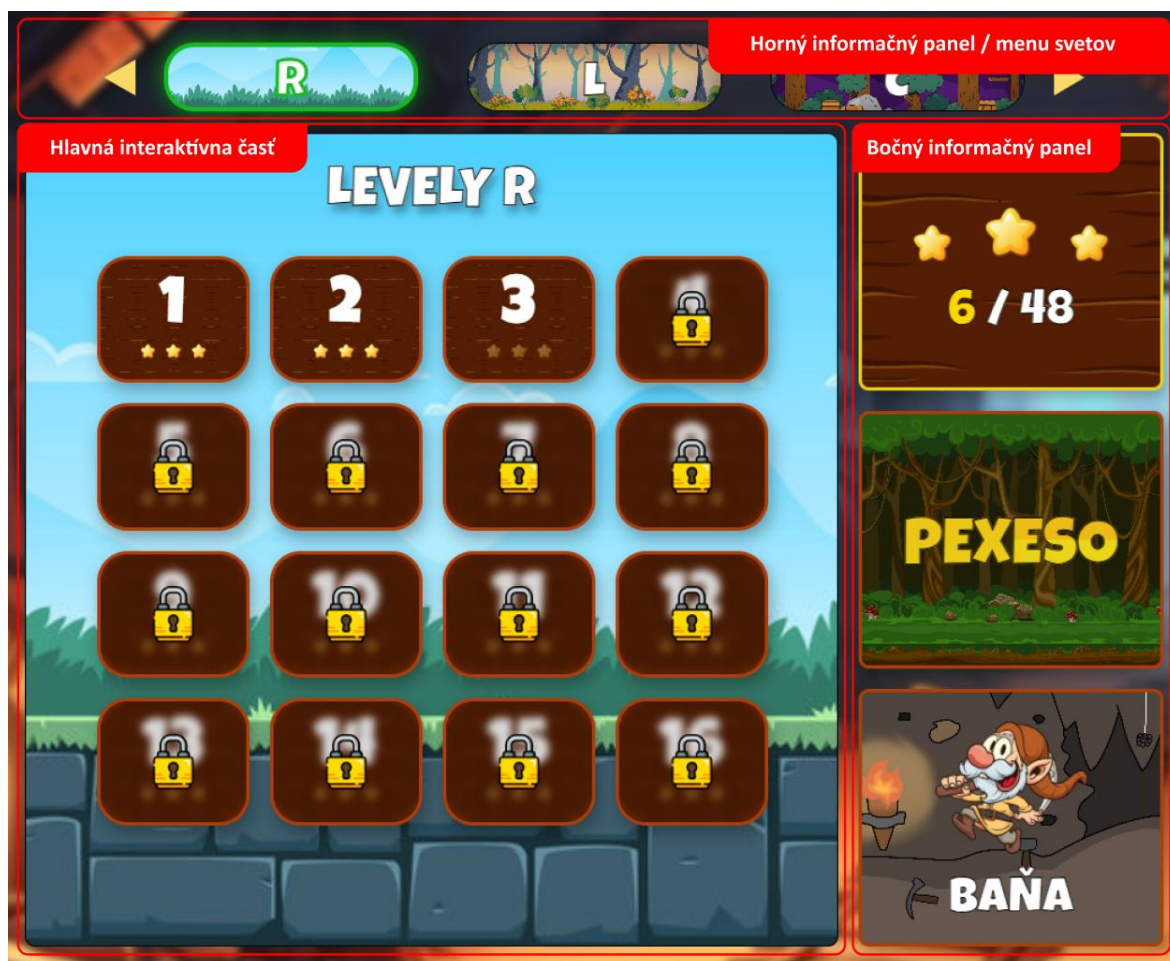
Pre špecifické účely sa používajú aj iné typy tlačidiel. Kruhovú tlačidlo pre menu obsahuje len ikonu bez textu. Toto tlačidlo je diskrétné, ale vždy dostupné v rohu obrazovky. Tlačidlá pre posluchové cvičenia používajú farebnú indikáciu, zelená pre „Rovnaké“ a červená pre „Rôzne“, čo pomáha deťom rýchlo identifikovať správnu voľbu. Tlačidlo pre spustenie nahrávania mikrofónu pre rečové cvičenia má špeciálny stav počúvania, kde sa farba zmení na červenú a zobrazí sa pulzujúca animácia, ktorá jasne indikuje, že aplikácia počúva.

3.2.4. Herné rozhranie, HUD prvky, modálne okná a animácie

Herné rozhranie obsahuje informácie a ovládacie prvky, ktoré sú potrebné počas hry. V platforme je rozhranie rozdelené na dve hlavné oblasti, pravý informačný panel a ľavú hlavnú interaktívnu plochu. Toto rozloženie bolo vybrané na základe princípu F-shaped pattern, kde používatelia prirodzene skenujú obrazovku zľava doprava a zhora nadol, pričom ľavá strana obrazovky dostáva väčšiu pozornosť [7].

Pravý informačný panel zobrazuje ciele hry pomocou vizuálnych indikátorov. Každá stránka alebo mini hra má svoj vlastný obsah, ktorý je zobrazený na bočnom paneli. Každá sekcia v informačnom paneli je vytvorená ako samostatná časť. Ľavá strana obrazovky je vyhradená pre hernú plochu, hlavnú interaktívnu časť, ktorá má maximálnu veľkosť 800x800px. Horná časť obrazovky obsahuje informačný panel. V ponuke levelov sa tam nachádzajú tlačidlá svetov, v prípade mini hier sa tam nachádza časomiera s počtom pokusov. Časomiera je zobrazená výrazným

písmom a pri blížiacom sa konci času sa mení farba a pridáva sa pulzujúca animácia, ktorá upozorňuje hráča na urgentnosť.



Obr. 11 Základné rozloženie platformy

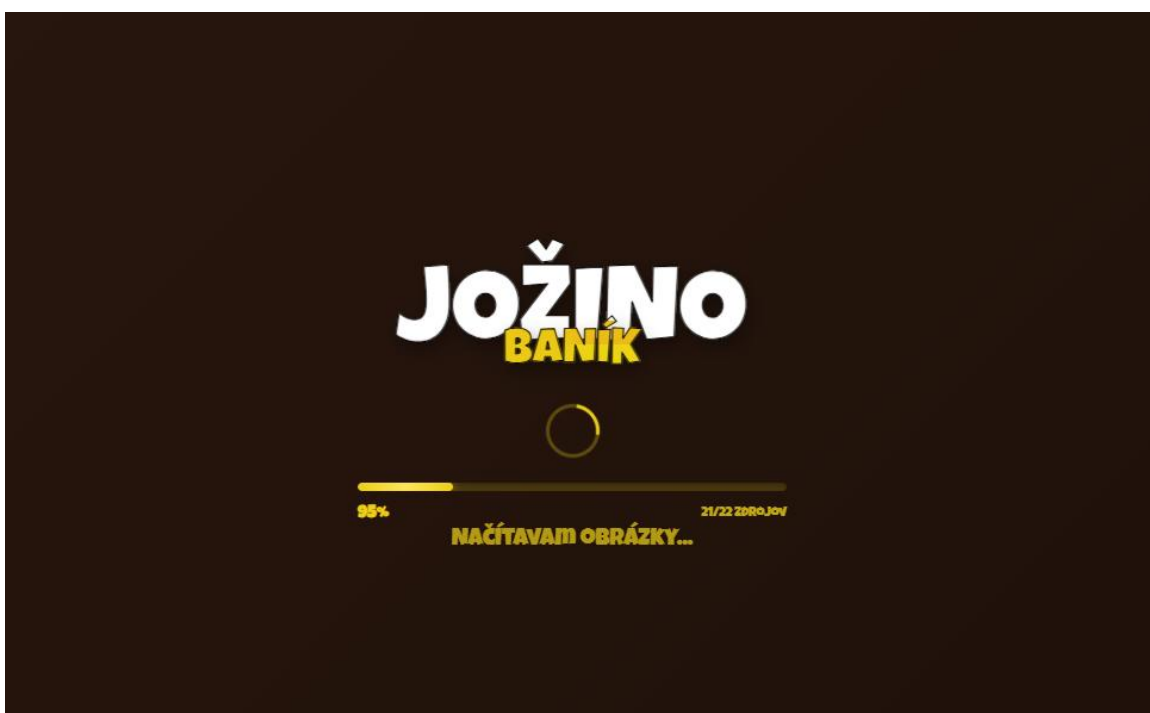
Modálne okná sú používané pre zobrazenie dôležitých informácií, ktoré vyžadujú pozornosť používateľa, ako sú rečové a posluchové cvičenia, pravidlá hry alebo výsledky po dokončení levelu. Dizajn modálnych okien vychádza z rovnakej vizuálnej identity ako ostatné prvky rozhrania, čo zabezpečuje konzistentnosť používateľského zážitku. Modálne okno má centrálné umiestnenie na obrazovke a prekrýva ostatný obsah s použitím polopriehľadného pozadia a efektu rozmazania. Tento efekt pomáha zaostriť pozornosť na modálne okno a zároveň dáva používateľovi pocit kontextu, vidí, že hra pokračuje na pozadí, len je pozastavená. Jednotlivé modálne okná pre rečové a posluchové cvičenia sú viac opísané v ďalších kapitolách.



Obr. 12 Príklad modálneho okna s rozmazaným pozadím

Animácie hrajú dôležitú úlohu v používateľskom rozhraní, pretože poskytujú vizuálnu spätnú väzbu na akcie používateľa a robia rozhranie živším a príťažlivejším. Všetky animácie v platforme sú navrhnuté tak, aby boli plynulé, prirodzené a funkčné. Každá animácia má jasný účel a nie je len dekoratívna. Animácie pri prejení kurzorom na tlačidlách a kartách poskytujú okamžitú spätnú väzbu, že prvok je interaktívny. Táto animácia typicky zahŕňa zmenu farby, pridanie tieňa alebo mierne zväčšenie prvku. Trvanie animácie je nastavené na 0.3 sekundy, čo je optimálne. Je to dostatočne rýchle na to, aby bola odozva okamžitá, ale dostatočne pomalé na to, aby bola animácia viditeľná a plynulá. Použitie CSS vlastnosti transition s easing funkciou zabezpečuje, že animácia začína pomaly, zrýchľuje sa v strede a spomaľuje na konci, čo vytvára prirodzený pocit pohybu. Animácie pri kliknutí simulujú fyzické stlačenie tlačidla pomocou zmenšenia a zoslabenia tieňa. Táto animácia trvá len 0.15 sekundy, čo zodpovedá rýchlosti fyzickej interakcie. Po uvoľnení kliknutia sa tlačidlo vráti do pôvodného stavu s rovnako rýchlou animáciou.

Animácie načítavania sa používajú pri načítavaní aplikácie alebo prechodoch medzi stránkami. Hlavná načítavacia obrazovka obsahuje rotujúce koliesko, tzv. spinner (rotujúci indikátor načítavania), v žltej farbe a pulzujúci text. Spinner animácia používa CSS snímky s nekonečným opakovaním a lineárnym easingom, čo vytvára plynulý rotačný pohyb. Pulzujúca animácia textu vytvára jemný dychový efekt. Špeciálne animácie sú použité pre tlačidlo mikrofónu počas nahrávania. Okrem zmeny farby na červenú sa pridáva pulzujúca animácia, ktorá mení veľkosť tieňa. Táto animácia jasne reprezentuje, že aplikácia aktívne počúva a je dôležité, aby dieťa hovorilo. Po ukončení nahrávania sa animácia zastaví a tlačidlo sa vráti do pôvodného stavu. Platforma obsahuje aj rôzne iné animácie, napríklad pri mini hre pexeso sú animácie pre otáčanie karty, trasenie pri nesprávnom nájdenom páre a podobne.



Obr. 13 Ukážka stránky s animáciou rotujúceho kolieska

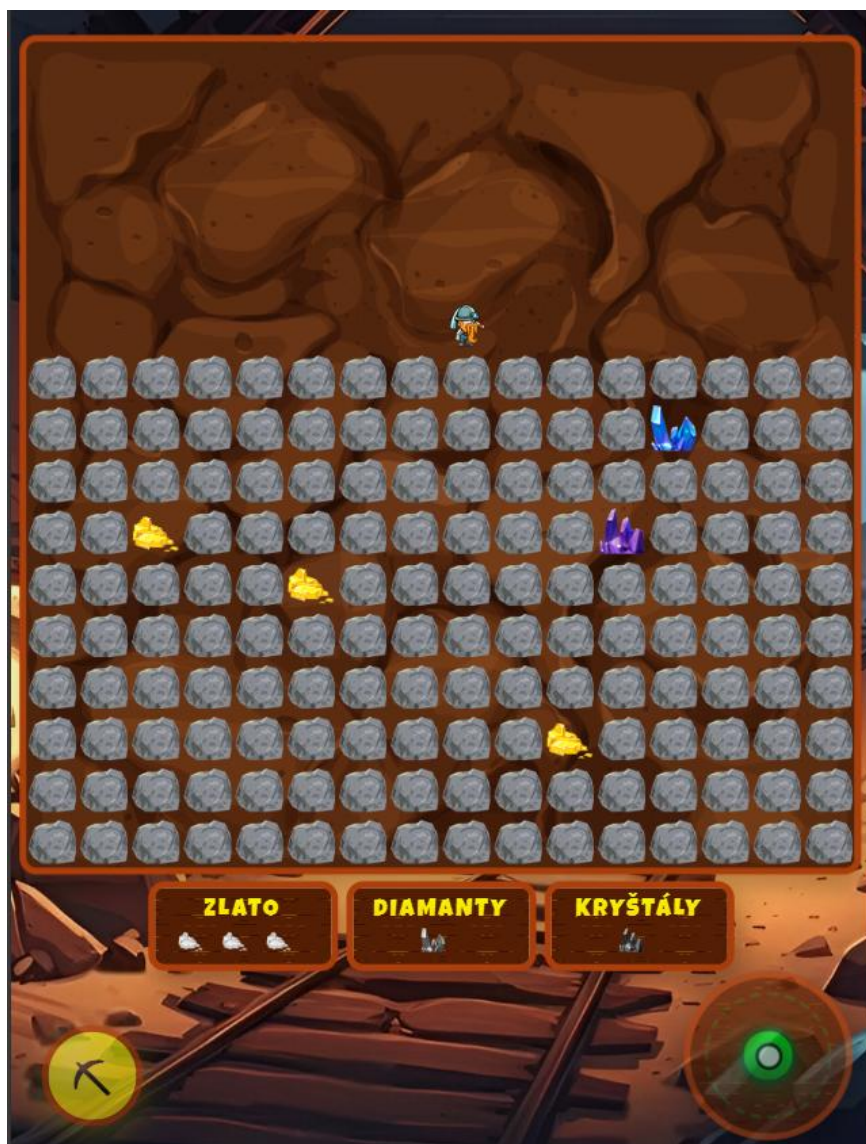
3.2.5. Responzívny dizajn

Responzívny dizajn zabezpečuje, že aplikácia je použiteľná na zariadeniach s rôznymi veľkosťami obrazoviek, od veľkých počítačových monitorov až po malé mobilné telefóny. Implementácia responzívneho dizajnu využíva CSS media queries, ktoré definujú rôzne štýly pre rôzne rozmery obrazovky. Hlavné zlomové body sú pre tablety ale aj pre mobilné telefóny nastavené na štandardné, zaužívané hodnoty, ktoré zodpovedajú štandardným veľkostiam zariadení.

Na širokých desktopových obrazovkách je rozhranie úvodnej stránky rozložené do dvoch stĺpcov, ľavý pre logo a menu, pravý pre dekoratívnu postavičku. Toto rozloženie využíva dostupný

priestor. Pri šírke obrazovky menšej ako je štandard pre počítače sa veľkosti prvkov proporcionálne zmenšujú, ale rozloženie zostáva dvojstĺpcové. Pri šírke vo veľkostiach menších tabletoch alebo mobiloch sa rozloženie mení na jednoduché, kde sa dekoratívna postavička skrýva a všetok obsah je zobrazený v jednom stĺpci pod sebou.

Pre mobilné zariadenia boli implementované dodatočné ovládacie prvky vo forme virtuálneho joysticku a tlačidiel. Tieto prvky sú zobrazené len na dotykových zariadeniach a umožňujú ovládanie hry pomocou dotykov namiesto klávesnice. Virtuálny joystick je umiestnený v ľavom dolnom rohu obrazovky a má formu kruhového ovládača, ktorým sa ovláda pohyb postavy. Akčné tlačidlo je umiestnené v pravom dolnom rohu. Tieto ovládacie prvky majú polopriehľadné pozadie, aby príliš nezakrývali hernú plochu, ale zároveň sú dostatočne viditeľné a veľké na použitie.



Obr. 14 Ukážka virtuálneho joysticku pre mini hru Baník

Veľkosti tlačidiel a klikateľných prvkov sú na mobilných zariadeniach zväčšené. Modálne okná sú na malých obrazovkách zobrazené na celú šírku obrazovky s minimálnymi okrajmi, aby maximalizovali dostupný priestor pre obsah. Text je na mobilných zariadeniach mierne zväčšený.

Rozloženie kariet v ponuke levelov je plne responzívne a automaticky prispôsobuje počet stĺpcov dostupnému priestoru. Na širokých obrazovkách sa zobrazuje 4-5 stĺpcov, na tabletoch 3 stĺpce, na mobiloch 2 stĺpce a na veľmi úzkych obrazovkách 1 stĺpec. Tento prístup zabezpečuje, že karty sú vždy dostatočne veľké na to, aby boli dobre viditeľné a použiteľné, bez potreby zväčšovania stránky alebo horizontálneho posúvania.

3.3. Systém herných svetov a levelov

Systém levelov a herných svetov predstavuje jeden zo základných stavebných prvkov hernej platformy. Jeho úlohou nie je iba organizácia herného obsahu, ale predovšetkým systematické a pedagogicky správne riadenie procesu nácviku reči. V kontexte logopedických hier plní úrovňový systém niekoľko kľúčových funkcií, hlavne zabezpečuje postupnú gradáciu obťažnosti, umožňuje ciele precvičovanie konkrétnych písmen, poskytuje prehľadnú spätnú väzbu o pokroku dieťaťa ale aj zvyšuje motiváciu a angažovanosť hráča prostredníctvom herných mechaník. Na rozdiel od bežných komerčných hier, kde sú levely často navrhované primárne s cieľom zvyšovania zábavnosti alebo výzvy, je v prípade logopedickej platformy kladený dôraz na terapeutickú účinnosť a opakovateľnosť rečových cvičení.

Základným koncepčným prvkom systému je rozdelenie herného obsahu do samostatných tematických svetov, pričom každý svet je zameraný na nácvik jednej alebo skupiny príbuzných fonémov slovenského jazyka. Platforma obsahuje celkovo 16 herných svetov, ktoré sú zamerané na písmená R, L, S, Z, C, Š, Ž, Č, D, T, N, Ď, Ť, Ň, K, G. Toto rozdelenie vychádza z logopedickej praxe, kde sa problematické hlásky precvičujú izolovane a až následne v kombináciách. Každý svet tak tvorí uzavretý terapeutický celok, ktorý sa sústreďuje na jednu artikulačnú oblasť. Takýto prístup umožňuje presnú identifikáciu problémovej hlásky a zjednodušuje orientáciu rodiča alebo logopéda v pokroku dieťaťa. Takisto umožňuje preskočenie svetov, ktoré dieťa už zvláda a podporuje vizuálnu a mentálnu organizáciu učiva.

