



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY**

**A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

**ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ**

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

## **MOBILNÍ APLIKACE PRO VZDÁLENOU TERAPII HYPOKINETICKÉ DYSARTRIE**

MOBILE APPLICATION FOR REMOTE THERAPY OF HYPOKINETIC DYSARTHRIA

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Soňa Semanková**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Zoltán Galáž, Ph.D.**

**BRNO 2024**

# Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Audio inženýrství**  
specializace Zvuková produkce a nahrávání  
Ústav telekomunikací

**Studentka:** Soňa Semanková

**ID:** 231354

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2023/24

## NÁZEV TÉMATU:

### Mobilní aplikace pro vzdálenou terapii hypokinetické dysartrie

#### POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Jedním z příznaků Parkinsonovy nemoci (PN) je tzv. hypokinetická dysartrie (HD). Tato nemoc se projevuje poškozením v oblasti fonace, artikulace a prozodie. Cílem bakalářské práce je návrh a implementace mobilní aplikace pro vzdálenou terapii HD. V rámci bakalářské práce bude nastudována problematika hypokinetické dysartrie, její diagnózy a terapie. Následně bude navržena, implementována a otestována samotná terapeutická aplikace. Při návrhu aplikace bude kladen důraz na individualizaci terapie a sledování progresu onemocnění a efektu terapie v čase.

#### DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] REMEŠ, Radim. Programujeme v jazyku Python. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta, 2008. ISBN 978-80-7394-128-4.

[2] DORMANN, Andreas. Ionic 5: Create Awesome Apps for IOS, Android, Desktop and Web. D&D Verlag Bonn, 2020.

**Termín zadání:** 5.2.2024

**Termín odevzdání:** 28.5.2024

**Vedoucí práce:** Ing. Zoltán Galáž, Ph.D.

**doc. Ing. Jiří Schimmel, Ph.D.**  
předseda rady studijního programu

#### UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **ABSTRAKT**

Hypokinetická dyzartria je motorická porucha reči, ktorá býva častým príznakom Parkinsonovej choroby. V súčasnosti sa v Českej republike na diagnostiku dyzartrie využíva Test 3F, na základe ktorého bol vytvorený terapeutický materiál slúžiaci pre terapiu dyzartrie. Materiál obsahuje veľké množstvo cvičení, z ktorých klinický logopéd na základe predchádzajúcej diagnostiky vyberie vhodné cvičenia pre daného pacienta. Stav dyzartrie býva kolísavý, a preto je potrebné terapeutický plán v čase prispôbovať aktuálnemu stavu pacienta. Z tohto dôvodu vznikla potreba terapeutickej mobilnej aplikácie, ktorá by zjednodušila prácu logopéda a spríjemnila priebeh terapie pacienta. Cieľom tejto práce je navrhnúť, implementovať a otestovať takúto terapeutickú aplikáciu a webové rozhranie, ktoré bude slúžiť logopédom pre správu terapeutických plánov pacientov. Výsledkom práce je funkčná multiplatformová terapeutická aplikácia s administračným webovým rozhraním. Serverová časť aplikácií je implementovaná pomocou frameworku Django v jazyku Python a používateľské rozhrania pomocou frameworkov React Native a React v jazyku TypeScript.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

dyzartria, hypokinetická dyzartria, logopédia, mobilná aplikácia, Parkinsonova choroba, webová aplikácia

## **ABSTRACT**

Hypokinetic dysarthria is a motor speech disorder that is a common symptom of Parkinson's disease. Currently, the 3F test is used in the Czech Republic for the diagnosis of dysarthria, on the basis of which a therapeutic material for dysarthria therapy has been developed. The material contains a large number of exercises from which the clinical speech therapist selects the appropriate exercises for the patient based on the previous diagnosis. Dysarthria tends to be a fluctuating condition, therefore the therapy plan needs to be adapted over time to the patient's current condition. This is the reason why there is a need for a therapeutic mobile application that would simplify the work of the speech therapist and make the patient's therapy more comfortable. The goal of this thesis is to design, implement and test such a therapeutic application and web interface that will be used by speech therapists to manage patients' treatment plans. The result of the work is a functional multiplatform therapeutic application with an administration web interface. The server side of the application is implemented using Django framework in Python and the user interface is implemented using React Native and React frameworks in TypeScript.

## **KEYWORDS**

dysarthria, hypokinetic dysarthria, mobile application, Parkinson's disease, speech therapy, web application

SEMANKOVÁ, Soňa. *Mobilní aplikace pro vzdálenou terapii hypokinetické dysartrie*. Bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2024. Vedúci práce: Ing. Zoltán Galáž, Ph.D.

## Vyhlásenie autora o pôvodnosti diela

**Meno a priezvisko autora:** Bc. Soňa Semanková  
**VUT ID autora:** 231354  
**Typ práce:** Bakalárska práca  
**Akademický rok:** 2023/24  
**Téma záverečnej práce:** Mobilní aplikace pro vzdálenou terapii hypokinetické dysartrie

Vyhlasujem, že svoju záverečnú prácu som vypracovala samostatne pod vedením vedúcej/cého záverečnej práce, s využitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autorka uvedenej záverečnej práce ďalej vyhlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto záverečnej práce som neporušila autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahla nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/alebo majetkových a som si plne vedomá následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona Českej republiky č. 121/2000 Sb., o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon), v znení neskorších predpisov, vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníka Českej republiky č. 40/2009 Sb.

Brno .....

.....

podpis autorky\*

---

\*Autor podpisuje iba v tlačenej verzii.

## POĎAKOVANIE

Rada by som sa poďakovala vedúcemu bakalárskej práce pánovi Ing. Zoltánovi Galážovi, Ph.D. za odborné vedenie, konzultácie, trpezlivosť a podnetné návrhy k práci.

# Obsah

Úvod	12
<b>1 Hypokinetická dyzartria pri Parkinsonovej chorobe</b>	<b>14</b>
1.1 Motorické poruchy reči	14
1.1.1 Dyzartria	15
1.2 Hypokinetická dyzartria	16
1.3 Diagnostika HD	17
1.3.1 Percepčná analýza	17
1.3.2 Akustická analýza	21
1.4 Liečba hypokinetickej dyzartrie	21
<b>2 Návrh prototypu terapeutickkej aplikácie</b>	<b>23</b>
2.1 Webová aplikácia	24
2.1.1 Dizajn a funkcionálnosť	24
2.1.2 Výber technológií	29
2.2 Mobilná aplikácia	31
2.2.1 Dizajn a funkcionálnosť	32
2.2.2 Výber technológií	35
<b>3 Serverová časť aplikácií</b>	<b>37</b>
3.1 Databáza	37
3.1.1 Dátové modely	39
3.2 Aplikačné programovacie rozhranie	39
3.3 Autentifikácia a autorizácia	42
<b>4 Grafické používateľské rozhranie</b>	<b>43</b>
4.1 Webová aplikácia	43
4.1.1 Autentifikácia a autorizácia	43
4.1.2 Implementovaná webová aplikácia	44
4.2 Mobilná aplikácia	49
4.2.1 Autentifikácia a autorizácia	50
4.2.2 Implementácia mobilnej aplikácie	50
<b>5 Vyhodnotenie výsledkov práce</b>	<b>53</b>
5.1 Testovanie	53
5.2 Výsledky práce	59
<b>Záver</b>	<b>60</b>