Každý herný svet obsahuje minimálne 16 levelov, čo pri celkovom počte svetov predstavuje 256 herných levelov. Levely v rámci jedného sveta sú rozdelené medzi viacero typov hier, čím sa zabezpečuje variabilita a zabraňuje sa monotónnosti cvičení.



Obr. 15 Ponuka levelov pre svet R

Levely v rámci každého sveta sú usporiadané od najjednoduchších po najnáročnejšie. Stúpajúca obťažnosť je riadená kombináciou viacerých parametrov. Zohľadňuje sa dĺžka a zložitosť slov, pozícia precvičovanej hlásky v slove, počet opakovaní, časový limit mini hry, kombinácie hlások alebo počet herných objektov. Takýto prístup sa snaží zabezpečiť, že dieťa nie je vystavené náhlym skokom v náročnosti, ale postupne si osvojuje správnu artikuláciu v rôznych kontextoch.

Každý level je hodnotený pomocou hviezdového systému. Hodnotenie zohľadňuje počet správne vyslovených slov, čas dokončenia levelu, počet vyzbieraných objektov alebo chybovosť. Hviezdy plnia nielen hodnotiacu, ale aj motivačnú funkciu. Dieťa má jasnú vizuálnu spätnú väzbu o tom, ako úspešne level zvládlo a je motivované vracieť sa k levelom s cieľom zlepšiť svoje hodnotenie. Motivačný systém je takisto podporený vizuálnymi animáciami, indikátormi celkového pokroku ale hlavne odomykaním nových levelov a svetov. Herná platforma je zvolená tak, aby nenahrádzala odbornú terapiu, ale ju vhodne dopĺňala a podporovala.



Obr. 16 Modálne okno pre spustenie levelu 3

Obsah platformy sa odomyká postupne na základe výkonu hráča. Základný model je navrhnutý tak, že ďalší level sa odomkne až po úspešnom dokončení predchádzajúceho. Odomykanie svetov je viazané na počet získaných hviezd a dokončenie predchádzajúcich svetov.

Navrhnutý systém reflektuje základné požiadavky logopedickej terapie, vďaka čomu umožňuje vytvárať aj vlastné levely, ktoré ešte lepšie reflektujú potreby pacienta. Rodič alebo logopéd môže zvoliť špecifické problémové slová, preferovanú mini hru a vytvoriť dokonalé vhodný level.

3.4. Návrh Mini hier

Mini hry predstavujú kľúčový interaktívny prvok platformy, prostredníctvom ktorého dochádza k prepojeniu logopedických cvičení s hernými mechanikami. Ich hlavným cieľom nie je len zabavenie používateľa, ale predovšetkým vytvorenie motivujúceho prostredia pre opakované precvičovanie problematických hlások. Každá mini hra je navrhnutá tak, aby podporovala iný typ kognitívnych procesov a zároveň umožňovala integráciu rečových úloh do prirodzeného herného kontextu.

V tejto kapitole sú detailne rozobraté dve základné mini hry platformy, Baník a Pexeso. Hra Baník je postavená na princípe priestorového preskúmania a postupného odhaľovania herného poľa, čím podporuje orientáciu v priestore, rozhodovanie a systematické opakovanie slov. Naproti tomu mini hra Pexeso je zameraná najmä na rozvoj vizuálnej pamäti prostredníctvom hľadania zhodných dvojíc, pričom artikulačné cvičenia sú integrované do tohto pamäťového procesu.

Spoločným menovateľom oboch mini hier je ich modulárna architektúra, postupné zvyšovanie náročnosti a možnosť prispôsobenia obsahu prostredníctvom vlastných levelov. Týmto spôsobom platforma umožňuje individualizáciu tréningu podľa potrieb konkrétneho dieťaťa, ako aj efektívne využitie hier v domácom aj odbornom logopedickom prostredí. Nasledujúce podkapitoly sa preto zameriavajú na podrobný opis herného konceptu, pedagogického opodstatnenia a technickej implementácie jednotlivých mini hier.

3.4.1. Mini hra Baník

Mini hra Baník predstavuje kľúčový herný prvok navrhovanej logopedickej aplikácie a zároveň slúži ako hlavný nositeľ hernej identity celej platformy. Ide o hru, ktorá prepája prvky zábavnej interaktívnej činnosti s cielene riadenými vzdelávacími a terapeutickými mechanizmami. Základ tejto hry vznikol v rámci mojej bakalárskej práce a po následných úpravách bol úspešne implementovaný do vyvíjanej platformy.

Mini hra patrí do kategórie takzvaných grid-based puzzle adventure hier, teda hier založených na pohybe a interakcii v rámci mriežkového herného poľa. Z pohľadu hernej teórie ide o kombináciu viacerých žánrových vrstiev. Primárne ide o tile-based exploration game, kde je herný svet rozdelený na jasne definované políčka a hráč interaguje s jednotlivými prvkami prostredníctvom výberu konkrétneho poľa. Sekundárne má hra charakter vzdelávacej logopedickej hry, keďže herný postup je priamo podmienený vykonaním rečových úloh. Zároveň ju možno zaradiť medzi casual puzzle hry, keďže nevyžaduje rýchle reflexy, má nízku vstupnú bariéru a je prispôbena detskému používateľovi.

Herná perspektíva je riešená v dvojrozmernom priestore s pohľadom zhora, takzvaný top-down view. Tento prístup umožňuje deťom jednoduchú orientáciu v priestore, jasné rozlíšenie interaktívnych prvkov a minimalizuje kognitívne zaťaženie. Herné pole je vizuálne reprezentované ako pravouhlá mriežka, kde každé políčko predstavuje potenciálny herný objekt - kameň, zlato alebo iný vzácny predmet. Táto štruktúra vytvára stabilný a predvídateľný rámec, ktorý je vhodný najmä pre mladšie deti.



Obr. 17 Mini hra Baník

Hra je zasadená do tematického prostredia bane, pričom hlavnou postavou je baník Jožino, ktorý plní úlohu maskota celej aplikácie. Základ deja je jednoduchý, avšak účelový, hráč sa vydáva do podzemných baní s cieľom objavovať vzácne suroviny. Každá baňa reprezentuje jeden herný level a jednotlivé svety sú tematicky previazané s konkrétnymi problematickými hláskami slovenského jazyka. Celkovo je herný svet rozdelený do šestnástich tematických oblastí, z ktorých každá je zameraná na inú fonému.

Motivačný systém hry je postavený na kombinácii vonkajších a vnútorných motivačných prvkov. Vonkajšia motivácia je zabezpečená prostredníctvom zbierania herných predmetov, ako sú diamanty, zlato a kryštály, ktoré vizuálne aj symbolicky reprezentujú úspech hráča. Vnútorná motivácia vyplýva z postupného zvládania herných výziev a zlepšovania výslovnosti, ktoré je podporované okamžitou spätnou väzbou. Progresívna motivácia je realizovaná prostredníctvom odomkania nových levelov a svetov, čím sa vytvára dlhodobý cieľ a pocit napredovania.

Z vizuálneho hľadiska ponúka podzemný svet kontrastné a farebne výrazné prvky, ktoré prirodzene priťahujú pozornosť detí. Z mechanického hľadiska je akt kopania intuitívnou činnosťou, ktorú dieťa okamžite chápe. Postupné odkrývanie predmetov podporuje princíp okamžitého

odmeňovania a posilňuje motiváciu pokračovať v hre. Mriežkový systém zároveň umožňuje jasné členenie herného priestoru a uľahčuje plánovanie pohybov, čím sa minimalizuje frustrácia.

Integrácia logopedických cvičení do herného toku rešpektuje základné princípy logopedickej terapie. Tradičný model, v ktorom logopéd prezentuje obrázok, dieťa vyslovuje slovo a dostáva spätnú väzbu, je v hre transformovaný do digitálnej podoby. Dieťa samo iniciuje akciu výberom políčka, hra následne zobrazí podnet a vyhodnotí odpoveď. Rečové a posluchové cvičenia sú priamo previazané s herným postupom, avšak ich detailná analýza je predmetom samostatnej kapitoly.

Z technického hľadiska je mini hra Baník implementovaná ako samostatný modul v rámci frontendovej časti aplikácie. Hlavná logika hry je sústredená v súbore `game.js`, ktorý zabezpečuje inicializáciu herného stavu, správu herného poľa, interakcie používateľa a prepojenie na rečové vstupy. Herné menu, správa svetov a výber levelov sú implementované v samostatnom module `worldsmenu.js`, čím je dosiahnuté oddelenie hernej logiky od navigačnej a prezentačnej vrstvy.

Herný stav je reprezentovaný množinou premenných, ktoré uchovávajú informácie o aktuálnom leveli, rozložení herného poľa, počte odkrytých políčok, nazbieraných surovinách a stave progresu hráča. Pri načítaní levelu dochádza k dynamickému generovaniu hernej mriežky na základe konfiguračných dát, ktoré definujú veľkosť poľa, počet skrytých objektov a ich typy.

Interakcia používateľa prebieha prostredníctvom kláves WASD alebo klávesových šípok a medzerníka. V mobilnom režime pohyb prebieha pomocou virtuálneho joystika. Po stlačení klávesy medzerník sa spustí animačný proces kopania, po ktorom nasleduje odhalenie obsahu. Ak je obsahom rečová alebo posluchová úloha, hra pozastaví herný tok a zobrazí rozhranie pre vykonanie cvičenia. Ak je obsahom políčka zlato, je automaticky pridaný do zozbieraných predmetov hráča.

Významnou súčasťou systému je implementácia vlastných tréningových levelov prostredníctvom modálneho okna v menu svetov. Tento mechanizmus umožňuje rodičom alebo logopédom definovať špecifické tréningové scenáre, ktoré sú zamerané na konkrétne hlásky alebo slová. Vlastné levely nie sú viazané na štandardný herný progres ale slúžia ako flexibilný nástroj na cielený tréning.



Obr. 18 Modálne okno pre vytvorenie vlastného levelu v mini hre Baník

Modálny systém je navrhnutý tak, aby bol jednoducho rozšíriteľný a aby nenarúšal konzistenciu používateľského rozhrania. Po potvrdení nastavení tréningu sa dynamicky generuje herný level s parametrami zvolenými používateľom, pričom samotná herná logika zostáva identická so štandardnými levelmi.

3.4.2. Mini hra Pexeso

Mini hra Pexeso predstavuje v rámci platformy samostatný a plnohodnotný herný modul, ktorý je zameraný na rozvoj pamäťových schopností dieťaťa v úzkom prepojení s artikulačným a

fonematickým tréningom. Ide o adaptáciu klasickej pamäťovej hry, ktorej základné pravidlá sú dlhodobo známe a intuitívne pochopiteľné aj pre veľmi malé deti. Práve táto známosť a jednoduchosť tvorí pevný základ pre jej využitie v logopedickom kontexte, kde sa pozornosť dieťaťa presúva z učenia sa pravidiel na samotný tréning reči a pamäti.

Pexeso je možné z herného hľadiska zaradiť medzi takzvané memory matching games, teda hry založené na hľadaní zhodných dvojíc prvkov. V kontexte platformy však táto mini hra presahuje rámec bežnej voľnočasovej hry a nadobúda charakter edukatívneho a terapeutického nástroja. Z tohto dôvodu ju možno súčasne klasifikovať ako casual puzzle hru, kognitívnu tréningovú hru a edukačnú logopedickú aplikáciu.

Hra je realizovaná v dvojrozmernom priestore s pohľadom zhora na hraciu plochu, kde sú karty rozložené v pravidelnom rastrí. Vizualne spracovanie využíva jednoduché, ale výrazné grafické prvky, ktoré sú prispôbené detskému publiku. Použitie jemných 3D efektov pri otáčaní kariet zvyšuje atraktivitu hry bez toho, aby narúšalo jej prehľadnosť alebo zrozumiteľnosť.



Obr. 19 Mini hra Pexeso s 2 nájdenými párami a 1 otočenou kartou

Z hľadiska kognitívnych procesov hra cieľi najmä na tréning pracovnej pamäti, vizuálnej pamäti a pozornosti. Tieto schopnosti sú úzko prepojené s jazykovým vývinom dieťaťa, čo z Pexesa robí vhodný doplnok k tradičným logopedickým cvičeniam.

Tradičné pexeso funguje na jednoduchom princípe otáčania dvoch kariet a hľadania zhodných párov. V pôvodnej podobe ide predovšetkým o pamäťovú hru, ktorej cieľom je zapamätať si polohu obrázkov. Vo vytváratej platforme je tento koncept rozšírený o artikulačný rozmer, čím sa z pasívnej pamäťovej aktivity stáva aktívne jazykové cvičenie.

Pri každom nájdenom páre je dieťa vyzvané, aby nahlas vyslovilo slovo, ktoré je na karte zobrazené. V prípade nesprávneho vyslovenia sa karta otočí a používateľ ju musí nájsť znova. Týmto spôsobom dochádza k prirodzenému opakovaniu slov v rôznych časových odstupoch, čo je z pohľadu učenia výrazne efektívnejšie než mechanické opakovanie bez kontextu. Dieťa sa pritom primárne sústreďuje na herný cieľ, nájdenie páru, a samotná výslovnosť slova je vnímaná ako prirodzená súčasť hry. Táto adaptácia umožňuje simultánny rozvoj viacerých schopností, od pamäťových procesov, artikulácie, porozumenia významu slov až po schopnosť sústredenia sa. Výsledkom je komplexný tréning, ktorý pôsobí menej monotónne a zároveň efektívnejšie než osamelé a opakujúce sa cvičenia.

Využitie pexesa v logopedickej praxi má viacero výhod. Jednou z najdôležitejších je prirodzené opakovanie slov bez pocitu nátlaku. Každý pár kariet znamená minimálne jedno vyslovenie toho istého slova, pričom pri neúspešnom hľadaní páru sa počet opakovaní ešte zvyšuje. Opakovanie je pritom rozložené v čase a viazané na hernú situáciu, čo podporuje dlhodobjšie zapamätanie. Ďalším významným aspektom je spojenie kognitívneho a artikulačného tréningu. Dieťa musí súčasne vnímať vizuálne podnety, pamätať si ich polohu, rozhodovať sa a zároveň správne artikulovať slová.

Hra je navrhnutá ako aktivita pre jedného hráča bez časového tlaku v základných úrovniach, čo znižuje mieru stresu a úzkosti. Dieťa má možnosť pracovať vlastným tempom, robiť chyby a opakovať slová bez negatívneho hodnotenia. Tento prístup je obzvlášť dôležitý pri deťoch s narušenou komunikačnou schopnosťou, ktoré môžu byť citlivé na zlyhanie.

Základným herným prvkom Pexesa je karta, ktorá má dva vizuálne stavy, rub a líc. Rub karty je jednotný pre všetky karty v danom leveli a slúži na skrytie obsahu. Líc karty obsahuje obrázok reprezentujúci konkrétne slovo a jeho textovú podobu. Karty sú rozmiestnené do mriežky, ktorej rozmery sa dynamicky prispôbujú počtu kariet a veľkosti obrazovky. Tento prístup zabezpečuje, že hra je plne použiteľná na klasických počítačových zariadeniach, tabletoch aj mobilných telefónoch. Rozloženie je vždy optimalizované tak, aby bolo pre dieťa prehľadné a aby jednotlivé

karty zostali dostatočne veľké na jednoduchú interakciu. Životný cyklus karty zahŕňa niekoľko stavov, medzi ktoré patrí zatvorený stav, stav otáčania, otvorený stav a stav nájdeného páru. Prechody medzi týmito stavmi sú sprevádzané jemnými animáciami a zvukovými efektmi, ktoré poskytujú okamžitú spätnú väzbu bez zbytočného zahltenia zmyslov.



Obr. 20 Rub a líc karty

Po spustení levelu dochádza k inicializácii herného stavu, načítaniu potrebných grafických a zvukových prostriedkov a k vygenerovaniu balíčka kariet. Každé slovo je v balíčku zastúpené dvakrát, čím vzniká dvojica, ktorú má hráč nájsť. Karty sú následne náhodne premiešané, aby sa zabránilo vytváraniu zapamätateľných vzorov.



Obr. 21 Štatistiky po skončení mini hry Pexeso s viacerými hráčmi

Herný cyklus je založený na opakovaní jednoduchého vzorca: výber prvej karty, jej otočenie, následne výber druhej karty a kontrola zhody. Ak karty tvoria pár, zostávajú odkryté a hráč následne musí vysloviť slovo. Ak sa slovo vyslovilo správne, karty zostanú otočené a hráč pokračuje ďalej. V

opačnom prípade sa po krátkom časovom intervale opäť otočia späť. Tento interval je dostatočne dlhý na to, aby si dieťa mohlo zapamätať polohu kariet, no zároveň nebrzdí plynulosť hry. Hra pokračuje až do momentu, kým nie sú nájdené všetky páry, alebo kým nevyprší časový limit v úrovniach, kde je aktivovaný. Po skončení levelu je hráčovi zobrazené hodnotenie vo forme hviezdíčiek a prehľad základných štatistík. V prípade vlastného levelu s viacerými hráčmi sa namiesto hviezd zobrazí skóre jednotlivých hráčov.

Motivačný prvok hry je postavený na systéme hviezdíčiek, ktorý hodnotí výkon hráča na základe viacerých kritérií. Medzi najdôležitejšie patria počet pokusov potrebných na nájdenie všetkých párov a celkový čas dokončenia levelu. Kombinácia týchto metrík umožňuje komplexnejšie zhodnotenie výkonu než jednoduché binárne hodnotenie úspech/neúspech. Stúpajúca obťažnosť je zabezpečená postupným zvyšovaním počtu párov, zavedením časového limitu a použitím náročnejších slov. Tento prístup umožňuje prispôbiť hru veku a schopnostiam dieťaťa a zároveň poskytuje priestor na dlhodobý rozvoj.