<b>Literatúra</b>	<b>61</b>
<b>Zoznam symbolov a skratiek</b>	<b>65</b>

# Zoznam obrázkov

2.1	Návrh prihlasovania do webovej aplikácie. . . . .	25
2.2	Návrh zobrazenia zoznamu pacientov. . . . .	25
2.3	Návrh stránky pre vytvorenie účtu pacienta. . . . .	26
2.4	Návrh zobrazenia detailu pacienta vo webovej aplikácii. . . . .	27
2.5	Návrh stránky na vytvorenie terapeutického plánu. . . . .	29
2.6	Návrh stránky duplikácie plánu. . . . .	30
2.7	Návrh stránky pre zobrazenie existujúceho plánu. . . . .	30
2.8	Návrh prihlasovania do mobilnej aplikácie. . . . .	33
2.9	Návrh obrazovky <i>Moje plány</i> . . . . .	33
2.10	Návrh profilu pacienta. . . . .	34
2.11	Návrh zobrazenia úvodných pokynov. . . . .	34
2.12	Príklad cvičenia. . . . .	35
2.13	Návrh ukončenia cvičenia. . . . .	35
2.14	Návrh hodnotenia cvičenia. . . . .	36
3.1	Entitno-relačný model databázy. . . . .	38
4.1	Prihlasovanie do webovej aplikácie. . . . .	44
4.2	Stránka <i>Seznam pacientů</i> . . . . .	45
4.3	Stránka <i>Vytvořit pacienta</i> . . . . .	45
4.4	Stránka <i>Vytvořit pacienta</i> po vygenerovaní hesla. . . . .	46
4.5	Stránka zobrazujúca detail pacienta. . . . .	47
4.6	Modálne okno generovania nového hesla. . . . .	47
4.7	Stránka <i>Nový plán</i> . . . . .	48
4.8	Stránka <i>Zobrazení plánu</i> . . . . .	48
4.9	Stránka <i>Nový plán</i> pri duplikácii plánu. . . . .	49
4.10	Prihlasovanie do mobilnej aplikácie. . . . .	51
4.11	Obrazovka <i>Moje plány</i> . . . . .	51
4.12	Obrazovka <i>Můj profil</i> . . . . .	52
4.13	Úvod do cvičení. . . . .	52
4.14	Zobrazenia konkrétneho cvičenia <i>Můj profil</i> . . . . .	52
4.15	Hodnotenie plánu. . . . .	52

## Zoznam tabuliek

3.1	Prehľad všetkých API endpointov. . . . .	41
5.1	Testovacie scenáre 1–4. . . . .	54
5.2	Testovacie scenáre 5–7. . . . .	55
5.3	Testovacie scenáre 8–10. . . . .	56
5.4	Testovacie scenáre 11–12. . . . .	57
5.5	Testovacie scenáre 13–15. . . . .	58

## Zoznam výpisov

3.1	Príklad vytvorenia dátového modelu. . . . .	39
3.2	Príklad triedy <i>Serializer</i> . . . . .	40
3.3	Príklad triedy <i>View</i> . . . . .	40
3.4	Príklad definovania API endpointu. . . . .	40

# Úvod

Parkinsonova choroba (PCH) je progresívne neurogeneratívne ochorenie, ktoré sprevádza mnoho motorických a non-motorických prejavov. Predpokladá sa, že príčinou PCH je kombinácia genetických a environmentálnych faktorov, ktoré vedú k postupnému odumieraniu mozgových buniek produkujúcich neurotransmitter dopamín. Dopamín je chemická látka, ktorá hraje kľúčovú úlohu pri riadení pohybov a koordinácie, a preto medzi hlavné príznaky PCH patria poruchy pohybu (tremor, rigidita, bradykinéza, posturálna porucha). Celkovú kvalitu života pacientov narušajú aj non-motorické prejavy, ktorými môžu byť poruchy spánku, depresia, autonómne poruchy alebo bolesti. Liečba PCH býva zameraná na zmiernenie symptómov a zlepšenie kvality života pacientov. To môže zahŕňať lieky, fyzioterapiu, rečovú terapiu a v niektorých prípadoch aj chirurgické zákroky.

Až 70% pacientov má v dôsledku choroby narušenú aj komunikačnú schopnosť [1]. Táto motorická porucha reči sa označuje pojmom hypokinetická dyzartria (HD). HD ovplyvňuje tvorbu reči pacienta vo všetkých oblastiach reči, no najmä v artikulácii, fonácii, prozódii, plynulosti reči, faciokinéze a respirácii [2]. Reč pri HD je charakteristická zníženou hlasitosťou, nepresnou výslovnosťou spoluhlások, centralizáciou samohlások a zmenami tempa reči sprevádzanými mimovoľnými pohybmi tváre [3].

Keďže neexistuje liek, ktorý by vedel úplne vyliečiť PCH alebo HD, spôsob akým je možné aspoň čiastočne zlepšiť kvalitu života pacientov je rečová terapia. Neurológovia bývajú prví, ktorý u pacienta s PCH spozorujú narušenú komunikačnú schopnosť a odkážu pacienta na klinického logopéda, ktorý pomocou Testu 3F – Dyzartrický profil vyhodnotí stav dyzartrie. Logopéd následne navrhne terapeutický plán, ktorý pozostáva z rečových cvičení.

Válová et al. v spolupráci s Masarykovou univerzitou a Fakultnou nemocnicou Brno vytvorili dostupný terapeutický materiál, ktorý obsahuje cvičenia vhodné pre ľudí s dyzartriou [4]. Nevýhodou tohto terapeutického materiálu je jeho tlačaná forma a následne absentujúca možnosť personalizácie materiálu. Logopéd je tak nútený pacientovi vyznačiť potrebné cvičenia do papierov a pri upravení plánu je potrebné vytlačiť nový.

Cieľom tejto bakalárskej práce je okrem pochopenia a spracovania teórie k HD aj navrhnutie, implementovanie a otestovanie mobilnej aplikácie pre vzdialenú terapiu HD. Súčasťou mobilnej aplikácie musí byť aj webové rozhranie, ktoré má slúžiť logopédovi k navrhnutiu terapeutického plánu zobrazujúceho sa v mobilnej aplikácii pacienta. Terapeutický plán bude pozostávať z cvičení spomínaného terapeutického materiálu. Vznik aplikácie má odstrániť nedostatky súčasnej formy terapie, motivovať pacienta k terapii s dôrazom na individualizáciu terapie a sledovanie progresie

ochorenia.

Práca sa skladá z piatich kapitol. Prvá kapitola teoreticky popisuje motorické poruchy reči (bližšie dyzartriu), hypokinetickú dyzartriu, jej diagnostiku a liečbu. Druhá kapitola je rozdelená do dvoch častí, v ktorých je navrhnuté grafické používateľské rozhranie webovej a mobilnej aplikácie, kde je pomocou obrázkov vysvetlená funkcionálnosť oboch aplikácií. V rámci tejto kapitoly je odôvodnený aj výber technológií, ktoré budú použité v nasledujúcich kapitolách pri implementácii. Tretia kapitola je zameraná na implementáciu serverovej časti aplikácie. Ako prvé je navrhnutá a vytvorená databáza, následne je opísaná implementácia aplikačného programovacieho rozhrania a v závere kapitoly je vysvetlená implementácia autentifikácie a autorizácie používateľov. Štvrtá kapitola je venovaná implementácii používateľského rozhrania aplikácií, kde je okrem vysvetlenia priebehu autentifikácie a autorizácie používateľov ilustrovaná a opísaná výsledná verzia aplikácií. Záverečná kapitola sa venuje testovaniu a následnému vyhodnoteniu testovania, z ktorého vyplynuli návrhy na vylepšenie aplikácií.

# 1 Hypokinetická dyzartria pri Parkinsonovej chorobe

Medzi sekundárne a veľmi časté motorické prejavy Parkinsonovej choroby (PCH) patria aj poruchy reči [5]. Hypokinetická dyzartria (HD) predstavuje poruchu motorických aspektov reči. Táto kapitola vysvetľuje motorické poruchy reči, PCH a konkrétne približuje pojem HD, jej diagnostiku a možnosti terapie.

## 1.1 Motorické poruchy reči

Komunikácia je neoddeliteľnou súčasťou ľudského života a je nevyhnutná pre medziľudské interakcie. Reč je jedinečná, komplexná a dynamická činnosť, ktorá ľuďom ponúka možnosť vyjadrovať sa a patrí medzi jeden z najdôležitejších nástrojov pre prenos informácií medzi jednotlivcami alebo skupinami [6].