TRÉNING PEXESO

VÝBER SLOV PRE MINIHRU

VŠETKY SLOVÁ ZO VŠETKÝCH SVETOV:

AUTO BAGER BAGETA BAĽA BÁSEŇ BEŽAŤ
BRÁŇA BUNGALOV CAP CENA CESTA CESTO
CKAVEC CIRKUS CITRÓN CPOŠŤ COP CUKOR
CVIČKY ČAJ ČAJNÍK ČARODJNÍK ČAS ČASŤ ČELO

ZOBRAZIŤ AJ NEPAUČENÉ SLOVÁ Z TOHTO SVETA

ZOBRAZIŤ SLOVÁ ZO VŠETKÝCH SVETOV

NASTAVENIA HRÁČOV:

Počet hráčov: 2 HRÁČI

HRÁČ 1: HRÁČ 1

HRÁČ 2: HRÁČ 2

NASTAVENIA HRY:

Časový limit (0 - neomezený): 0

SPUŠTIŤ PEXESO TRÉNING

Obr. 22 Modálne okno pre vytvorenie vlastného levelu v mini hre Pexeso

Dôležitou súčasťou mini hry Pexeso je možnosť vytvárania vlastných levelov. Tento nástroj umožňuje rodičom a logopédom zostaviť levely zamerané na konkrétne problematické hlásky alebo tematické okruhy, ktoré sú pre dieťa zaujímavé. Takisto je možné nastaviť aj časový limit. Personalizácia zvyšuje motiváciu dieťaťa a umožňuje cielenejší terapeutický zásah. Vlastné levely umožňujú aj možnosť hry pre viacero hráčov. Pexeso môžu hrať až štyria hráči súčasne. Týmto spôsobom sa hra stáva flexibilným nástrojom, ktorý dokáže reagovať na individuálne potreby používateľov.

Z technického hľadiska je mini hra Pexeso implementovaná ako samostatný javascriptový modul, ktorý riadi hernú logiku, stav kariet a interakciu s používateľom. Dôraz je kladený na plynulosť animácií, responzívny dizajn a efektívnu správu pamäte. Animácie otáčania kariet zabezpečujú plynulý chod aj na menej výkonných zariadeniach. Optimalizácie zahŕňajú prednačítanie obrázkov a zvukov, blokovanie nadmerných vstupov používateľa a čistenie herného stavu po skončení levelu. Tieto opatrenia prispievajú k stabilite a spoľahlivosti hry.

3.4.3. Systém hodnotenia rečových a posluchového cvičení

Všetky výsledky rečových a posluchového cvičení sú systematicky zaznamenávané v objekte `gamePerformance`, ktorý slúži ako centrálny systém pre sledovanie pokroku hráča. Pre každé cvičenie sa zaznamenávajú detailné údaje vrátane počtu kôl, počtu úspešných a neúspešných pokusov, počtu pokusov potrebných na dokončenie každého kola a celkového času stráveného na cvičeniach.

Štruktúra záznamu rečových cvičení obsahuje pole `roundResults`, kde každý element reprezentuje jedno kolo a obsahuje počet pokusov a indikátor úspechu. Toto detailné zaznamenávanie umožňuje nielen celkové vyhodnotenie, ale aj analýzu konkrétnych problémových oblastí. Rovnaká štruktúra je použitá aj pre posluchové cvičenia, kde pole `roundResults` zaznamenáva výsledky jednotlivých párov. Symetria v štruktúre dát uľahčuje neskoršiu analýzu a porovnávanie výkonnosti v rôznych typoch cvičení.

Výsledky cvičení sa premietnu do celkového hodnotenia levelu, ktoré je vyjadrené hviezdikami. Výpočet hviezd zohľadňuje počet úspešne dokončených rečových cvičení, počet správne vyhodnotených posluchového cvičení či celkový čas dokončenia levelu. Tento komplexný prístup k hodnoteniu zabezpečuje, že hviezdy odrážajú skutočný výkon dieťaťa a nie len náhodný úspech.

3.5. Návrh rečových a posluchových cvičení

Rečové a posluchové cvičenia predstavujú jadro pedagogického obsahu celej platformy a sú kľúčovým prvkom, ktorý ju odlišuje od bežných zábavných hier. Ich funkcionality je úzko previazaná s logopedickou praxou, pričom ich hlavným cieľom je umožniť dieťaťu pravidelné a systematické precvičovanie problematických hlások a slov. Na rozdiel od tradičných logopedických cvičení, ktoré vyžadujú aktívnu účasť logopéda alebo rodiča pri vyhodnocovaní výslovnosti, je platforma navrhnutá tak, aby poskytovala automatizovanú spätnú väzbu prostredníctvom webových technológií na rozpoznávanie reči.

Mechanizmus rečových a posluchových cvičení je integrovaný do všetkých typov mini hier. Cvičenia sa objavujú v priebehu hry ako súčasť hernej mechaniky, pričom úspešné dokončenie cvičenia je nevyhnutnou podmienkou pre postup v rámci levelu. Tento prístup zabezpečuje, že dieťa nevidí cvičenia ako voliteľnú možnosť, ale ako prirodzenú súčasť herného zážitku. Tým sa podporuje motivácia k opakovaniu a udržiava sa pozornosť hráča.

3.5.1. Rečové cvičenie a Web Speech API

Rečové cvičenie využíva technológiu Web Speech API, ktorá umožňuje rozpoznávanie reči priamo vo webovom prehliadači bez potreby externých serverov alebo služieb tretích strán. Web Speech API je súčasťou moderných webových štandardov a poskytuje vývojárom rozhranie pre asynchrónne spracovanie rečového vstupu. API je podporované vo väčšine moderných prehliadačov vrátane Google Chrome, Microsoft Edge, Opera a Safari, pričom pre mobilné zariadenia je dostupné v prehliadačoch Chrome pre Android a Safari pre iOS [5].

	📱					📲						
	Chrome	Edge	Firefox	Opera	Safari	Chrome Android	Firefox for Android	Opera Android	Safari on iOS	Samsung Internet	WebView Android	WebView on iOS
SpeechRecognition	✓ 139 ..	✓ 139 ..	✗ Nie	✓ 123 ..	✓ 14.1 *	✓ 139 ..	✗ Nie	✓ 91 ..	✓ 14.5 *	✓ 2 *	✓ 139 ..	✓ 14.5 *

Obr. 23 Internetové prehliadače s podporou Web Speech API

Architektúra Web Speech API je založená na udalostiach, tzv. event-driven architecture, čo umožňuje aplikácii reagovať na priebežné výsledky rozpoznávania a poskytovať používateľovi takmer okamžitú spätnú väzbu. Rozhranie umožňuje nastavenie jazyka rozpoznávania, čo je v

kontexte logopedickej aplikácie kritické, pretože sa všetky cvičenia vykonávajú v slovenskom jazyku. API takisto podporuje definovanie gramatiky a slovníka očakávaných slov, čo zvyšuje presnosť rozpoznávania, hoci táto funkcionálnosť je v jednotlivých prehliadačoch implementovaná s rôznou mierou podpory.

Implementácia rečového cvičenia v platforme začína inicializáciou objektu Speech Recognition, ktorý je vytvorený iba raz pri načítaní aplikácie. Vytvorenie globálnej inštancie zabezpečuje optimálne využitie zdrojov a eliminuje problémy spojené s opakovaným inicializovaním rozpoznávača reči. Nastavenie parametrov rozpoznávania zahŕňa definovanie jazyka, v našom prípade ide o „lang: 'sk-SK'“, vypnutie kontinuálneho rozpoznávania, čo znamená, že rozpoznávač sa automaticky zastaví po detekcii jednej frázy. Takisto je potrebné nastaviť deaktiváciu priebežných výsledkov, aby sa zobrazovali iba finálne rozpoznané slová.

Callback funkcie tvoria ďalšiu kľúčovú časť implementácie. Udalosť onstart sa spúšťa pri začiatku nahrávania a aktivuje vizuálnu indikáciu počúvania. V našom prípade sa zmení farba a text tlačidla v modálnom okne. Udalosť onresult prijíma rozpoznaný text, vykoná jeho normalizáciu, kedy prebehne odstránenie interpunkcie a prevod na malé písmená. Následne sa rozpoznané slovo porovná s očakávaným slovom. Udalosť onerror slúži na obsluhu chybových stavov, ako je nedostupnosť mikrofónu, problém so sieťou alebo zamietnutie povolenia na prístup k mikrofónu. Udalosť onend je spúšťaná po ukončení rozpoznávania a deaktivuje vizuálne indikátory počúvania.



Obr. 24 Modálne okno rečového cvičenia

Priebeh rečového cvičenia začína zobrazením modálneho okna s obrázkom a textom slova, ktoré má dieťa vysloviť. Dieťa aktivuje rozpoznávanie kliknutím na tlačidlo nahrávania, následne vyslovuje slovo a aplikácia porovnáva rozpoznaný text s očakávaným slovom. Porovnanie je implementované ako presná zhoda po normalizácii textu, čo znamená, že slovo musí byť vyslovené presne tak, ako je definované v konfigurácii levelu. Tento prístup zabezpečuje, že dieťa skutočne artikuluje požadovanú hlásku, a nie iba slovo obsahujúce podobný zvuk.

V prípade úspešného vyslovenia sa zobrazí vizuálna spätná väzba v podobe zelenej fajky a hrá sa pozitívny zvukový efekt. Aplikácia automaticky prejde na ďalšie slovo v rámci cvičenia. Ak dieťa vysloví slovo nesprávne, zobrazí sa červený krížik, prehrá sa negatívny zvukový efekt a dieťa má možnosť zopakovať pokus. Systém povoľuje maximálne tri pokusy na jedno slovo, pričom po vyčerpaní pokusov sa cvičenie ukončí a pokus je vyhodnotený ako neúspešný. Tento mechanizmus zabezpečuje, že dieťa nie je frustrované opakovaným neúspechom, no zároveň je motivované k správnej artikulácii.



Obr. 25 Vyhodnotenie rečového cvičenia

Každé rečové cvičenie obsahuje viacero kôl, obvykle 2-5 v závislosti od konfigurácie levelu. Kolo je definované ako počet rôznych slov v rámci jedného cvičenia. Pre úspešné dokončenie celého cvičenia musí dieťa správne vysloviť všetky slová v cvičení. Tento princíp vychádza z logopedickej praxe, kde je dôležité systematické opakovanie problematických hlások. Výsledky každého kola sú zaznamenávané a slúžia na výpočet celkového hodnotenia levelu prostredníctvom hviezd.

3.5.2. Posluchové cvičenie

Posluchové cvičenie dopĺňa rečové cvičenie a zameriava sa na rozvoj fonemického uvedomovania a schopnosti rozlišovať medzi podobne znejúcimi zvukmi. V logopedickej praxi je rozlišovanie zvukov kľúčovým predpokladom pre správnu artikuláciu, pretože dieťa musí najprv vedieť počuť rozdiel medzi hláskou, aby ju následne dokázalo správne reprodukovať. Posluchové cvičenia sú preto neoddeliteľnou súčasťou komplexnej terapie porúch výslovnosti.

Na rozdiel od rečového cvičenia, ktoré využíva Web Speech API, posluchové cvičenie pracuje s vopred nahranými zvukovými súbormi a ich prehrávaním. Technická implementácia je založená na knižnici Howler.js, ktorá poskytuje pokročilé funkcie pre prácu so zvukom vo webových aplikáciách. Howler.js podporuje rôzne formáty zvukových súborov, automatické spracovanie chýb pri načítavaní, kontrolu nad hlasitosťou a umožňuje synchrónne prehrávanie viacerých zvukov v presne definovanom poradí.

Princíp posluchového cvičenia spočíva v prezentovaní dvoch zvukov za sebou, pričom úlohou dieťaťa je rozhodnúť, či sú tieto zvuky rovnaké alebo rôzne. Zvuky sú organizované do priečinkov, kde každý priečinok obsahuje dva súbory, „zvukova_nahrávka_1.wav“ a „zvukova_nahrávka_2.wav“, ktoré reprezentujú dve rôzne slová s podobnou výslovnosťou. Tento systém umožňuje vytváranie precízne kontrolovaných cvičení zameraných na konkrétne artikulačné problémy.



Obr. 26 Modálne okno pre rečové cvičenie

Generovanie párov pre posluchové cvičenie je implementované pseudo-náhodným výberom z dostupných priečinkov so zvukmi. Pre každé kolo cvičenia sa vyberie náhodný priečinok a následne sa náhodne zvolia aj dva indexy, 0 alebo 1, ktoré určujú, ktoré dva súbory sa prehrávajú. Ak sú indexy rovnaké, ide o rovnaké zvuky, ak sú rôzne, ide o rozdielne zvuky. Tento mechanizmus zabezpečuje variabilitu cvičení a zabraňuje memorovaniu správnych odpovedí.

Priebeh posluchového cvičenia začína zobrazením modálneho okna s dvoma tlačidlami: „Rovnaké“ a „Rôzne“, ktoré obsahujú aj grafické znázornenie odpovede. Po zobrazení okna sa automaticky spustí prehrávanie prvého zvuku, nasledované krátkou pauzou a potom druhým zvukom. Počas prehrávania sú tlačidlá deaktivované, aby sa zabránilo predčasnému kliknutiu. Po dopytí oboch zvukov sa tlačidlá aktivujú a dieťa môže vybrať svoju odpoveď kliknutím na príslušné tlačidlo.

Vyhodnotenie odpovede prebieha porovnaním výberu používateľa so skutočnou hodnotou páru určenou pri generovaní. Pri správnej odpovedi sa zobrazí zelená fajka, prehrá sa pozitívny zvuk a aplikácia automaticky prejde na ďalší pár. Pri nesprávnej odpovedi sa zobrazí červený krížik, prehrá sa negatívny zvuk a dieťa má možnosť počuť zvuky znova a zopakovať odpoveď. Maximálny počet pokusov na jeden pár je rovnako ako pri rečovom cvičení nastavený na tri.

Podobne ako pri rečovom cvičení, aj posluchové cvičenie obsahuje viacero kôl. Pre úspešné dokončenie cvičenia musí dieťa správne rozhodnúť vo všetkých kolách. Výsledky jednotlivých kôl sú zaznamenávané do gamePerformance, kde každé kolo ukladá počet pokusov potrebných na správne rozhodnutie. Tieto údaje slúžia na výpočet celkového hodnotenia levelu a poskytujú spätnú väzbu o pokroku dieťaťa.

3.5.3. Integrácia cvičení do herných mechaník

Rečové a posluchové cvičenia sú navrhnuté ako samostatné moduly, ktoré je možné integrovať do rôznych typov hier. V súčasnej implementácii sú cvičenia zakomponované do oboch hlavných mini hier. Táto modulárna architektúra umožňuje jednoduché pridávanie nových herných mechaník v budúcnosti bez nutnosti prepisovania logiky cvičení.

V hre Baník sú rečové cvičenia viazané na zber diamantov a posluchové cvičenia na zber fialových kryštálov. Keď hráč narazí na diamant a pokúsi sa ho vykopaním získať, otvorí sa modálne okno s rečovým cvičením. Hra je počas tohto času pozastavená, premenná `isExerciseActive` je nastavený na `true`, čo znamená, že hráč nemôže vykonávať žiadne herné akcie, kým nedokončí cvičenie. Po úspešnom dokončení cvičenia sa diamant pridá do inventára hráča a hra pokračuje. Pri neúspešnom dokončení cvičenia sa diamant v hernom poli ponechá a hráč sa k nemu môže vrátiť neskôr a skúsiť cvičenie znova.

Analogicky funguje integrácia posluchového cvičenia v hre Baník, kde je cvičenie spúšťané pri pokuse o zber fialového kryštálu. Mechanizmus zablokovania herných akcií je rovnaký ako pri rečovom cvičení, čím sa zabezpečuje, že používateľ sa plne sústreďuje na posluchové cvičenie bez rozptyľovania hernými prvkami.

V mini hre Pexeso je integrácia cvičení realizovaná podobným spôsobom. Rečové cvičenie sa spúšťa pri otočení oboch kariet páru, pričom hráč musí vysloviť slovo zobrazené na karte, aby mohol za nájdený pár získať bod.

Dôležitým aspektom integrácie je systém spätnej väzby, ktorý poskytuje dieťaťu jasné informácie o jeho výkone. Vizualná spätná väzba zahŕňa zobrazenie správnej alebo nesprávnej odpovede prostredníctvom farebných indikátorov, animácií a zvukových efektov. Audiovizuálna spätná väzba je navrhnutá tak, aby bola výrazná a pochopiteľná aj pre mladšie deti bez nutnosti čítania textových pokynov.

3.5.4. Technické obmedzenia a kompatibilita

Implementácia rečových a posluchového cvičení je podmienená technickými obmedzeniami webových technológií a dostupnosťou Web Speech API v rôznych internetových prehliadačoch. Primárnym obmedzením je nutnosť použitia bezpečného protokolu HTTPS, bez ktorého prehliadače neumožňujú prístup k mikrofónu z bezpečnostných dôvodov. Toto obmedzenie však v kontexte finálnej aplikácie nepredstavuje problém, keďže moderné webové aplikácie sú štandardne prevádzkované cez HTTPS.

Ďalším obmedzením je potreba explicitného udelenia povolenia na používanie mikrofónu zo strany používateľa. Pri prvom spustení aplikácie sa zobrazí systémový dialóg prehliadača s požiadavkou na povolenie prístupu. Aplikácia obsahuje mechanizmy na detekciu zamietnutia povolenia a poskytuje používateľovi jasné pokyny ako povolenie udeliť v nastaveniach prehliadača.

Kompatibilita Web Speech API nie je úplná naprieč všetkými prehliadačmi. Najlepšiu podporu poskytujú prehliadače založené na Chromium, ako napríklad Google Chrome, Microsoft Edge alebo Opera, kde je API plne funkčné a poskytuje vysokú presnosť rozpoznávania pre slovenský jazyk. Safari podporuje API s určitými obmedzeniami, najmä na iOS zariadeniach. Firefox v súčasnosti nepodporuje rozpoznávanie reči prostredníctvom Web Speech API, čo predstavuje významné obmedzenie pre používateľov tohto prehliadača.

Aplikácia obsahuje detekčný mechanizmus, ktorý pri spustení skontroluje dostupnosť Web Speech API a v prípade jeho neprítomnosti zobrazí používateľovi informáciu s odporúčaním použiť

podporovaný prehliadač. Na mobilných zariadeniach aplikácia detekuje typ operačného systému a navrhuje optimálny prehliadač (Chrome pre Android, Safari pre iOS).



Obr. 27 Upozornenie na nepovolený mikrofón

Presnosť rozpoznávania slovenského jazyka prostredníctvom Web Speech API je vo všeobecnosti vysoká, avšak môže byť ovplyvnená kvalitou mikrofónu, úrovňou okolitého hluku a špecifikami detskej výslovnosti. Implementácia preto používa jednoduchý systém normalizácie textu kde prebieha odstránenie interpunkcie (otáznik, bodka za slovom a podobne) a prevod na malé písmená. Tento prístup minimalizuje falošne negatívne výsledky, kde by systém neakceptoval správne vyslovené slovo s inou intonáciou.

Pre posluchové cvičenia predstavuje hlavné obmedzenie potreba vopred nahraných zvukových súborov vo vysokej kvalite. Všetky zvukové súbory sú uložené vo formáte WAV, ktorý zabezpečuje bezstratovú kvalitu, avšak za cenu väčšej veľkosti súborov. Knižnica Howler.js efektívne spravuje načítavanie a cache-ovanie zvukov, čím sa minimalizuje dopad na výkon aplikácie.

Návrh rečových a posluchové cvičení predstavuje kľúčový inovačný prvok platformy, ktorý kombinuje webové technológie s logopedickými princípmi. Využitie Web Speech API

umožňuje automatizované hodnotenie výslovnosti, čo je funkcia, ktorá doteraz chýbala vo väčšine slovenských digitálnych logopedických pomôcok. Posluchové cvičenia dopĺňajú tento systém o rozvoj fonematického uvedomovania, čím sa vytvára komplexný terapeutický nástroj. Modulárna architektúra a detailný záznam výsledkov umožňujú nielen okamžitú spätnú väzbu pre dieťa, ale aj dlhodobé sledovanie pokroku, čo je cenné tak pre rodičov, ako aj pre logopédov pri plánovaní ďalšej terapie.

4. Testovanie platformy a výsledky

Kapitola sa zameriava na proces testovania navrhnutej logopedickej hernej platformy a vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov. Cieľom testovania bolo overiť funkčnosť jednotlivých komponentov systému, posúdiť použiteľnosť aplikácie z pohľadu cieľovej skupiny a identifikovať prípadné nedostatky.

4.1. Cieľ testovania

Cieľom testovania bolo komplexne overiť kvalitu navrhnutej a implementovanej logopedickej hernej platformy z hľadiska funkčnosti, spoľahlivosti, použiteľnosti a praktickej využiteľnosti v reálnych podmienkach. Testovanie sa nezameriavalo len na technickú správnosť jednotlivých komponentov systému, ale aj na spôsob, akým používatelia v rôznych vekových skupinách interagujú s aplikáciou, ako rýchlo pochopia jej princíp a do akej miery sú schopní ju efektívne využívať bez dodatočných inštrukcií.

Dôležitým aspektom testovania bolo overenie, či platforma spĺňa svoj hlavný účel, ktorým je vytvoriť intuitívne, motivačné a funkčné prostredie pre precvičovanie rečových schopností. Testovanie zároveň slúžilo na identifikáciu potenciálnych nedostatkov, ktoré by mohli ovplyvniť používateľskú skúsenosť alebo technickú stabilitu aplikácie.

V rámci funkčného testovania bol kladený dôraz na overenie správnosti hernej logiky, systému hodnotenia, presmerovaní medzi jednotlivými obrazovkami, ukladania a načítavania herného pokroku, ako aj na správanie sa systému rozpoznávania reči v reálnych podmienkach. Cieľom používateľského testovania bolo zistiť, do akej miery je platforma intuitívna pre rôznych používateľov, od detí až po dospelých, ako rýchlo sa v nej dokážu zorientovať a či je herný systém dostatočne zrozumiteľný, bez potreby rozsiahleho vysvetľovania.

4.2. Metodika testovania

Testovanie prebiehalo v dvoch samostatných fázach, pričom každá fáza využívala odlišný prístup a zameranie. Funkčné testovanie bolo realizované autorom práce a bolo zamerané predovšetkým na overenie správnosti implementácie jednotlivých častí systému. Externé testovanie bolo vykonané za účasti skupiny používateľov rôzneho veku, ktorí nemali predchádzajúcu skúsenosť s aplikáciou, čím sa simulovali reálne podmienky jej používania.

Funkčné testovanie kontrolovalo jednotlivé časti systému systematicky a izolovane. Na overenie správnosti výpočtov hodnotenia, funkcie ukladania pokroku a správania sa Cache API preloadingu boli využívané ladiace, debugovacie, nástroje integrované priamo do platformy. Tieto ladiace funkcie bolo možné spúšťať priamo z konzoly internetového prehliadača vo vývojárskom

nástroji. Funkcie umožňovali simulovať dokončenie levelu s rôznymi výkonovými parametrami, overovať stav Cache API, testovať ukladanie a načítavanie dát z localStorage, ako aj sledovať chybové hlásenia počas behu aplikácie. Každá kritická akcia v kóde je logovaná do konzoly, čo výrazne uľahčilo identifikáciu a lokalizáciu problémov.

Externí účastníci testovania dostali za úlohu samostatne spustiť aplikáciu a bez akýchkoľvek pokynov sa v nej orientovať, prechádzať jednotlivé časti systému a vyskúšať dostupné mini hry a funkcie. Počas testovania bolo pozorované, ako rýchlo sa dokážu zorientovať v používateľskom rozhraní, ako intuitívne pochopia princíp fungovania platformy a či sú schopní bez problémov vykonávať jednotlivé úlohy.

Veková skupina	Počet účastníkov	Charakteristika skupiny
4 – 9 rokov	1	Deti (cieľová skupina)
10 – 18 rokov	2	Staršie deti
19 – 30 rokov	3	Mladší dospelí (študenti)
31 – 50 rokov	2	Dospelí (rodičia)

Tab. 1 Rozloženie účastníkov používateľského testovania podľa vekových skupín

Testovanie prebiehalo v bežných podmienkach používania, pričom neboli kontrolované faktory ako kvalita mikrofónu alebo hlučnosť prostredia. Tento prístup umožnil získať realistický pohľad na správanie aplikácie v rôznych situáciách, ktoré môžu nastať pri jej praktickom využití.

4.3. Funkčné testovanie

Herná logika bola testovaná pre každú mini hru zvlášť. V mini hre Baník bola overená správnosť mechaniky kopania, ako sú napríklad počty interakcií pre jednotlivé typy surovín, spúšťanie rečových a posluchových cvičení v správnych momentoch a korektnosť bodovacieho systému. Výpočet hodnotenia, percentuálny podiel získaných bodov z možných bodov v odohraných kolách, bol overovaný simuláciami prostredníctvom debugovacích funkcií. Vo všetkých prípadoch systém hodnotenia reagoval správne a pridelil zodpovedajúci počet hviezd.

Pre mini hru Pexeso bola overená logika párovania kariet, správne spustenie rečového cvičenia po nájdení páru a korektné ukončenie hry po nájdení všetkých párov. Testovaný bol aj časový limit, kde pri jeho vypršaní hra správne ukončila reláciu s hodnotením na základe dotedy získaných bodov. Tréningový mód bol overený samostatne, výsledky sa po dokončení tréningového levelu neukladali do progressManagera, čím sa nemenili pôvodne výsledky používateľa.

Všetky prechody medzi obrazovkami platformy boli manuálne preklikané a overené. Testované boli prechody z hlavnej obrazovky na výber svetov a levelov, zo zoznamu levelov na

jednotlivé mini hry a spätné prechody. Overená bola aj funkčnosť tlačidiel „ďalší level“, „zopakovať“ a „späť na levely“ v záverečnom dialógu každej mini hry. Systém GameRouter správne spracovával URL parametre vo všetkých testovaných kombináciách a žiadny z overených prechodov nevedol k neočakávanému stavu alebo pádu aplikácie.

Systém ProgressManager bol testovaný prostredníctvom debugovacích funkcií dostupných v konzole prehliadača. Overovalo sa správne ukladanie výsledkov levelu, počet hviezd, stav odomknutia nasledujúceho levelu, trvalosť uložených dát medzi reštartmi aplikácie a správnosť načítavania uložených hviezd pri zobrazení zoznamu levelov. Testovaný bol aj scenár opakovaného hrania levelu, kde systém vždy uložil len najlepší dosiahnutý výsledok, čím sa zachoval rekord používateľa. Všetky testované scenáre skončili s očakávaným výsledkom.

Funkčnosť Cache API preloadingu bola overená manuálne aj prostredníctvom debugovacích testov. Sledovalo sa správne ukladanie obrázkov a assetov do cache pri prvom spustení, ich načítavanie z cache pri opakovanom spustení a automatické vyčistenie starých verzií cache po inkrementácii konštanty CACHE_VERSION. Vizualný progress bar sa zobrazoval počas preloadingu a zmizol po jeho dokončení. Testovaný bol aj prípad, keď cache nebola dostupná, čo sa stáva napríklad pri režime Inkognito. Aplikácia v takomto prípade fungovala bez pádu, avšak assety sa načítavali priamo zo súborového systému bez cache výhody.

4.3.1. Výsledky funkčného testovania

Počas testovania bolo overené, že všetky presmerovania medzi obrazovkami fungujú korektné a nedochádza k chybám pri prechode medzi jednotlivými časťami aplikácie. Systém levelov pracoval podľa očakávaní, pričom postupné odomykanie obsahu bolo viazané na dosiahnuté výsledky používateľa. Rovnako bolo potvrdené, že výsledky jednotlivých cvičení sa správne zaznamenávajú a ukladajú.

Testovaná oblasť	Popis testovania	Výsledok
Navigácia systému	Prechody medzi jednotlivými stránkami	Bez chýb
Systém levelov	Odomykanie a postupnosť levelov	Správne
Mini hry	Herná logika a interakcie	Správne
Ukladanie a načítavanie pokroku	Ukladanie výsledkov z levelov a stav odomknutých levelov	Funkčné
Preloading	Prednačítanie zdrojov	Funkčné

Tab. 2 Výsledky funkčného testovania jednotlivých oblastí

Testovanie hernej logiky preukázalo, že mini hry fungujú stabilne a bez kritických chýb. Všetky interakcie používateľa boli správne spracované a herné mechaniky reagovali podľa návrhu. Správnosť implementácie bola overovaná aj pomocou pomocných debugovacích funkcií, ktoré umožnili detailnejšie sledovanie vnútorného stavu aplikácie a kontrolu spracovania dát.

Na základe vykonaného testovania možno konštatovať, že z funkčného hľadiska je aplikácia stabilná a spoľahlivá.

4.4. Používateľské testovanie

Používateľské testovanie bolo realizované s cieľom overiť intuitívnosť a použiteľnosť platformy pre koncového používateľa. Účastníci testovania pracovali s aplikáciou bez predchádzajúceho vysvetlenia jej fungovania, čo umožnilo objektívne posúdiť kvalitu návrhu používateľského rozhrania.

4.4.1. Orientácia v platforme a intuitívnosť navigácie

Všetci účastníci testovania sa v platforme zorientovali bez potreby nápovedy. Štruktúra platformy, výber sveta, výber levelu, spustenie hry, bola pre väčšinu účastníkov intuitívna, pričom ani jeden účastník nepotreboval priame vedenie pri základnej navigácii. Vizualna identita platformy s grafickým vyobrazením svetov poskytovala dostatočné kontextové vodítka, ktoré pomohli pochopiť tematické usporiadanie obsahu.

Systém uzamknutých a odomknutých levelov sa ukázal ako logicky pochopiteľný, účastníci bez problémov pochopili, že levely treba absolvovať v poradí a že výsledok v jednom leveli ovplyvní dostupnosť ďalšieho. Systém hodnotenia hviezdikami bol okamžite rozpoznaný a správne interpretovaný všetkými vekovými skupinami.

4.4.2. Vytváranie vlastných levelov

Pri testovaní tvorby vlastných levelov zaznamenali účastníci určité počiatočné ťažkosti. Rozhranie tvorby vlastného levelu obsahuje viacero nastaviteľných parametrov, pre mini hru Baník sú to napríklad počet diamantov, počet kryštálov, počet zlata či počet slov v jednom cvičení. Tieto parametre neboli na prvý pohľad pre všetkých účastníkov zrozumiteľné, čo viedlo k miernemu zdržaniu pri prvom pokuse o vytvorenie levelu. Po absolvovaní niekoľkých hier v štandardnom režime a po kratšom experimentovaní s tvorbou levelu však účastníci pochopili logiku konfiguračného formulára a ďalšie pokusy prebehli bez problémov.

4.4.3. Rozpoznávanie reči

Testovanie rozpoznávania reči bolo zamerané na overenie spoľahlivosti a presnosti tejto kľúčovej funkcionality v rôznych podmienkach. Počas testovania sa ukázalo, že kvalita

rozpoznávania je výrazne ovplyvnená externými faktormi, najmä kvalitou použitého mikrofónu, úrovňou hluku v prostredí a spôsobom artikulácie používateľa.

Jadro rečového cvičenia implementované prostredníctvom Web Speech API, fungovalo spoľahlivo v ideálnych podmienkach, teda pri použití kvalitného mikrofónu a v tichom prostredí. V reálnych podmienkach testovania sa však objavili situácie, keď rozpoznávanie trvalo dlhšie alebo úplne zlyhalo. Najvýraznejší problém predstavovala kvalita vstupného zariadenia, najmä pri starších integrovaných mikrofónoch v zariadeniach alebo mikrofónoch zabudovaných v bezdrôtových slúchadlách, čo negatívne ovplyvnilo presnosť rozpoznávania. V niektorých prípadoch mala významný vplyv aj prítomnosť okolitého hluku, napríklad zapnutý televízor alebo rozhovor osôb v pozadí, čo spôsobilo, že systém zachytil rušivé zvuky namiesto cieľového slova. Okrem toho sa vyskytovali aj situácie, pri ktorých bolo rozpoznávanie časovo oneskorené, čo negatívne ovplyvňovalo používateľskú skúsenosť.

V priebehu testovania rozpoznávania reči bola identifikovaná situácia, pri ktorej dochádzalo k oneskoreniu vyhodnotenia hlasového vstupu. Po vyslovení cieľového slova systém v niektorých prípadoch ešte krátky čas zotrval v stave načúvania s cieľom zachytiť prípadné pokračovanie vety. V dôsledku tohto oneskorenia používateľ v niektorých prípadoch nadobudol dojem, že jeho vstup nebol zaznamenaný, a preto slovo zopakoval. Následne došlo k tomu, že systém spracoval oba hlasové vstupy ako jeden celok, čo viedlo k nesprávnemu vyhodnoteniu odpovede. Výsledkom bolo negatívne hodnotenie aj v prípade, keď bolo pôvodné slovo vyslovené správne.

Je potrebné zdôrazniť, že uvedené obmedzenia sú do značnej miery podmienené vlastnosťami použitého rozhrania Web Speech API a kvalitou hardvérového vybavenia, nie samotnou implementáciou platformy. Charakter logopedických cvičení si vyžaduje presnú zhodu vyslovovaného slova, preto bolo zámerne upustené od využitia percentuálnej zhody alebo tolerantného vyhodnocovania. V podmienkach reálnej logopedickej praxe sa predpokladá použitie vhodného technického vybavenia a pokojného prostredia, čím by sa väčšina identifikovaných problémov eliminovala.

4.5. Výsledky a zhodnotenie

Celkové výsledky testovania potvrdzujú, že platforma spĺňa stanovené ciele z pohľadu funkčnosti aj použiteľnosti. Funkčné testovanie neodhalilo žiadne kritické chyby v hernej logike, systéme hodnotenia, ukladaní pokroku ani v navigácii. Všetky testované scenáre sa správali podľa návrhu a aplikácia nevykazovala neočakávané pády ani dátové nezrovnalosti.

Používateľské testovanie ukázalo, že platforma je pre väčšinu vekových skupín intuitívna bez potreby rozsiahleho zaúčania. Systém svetov a levelov sa účastníkom javil ako logicky usporiadaný a ľahko pochopiteľný. Herný princíp s prechádzaním levelov, získavaním hviezd, postupným odomykaním ďalšieho obsahu bol pochopený rýchlo a bez výraznejších problémov. Mierne ťažkosti nastali pri prvotnom oboznamovaní sa s konfiguráciou vlastných levelov, pričom sa táto bariéra ukázala ako prekonaná po krátkom skúšaní.

Účastníci testovania vo svojej spätnej väzbe hodnotili platformu prevažne pozitívne. Ocenili prehľadný dizajn, hernú motiváciu vo forme hviezd a odomykania levelov a zrozumiteľnosť herných princípov. Niekoľko účastníkov zhodne poukázalo na to, že dlhodobé využívanie platformy v jej súčasnom rozsahu by mohlo byť obmedzené relatívne malým počtom rôznorodých herných typov. Účastníci sa zhodli, že rozšírenie databázy mini hier o ďalšie herné typy by výrazne zvýšilo znovuhrateľnosť platformy a udržalo záujem hráčov dlhodo. Súčasných dve mini hry sú podľa spätnej väzby konceptuálne dobre navrhnuté, avšak väčšia variabilita by bola prínosom. Viacerí účastníci navrhli rozšírenie rečových cvičení nad rámec vyslovovania slov, napríklad napodobňovanie zvukov či rytmické cvičenia. Tieto podnety presahujú rozsah aktuálnej implementácie platformy, no predstavujú hodnotné námety pre ďalší rozvoj platformy.

Na základe pozorovania priebehu testovania možno konštatovať, že čas potrebný na základnú orientáciu v systéme bol vo väčšine prípadov veľmi krátky, čo poukazuje na dobrú úroveň návrhu používateľského rozhrania. Rovnako neboli zaznamenané situácie, ktoré by viedli k zablokovaniu používateľa alebo k nepochopeniu základného princípu fungovania aplikácie.

Celkové hodnotenie platformy zo strany účastníkov testovania je pozitívne. Viacerí účastníci uviedli, že platformu vnímajú ako perspektívny nástroj s reálnym potenciálom pre využitie v domácom prostredí.

5. Potenciál platformy a možné budúce rozšírenia

Navrhnutá logopedická herná platforma predstavuje flexibilné a perspektívne riešenie, ktoré má potenciál ďalšieho rozvoja v rôznych smeroch. Kľúčovým aspektom tohto potenciálu je najmä modulárna architektúra systému, ktorá umožňuje jednoduché rozširovanie funkcionality bez nutnosti zásadných zásahov do existujúcej implementácie.

5.1. Rozšírenie o nové mini hry a rečové cvičenia

Z hľadiska budúceho vývoja je významnou výhodou skutočnosť, že jednotlivé časti platformy sú navrhnuté ako samostatné moduly. Tento prístup umožňuje pridávanie nových mini hier a s nimi súvisiacich rečových alebo posluchových cvičení bez ovplyvnenia stability existujúcich komponentov. V praxi to znamená, že rozšírenie platformy o nový typ cvičenia si vyžaduje iba implementáciu novej mini hry, ktorá bude využívať požadovaný princíp tréningu, a jej následné zaradenie do konfiguračného systému. Ostatné časti platformy, ako napríklad systém pokroku, navigácia alebo existujúce hry, zostávajú nezmenené.

Táto vlastnosť výrazne zjednodušuje nielen ďalší vývoj, ale aj experimentovanie s rôznymi prístupmi k logopedickému precvičovaniu. Platforma tak môže v budúcnosti zahŕňať široké spektrum cvičení založených na rôznych princípoch, od jednoduchých opakovacích úloh až po komplexnejšie interaktívne mechaniky.

5.2. Využitie umelej inteligencie

Významný potenciál predstavuje aj integrácia pokročilých technológií, najmä v oblasti umelej inteligencie. Súčasná riešenie využíva základné rozpoznávanie reči prostredníctvom Web Speech API, avšak v budúcnosti je možné implementovať presnejšie modely, ktoré by dokázali detailnejšie analyzovať výslovnosť, identifikovať konkrétne chyby v artikulácii a poskytovať personalizovanú spätnú väzbu. Takéto riešenie by mohlo výrazne zvýšiť efektivitu cvičení a priblížiť platformu profesionálnym logopedickým nástrojom.

Ďalším smerom rozvoja je adaptívne prispôsobovanie náročnosti. Na základe dlhodobého sledovania výkonu používateľa by systém mohol automaticky upravovať obťažnosť cvičení, výber slov alebo frekvenciu opakovania konkrétnych hlások. Takýto prístup by zabezpečil individualizovaný tréning, ktorý reflektuje aktuálne schopnosti dieťaťa a podporuje jeho plynulý progres.