Reč vzniká na základe koordinácie niekoľkých nezávislých procesov, ktoré zahŕňajú dýchanie, fonáciu, artikuláciu a rezonanciu. Artikulácia sa viaže na tvorbu zvukov pomocou pohybov pier, jazyka, podnebia a hrdla. Komplexný proces, pri ktorom sa rozvíbujú hlasivky v hrdle spadá pod pojem fonácia. Rezonancia popisuje zosilnenie zvukov pri určitých frekvenciách vibráciami v hlasivkách, hrudnom koši, hrdle a prínosových dutinách. Okrem toho je pre tvorbu reči dôležitá aj prozódia, ktorá vyjadruje celkové vlastnosti tónu, hlasitosť, tempo a všeobecnú farbu reči, ktoré dokopy napomáhajú zachovať význam a charakter vyjadrených informácií v komunikácii [7].

Poruchy reči vedia mať výrazný dopad na fungovanie jednotlivca v spoločnosti. Osoba s poruchou reči môže čeliť výzvam v každodenných situáciách, čo môže viesť k frustrácii a stresu. Tieto ťažkosti v komunikácii môžu mať za následok aj psychologické problémy, ako napríklad nižšia sebaúcta alebo pocit nepohody. Osoba sa tak môže snažiť minimalizovať interakcie s okolím, čo vedie k obmedzeniu sociálnych kontaktov alebo aj k úplnej izolácii. Je dôležité venovať pozornosť a podporu jednotlivcom s poruchami reči, poskytovať im príležitosti na komunikáciu a zabezpečiť prístup k odbornej starostlivosti. Zlepšenie komunikačných schopností môže viesť k výraznému zlepšeniu kvality života a integrácie do spoločnosti.

Pri poruchách nervového systému sa môže prejaviť aj narušená schopnosť tvorby reči. Neobvyklé zmeny reči vedia preto niekedy slúžiť ako prostriedok pre diagnostiku neurologického ochorenia. Motorické poruchy reči sú častým sprievodným prejavom rôznych neurologických ochorení, ako napríklad cievej mozgovej príhody, traumatického poranenia mozgu, PCH a iných zriedkavejších ochorení [8]. Medzi

tieto motorické poruchy reči patrí dyzartria a apraxia reči, ktoré sa ďalej rozdeľujú do menších podskupín v závislosti od etiológie a klinických príznakov [8, 6].

### 1.1.1 Dyzartria

Medzi najčastejšie neurogénne poruchy komunikácie patrí práve dyzartria. Dokazuje to aj štatistika z oddelenia logopédie a neurológie v Mayo Clinic Rochester v rokoch 1993–2008, v ktorej zo 14 235 pacientov trpiacich neurologickou rečovou poruchou až 53% postihovala práve dyzartria [6]. Dyzartria je kolektívne pomenovanie pre skupinu neurologických motorických komunikačných porúch, ktoré postihujú najmä artikuláciu ale v rôznej miere aj oblasti fonácie, respirácie, rezonancie a prozódie [9].

Príčinou vzniku dyzartrie v neskoršom veku môže byť zápalové alebo cievne poškodenia mozgu, traumy alebo rôzne neurologické ochorenia, ako je napríklad PCH. Poškodenie motorického systému, ktorý riadi reč, môže nastať v akomkoľvek bode neurotickej cesty od mozgu až po samotný sval. Celkový dyzartrický prejav a jeho príznaky však závisia najmä od lokalizácie lézie v mozgu [10]. V klinickej praxi sa na území Českej republiky zaužívalo delenie dyzartrií na 6 základných typov podľa lokalizácie: kortikálna, pyramídová, extrapyramídová, cerebelárna, bulbárna a kombinovaná [11]. V štúdiách o typoch dyzartrie podľa miest poškodenia nervového systému identifikovali Darley a kol. [12] šesť rôznych dyzartrií na základe neuroanatomickej a akusticko-perceptuálnej analýzy reči. Podľa tohto delenia rozlišujeme typy dyzartrie [13]:

- spastická,
- flacidná,
- hypokinetická,
- hyperkinetická,
- ataktická,
- zmiešaná.

Klinický obraz dyzartrie je síce podobný, ale výraznejšie sa líši podľa konkrétneho typu. Všeobecne však platí, že pri žiadnej z typov dyzartrie sa nevyskytujú príznaky afázie, ktorými je napríklad narušená schopnosť porozumenia hovoreného slova alebo poruchy písania či čítania [9].

V klinickej praxi je čoraz väčšia snaha kvalifikovať stupeň poruchy aspoň orientačne. Dyzartrie teda delíme podľa miery poruchy na [13]:

- ľahký stupeň – rečová produkcia je priamo postihnutá, ale je úplne zrozumiteľná a neobmedzuje jedinca pri predávaní informácií;
- stredný stupeň – rečová produkcia je viac obmedzená, menej zrozumiteľná, sprevádzaná pomalším tempom prejavu a je zredukované množstvo informácií vyjadrovaných rečou;

- ťažký stupeň – rečová produkcia je z veľkej časti nezrozumiteľná a kvalita predávaných informácií je významne poznačená;
- anartria – úplná strata schopnosti produkovať reč a artikulovať.

## 1.2 Hypokinetická dyzartria

PCH je degeneratívne ochorenie centrálnej nervovej sústavy, ktoré má chronický a progresívny charakter [14]. PCH vzniká dôsledkom predčasného degeneratívneho zániku neurónov v substantia nigra a iných pigmentových jadrách mozgového kmeňa [5], čo má za následok napríklad nedostatok dopamínu v bazálnych gangliách mozgu [5] (časti mozgu, ktoré zabezpečujú riadenie pohybu [15]). Nedostatok dopamínu teda spôsobuje tieto štyri základné motorické príznaky: tremor v pokoji, rigidita, posturálna porucha a akinézia (príbuzné prejavy: hypokinéza a bradykinézia) [16]. U všetkých pacientov s PCH sa vyskytujú aj nemotorické prejavy, ktoré značne prispievajú ku zníženiu kvality života. Týmito príznakmi sú napríklad poruchy spánku, neuropsychiatrická dysfunkcia (poruchy nálad, demencia, psychóza), autonómne poruchy, senzorické príznaky a bolesť [17].

Z epidemiologického hľadiska patrí táto choroba medzi jedny z najčastejších porúch mozgu súvisiacich s vekom [18]. Postihuje najmä starších dospelých vo veku nad 60 rokov a niektoré štúdie ukazujú, že PCH má výrazne vyšší výskyt u mužov ako u žien [19]. Túto skutočnosť potvrdil aj výskum autorov Košťálová et al [13].

PCH zatiaľ nie je úplne vyliečiteľná, avšak kombináciou medikamentózne a nemedikamentózne liečby je možné účinne potlačiť mnoho z uvedených symptómov a zlepšiť kvalitu života pacientov. Významným aspektom nemedikamentózne liečby je rehabilitácia a fyzioterapia, ktoré pomáhajú udržiavať fyzickú kondíciu a oddialiť progresiu ochorenia [20].

Ako bolo spomenuté, PCH ovplyvňuje najmä motoriku pacienta vzhľadom na nedostatok dopamínu v bazálnych gangliách. U väčšiny pacientov je motorika zasiahnutá aj v rečovej oblasti a prejavuje sa ako HD. Niektoré štúdie preukazujú, že táto porucha reči sa nakoniec objaví až v 90% prípadov pacientov s PCH [21]. Zamišková uvádza, že v počiatočných fázach PCH sú tieto problémy s rečou a komunikáciou nebadateľné a pacienti si ich všimnú až pri zjavných problémoch v komunikácii v bežnom živote [22].

HD je konkrétny typ dyzartrie, ktorý súvisí s poškodením extrapyramídového systému. Extrapyramídové poruchy reči vznikajú v dôsledku straty regulácie zo strany podkôrových ganglií na motorické dráhy, a to hlavne na svalový aparát dýchacieho, hlasového a rečového systému, čo spôsobuje ťažkosti s produkciou reči [11]. Označenie “hypokinetická“ vyjadruje zníženie rozsahu pohybových schopností, ktorý je pre tento typ dyzartrie príznačný [6].