5.3. Lepšia analýza a kvalitnejšie štatistiky

Platforma má taktiež potenciál rozšírenia o pokročilé analytické nástroje určené pre rodičov a logopédov. Tieto nástroje by mohli poskytovať prehľadné štatistiky o výkone dieťaťa, identifikovať

problematické oblasti a odporúčať vhodné cvičenia. V kombinácii s možnosťou exportu dát alebo vzdialeného prístupu by bolo možné efektívnejšie prepojiť domácu prípravu s odbornou logopedickou starostlivosťou.

Z pohľadu funkcionality je možné uvažovať aj o rozšírení platformy o viacpoužívateľský režim, ktorý by umožnil používanie aplikácie viacerými deťmi na jednom zariadení. Každý používateľ by mal vlastný profil a samostatne ukladaný pokrok, čo je praktické najmä v prostredí rodín alebo školských zariadení.

Na záver možno konštatovať, že navrhnutá platforma nie je len uzavretým riešením, ale predstavuje otvorený systém pripravený na ďalší rozvoj. Vďaka modulárnej architektúre, flexibilnému konfiguračnému systému a využitiu moderných technológií má potenciál postupne sa rozširovať, zdokonaľovať a prispôsobovať meniacim sa požiadavkám používateľov aj odborníkov v oblasti logopédie.

Záver

Cieľom diplomovej práce bolo navrhnúť a implementovať logopedickú hernú platformu určenú pre deti v predškolskom veku, ktorá podporuje rozvoj rečových a posluchovej schopností prostredníctvom interaktívnych cvičení a herných mechaník. Tento cieľ bol naplnený vytvorením funkčného softvérového riešenia, ktoré kombinuje prvky digitálnych hier s princípmi logopedickej intervencie.

V rámci práce bola najskôr analyzovaná problematika narušených komunikačných schopností u detí a identifikované potreby cieľovej skupiny. Na základe tejto analýzy bol navrhnutý systém, ktorý reflektuje požiadavky na pravidelnosť cvičení, okamžitú spätnú väzbu a motivačný charakter prostredia. Návrh platformy vychádza z modulárnej architektúry, ktorá umožňuje oddelenie jednotlivých komponentov systému a podporuje jeho rozšíriteľnosť a udržateľnosť.

Výsledkom práce je implementovaná aplikácia využívajúca webové technológie, ktorá obsahuje systém tematických svetov, levelov a viacerých mini hier. Do herných mechaník boli úspešne integrované rečové a posluchové cvičenia s využitím rozpoznávania reči, pričom používateľovi je poskytovaná okamžitá spätná väzba na jeho výkon. Súčasťou riešenia je aj systém hodnotenia, ukladania pokroku a možnosť vytvárania vlastných levelov, čo umožňuje prispôsobenie obsahu individuálnym potrebám.

Testovanie platformy potvrdilo funkčnosť navrhnutého riešenia a jeho použiteľnosť v praxi. Overené boli základné systémové funkcie, ako aj interakcia používateľov s aplikáciou. Výsledky poukazujú na to, že herné mechaniky v kombinácii s interaktívnymi cvičeniami môžu pozitívne ovplyvniť motiváciu detí k pravidelnému precvičovaniu a prispieť k efektívnejšiemu rozvoju rečových schopností.

Za hlavný prínos práce možno považovať návrh a realizáciu komplexnej logopedickej platformy, ktorá integruje edukačný obsah do herného prostredia a zároveň rešpektuje špecifiká cieľovej skupiny aj slovenského jazykového prostredia. Dôležitým prínosom je aj návrh architektúry systému, ktorá umožňuje jednoduché rozširovanie o nové mini hry a cvičenia bez zásahu do existujúcich častí aplikácie.

Napriek dosiahnutým výsledkom existujú oblasti, ktoré presahujú rámec tejto práce a predstavujú priestor pre ďalší výskum a vývoj. Jednou z nich je zvýšenie presnosti a spoľahlivosti rozpoznávania reči, najmä v kontexte detského používateľa a špecifik slovenského jazyka. Perspektívnym smerom je aj rozšírenie platformy o nové mini hry, rečové a posluchové cvičenia, viacpoužívateľský režim či nástroje pre rodičov umožňujúce detailnejšie sledovanie pokroku.

Na základe získaných poznatkov možno konštatovať, že digitálne herné platformy predstavujú vhodný doplnok tradičných logopedických metód. Navrhnuté riešenie vytvára základ pre ďalší rozvoj v tejto oblasti a poukazuje na možnosti efektívneho prepojenia moderných technológií s edukačnými a terapeutickými cieľmi.

Zoznam použitej literatúry

- [1]. MALAGOVÁ, Eleonóra. Poruchy reči u detí. In: *Národný portál zdravia* [online]. 2020 [cit. 2025-09-10]. Dostupné na: https://www.npz.sk/sites/npz/Stranky/NpzArticles/2013_06/Poruchy_reci_u_deti.aspx?page=full
- [2]. Pedagogické poradenstvo. In: *EduPage – MŠ Drobec* [online]. [cit. 2026-04-14]. Dostupné na: <https://msdrobcek.edupage.org/a/pedagogicke-poradenstvo?eqa=dGV4dD10ZXh0L3RleHQxJnN1YnBhZ2U9MyZza2dkeWVhcy0yMDI1>
- [3]. AHMED, Beena et al. Speech-driven mobile games for speech therapy: User experiences and feasibility. *International Journal of Speech-Language Pathology*. 2018, vol. 20, no. 6, s. 644–658. ISSN 1754-9507.
- [4]. A study on gamified speech therapy approaches. *PLOS ONE* [online]. 2018 [cit. 2026-04-14]. Dostupné na: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0201513>
- [5]. Tvorba aplikácie pre podporu logopedických hier v prostredí Electron. Bakalárska práca. Technická univerzita v Košiciach, 2024. 35 s. Dostupné v CRZP (dátum odovzdania: 27.05.2024).
- [6]. 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.
- [7]. UX Planet. F-shaped pattern for reading content [online]. [cit. 2026-04-14]. Dostupné na: <https://uxplanet.org/f-shaped-pattern-for-reading-content-80af79cd3394>
- [8]. OKAY.TONKA. What is separation of concern [online]. Medium, [cit. 2026-04-14]. Dostupné na: <https://medium.com/@okay.tonka/what-is-separation-of-concern-b6715b2e0f75>
- [9]. SEETHARAMUGN. The complete guide to event-driven architecture [online]. Medium, [cit. 2026-04-14]. Dostupné na: <https://medium.com/@seetharamugn/the-complete-guide-to-event-driven-architecture-b25226594227>

Prílohy

Príloha A: Používateľská príručka

Príloha B: Systémová príručka

Príloha C: CD médium

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Používateľská príručka
Príloha A

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Používateľská príručka
Príloha A

Študijný program: Počítačové siete
Študijný odbor: Informatika
Školiace pracovisko: Katedra počítačových sietí (KPS)
Školiteľ: Ing. Renát Haluška, PhD.

2026 Košice

Bc. Adam Reňak

Obsah

Zoznam obrázkov	72
Zoznam tabuliek	73
Úvod	74
1. Spustenie aplikácie	75
1.1. Požiadavky	75
1.2. Prvé spustenie.....	75
2. Hlavné menu svetov	76
2.1. Horná lišta svetov	76
2.2. Panel levelov	76
2.3. Pravý bočný panel.....	77
3. Mini hra Baník	78
3.1. Herná plocha.....	78
3.2. Ovládanie	79
3.3. Rečové cvičenie.....	79
3.4. Posluchové cvičenie	80
3.5. Hodnotenie	81
4. Mini hra Pexeso.....	82
4.1. Popis hernej plochy.....	82
4.2. Pravidlá	82
4.3. Rečové cvičenie po nájdení páru	83
4.4. Koniec hry a hodnotenie.....	83
5. Tréningové módy	84
5.1. Spustenie tréningového módu	84
5.2. Nastavenie tréningovej hry Baník.....	84
5.3. Nastavenie tréningovej hry Pexeso	84
6. Systém pokroku a hviezd.....	85
7. Odporúčania.....	86

7.1.	Časté otázky	86
7.1.1.	Dieťa hovorí správne, ale aplikácia to neakceptuje.	86
7.1.2.	Aplikácia nerozpoznáva reč vôbec.	86
7.1.3.	Dieťa nedokáže zahrať level bez pomoci – je príliš ťažký.....	86
7.1.4.	Všetky levely sú zamknuté okrem prvého.	86
7.1.5.	Pokrok dieťaťa zmizol.....	86
	Záver.....	87

Zoznam obrázkov

Obr. 1 Podporované internetové prehliadače	75
Obr. 2 Hlavné menu svetov a levelov.....	76
Obr. 3 Stavby kartičiek levelov	77
Obr. 4 Mini hra Baník	78
Obr. 5 Ukážka posluchového cvičenia.....	79
Obr. 6 Ukážka rečového cvičenia	80
Obr. 7 Mini hra Pexeso.....	82

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Systém hodnotenia levelu v mini hre Baník	81
Tab. 2 Nastaviteľné parametre v tréningovom leveli pre mini hru Baník.....	84

Úvod

Vytvorená aplikácia je bezplatná logopedická herná platforma určená deťom do 8 rokov, ktoré precvičujú správnu výslovnosť slovenských hlások. Aplikácia nevyžaduje žiadnu inštaláciu externých programov na počítači, iba internetový prehliadač, prístup k internetu a mikrofón. Platformu je možno spustiť aj cez mobilné zariadenia alebo tablet. Hra je navrhnutá tak, aby s ňou dieťa vedelo pracovať čo najsamostatnejšie. Rodič alebo logopéd určí vhodný svet a dieťa následne už plní úlohy a prechádza levely. Celá platforma je kompletne v slovenčine.

Primárnym používateľom je dieťa vo veku 4-8 rokov s poruchou výslovnosti jednej alebo viacerých hlások. Sekundárnymi používateľmi sú rodičia a logopédi, ktorí aplikáciu nastavujú, sledujú pokrok dieťaťa a prípadne spúšťajú tréningový mód s vlastným výberom slov. Aplikácia umožňuje precvičovať až 16 hlások.

1. Spustenie aplikácie

Platforma nevyžaduje žiadne inštalácie externých aplikácií, programov alebo knižníc či doplnkov. Platforma je primárne vytvorená pre počítače. Spustiť sa dá však aj cez mobilné zariadenie alebo tablet.

1.1. Požiadavky

Systémové požiadavky aplikácie sú minimálne. Pre správne fungovanie aplikácie pre počítač je potrebné zabezpečiť:

- Správny webový prehliadač (Google Chrome, Edge, Opera, Safari),
- Mikrofón (pre lepšie rozpoznávanie sa odporúča používať externý mikrofón),
- Pripojenie na internet.

	📱					📲						
	Chrome	Edge	Firefox	Opera	Safari	Chrome Android	Firefox for Android	Opera Android	Safari on iOS	Samsung Internet	WebView Android	WebView on iOS
SpeechRecognition	✓ 139 ..	✓ 139 ..	✗ Nie	✓ 123 ..	✓ 14.1 *	✓ 139 ..	✗ Nie	✓ 91 ..	✓ 14.5 *	✓ 2 *	✓ 139 ..	✓ 14.5 *

Obr. 1 Podporované internetové prehliadače

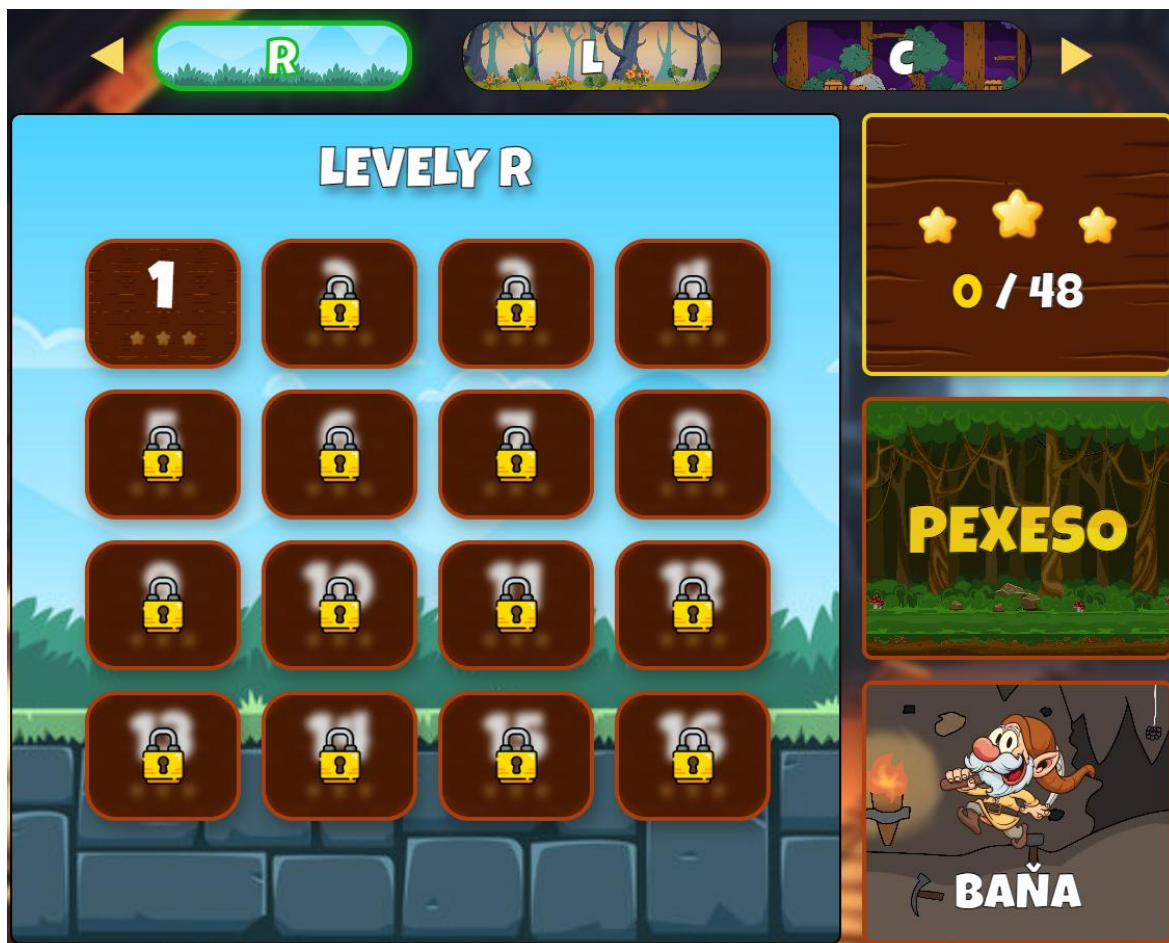
Pre správne fungovanie aplikácie na mobilných zariadeniach a tabletoch je takisto potrebné zabezpečiť správny webový prehliadač, aktuálne podporované sú Chrome Android, Opera Android, Safari on iOS, Samsung Internet, WebView Android, WebView on iOS.

1.2. Prvé spustenie

Po splnení všetkých požiadaviek sa používateľ cez internetový prehliadač pripojí na url odkaz platformy. Po pripojení sa zobrazí úvodná obrazovka, na ktorej sa nachádzajú 3 tlačidlá. Tlačidlo Štart spúšťa aplikáciu a presunie sa do menu svetov a levelov. Zvyšné 2 tlačidlá slúžia na informovanie hráčov a obsahujú informácie, ktoré sú uvedené aj v tejto používateľskej príručke.

2. Hlavné menu svetov

Hlavné menu svetov je centrálna obrazovka aplikácie. Odtiaľto dieťa (alebo rodič) vyberá, v ktorom svete a v ktorom leveli bude hrať. Menu sa skladá z troch hlavných oblastí: horná lišta svetov, panel levelov a pravý bočný panel.



Obr. 2 Hlavné menu svetov a levelov

2.1. Horná lišta svetov

V hornej časti obrazovky sa zobrazujú tlačidlá dostupných svetov s ikonami príslušných hlások. Vždy sú viditeľné tri svety naraz. Pomocou šípok vľavo a vpravo je možné prechádzať medzi svetmi. Aktívny (práve zobrazený) svet je zvýraznený zeleným okrajom. Kliknutím na tlačidlo sveta sa v paneli levelov zobrazia levely vybraného sveta.

2.2. Panel levelov

Ľavá časť obrazovky zobrazuje mriežku levelov aktuálne vybraného sveta. Každý level je reprezentovaný kartičkou s číslom levelu a tromi hviezdikami symbolizujúcimi dosiahnutý výsledok.

Kartičky levelov môžu byť v troch stavoch:

- Odomknutý, nedokončený - Kartička je aktívna, hviezdy sú prázdne. Level je pripravený na hranie.
- Odomknutý, dokončený - Kartička zobrazuje 1 až 3 zlaté hviezdy podľa dosiahnutého výkonu. Možno ho zahrať znova.
- Zamknutý - Kartička zobrazuje ikonu zámku. Level sa odomkne po dokončení predchádzajúceho levelu.



Obr. 3 Stavý kartičiek levelov

Kliknutím na odomknutú kartu sa okamžite zobrazí modálne okno s informáciami o leveli a možnosťou spustiť level.

2.3. Pravý bočný panel

Každý svet dopĺňa aj pravý bočný panel, ktorý obsahuje doplňujúce informácie a možnosti aplikácie. Nachádza sa tam:

- Karta hviezd - zobrazuje celkový počet hviezd získaných v aktuálnom svete.
- Pexeso - tlačidlo pre spustenie vlastnej tréningovej hry Pexeso s výberom slov.
- Baňa - tlačidlo pre spustenie vlastnej tréningovej hry Baník s výberom slov.

3. Mini hra Baník

Baník je hlavná mini hra platformy. Používateľ ovláda postavičku baníka Jožina, ktorý sa pohybuje po 2D mape a ťaží rôzne suroviny. Ku každej surovine je priradené rečové alebo sluchové cvičenie.



Obr. 4 Mini hra Baník

3.1. Herná plocha

Herná plocha je štvorcová mapa rozdelená na bloky, podobne ako šachovnica. Na mape sa nachádzajú tieto typy predmetov:

- Herná postava - postavička ovládaná hráčom, pohybuje sa po mape a ťaží suroviny.
- Kameň - sivé bloky, pri kopnutí sa rozpadnú. Slúžia ako prekážky bez cvičenia.
- Zlato - zlaté predmety, vyžadujú 2 kopnutia na zozbieranie. Bez cvičenia.
- Diamanty - modré predmety, vyžadujú 3 kopnutia. Po treťom kopnutí sa spustí rečové cvičenie.
- Kryštály - fialové predmety, vyžadujú 4 kopnutia. Po štvrtom kopnutí sa spustí sluchové cvičenie.

V pravej časti obrazovky sa zobrazuje panel so štatistikami, kde sa nachádza počet zozbieraných diamantov, zlata a kryštálov, ako aj čas a počet správne, resp. nesprávne dokončených rečových a posluchového cvičení.