Autor Duffy tvrdí, že HD významne ovplyvňuje motorickú kontrolu reči vrátane procesov ako príprava, udržiavanie a prepínanie motorických programov [6]. HD ovplyvňuje všetky aspekty potrebné pre tvorbu reči, no vo veľkej miere sa prejavuje v oblastiach artikulácie, fonácie, prozódie, plynulosti reči a faciokinézy [23]. Charakteristickými príznakmi HD, priamo spojenými s prejavmi PCH, sú rigidita, bradykinéza a znížená kontrola v oblasti hrtana, artikulačných orgánov a iných fyziologických podporných mechanizmov potrebných pre tvorbu reči. Brabec et al. vo svojej publikácii zhrnuli charakteristické rečové vady vyskytujúce sa u pacientov s HD, ktorými sú: zvýšený akustický šum, znížená intenzita hlasu, drsná a dýchavičná kvalita hlasu, zvýšená nazalita, monofónnosť, jednohlasnosť, poruchy tempa, nepresná artikulácia spoluhlások, mimovoľné zavádzanie páuz, opakovanie slov a náhle spomalenie alebo zrýchlenie reči [2].

Podľa autorov Kreiman a Gerratt patrí zhoršená kvalita hlasu a reči medzi prvé príznaky PCH, a to najmä ťažkosťami v koordinácii artikulácie, respirácie a fonácie a môžu sa objaviť dlho skôr ako iné motorické prejavy dopamínového deficitu [24].

## 1.3 Diagnostika HD

Diagnostika HD prebieha metódou analýzy reči, ktorá môže prebiehať dvoma spôsobmi. Prvým prístupom je subjektívna analýza, ktorá spočíva v hodnotení symptómov z pohľadu odborníka v oblasti logopédie, nazývaná tiež ako percepčná analýza. Druhým spôsobom je akustická analýza rečových signálov.

### 1.3.1 Percepčná analýza

Percepčná analýza reči prebieha za prítomnosti klinického logopéda, ktorý na základe svojich skúseností a vedomostí subjektívne posudzuje výkon pacienta vo všetkých oblastiach reči spomínaných v podkapitole 1.1.1, ktorými sú respirácia, fonácia, rezonancia, artikulácia a prozódia. Pri komplexnom vyšetrení komunikačných funkcií logopéd posudzuje okrem motorických rečových a orofaciálnych funkcií aj úroveň faktických funkcií, lexie, grafie, neverbálnej komunikácie, prehĺtania a približne sleduje aj kognitívne funkcie. Pri diagnostike je najprv potrebné rozlíšiť dyzartriu od afázie, keďže samotná afázia sa nevyskytuje pri PCH. Pre diagnostiku dyzartrie je tiež potrebné vylúčiť aj alexiu (narušená schopnosť čítať) a agrafiu (narušená schopnosť písať) [22].

K diagnostike dyzartrie slúžia logopédom diagnostické materiály, ktoré napomáhajú k určeniu miery a charakteru dyzartrie. Tieto materiály sú navrhnuté tak, aby umožňovali odborníkovi v oblasti logopédie systematicky analyzovať rôzne aspekty reči a komunikačné schopnosti pacienta. Košťálová et al. tvrdia, že aj keď je dyzartria

motorická porucha, jej vyšetrenie je do istej miery závislé aj na sledovaní prozodických faktorov a zrozumiteľnosti reči pomocou jazykového materiálu. Z tohto dôvodu uvádzajú, že pri vyšetrení nie je možné používať materiály preložené z iného jazyka bez potrebných úprav [13].

Košťálová et al. uvádzajú, že pri klinickom vyšetrení sa logopéd sústreďuje na vyhodnotenie stavu hybnosti orofaciálnej oblasti, schopnosti v oblasti respirácie a tvorby hlasu a taktiež sleduje celkovú kvalitu rečového prejavu, prozódie a zrozumiteľnosť [13].

Vyšetrovacie materiály boli vytvorené aj v českom jazyku a zodpovedajú postupom bežne používaným v zahraničí. V roku 1997 autori Hedánek a Roubíčková vytvorili prvú verziu diagnostického nástroja v českom jazyku Test 3F – Dyzartrický profil [25]. V priebehu rokov bol tento test viackrát modifikovaný a v roku 2011 autori Roubíčková, Hedánek a Stráník vytvorili jeho poslednú verziu, ktorá sa v praxi využíva dodnes [26]. Ide o subjektívny test, ktorého úspešnosť silno závisí na schopnostiach rečového špecialistu, ktorý pacienta vyšetruje. Tento test je určený k mapovaniu dyzartrie dospelých a starších detí.

Test je rozdelený podľa troch oblastí reči, čo zjednodušuje a sprehľadňuje analýzu jednotlivých deficitov a umožňuje tak určiť najvhodnejší terapeutický plán pre daného pacienta. Tieto tri oblasti predstavujú 3F a sú to: faciokinéza, fonorespirácia a fonácia. Každá oblasť je rozdelená na 3 podtesty, pričom každý obsahuje 5 položiek. Logopéd hodnotí každú položku podtestu v rozmedzí 0 až 2 body. 0 udelí ak pacient preukazuje ťažkú poruchu, 1 bod udelí v prípade narušeného výkonu a 2 body vyjadrujú bezchybný výkon. Spolu má celý test 45 položiek a maximálny počet získaných bodov je teda 90. Celkový súčet bodov na konci testu predstavuje DX (Dyzartrický index), pomocou ktorého logopéd určí mieru dyzartrického postihnutia. Autori testu vytvorili stupnicu, podľa ktorej je možné určiť závažnosť dyzartrie:

- 0–17 veľmi ťažká dyzartria – anartria,
- 17–35 ťažká dyzartria,
- 36–56 stredne ťažká dyzartria,
- 57–73 ľahká dyzartria,
- 74–85 veľmi ľahká dyzartria,
- 86–90 bez poruchy.

Súčasťou testu 3F je aj orientačné predtestové vyšetrenie. Jeho cieľom je zistiť či sa u pacienta prejavuje napríklad afázia, orálna alebo verbálna apraxia alebo iné poruchy reči. Ďalej sa identifikuje úplnosť chrupu, jazyková fascikulácia, fibrilácia a atrofia, plazivosť jazyka, symetria tváre v pokoji a v pohybe a problémy pri príjme potravy.

Tento test zatiaľ neslúži na diagnostiku konkrétneho typu dyzartrie, no jeho najnovšie vydanie obsahuje aj pomocnú diagnostickú prílohu. Narozdiel od klinického

vyšetrenia je diagnostika pomocou 3F výhodnejšia z dôvodu jednoduchšej a systematickejšej kvalifikácie úrovne dyzartrie a výrazne napomáha k následnému postupu terapie [13]. Nevýhodou perцепčnej analýzy je závislosť od subjektívneho hodnotenia logopéda.

V nasledujúcom texte sú vysvetlené oblasti reči, ktoré test 3F sleduje a čomu sa jednotlivé oblasti venujú.

### **Faciokinéza**

Prvá časť testu 3F je zameraná na sledovanie orofaciálneho svalstva, ktoré je inervované pri artikulácii, žuvaní, prehltaní a mimike [22]. Ide o rečové orgány: pery, čeľusť, jazyk a mäkké podnebie. V časti *faciokinéza* sa tiež sleduje schopnosť efektívne prepínať medzi rôznymi artikulačnými pohybmi a rýchlo meniť polohu rečových orgánov. Táto schopnosť sa v logopédii a neurológii nazýva diadochokinéza a v teste 3F sa posudzuje jej stav bez fonácie a s fonáciou [13].