3.2. Ovládanie

Ovládanie postavy je intuitívne. Postavu možno ovládať klávesnicou dvoma spôsobmi alebo použiť virtuálny joystick, ktorý je vhodný predovšetkým pre mobilné zariadenia a tablety:

- Klávesnica - šípkové klávesy (↑ ↓ ← →) alebo WASD pre pohyb. Medzerník pre kopanie v smere, ktorým postava stojí.
- Virtuálny joystick - na dotykovej obrazovke (tablet, mobil). Kúžok v pravom dolnom rohu. Pohybom prsta nastavíte smer chôdze. Úkon ťaženia sa vykonáva kruhovým tlačidlom na ľavej strane obrazovky.

3.3. Rečové cvičenie

Rečové cvičenie sa spustí vždy, keď hráč vykopal diamant. Na obrazovke sa zobrazí modálne okno, kde sa nachádza:

- Indikátor s počtom slov v danom cvičení,
- textová podoba slova veľkými písmenami,
- obrázok predmetu, ktorý zodpovedá precvičovanej hláske,
- tlačidlo na spustenie nahrávania.



Obr. 5 Ukážka posluchového cvičenia

Postup cvičenia:

1. Zobrazí sa modálne okno.
2. Používateľ si pozrie obrázok (rodič alebo dieťa si môže prečítať aj slovo, ak nevie identifikovať slovo z obrázku).
3. Používateľ stlačí tlačidlo pre spustenie nahrávania, tlačidlo zmení farbu.
4. Používateľ vysloví slovo a počká na výsledok.

Hráč má 3 pokusy na vyslovenie slova. Po troch nesprávne vyslovených pokusoch sa modálne okno zavrie a hráč musí predmet vyťažiť znova. Pri opätovnom vykopení predmetu sa opäť zobrazí modálne okno, avšak precvičované slovo môže byť už iné. Po správnom vyslovení slova sa cvičenie posunie na ďalšie slovo alebo v prípade, že všetky kolá cvičenia boli prejdené, sa modálne okno zavrie a hráč predmet vykopal.

3.4. Posluchové cvičenie

Posluchové cvičenie sa spustí pri vykopení fialového kryštálu. Na obrazovke sa zobrazí modálne okno a aplikácia prehrá zvukový záznam dvoch slov. Úlohou používateľa je kliknúť na tlačidlo a určiť, či slová boli rovnaké alebo nie.



Obr. 6 Ukážka rečového cvičenia

Postup cvičenia:

1. Zobrazí sa modálne okno.
2. Prehrajú sa 2 zvukové záznamy.
3. Používateľ stlačí tlačidlo označujúce správnu odpoveď.
4. Zobrazí sa výsledok.

Posluchové cvičenia môžu mať viac kôl. Po správnom odpovedaní vo všetkých kolách sa modálne okno zavrie a hráč vyťaží predmet.

3.5. Hodnotenie

Level sa úspešne ukončí, keď hráč zozbiera všetky predmety zobrazené v bočnom paneli. Po dokončení sa zobrazí výsledková obrazovka s počtom získaných hviezd, súhrnnou štatistikou a tromi tlačidlami: Ďalší level, Zopakovať level, Späť na levely.

Počet hviezd závisí výhradne od rečových a posluchového cvičení. Za úspešné absolvovanie kola v rečovom alebo posluchovom cvičení hráč získa 3 body. Za každú chybu používateľ stráca 1 bod. Následne sa počet získaných hviezd na konci kola vypočíta ako priemer počtu získaných bodov z celkového možného počtu bodov. Celkový čas prejdenia levelu alebo počet kopnutí nemajú vplyv na hodnotenie.

Počet hviezd	Dosiahnuté percento bodov z cvičení
3 hviezdy	70% a viac
2 hviezdy	40% - 69%
1 hviezda	Menej ako 40%

Tab. 1 Systém hodnotenia levelu v mini hre Baník

4. Mini hra Pexeso

Pexeso je pamäťová hra, pri ktorej hráč hľadá páry rovnakých obrázkov. Po nájdení každého páru nasleduje rečové cvičenie, v ktorom používateľ musí správne vysloviť zobrazené slovo. Hra rozvíja pamäť, pozornosť a výslovnosť súčasne.



Obr. 7 Mini hra Pexeso

4.1. Popis hernej plochy

Herná plocha obsahuje mriežku kariet otočených lícom nadol. Každá karta má svoj pár, to znamená, existujú práve dve rovnaké karty. V pravej časti sa zobrazuje panel s počtom nájdených párov pre jednotlivých hráčov. V hornej časti sa nachádza časomiera a celkový počet pokusov pre všetkých hráčov.

4.2. Pravidlá

Postup hry je jednoduchý a pravidlá sú totožné s klasickými pravidlami pexesa. Po úspešnom nájdení páru však nasleduje rečové cvičenie. Pre získanie bodu musí hráč správne dokončiť rečové cvičenie.

1. Hráč klikne na ľubovoľnú kartu. Karta sa otočí a ukáže obrázok.
2. Hráč klikne na druhú kartu.
3. Ak sa obrázky zhodujú, karty ostanú otočené a zobrazí sa modálne okno s rečovým cvičením.
4. Po úspešnom zvládnutí rečového cvičenia nájdený pár zbledne, hráč získa bod a pokračuje ďalej.
5. Ak hráč rečové cvičenie nezvládne, nájdený pár kariet sa otočí naspäť a pokračuje ďalší hráč.
6. Hra končí, keď sa nájdu všetky páry alebo keď vyprší čas.

Pri hre viacerých hráčov sa po každom neúspešnom pokuse automaticky striedajú hráči. Výhercom je hráč s najväčším počtom nájdených párov.

4.3. Rečové cvičenie po nájdení páru

Po každom nájdenom páre sa zobrazí modálne okno s obrázkom a slovom. Postup je rovnaký ako pri Baníkovi: používateľ stlačí tlačidlo, vysloví slovo a aplikácia vyhodnotí správnosť. Bodovanie je tiež rovnaké (3/2/1/0 bodov za pokus).

4.4. Koniec hry a hodnotenie

Po nájdení všetkých párov sa zobrazí výsledková obrazovka s rovnakým systémom hviezd ako pri Baníkovi (70 % / 40 % / menej). Zobrazí sa aj celkový herný čas.

Ak level obsahuje časový limit, v rohu obrazovky beží odpočítavanie. Po vypršaní limitu sa hra ukončí s hodnotením za doteraz dosiahnuté výsledky, aj keď nie sú nájdené všetky páry.

5. Tréningové módy

Tréningový mód je určený predovšetkým pre rodičov a logopédov. Umožňuje spustiť mini hru Baník alebo Pexeso s vlastným výberom slov a nastavením bez viazania na konkrétny level. Výsledok tréningovej hry sa nezapisuje do pokroku používateľa.

5.1. Spustenie tréningového módu

V hlavnom menu svetov kliknite v pravom bočnom paneli na tlačidlo "BAŇA" alebo "PEXESO". Otvorí sa tréningové konfiguračné okno. V konfiguračnom okne vidíte zoznam slov. Predvolene sú zobrazené slová z odomknutých levelov aktuálne vybraného sveta. Zaškrtnutím políčok môžete zobrazíť aj:

- nenaučené slová z tohto sveta (zamknuté levely),
- slová zo všetkých svetov (ak chcete kombinovať viacero hlások).

Slová vyberáte kliknutím - vybrané sú zvýraznené. Musíte vybrať aspoň 2 slová. Pre mini hru Pexeso odporúčame vybrať aspoň 3 slová.

5.2. Nastavenie tréningovej hry Baník

Mini hra Baník ponúka pestrú ponuku vlastných nastavení. Okrem konkrétnych slov, ktoré sa majú precvičovať ponúka aj možnosť nastaviť:

Nastavenie	Popis
Počet diamantov	Koľko diamantov (rečové cvičenia) bude na mape
Počet zlata	Koľko zlata (predmety bez cvičenia) bude na mape
Počet kryštálov	Koľko kryštálov (posluchové cvičenia) bude na mape
Počet slov v rečovom cvičení	Koľko kôl bude v rámci jedného rečového cvičenia
Počet slov v posluchovom cvičení	Koľko kôl bude v rámci jedného posluchového cvičenia

Tab. 2 Nastaviteľné parametre v tréningovom leveli pre mini hru Baník

5.3. Nastavenie tréningovej hry Pexeso

V okne tréningového Pexesa môžete okrem konkrétnych slov nastaviť:

- Časový limit - čas v sekundách (0 = neobmedzený čas).
- Počet hráčov - pre hru viacerých hráčov pri jednom počítači. Každý hráč zadá svoje meno.

V rámci konfigurácie sa dá zvoliť počet hráčov a nastaviť im ľubovoľné mená. Pri nastavení časového limitu hra okamžite skončí po vypršaní času a vyhráva hráč s najväčším počtom bodov.

6. Systém pokroku a hviezd

Levely sa odomykajú postupne, po dokončení levelu (získanie aspoň 1 hviezdy) sa automaticky odomkne nasledujúci level v tom istom svete. Prvý level každého sveta je dostupný vždy od začiatku. Zamknutý level poznáte podľa ikony zámku na kartičke levelu v mriežke. Kliknutím na zamknutý level sa nič nestane, je potrebné najprv dokončiť predchádzajúci level.

Každý level je možné zahrať opakovane ľubovoľne veľa krát. Aplikácia si vždy pamätá najlepší dosiahnutý výsledok (najvyšší počet hviezd). Výsledok sa nikdy nezhoršuje, ak používateľ má 3 hviezdy a pri opakovaní dosiahne len 2, v pamäti ostanú 3 hviezdy. V pravom bočnom paneli hlavného menu sa zobrazuje počet hviezd nazbieraných v aktuálnom svete.

7. Odporúčania

Pred prvým spustením mini hry:

1. Overte, že mikrofón funguje správne.
2. Vyberte svet zodpovedajúci hláske, ktorú dieťa precvičuje.
3. Pri prvej hre sedzte vedľa dieťaťa a ukážte mu, ako funguje ovládanie a cvičenia.

Odporúčame nasledujúci postup pri zaraďovaní aplikácie do logopedického cvičenia:

- Začnite s 1. levelom príslušného sveta (najjednoduchší, najmenej slov).
- Nechajte dieťa odohrať level, sledujte výsledok a počet hviezd.
- Ak dieťa dosahuje menej ako 2 hviezd, pravdepodobne nie je ešte na samotné levely dostatočne pripravené, prejdite na tréningový mód.
- Na tréningový mód sa spoľahnite pri cielenom opakovaní konkrétnych problematických slov - plná kontrola nad výberom slov.
- Postupujte do ďalších levelov iba vtedy, keď dieťa zvláda aktuálny level na aspoň 2 hviezd.

7.1. Časté otázky

7.1.1. Dieťa hovorí správne, ale aplikácia to neakceptuje.

Skontrolujte mikrofón - možná príčina je nekvalitný vstup alebo príliš veľa okolitého hluku.

Odporúčame použiť slúchadlá s mikrofónom. Tiež sa uistite, že dieťa hovorí slovo v základnom tvare (napr. "ryba", nie "ryby").

7.1.2. Aplikácia nerozpoznáva reč vôbec.

Uistite sa, že ste pri prvom spustení udelili webovej stránke povolenie prístupu k mikrofónu a že máte pripojenie k internetu.

7.1.3. Dieťa nedokáže zahrať level bez pomoci – je príliš ťažký.

Použite tréningový mód a vyberte len 2–3 slová, ktoré dieťa ovláda. Tréningová hra nemá vplyv na pokrok, takže dieťa môže trénovať bez tlaku.

7.1.4. Všetky levely sú zamknuté okrem prvého.

Levely sa odomykajú postupne po dokončení predchádzajúceho. Používateľ musí dokončiť level aspoň s 1 hviezdou a ďalší sa automaticky odomkne.

7.1.5. Pokrok dieťaťa zmizol

Pokrok sa ukladá lokálne. Po vymazaní cache pamäte alebo preinštalovaní internetového prehliadača nie je možné vrátiť pokrok hráča späť.

Záver

Táto používateľská príručka poskytuje prehľad o ovládaní a funkciách logopedickej hernej platformy navrhutej v rámci diplomovej práce. Jej cieľom je uľahčiť používateľom orientáciu v aplikácii a vysvetliť princípy jednotlivých mini hier. Obsahuje aj odpovede na potenciálne budúce otázky používateľov.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Systemová príručka
Príloha B

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Systemová príručka
Príloha B

Študijný program: Počítačové siete
Študijný odbor: Informatika
Školiace pracovisko: Katedra počítačových sietí (KPS)
Školiteľ: Ing. Renát Haluška, PhD.

2026 Košice

Bc. Adam Reňak

Obsah

Zoznam obrázkov	92
Zoznam tabuliek	93
Zoznam symbolov a skratiek	94
Úvod	95
1. Systém svetov a levelov	97
1.1. Konfigurácia svetov - config/worlds.js.....	97
1.2. Konfigurácia levelov - config/levels.js.....	97
1.3. Hlavné menu svetov - worldsmenu.html + js/basics/worldsmenu.js.....	99
1.4. Game Router – js/managers/gameRouter.js	100
2. Systém ukladania pokroku a preloading	102
2.1. Progress Manager – js/managers/progressManager.js.....	102
2.2. Systém odomykania.....	102
2.3. Systém hviezd a hodnotenia.....	104
2.4. Preloading s Cache API – js/worldsmenu-preloader.js.....	104
3. Mini hra Baník - js/game.js.....	106
3.1. Generovanie sveta a herných objektov	106
3.2. Pohyb hráča a ovládanie	106
3.3. Systém kopania a spúšťanie cvičení.....	107
3.4. Rečové cvičenie.....	107
3.5. Posluchové cvičenie	108
3.6. Výpočet hodnotenia a koniec levelu.....	108
4. Mini hra Pexeso - js/pexeso/pexeso.js.....	109
4.1. Inicializácia a preloading	109
4.2. Herná logika - otáčanie kariet a kontrola párov	109
4.3. Rečové cvičenie po nájdení páru	110
4.4. Koniec hry a hodnotenie	110
4.5. Pexeso Custom - js/pexeso/pexesocustom.js.....	110

5.	Vývojové princípy a konvencie	111
5.1.	Modulárnosť a závislosti	111
5.2.	Debugovanie a testovanie	111
5.3.	Rozšírenie o nové mini hry.....	111
	Záver.....	113

Zoznam obrázkov

Obr. 1 Diagram štruktúry aplikácie	95
Obr. 2 Štruktúra konfigurácie sveta	97
Obr. 3 Diagram Game Router.....	101
Obr. 4 Diagram pre systém ukladania pokroku.....	103

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Adresová štruktúra platformy	96
Tab. 2 Zoznam technických závislostí platformySystém svetov a levelov	96
Tab. 3 Konfiguračná štruktúra pre level	98
Tab. 4 Zoznam všetkých funkcií.....	99
Tab. 5 Zoznam funkcií pre načítanie worldsmenu	100

Zoznam symbolov a skratiek

API Application Programming Interface

DOM Document Object Model

URL Uniform Resource Locator

CSS Cascading Style Sheets

HTML HyperText Markup Language

JS JavaScript

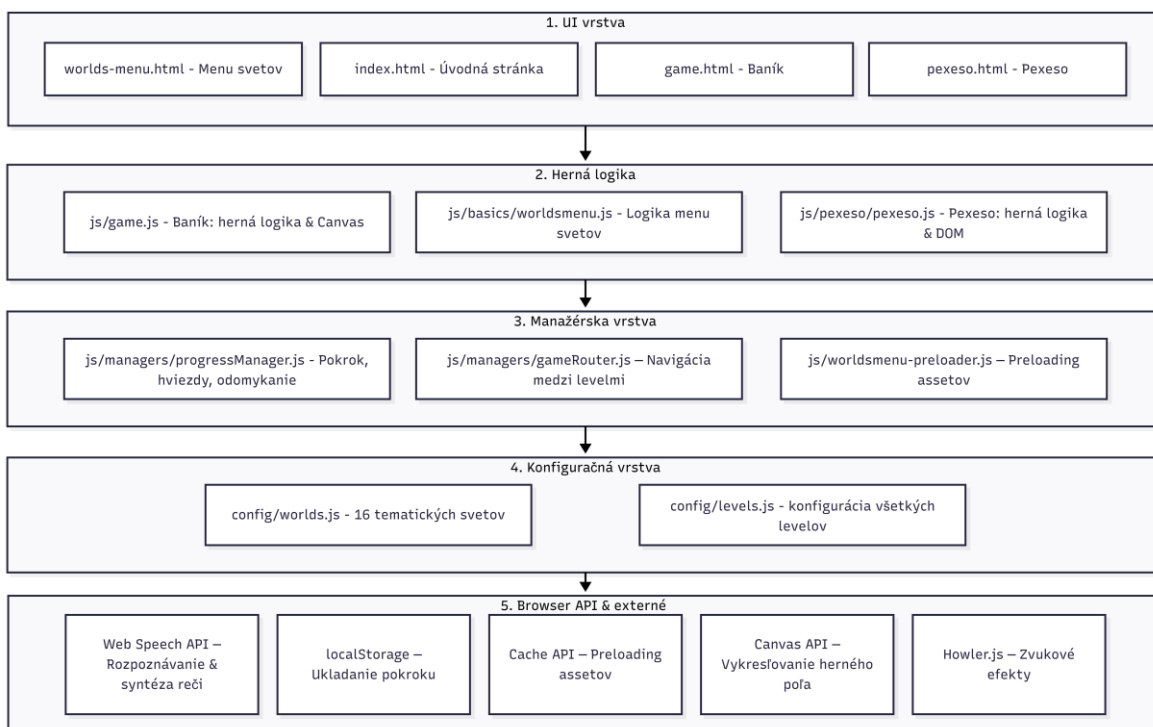
UI User Interface

JSON JavaScript Object Notation

Úvod

Táto systémová príručka slúži ako sprievodca k diplomovej práci a poskytuje prehľad o navrhnutom a implementovanom softvérovom riešení. Jej cieľom je oboznámiť čitateľa so základnými princípmi fungovania systému, jeho architektúrou, jednotlivými modulmi a spôsobom používania. Príručka je určená predovšetkým pre vývojárov, ktorí sa budú podieľať na jeho ďalšom rozširovaní alebo údržbe. Príručka nadväzuje na teoretickú časť diplomovej práce a dopĺňa ju o praktický pohľad na implementované riešenie.

Platforma je implementovaná ako klientska webová aplikácia bez backendového servera. Celá logika beží na strane prehliadača. Platforma je implementovaná v technologickom stacku HTML5, CSS3 a JavaScript. Na rozpoznávanie reči využíva Web Speech API a zvukový systém je postavený na knižnici Howler.js, grafika na Canvas API. Systém je rozdelený do niekoľkých navzájom prepojených vrstiev: konfiguračnej vrstvy (config/), manažérskej vrstvy (js/managers/), hernej logiky jednotlivých mini hier (js/) a prezentačnej vrstvy (HTML/CSS).