Pri HD sa v tejto časti testu sledujú príznaky priamo spojené s príznakmi PCH (hypokinéza, bradykinéza, akinéza, rigidita) v oblasti svalov tváre a úst. Hlavným príznakom narušenej faciokinézy pri HD je hypomímia až amímia [22]. Hypomímia je medicínsky termín, ktorý označuje zníženú schopnosť vyjadrovať emócie formou výrazu tváre dôsledkom obmedzeného pohybu svalov tváre a amímia označuje stav pri úplnej absencii tvárových výrazov. Autori Maycas-Cepeda et al. píšú, že amímia patrí medzi jeden z najklasickejších príznakov PCH a výraz tváre pri tejto poruche prirovnávajú k výrazu jaštera, ktorý je známy aj pod názvom “maskovacia tvár” [27]. V neskorších štádiách ochorenia je u pacientov prítomná aj dystónia alebo dyskinéza, ktorá sa prejavuje mimovoľnými trhavými pohybmi ústneho a tvárového svalstva, ako sú napríklad tiky a rôzne trhavé pohyby [28].

Spomínané prejavy HD v oblasti faciokinézy majú negatívny dopad na fungovanie pacienta v spoločnosti, čo môže ovplyvňovať aj jeho psychiku. Výraz tváre môže na okolie pôsobiť depresívne, nepríjemne, nepriateľsky, znudene alebo menej inteligentne a nedobrovoľné pohyby svalstva pri komunikácii môžu pôsobiť rušivo [22].

### **Fonorespirácia**

V druhej časti testu je pozornosť zameraná na respiráciu, fonáciu, funkčnosť hlasiviek a koordináciu fonorespiračného systému [13]. Fonácia je v tomto kontexte proces tvorby zvuku vibráciami hlasiviek v hrtane [29]. S fonáciou úzko súvisí respirácia, ktorá dodáva vzduch potrebný na rozvibrovanie hlasiviek. Fonorespirácia je kľúčová pre tvorbu reči a ovplyvňuje jej tempo, kvalitu, silu a základnú frekvenciu hlasu [6].

Pomocou rôznych zobrazovacích techník bolo zistené, že u pacientov s PCH sa vyskytuje neúplné zovretie hlasiviek, pomalé alebo zredukované chvenie hlasiviek, zvýšená aktivita svalov hrtanu, nepravidelnosti v štruktúre hrtana, zvýšený tlak pod hlasivkami a zvýšený odpor v hrtane počas reči [22, 6]. Duffy uvádza, že v neskorších štádiách sa môže objaviť aj hlasový tremor. Ako prejav tiež uvádza zníženie alebo zvýšenie základnú frekvenciu hlasu a celkovo zníženie variability základnej frekvencie, čo spôsobuje monotónnosť reči [6]. Zamišková et al. uvádzajú, že sa u pacientov vyskytuje hypofónia, ktorá sa prejavuje zníženou intenzitou hlasu. Vyskytovať sa môže aj dysfónia, ktorá spôsobuje drsnosť a chrapľavosť hlasu. HD sa prejavuje aj v oblasti rezonancie, ktorej porucha môže spôsobiť hypernazalitu [22].

Respiračná oslabenosť pacientov je, v dôsledku bradykinézy a rigidity, spôsobená zníženou silou inspiračných a expiračných svalov. V počiatkových štádiách tieto svaly nie sú zasiahnuté, no pokračujúcim vývojom ochorenia sa postupne stávajú čoraz slabšími a ich zlyhanie je častou príčinou smrti pacientov [30]. Táto oslabenosť sa manifestuje nepravidelnosťou a nesprávnosťou dýchania pri reči, zvýšenou frekvenciou nádychov a výdychov, znížením maximálnej dĺžky samohlásky, znížením dĺžky prejavu a zrýchlením tempa reči [6, 22, 10].

## Fonetika

V poslednej časti je test zameraný na hodnotenie kvality rečovej produkcie pacienta. Je tu zahrnutá artikulácia – jednotlivé časti a ich spájanie; prozódia – tempo, rytmus, pauzy, intonácia, prízvuk; zrozumiteľnosť a plynulosť – celkové hodnotenie reči a efektívnosť komunikácie.

Pacienti s HD majú v oblasti artikulácie výrazný problém s výslovnosťou spoluhlások. V češtine sa spoluhlásky z logopedického hľadiska delia na:

- uzavreté-záverové: p, b, m, t, d, n, ť, ď, ň, k, g;
- polouzavreté-polozáverové: c, č;
- trené-úžinové: f, v, s, š, z, ž, l, r, ř, j, h, ch.

Štúdia Logemanna a Fischera ukázala, že pacienti s PCH majú problémy s výslovnosťou spoluhlások z každej zo spomenutých skupín [31]. Ružičková tvrdí, že títo pacienti nemajú problémy s výslovnosťou samohlások [32]. Poruchy v oblasti artikulácie sa môžu prejavovať na úrovni slov, viet alebo väčšieho vetného celku. Výslovnosť pacientov je tak nepresná a menej zrozumiteľná.

V oblasti prozódie je u pacientov s PCH možné sledovať oslabenie všetkých prozodických faktorov. Deficit melódie a prízvuku reči sa prejavuje monotónnosťou a narušením tempa sa u pacientov prejavuje buď spomalenou alebo zrýchlenou rečou. Zrýchlené tempo ovplyvňuje nesprávne umiestňovanie páuz v prejave, čo vplýva aj na celkovú zrozumiteľnosť reči.

Plynulosť reči môže byť u pacientov s HD formou palilálie a hezitácie, ktoré sa môžu vyskytovať samostatne alebo súbežne. Palilália je porucha plynulosti reči, kedy pacient zrýchlene opakuje slabiky na začiatku, v strede, prípadne na konci slova alebo opakuje celé slová. Hezitácia je termín označujúci nezámerné a neplánované pauzy alebo zárazy v rečovom prejave. Tieto prestávky môžu nastať na začiatku výroku, v jeho priebehu alebo kdekoľvek v rečovom prejave [32].

### 1.3.2 Akustická analýza

Ľudský hlas je zvukový signál s množstvom parametrov, ktoré sa dajú jednoducho merať a analyzovať. Aj keď zatiaľ nie je bežnou klinickou praxou diagnostika HD pomocou akustickej analýzy, existuje mnoho výskumov, ktoré sa tejto téme venujú a snažia sa vytvoriť tento objektívny diagnostický nástroj.

Pri percepčnej analýze boli spomínané problematické oblasti reči, ktoré vie logopéd analyzovať a hodnotiť na základe vyšetrenia, počas ktorého komunikuje s pacientom. Z hľadiska spracovania rečových signálov je možné hodnotiť fonáciu, artikuláciu, prozódium a plynulosť reči.

Autori Mekyska et al. v ich štúdiu [23] analyzovali nasledujúce parametre, pomocou ktorých je možné diagnostikovať HD pri PCH:

- zvýšená stredná hodnota základnej frekvencie  $f_0$ , ktorá je popísaná smerodajnou odchýlkou alebo jitterom;
- úroveň intenzity rečového signálu a jeho shimmer – intenzita rečového signálu klesá a jeho shimmer má nízke hodnoty;
- TST (absolútne trvanie rečového signálu), TPT (celkové trvanie páuz) a NST (trvanie samotného rečového signálu) – sledovanie tempa reči;
- PRR (percentuálny pomer páuz), RIWP (percentuálny pomer páuz, ktoré sa nachádzajú vo vnútri slov), ISD (doba medzi pauzami) a SPIR (index rytmicity) – neúmyselné umiestňovanie páuz v prejave;
- zdôraznenie formantových kmitočtov – hypernazalita;
- VOT (doba navodenia reči);
- POPO (dynamika ukončenia a navodenia fonácie);
- AR (artikulačná rýchlosť).