Obr. 1 Diagram štruktúry aplikácie

Nasledujúca tabuľka popisuje koreňovú štruktúru repozitára a účel každého súboru, resp. zložky.

Cesta	Popis
index.html	Úvodná obrazovka platformy
worldsmenu.html	Hlavné menu svetov - výber sveta a levelov

game.html	HTML šablóna mini hry Baník
pexeso.html	HTML šablóna mini hry Pexeso
config/worlds.js	Konfigurácia všetkých 16 svetov
config/levels.js	Konfigurácia každého levelu
js/managers/progressManager.js	Správa pokroku hráča - ukladanie/načítavanie z localStorage
js/managers/gameRouter.js	Navigácia medzi hrami - preklad levelId na URL
js/basics/worldsmenu.js	Logika hlavného menu svetov - renderovanie, navigácia
js/worldsmenu-preloader.js	Cache API preloader
js/game.js	Hlavná logika mini hry Baník
js/pexeso/pexeso.js	Hlavná logika mini hry Pexeso
js/pexeso/pexesocustom.js	Rozšírená verzia Pexesa s vlastnou konfiguráciou
js/pexeso-preloader.js	Preloader pre Pexeso
css/miner.css	Štýly pre hru Baník
css/pexeso.css	Štýly pre hru Pexeso
css/worldsmenu.css	Štýly pre menu svetov
js/debug/	Pomocné debugovacie a testovacie funkcie
images/	Grafické assety
zvuky/	Zvukové assety

Tab. 1 Adresová štruktúra platformy

Niektoré jednotlivé zložky, napríklad images alebo zvuky, sú ďalej vetvené pre lepšiu prehľadnosť.

Aplikácia nevyžaduje backend, všetka logika beží na strane klienta. Jednotlivé súbory je možné spustiť v internetovom prehliadači a upravovať v ľubovoľnom textovom editore.

Technológia / knižnica	Účel
Web Speech API	Rozpoznávanie reči bez potreby externého servera
Howler.js	Prehrávanie zvukových efektov a hudby
Canvas API (2D)	Vykresľovanie hernej plochy Baníka
Cache API	Preloading a kešovanie obrázkov v prehliadači
localStorage	Trvalé ukladanie pokroku hráča na lokálnom zariadení
sessionStorage	Dočasné ukladanie informácie o aktuálne spustenom leveli

Tab. 2 Zoznam technických závislostí platformySystém svetov a levelov

1. Systém svetov a levelov

Táto kapitola popisuje konfiguráciu systému svetov a levelov, jeho dátovú štruktúru, vzájomné prepojenie a spôsob komunikácie medzi jednotlivými časťami.

1.1. Konfigurácia svetov - config/worlds.js

Súbor config/worlds.js definuje pole WORLDS_CONFIG obsahujúce 16 objektov, po jednom pre každú precvičovanú fonému. Pre jednotlivé svety je možné nastaviť si jednotlivé atribúty zvlášť. Každý svet má rovnakú štruktúru.

```
const WORLDS_CONFIG = [
  {
    id: 'world_r',
    name: 'R',
    title: 'R',
    description: 'Precvičuj výslovnosť písmena R s rôznymi slovami',
    color: '■#FF6868',
    icon: 'images/worlds/world_r.png',
    difficulty: 4,
    unlockRequirement: null,
    totalLevels: 16,
    gameTypes: ['banik', 'pexeso', 'mario'],
    isUnlocked: true
  },

```

Obr. 2 Štruktúra konfigurácie sveta

Funkcia getAllWorlds() vracia celé pole svetov. Keďže v aktuálnej verzii sú všetky svety prístupné, isUnlocked je pri každom svete nastavené na true. Odomykanie prebieha aktuálne iba na úrovni jednotlivých levelov.

1.2. Konfigurácia levelov - config/levels.js

Súbor config/levels.js je najrozsiahljší konfiguračný súbor projektu. Uchováva objekt LEVELS_CONFIG, kde každý kľúč zodpovedá ID sveta (napr. "world_r") a hodnotou je pole levelových objektov pre daný svet. Každý level má pevne danú štruktúru.

Vlastnosť	Popis
id	Unikátny reťazec vo formáte "r_001"
worldId	ID sveta, do ktorého level patrí
levelNumber	Poradové číslo levelu v rámci sveta (1...N)
name	Zobrazovaný názov levelu v menu
gameType	"banik" "pexeso" - určuje, ktorá mini hra sa spustí
difficulty	Číselná obťažnosť 1–5 (informatívna hodnota)

words	Pole slovenských slov na precvičovanie v danom leveli
gameConfig	Objekt s počtom diamantov, zlata, kryštálov a veľkosťou mapy
positions	Presné X/Y súradnice pre každý predmet
unlockRequirement	ID predchádzajúceho levelu a minimálny počet hviezd na odomknutie
timeLimit	Časový limit v sekundách alebo null (bez limitu)
minStarsToPass	Minimálny počet hviezd pre úspešné absolvovanie levelu

Tab. 3 Konfiguračná štruktúra pre level

Určité mini hry obsahujú aj svoje vlastné parametre levelu, ktoré je možné nastaviť v gameConfig alebo positions.

```

world_r: [
  {
    id: 'r_001',
    worldId: 'world_r',
    levelNumber: 1,
    name: 'Prvé R-ka',
    gameType: 'banik',
    difficulty: 1,
    words: ['rak', 'ryba', 'ruka'],
    gameConfig: {
      diamonds: 1,
      golds: 3,
      crystals: 1,
      speechExercises: 1,
      listeningExercises: 1,
      mapSize: { width: 16, height: 10 }
    },
    positions: {
      diamonds: [
        { x: 12, y: 7 }
      ],
      golds: [
        { x: 2, y: 9 },
        { x: 5, y: 10 },
        { x: 10, y: 13 },
      ],
      crystals: [
        { x: 11, y: 9 }
      ],
      player: { x: 1, y: 1 }
    },
    unlockRequirement: null,
    timeLimit: null,
    minStarsToPass: 1,
    isUnlocked: true
  },
],

```

Obr. 3 Príklad konfigurácie levelu pre hru Baník

API súboru tvorí súbor exportovaných pomocných funkcií, ktoré sú dostupné globálne po načítaní skriptu.

Funkcia	Popis
getWorldLevels(worldId)	Vráti pole všetkých levelov pre daný svet
getLevelConfig(levelId)	Vráti konfiguračný objekt konkrétneho levelu podľa jeho ID
getLevelByNumber(worldId, n)	Vráti level podľa poradového čísla v rámci sveta
getNextLevel(levelId)	Vráti nasledujúci level (pre navigáciu "ďalší level")
getPreviousLevel(levelId)	Vráti predchádzajúci level
isLevelUnlocked(worldId, levelId)	Skontroluje pokrok a vráti bool, či je level odomknutý
getWorldLevelCount(worldId)	Vráti počet levelov pre daný svet
getLevelsByGameType(worldId, type)	Filtruje levely podľa typu mini hry

Tab. 4 Zoznam všetkých funkcií

1.3. Hlavné menu svetov - worldsmenu.html + js/basics/worldsmenu.js

Súbor worldsmenu.html je primárna vstupná stránka pre používateľa. Pri úvodnom načítaní sa zobrazuje obrazovka načítavania - loading screen, počas ktorého prebehnú dve paralelné operácie: inicializácia progressManagera a načítavanie obrázkov pomocou Cache API. Po ich dokončení sa zavolá initializeWorldsMenu() a menu sa zobrazí.

Rozloženie menu pozostáva z troch sekcií: horná navigačná lišta so šípkami a tlačidlami svetov, hlavný panel s mriežkou levelov a pravý bočný panel s počtom hviezd, stavom tréningového módu a štatistikami. Všetky tieto elementy sú predgenerované pri inicializácii funkciou createAllWorldButtons() a pri prepínaní svetov sa len aktualizujú ich CSS triedy, nevznikajú nové DOM elementy. Táto technika eliminuje viditeľné preblikávanie pri rýchlom prepínaní medzi svetmi.

Funkcia	Popis
initializeWorldsMenu()	Riadi celú inicializáciu - načíta svety, pokrok, vygeneruje tlačidlá, nastaví počiatočný svet a event listenery.
loadWorldsConfiguration()	Zavolá getAllWorlds() z config/worlds.js a nastaví všetky svety ako odomknuté.
loadPlayerProgress()	Načíta pokrok cez progressManager alebo vytvorí nový pokrok.
ensureAllWorldsUnlocked WithFirstLevel()	Prechádza všetky svety a opravuje prípadné chýbajúce záznamy - zaručuje, že prvý level každého sveta je vždy odomknutý.

setInitialWorld()	Nájde svet s najvyšším pokrokom alebo prvý odomknutý a nastaví ho ako aktívny pri štarte.
updateDisplay()	Renderuje mriežku levelov a bočný panel pre aktívny svet.
openTrainingModal()	Otvorí modálne okno pre tréningový mód s výberom slov a nastavením cvičení.

Tab. 5 Zoznam funkcií pre načítanie worldsmenu

1.4. Game Router – js/managers/gameRouter.js

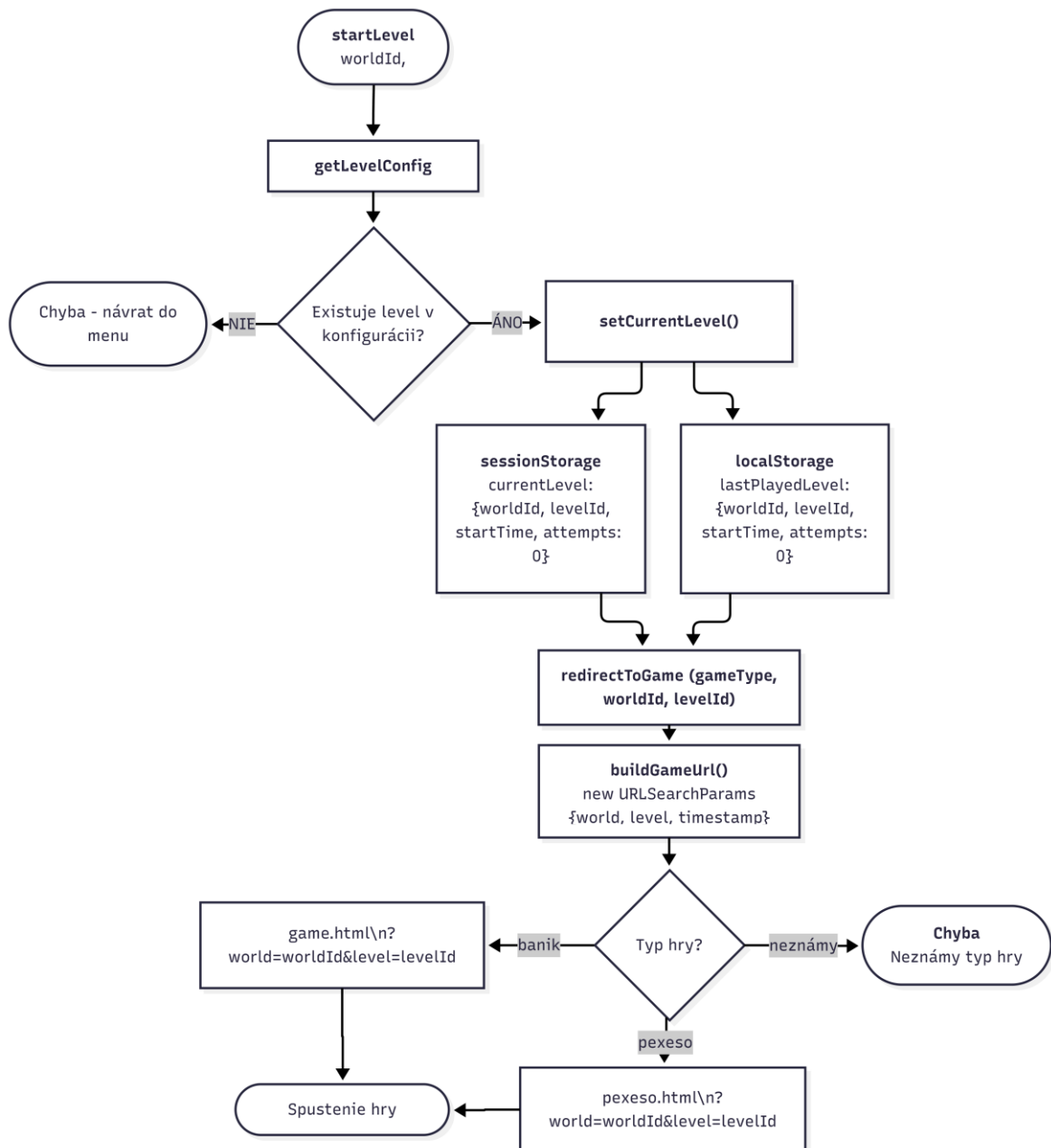
GameRouter je trieda zodpovedná za navigáciu z menu do konkrétnej hry. Jeho hlavná metóda startLevel(worldId, levelId) overí existenciu levelu, uloží kontext do sessionStorage a localStorage, a následne zavolá redirectToGame() s príslušnou URL.

URL schema pri presmerovaní do hry:

- *game.html?worldId=world_r&levelId=r_001*
- *pexeso.html?worldId=world_r&levelId=r_003*
- *superjzino.html?worldId=world_s&levelId=s_005*

Na základe parametra gameType v konfigurácii levelu router rozhodne, na ktorú stránku hráča presmeruje. Každá herná stránka si pri načítaní prečíta tieto URL parametre funkciou getURLParameters() a na základe nich inicializuje level s presnou konfiguráciou.

Router taktiež uchováva históriu navigácie (lastPlayedLevel v localStorage), čo umožňuje funkciu "pokračovať", takže aplikácia vždy vie, kde hráč naposledy skončil.



Obr. 3 Diagram Game Router

2. Systém ukladania pokroku a preloading

Táto časť sa zameriava na ukladanie pokroku hráča, postup v leveloch, ukladanie štatistík. V tejto kapitole sa opisuje aj prednačítavanie zdrojov.

2.1. Progress Manager – js/managers/progressManager.js

ProgressManager je singleton trieda, ktorá spravuje celý životný cyklus herného pokroku. Pri inicializácii sa pokúsi načítať existujúce dáta z localStorage (pod kľúčom "banik-jozino-progress"). Ak žiadne neexistujú, vytvorí nový prázdny pokrok metódou createDefaultProgress() - pre každý svet z WORLDS_CONFIG vygeneruje prázdny objekt s nulami a prázdnu mapou levelov.

Pokrok je uložený ako JSON s nasledujúcou hierarchickou štruktúrou:

```
{ version: "1.0", totalStars: 0, totalCompletedLevels: 0,
  worlds: {
    "world_r": { isUnlocked: true, stars: 0, completedLevels: 0,
      levels: {
        "r_001": { isUnlocked: true, stars: 3, completed: true,
          attempts: 2, lastPlayed: "2025-01-01T..." }
      }
    }
  }
}
```

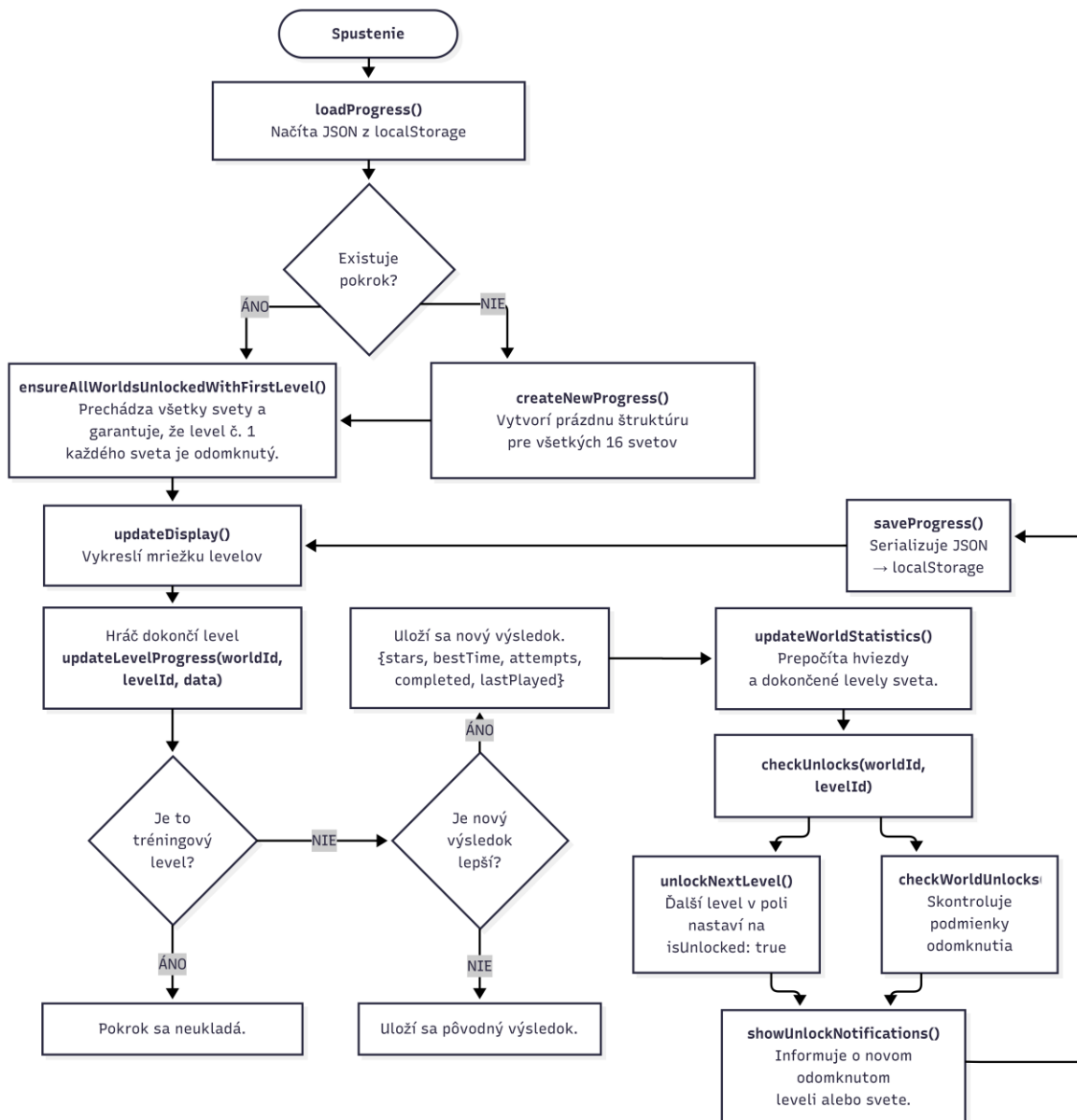
Metóda updateLevelProgress(worldId, levelId, levelData) je volaná po každom dokončení levelu. Prijíma rozšírený objekt výsledkov (hviezdy, čas, detailné štatistiky rečových a sluchových cvičení) a aplikuje pravidlo, kedy sa ukladá vždy najlepší výsledok (hviezdy sa nikdy neznižujú). Po uložení sa automaticky zavolá checkUnlocks(), ktorá overí, či je splnená podmienka odomknutia ďalšieho levelu alebo sveta.