## 1.4 Liečba hypokinetickej dyzartrie

Ako už bolo spomenuté, PCH je nevyliciteľná a jej liečba je zameraná na potlačanie základných príznakov. Z predchádzajúcej kapitoly vyplýva, že HD u pacientov vzniká aj na základe hlavných príznakov PCH, ako sú tremor, rigidita a bradykinéza. Medikamentóznou liečbou týchto príznakov by teda malo byť možné potlačiť aj

prejavy HD. Medzi najčastejšie medikamentózne liečby Parkinsonovej choroby patrí dopaminergná liečba. Napriek tomu, že je táto liečba u väčšiny pacientov úspešná pri potláčaní príznakov v oblasti pohybu horných a dolných končatín a celkovo má pozitívny vplyv na dĺžku života pacienta, mnoho štúdií preukazuje, že má buď veľmi malý alebo žiaden efekt pri liečbe poruchy reči [2].

Druhým spôsobom liečby HD je individuálna terapia. Vo svete je najpopulárnejšia a najefektívnejšia behaviorálna metóda nazývaná Lee Silverman Voice Treatment (LSVT). Počas tejto terapie pacient navštevuje individuálne terapeutické sedenia štyrikrát do týždňa po dobu jedného mesiaca. Počas týchto sedení pacient precvičuje súbor hlasových cvičení s cieľom hovoriť nahlas. U pacientov bolo pozorované zlepšenie v oblasti fonácie, ale aj mimiky a prehĺtania [33]. Rodnému jazyku pacienta musia byť okrem diagnostických materiálov prispôsobené aj tie terapeutické. Napriek tomu, že LSVT sa v zahraničí javí ako úspešná, nebola doposiaľ prispôbená českému jazyku.

Válová Kateřina et al. v spolupráci s Neurologickou klinikou Lekárskej fakulty Masarykovej univerzity, Fakultnou nemocnicou Brno a Katedrou špeciálnej pedagogiky Pedagogickej fakulty Masarykovej univerzity vytvorili terapeutický materiál pre liečbu dyzartrie [4]. Tento materiál obsahuje sadu cvičení v kategóriách zodpovedajúcich testu 3F (faciokinéza, fonorespirácia, fonetika). Jednotlivé cvičenia sú pre pacienta individuálne vybrané klinickým logopédom na základe deficitov reči, ktoré boli zistené testom 3F. Cvičenia obsahujú jednoduché inštrukcie a názorné fotografie, ktoré má pacient napodobňovať a opakovať. Je vhodný pre pacientov v ambulantnej a lôžkovej starostlivosti, ako aj pre pacientov s fatickými poruchami. Výhodami tohto materiálu je jeho štruktúra, jednoduchosť a prispôsobiteľnosť, nakoľko sa u každého jednotlivca vyskytujú problémy v rôznych oblastiach reči a prejavujú sa v rôznej miere [4].

## 2 Návrh prototypu terapeutickéj aplikácie

V predchádzajúcej kapitole už bolo naznačené, že možnosti liečby alebo terapie HD sú v Českej republike veľmi obmedzené. Jedným z fungujúcich spôsobov terapie je však spomínaný terapeutický materiál vytvorený Válovou Kateřinou et al [4].

Nevýhodou tohto materiálu je jeho tlačaná forma, keďže pozostáva z niekoľkých papierov a jeho používanie je nepraktické hlavne pre pacientov na lôžku. Ďalšou nevýhodou je vyznačovanie cvičení, ktoré logopéd vyberá na precvičovanie. Keďže sa po nejakom čase terapie očakáva zlepšenie (alebo zhoršenie) v určitých oblastiach reči, je možné, že logopéd vyradí (alebo pridá) cvičenia. Z tohto dôvodu je potrebné materiál buď vytlačiť nanovo alebo tieto cvičenia v existujúcom materiáli vyškrtnúť / zakrúžkovať, čo zhoršuje jeho prehľadnosť.

Všeobecným problémom pri takomto spôsobe individuálnej terapie je závislosť jej úspešnosti na individuálnom prístupe pacienta. Pacienti trpiaci HD majú popri rečovej poruche aj množstvo iných a niekedy aj závažnejších zdravotných problémov vyplývajúcich z PCH, kvôli čomu sa terapia HD môže javiť ako nepotrebná alebo psychicky vyčerpávajúca.

Existujú pacienti, ktorí navštevujú klinického logopéda pravidelne, no niektorí sa z rôznych fyzických, psychických alebo sociálnych dôvodov terapie nezúčastňujú vôbec. Preto je potrebné pacientov motivovať, minimalizovať nedostatky terapie, čo najviac ju spríjemniť, sprístupniť a zefektívniť.

Na základe spomínaných nedostatkov aktuálneho spôsobu terapie HD je cieľom v tejto kapitole navrhnúť mobilnú aplikáciu v českom jazyku, ktorá bude využívať dostupný terapeutický materiál[4]. Mobilná aplikácia bude obsahovať cvičenia, ktoré vo webovej aplikácii zvolí klinický logopéd pri vytváraní terapeutického plánu. Zmyslom aplikácie je nahradiť tlačnú formu terapeutického materiálu, zahrnúť možnosť upravovania terapeutického plánu logopédom, motivovať pacientov k neprerušnému tréningu, a tak zefektívniť terapiu pre pacienta, ale aj zjednodušiť prácu klinického logopéda.

V anglickom jazyku existujú aplikácie pre terapiu rôznych rečových a jazykových porúch vrátane dyzartrie. Najviac ich ponúka spoločnosť Tactus Therapy Solutions Ltd., ktorá doposiaľ vyvinula 20 terapeutických aplikácií [34]. Ako ale bolo viackrát spomenuté, terapia rečových porúch je úzko previazaná s rodným jazykom pacienta, a preto sú existujúce aplikácie nerelevantné pre túto prácu. V českom jazyku neexistuje žiadne takéto riešenie pre terapiu dyzartrie.

## 2.1 Webová aplikácia

Webová aplikácia bude slúžiť ako rozhranie pre klinických logopédov, ktoré ponúka možnosť vytvoriť individuálny terapeutický plán pre každého pacienta. Logopéd by mal mať možnosť pridať nového pacienta a vytvoriť mu účet, vytvoriť mu plán, monitorovať progres, editovať plán a zobrazíť ho. Aplikácia by mala byť používateľsky prívetivá, intuitívna, jednoduchá a prehľadná. Pre používanie aplikácie bude pre logopéda potrebný počítač s pripojením na internet. Pred pridaním nového pacienta do databázy pacientov je predpoklad, že u neho prebehla diagnostika metódou Test 3F – Dyzartrický profil.

Aplikácia bude v českom jazyku, aby zodpovedala cieľovej skupine používateľov.

### 2.1.1 Dizajn a funkcionality

Návrh grafického používateľského rozhrania je navrhnutý v aplikácii Figma. Webová aplikácia sa bude skladať z týchto stránok:

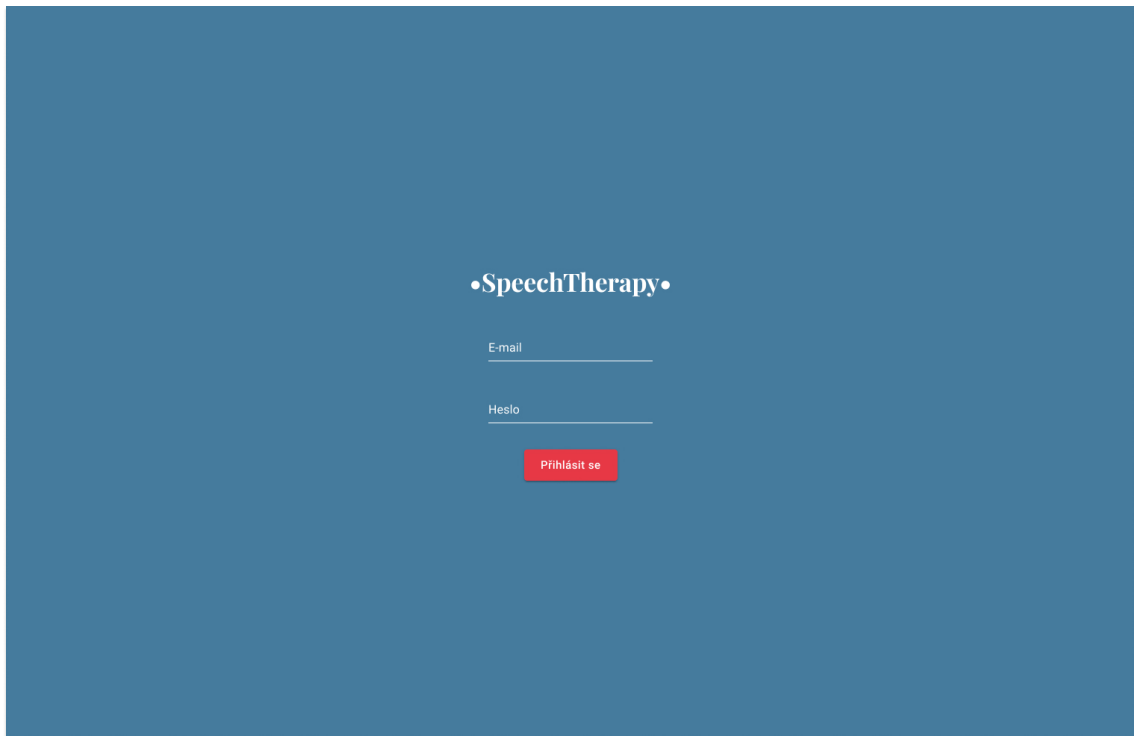
- Prihlasovanie,
- Zoznam pacientov,
- Vytvorenie účtu pre pacienta,
- Detail pacienta,
- Vytvorenie plánu.

#### Prihlasovanie

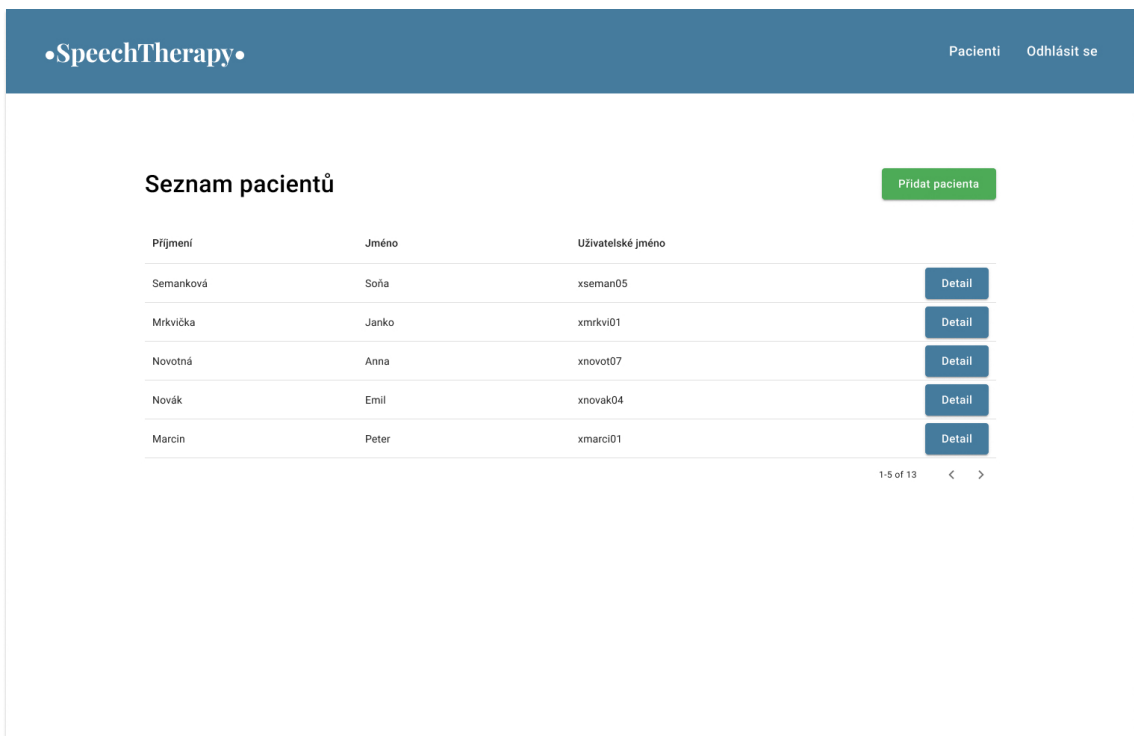
Po zadaní URL je logopéd povinný prihlásiť sa do svojho účtu zadaním e-mailovej adresy a hesla. Po zadaní prihlasovacích údajov klikne na tlačidlo *Prihlásiť se* (viď obr. 2.1).

#### Zoznam pacientov

Po prihlásení je logopéd presmerovaný na stránku, ktorá zobrazuje zoznam všetkých pacientov, ktorí už u neho majú vytvorený účet (viď obr. 2.2). Zoznam je poskytnutý formou tabuľky, v ktorej sú zobrazené základné informácie o pacientovi – meno, priezvisko a používateľské meno. Pri každom pacientovi je tlačidlo *Detail*, ktoré presmeruje používateľa na ďalšiu podstránku – *Detail pacienta*. Nachádza sa tu aj tlačidlo *Pridať pacienta*, pomocou ktorého vie logopéd vytvoriť účet novému pacientovi. V hlavičke stránky sa nachádza možnosť odhlásenia sa a presmerovanie na stránku *Zoznam pacientov*.



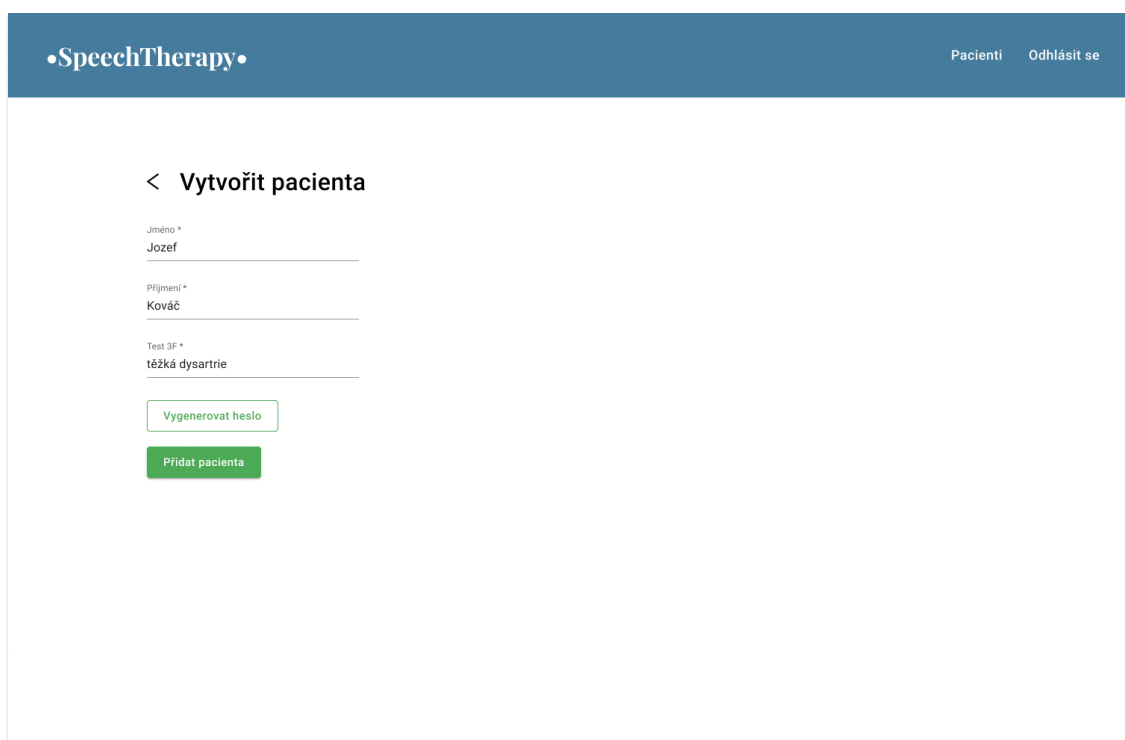
Obr. 2.1: Návrh prihlasovania do webovej aplikácie.