2.2. Systém odomykania

Odomykanie obsahu funguje kaskádovo:

1. Prvý level každého sveta je vždy odomknutý (zaručuje to ensureAllWorldsUnlockedWithFirstLevel()).
2. Po úspešnom dokončení levelu sa zavolá unlockNextLevel() - nájde nasledujúci level v poli getWorldLevels() a nastaví mu isUnlocked: true.
3. Odomknutie sveta prebehne v checkWorldUnlocks() - svet sa odomkne, ak hráč dosiahne požadovaný počet hviezd v predchádzajúcom svete (konfigurovateľná podmienka).

4. Tréningový level (isTraining === true) sa neukladá do progressManagera, slúži len na voľné precvičovanie bez ovplyvnenia štatistík.



Obr. 4 Diagram pre systém ukladania pokroku.

Korelácia medzi progress dátami a zobrazením v menu prebieha pri každom renderovaní mriežky levelov: funkcia updateDisplay() prechádza levely aktuálneho sveta a pre každú kartu levelu číta getLevelProgress(worldId, levelId) z progressManagera. Karty, kde isUnlocked je nastavené na false, sa zobrazujú s ikonou zámku a sú neaktívne.

2.3. Systém hviezd a hodnotenia

Hodnotenie výkonu hráča je zámerne nastavené tak, aby nebolo previazané na čas ani na počet pokusov pri pohybe, ale výhradne na kvalitu rečových a sluchových cvičení. Každé kolo cvičenia (jedno slovo) môže priniesť 0–3 body.

Celkové percento sa vypočíta ako dosiahnuté body / maximálne možné body × 100. Hraničné hodnoty pre pridelenie hviezd sú:

- 70 % a viac: 3 hviezdy,
- 40–69 %: 2 hviezdy,
- pod 40 %: 1 hviezda.

Level sa považuje za dokončený pri akejkoľvek hviezde (minimálne 1). Táto filozofia zámerne nepenalizuje dieťa za pomalý pohyb alebo viaceré pokusy pri kopaní a odmeňuje výslovnosť.

2.4. Preloading s Cache API – js/worldsmenu-preloader.js

Predbežné načítanie rieši problém pomalého načítania obrázkov, ktorý spôsoboval viditeľné preblikávanie grafiky pri prvom zobrazení menu. Implementácia využíva Cache API (nie cookies ani localStorage). Prehliadač uloží stiahnuté obrázky priamo do špeciálnej cache úložiska a pri ďalšom prístupe ich servíruje okamžite bez sieťovej požiadavky.

Postup preloadingu:

1. Funkcia `collectAllWorldsMenuImages()` zozbiera zoznamy URL všetkých obrázkov - ikony svetov z `WORLDS_CONFIG`, ikony levelov z `LEVELS_CONFIG` a fixnú sadu UI elementov (hviezdy, kurzory, pozadia).
2. Pre každý obrázok sa paralelne (`Promise.all`) zavolá `preloadImageWithCache()`. Tá najprv skontroluje, či URL existuje v cache s aktuálnou verziou (`CACHE_VERSION = "worldsmenu-v1.x"`).
3. Ak je obrázok v cache, načíta sa z nej a uloží aj do in-memory objektu `preloadedImages`. Ak nie je, stiahne sa zo siete, uloží do cache a do pamäti.
4. Staré cache verzie sú automaticky vyčistené funkciou `cleanOldCaches()` na začiatku preloadingu.
5. Po dokončení načítania všetkých obrázkov sa skryje loading screen s fade-out animáciou a spustí sa `initializeWorldsMenu()`.

Verzia cache v konštante `CACHE_VERSION` musí byť manuálne zvýšená vždy, keď sa menia grafické assety. Inak by prehliadač naďalej servíroval staré obrázky z cache aj po aktualizácii súborov.

Pexeso má analogický preloader (`js/pexeso-preloader.js`). Ppred spustením hry predgeneruje karty ako DOM elementy a skryté ich uloží do pamäti. Pri štarte hry sa len premiestnia do hernej plochy, čo eliminuje dobu generovania pri prvom kliknutí.

3. Mini hra Baník - js/game.js

Baník je 2D hra (grid-based) renderovaná na HTML5 Canvas. Hráč ovláda postavičku baníka, ktorý sa pohybuje po mape, ťaží suroviny. Každý typ suroviny je prepojený s iným typom rečového alebo sluchového cvičenia.

3.1. Generovanie sveta a herných objektov

Herná mapa je definovaná súradnicami poľa (`blockSize = 50 px`). Generovanie objektov prebieha pri každom štarte levelu a zabezpečujú to funkcie `generateDiamonds()`, `generateKov()`, `generateGolds()` a `generateClay()`.

Ak `levelConfig` obsahuje pole `positions` (presné súradnice), objekty sa umiestnia na definované pozície. Toto platí pre všetky štandardné levely z `config/levels.js`. Pri tréningových leveloch alebo vlastných leveloch (`isCustomLevel === true`) sa pozície generujú náhodne s kontrolou kolízií pomocou poľa `generatedPositions`, kde každá obsadená súradnica sa zapíše a pri generovaní ďalšieho predmetu sa preskočí.

Hráč začína vždy na pozícii definovanej v `levelConfig.positions.player`. Ak táto pozícia chýba, použije sa predvolená (1, 1).

3.2. Pohyb hráča a ovládanie

Hráč sa pohybuje po poli, kde každý pohybový príkaz posunie postavu presne o jeden blok (`blockSize` pixelov). Hra podporuje 2 vstupné modality:

- Klávesnica - šípkové klávesy alebo WASD pre pohyb, medzerník pre kopanie.
- Virtuálny joystick - dotykový ovládač vykreslený v pravom dolnom rohu pre mobilné zariadenia. Uhol vektoru od stredu joysticku určuje smer pohybu cez `Math.atan2()`. Mobilné tlačidlo v ľavom dolnom rohu slúži pre ťaženie.

Pohybová logika vo funkcii `movePlayer(direction)` pred každým posunom ukladá aktuálnu pozíciu do pomocných premenných (`newPlayerX`, `newPlayerY`). Ak by pohyb spôsobil opustenie hraníc mapy (`< 0` alebo `> 800`), pohyb sa neuskutoční. Po pohybe sa zavolá `checkCollisions()`, kedy pri kolízii s clay blokom a aktívnym kopaním sa blok zničí. Inak sa hráč vráti na pôvodnú pozíciu.

Rotácia hráčovho sprite-u sa aktualizuje pri každom pohybe – hodnoty 0°, 90°, 180°, 270° zodpovedajú smerom hore, vpravo, dolu, vľavo. Animácia kopania (`animateDigging()`) dočasne prepne sprite na obrázok aktivity po dobu 200 ms.

3.3. Systém kopania a spúšťanie cvičení

Kopanie (medzerník/akčné tlačidlo) funguje na princípe čítača interakcií. Pri každom stlačení `destroyBlock()` vypočíta cieľový blok priamo pred hráčom na základe aktuálnej rotácie a skontroluje, ktorý typ predmetu sa na ňom nachádza:

- Blok kameňa (clay) - zničí sa okamžite pri prvej interakcii (`spaceBarPressed` nie je relevantný). Clay slúži ako prekážka bez herného obsahu.
- Zlato (gold) - vyžaduje 2 interakcie. Po druhej sa gold označí ako `destroyed`, aktualizuje sa counter a zavolá `checkWinConditionWithRating()`. Gold nepridruhuje žiadne rečové cvičenie.
- Diamant - vyžaduje 3 interakcie. Pri tretej sa spustí `openCvícenie()`.
- Kryštál (kov) - vyžaduje 4 interakcie. Pri štvrtej sa spustí `showInfoDialog()` a následne `openListeningExercise()`.

Premenná `isExerciseActive` zabraňuje kopaniu a pohybu počas prebiehajúceho cvičenia. Zabraňuje sa tak neúmyselnej interakcii, keď je dialóg otvorený.

3.4. Rečové cvičenie

Rečové cvičenie sa zobrazí v modálnom okne, keď hráč vykopal diamant. Okno zobrazí obrázok slova a jeho prepis. Hráč stlačí tlačidlo mikrofónu a vysloví slovo. Cvičenie pracuje s nasledujúcou logikou:

1. Slovo na vyslovenie je vybrané z poľa `levelConfig.words` sekvenčne - `getCurrentWord()` vracia slovo na aktuálnom indexe `currentWordIndex`.
2. Index sa inkrementuje po každom úspešnom alebo neúspešnom kole. Takto sa počas jedného levelu postupne prestriedajú všetky nakonfigurované slová.

Rozpoznávanie reči je implementované cez Web Speech API. Funkcia `startSpeechRecognition(expectedWord)` uloží očakávané slovo do `recognition.expectedWord` a spustí `recognition.start()`. V callbacku `onresult` sa volá `handleRecognitionResult()` - transkript sa normalizuje (`toLowerCase().trim()`) a porovná s očakávaným slovom striktnou rovnosťou. Žiadna percentuálna zhoda sa nepoužíva. Toto je zámerné rozhodnutie pre logopedickú správnosť.

Hráč má maximálne 3 pokusy (`maxSpeechAttempts`). Body za dané kolo sa zaznamenajú do `gamePerformance.speechExercises.roundResults` ihneď po výsledku, nie až na konci levelu. Keď dosiahne hráč správnu odpoveď alebo vyčerpá pokusy, cvičenie sa uzavrie, diamant sa označí ako `destroyed` a hra pokračuje.

3.5. Posluchové cvičenie

Posluchové cvičenie sa spúšťa pri vykopení kryštálu. Na rozdiel od rečového cvičenia dieťa nehovorí, ale počúva a identifikuje slovo. Zobrazí sa okno s dvoma tlačidlami a prehrá zvukový záznam oboch slov. Úlohou hráča je rozhodnúť, či sú slová rovnaké alebo nie.

3.6. Výpočet hodnotenia a koniec levelu

Keď hráč zozbiera všetky povinné predmety, zavolá sa `checkWinConditionWithRating()`. Táto funkcia:

- Vypočíta `totalPoints` (súčet bodov za všetky rečové a sluchové kolá).
- Vypočíta `maxPossiblePoints` ($3 \times$ počet odohraných kôl).
- Vypočíta `percentage = totalPoints / maxPossiblePoints \times 100`.
- Pridelí hviezdy podľa prahov (70 %: 3, 40 %: 2, < 40 %: 1).
- Zavolá `saveLevelProgress()`, ktorá dáta odovzdá `progressManageru`.
- Zobrazí výsledkový dialóg s ikonami hviezd a tlačidlami: "ďalší level", "zopakovať", "späť na levely".

Tréningové levely (parameter `isTraining=true` v URL) prechádzajú výpočtom hodnotenia, ale výsledok sa do `progressManagera` neukladá. Hráč si môže voľne precvičovať bez toho, aby prepísal existujúci rekord.

4. Mini hra Pexeso - js/pexeso/pexeso.js

Pexeso je klasická pamäťová hra, kde hráč hľadá páry obrázkov. Po nájdení každého páru nasleduje rečové cvičenie, kde používateľ musí správne vysloviť zobrazené slovo. Implementácia využíva DOM-based rendering (nie Canvas) a je integrovaná s rovnakým level a progress systémom ako Baník.

4.1. Inicializácia a preloading

Stránka `pexeso.html` načíta `config/worlds.js`, `config/levels.js`, `progressManager.js` a `gameRouter.js` rovnako ako `worldsmenu.html`. Navyše načíta `pexeso-preloader.js`, ktorý pred spustením hry vykoná nasledujúce kroky:

1. Zistí všetky slová pre daný level z `levelConfig`,
2. pre každé slovo vytvorí skrytý DOM element karty s načítaným obrázkom a uloží ho do pamäti.

Tým sa eliminuje viditeľná pauza pri prvom zobrazení hracej plochy.

Po dokončení preloadingu sa zavolá `initLevelGame(worldId, levelId)`, ktorá prečíta URL parametre, načíta konfiguráciu levelu a nastaví globálne premenné: `totalPairs` (počet párov z `levelConfig`), `gameCards` (pole herných kariet) a `listeningWordPairs`. Karty sa generujú duplikovaním poľa slov (každé slovo má 2 karty s rovnakým `pairId`) a náhodným zamiešaním (Fisher-Yates shuffle).

4.2. Herná logika - otáčanie kariet a kontrola párov

Každé kliknutie na kartu volá `handleCardClick(cardId)`. Systém zablokuje kliknutie, ak je karta už otočená, je nájdená ako pár, alebo práve prebieha kontrola (`isProcessingMatch === true`). Otočenie karty je CSS trieda "flipped" na príslušnom DOM elemente. Prechod je riešený CSS transition.

Po otočení druhej karty sa nastaví `isProcessingMatch = true` (zabraňuje ďalšiemu klikaniu) a po 1000 ms sa zavolá `checkForMatch()`. Porovnávajú sa hodnoty `pairId` oboch otočených kariet. Pri zhode sa zavolá `handleMatchFound()`, karty dostanú triedu "matched" a spustí sa rečové cvičenie pre nájdené slovo. Pri nezhode sa zavolá `handleMatchNotFound()`, kde sa karty po 500 ms otočia späť cez `flipCardBack()` a `isProcessingMatch` sa resetuje.

V režime pre viac hráčov (`isMultiplayerMode`) sa pri každej nezhode prepne aktívny hráč. V sólo režime sa hráč neprepína a hra prebieha nepretržite.

4.3. Rečové cvičenie po nájdení páru

Po nájdení páru sa skóre ešte nepripočítava. Zobrazí sa modálne okno s obrázkom slova a tlačidlom mikrofónu. Logika cvičenia je analogická s Baníkom: Web Speech API, striktná zhoda, maximálne 3 pokusy, bodovanie 3/2/1/0. Dôležitý rozdiel: body sa pripočítajú až v `completeSpeechExercise(true)`, teda až po úspešnej výslovnosti. Pri neúspešnom vyčerpaní pokusov `completeSpeechExercise(false)` body nepripočíta, ale hra pokračuje ďalej.

4.4. Koniec hry a hodnotenie

Hra končí, keď `matchedPairs === totalPairs`. Zavolá sa `gameWon()`, ktorá zastaví časovač, vypočíta hodnotenie (rovnaká logika ako v Baníkovi), uloží pokrok cez `progressManager` a zobrazí výsledkové modálne okno.

Pexeso sleduje navyše `gameTime` (herný čas v sekundách) pomocou `setInterval` timera bežiaceho od inicializácie hry. Ak `levelConfig.timeLimit` nie je null, pri vypršaní limitu sa zavolá `gameTimeout()`, hra sa ukončí s hodnotením za doteraz dosiahnuté výsledky, bez ohľadu na nenájdene páry.

4.5. Pexeso Custom - `js/pexeso/pexesocustom.js`

Súbor `pexesocustom.js` obsahuje triedu `MemoryGame` určenú pre vlastné konfigurované hry mimo level systém (napr. priamo zdieľané linky s parametrom `custom=true` v URL). Táto trieda sa inicializuje s `options` objektom obsahujúcim `words`, `pairsCount` a `players`. Podporuje plnohodnotný mód s viacerými hráčmi a vlastným scoreboard zobrazením. V štandardnom level-based móde sa `pexesocustom.js` nepoužíva, slúži ako samostatný rozširovací bod pre budúcu funkčnosť.

5. Vývojové princípy a konvencie

Pre udržanie konzistentnosti kódbázy sa dodržiavajú nasledujúce konvencie:

- Všetky priečinky a súbory sú pomenované malými písmenami (lowercase).
- ID svetov majú formát "world_X" (kde X je malé písmeno fonémy). ID levelov majú formát "x_NNN" (napr. r_001).
- Komentáre v kóde sú písané v slovenčine.
- Názvy tried (napr. ProgressManager, GameRouter) sú v PascalCase; globálne inštancie (window.progressManager) v camelCase.

5.1. Modulárnosť a závislosti

Skriptové závislosti sú riešené poradím načítania v HTML súboroch, žiadny modul bundler sa nepoužíva. Poradie je vždy: konfiguračné súbory → managers → preloader → logika stránky. Každý súbor kontroluje existenciu závislostí pred ich použitím (napr. "if (typeof getAllWorlds === 'function')"), aby predišiel pádom pri rôznom poradí načítania.

5.2. Debugovanie a testovanie

Priečink `js/debug/` obsahuje testovací súbor `preloading-tests.js` s funkciami pre testovanie Cache API, preloading systému a `progressManagera` priamo v konzole prehliadača. Tieto funkcie nie sú súčasťou produkčného buildy a musia byť manuálne spustené v DevTools.

Každá dôležitá akcia je logovaná do konzoly pomocou `console.log` s prefixom pre rýchlu identifikáciu problémov pri vývoji.

Pre simuláciu dokončenia levelu s rôznym výkonom možno priamo v konzole zavolať debug utility funkcie, ktoré naplnia `gamePerformance` fiktívnymi dátami a spustia výpočet hodnotenia, bez nutnosti fyzicky hrať level.

5.3. Rozšírenie o nové mini hry

Jednou z kľúčových vlastností architektúry platformy je jej schopnosť prijať nové typy mini hier bez akéhokoľvek zásahu do existujúceho kódu. Celý herný obsah je riadený konfiguračnými súbormi `config/worlds.js` a `config/levels.js`, pričom každý level odkazuje na konkrétny typ mini hry prostredníctvom parametra `gameType`. Systém `GameRouter` na základe tohto parametra dynamicky presmeruje hráča na príslušnú HTML stránku hry.

Nová mini hra môže byť pridaná nasledujúcim postupom:

1. Vytvorí sa nová HTML stránka so zodpovedajúcou hernou logikou v JavaScripte,

2. zaregistruje sa nová hodnota parametra `gameType` v systéme `GameRouter` a v konfiguračnom súbore sa priradia levely, ktoré budú daný typ hry využívať.

Ostatné časti platformy, vrátane systému svetov, levelov, hodnotenia a ukladania pokroku, fungujú naďalej bez zmeny, pretože nová hra komunikuje s manažérmi cez rovnaké rozhranie. Dôležité je však v novej mini hre vytvoriť funkciu na výpočet konečného hodnotenia, ktoré sa následne odošle ďalej do platformy.

Záver

Táto systémová príručka poskytuje technický prehľad platformy. Dokumentuje konfiguračnú vrstvu svetov a levelov, manažérsku vrstvu pokroku a navigácie, implementáciu oboch mini hier a princípy preloadingu.

Platforma je navrhnutá modulárne, pridávanie nových svetov, levelov alebo slov nevyžaduje žiadne zásahy do hernej logiky, iba rozšírenie konfiguračných súborov `config/worlds.js` a `config/levels.js`. Rovnakým spôsobom je možné v budúcnosti integrovať ďalšie typy mini hier alebo rozšíriť systém hodnotenia.

Pre ďalší rozvoj platformy odporúčam zachovať zavedené konvencie pomenovania súborov (lowercase), poradia načítania skriptov a štruktúry konfiguračných objektov, aby bola zachovaná kompatibilita s existujúcimi manažérmi a routerom.