Obr. 2.2: Návrh zobrazenia zoznamu pacientov.

## Vytvorenie účtu pre pacienta

Aby sa zamedzilo vytvoreniu účtu používateľom, ktorý logopéda nenavštevuje a aby bol zabezpečený vzťah medzi logopédom a pacientom, vytvorenie účtu bude prebiehať vo webovej aplikácii. Tým sa tiež odstránila potreba zadávania e-mailovej adresy pacienta, keďže sa vzhľadom na charakter ochorenia očakáva, že pacienti môžu byť aj vo vyššom veku. Keďže má systém slúžiť iba ako podporný terapeutický nástroj a nie ako komplexná databáza pacientov, uchovávané budú len nevyhnutné údaje. Pri vytváraní účtu je teda potrebné zadať len meno, priezvisko a výsledok Testu 3F pacienta (viď obr. 2.3). Autentifikácia v mobilnej aplikácii bude prebiehať pomocou používateľského mena a heslo. Po vytvorení účtu sa vygeneruje používateľské meno, ktoré bude viditeľné v zozname aj detaile pacienta a jednorázovo sa zobrazí aj vygenerované heslo, aby ho pacient nemusel vpisovať do počítača pri logopédovi alebo mu ho diktovať.



The screenshot shows a mobile application interface for creating a patient account. At the top, there is a dark blue header with the text '•SpeechTherapy•' on the left and 'Pacienti Odhlásit se' on the right. Below the header, the main content area is white and contains the following elements:

- A back arrow icon followed by the title 'Vytvořit pacienta'.
- A form with three input fields:
  - The first field is labeled 'Jméno \*' and contains the text 'Jozef'.
  - The second field is labeled 'Příjmení \*' and contains the text 'Kováč'.
  - The third field is labeled 'Test 3F \*' and contains the text 'těžká dysartrie'.
- Below the form, there are two buttons:
  - A light green button labeled 'Vygenerovat heslo'.
  - A dark green button labeled 'Přidat pacienta'.

Obr. 2.3: Návrh stránky pre vytvorenie účtu pacienta.

## Detail pacienta

Po kliknutí na tlačidlo *Detail* v zozname pacientov je používateľ presmerovaný na stránku, kde sa zobrazujú osobné údaje a zoznam všetkých vytvorených terapeutických plánov pre pacienta (viď obr. 2.4). Logopéd tu vidí aj výsledok jeho posledného Testu 3F, aby mal rýchly prehľad o aktuálnom stave pacienta. V prípade zlepšenia

alebo zhoršenia dyzartrie vie výsledok jednoducho prepísať. Ak pacient zabudol heslo a z aplikácie bol odhlásený, logopéd mu vie vygenerovať nové heslo, ktoré sa rovnako zobrazí len raz.

Najdôležitejšou funkciou tejto podstránky je zoznam terapeutických plánov pacienta. V tabuľke sú zobrazené všetky plány, ktoré boli pre pacienta vytvorené. Terapeutickým plánom je v tomto prípade pomenovanie pre vybraný súbor cvičení, ktoré má pacient precvičovať v určené dni. Pri každom pláne je zobrazený počet cvičení v pláne, počet dní a priemerné hodnotenie, ktoré zadáva pacient v aplikácii po dokončení plánu. Po vytvorení nového plánu je plán aktívny, počet dokončených dní je 0 a priemerné hodnotenie plánu je prázdne.

Možnosť vytvorenia viacerých plánov poskytuje prehľadné rozdelenie cvičení do väčších celkov. Umožňuje tiež prideliť jednotlivé plány k dňom v týždni, čo môže mať pozitívny vplyv na prístup pacienta k terapii, keďže jeho celotýždenný plán nebude zahŕňať tie isté cvičenia každý deň. Aby mal logopéd prehľad o tom, ktoré cvičenia už pacient v minulosti precvičoval, nie je možné existujúci plán zmazať ani editovať. Je možné ho deaktivovať/aktivovať prepínacím tlačidlom na konci riadku tabuľky alebo ho duplikovať s možnosťou úpravy. Znemožnením mazania a editácie existujúce plánu sa tiež zachová relevantnosť hodnotenia plánu, ktoré vyplní pacient v aplikácii.

The screenshot shows the 'SpeechTherapy' web application interface. At the top, there is a dark blue header with the logo '•SpeechTherapy•' on the left and 'Pacienti Odhlásiť sa' on the right. Below the header, the main content area is white. On the left, there is a back arrow and the patient's name 'Semanková Soňa'. To the right of the name, there is a dropdown menu showing 'Test 3F' and 'těžká dysartrie'. Further right, there are two buttons: 'Vygenerovať heslo' (highlighted in green) and 'Pridať plán' (highlighted in green). Below this is a table with the following columns: 'Název plánu', 'Počet cvičení v programe', 'Počet udělaných dní', and 'Průměrné hodnocení programu'. The table contains three rows of data. Each row has two buttons: 'Zobrazit' and 'Duplikovat', followed by a toggle switch. At the bottom right of the table, there is a pagination indicator '1-3 of 13' and navigation arrows.

Název plánu	Počet cvičení v programe	Počet udělaných dní	Průměrné hodnocení programu	Zobrazit	Duplikovat	Toggle
Fonetika a fonorespirace	30	20	4	Zobrazit	Duplikovat	<input checked="" type="checkbox"/>
Faciokineze 1	20	10	5	Zobrazit	Duplikovat	<input checked="" type="checkbox"/>
Faciokineze 2	15	20	1	Zobrazit	Duplikovat	<input type="checkbox"/>

Obr. 2.4: Návrh zobrazenia detailu pacienta vo webovej aplikácii.

## Vytvorenie plánu

Po kliknutí na *Přidat plán* v detaile pacienta je používateľ presmerovaný na ďalšiu stránku, kde môže vytvoriť nový plán (viď obr. 2.5). Na základe klinického vyšetrenia vie logopéd určiť, v ktorých oblastiach reči má pacient nedostatky a vytvorí mu plán pozostávajúci z potrebných cvičení spomínaného terapeutického materiálu. Vzhľadom na časovú vyťaženosť klinických logopédov a množstvo existujúcich cvičení je spôsob vyberania cvičení do plánu navrhnutý tak, aby ich používateľ mohol vybrať po väčších celkoch s možnosťou výberu jednotlivých cvičení. Rozdelenie cvičení kopíruje terapeutický materiál nasledovne:

- I Faciokineze,
  - A Masáž obličieje,
  - B Faciokineze,
- II Fonorespirace,
  - A Respirace,
  - B Respirace při fonaci,
  - C Fonace,
  - D Cvičení pro zlepšení funkce měkkého patra,
- III Fonetika,
  - A Prozodie,
  - B Artikulace – hlásky,
  - C Artikulace – cvičení.

V tomto strome vie logopéd zaškrtnúť napríklad celú kategóriu *II Fonetika* a systém do plánu zahrnie všetky cvičenia z podkategórií *Prozodie*, *Artikulace – hlásky* a *Artikulace – cvičení*. V prípade, že má pacient problém len s hláskami a, e, i, o, u, môže používateľ rozbaľiť označenú kategóriu *Artikulace – hlásky* a odznačiť všetky ostatné hlásky. Podobne môže používateľ odznačiť celú kategóriu *Prozodie*, ak to nie je pacientova problematická oblasť.

Ako bolo spomínané, mobilná aplikácia je navrhnutá tak, aby pacient nemusel od poslednej návštevy logopéda precvičovať stále tie isté cvičenia, ale poskytuje možnosť priradiť plán k jednotlivým dňom v týždni. Z tohto dôvodu je pri vytváraní plánu povinným poľom *Dny v týždni*. Pre prehľadnosť v zozname plánov je tiež povinným poľom *Název plánu*, ktorý by mal stručne popisovať obsiahnuté cvičenia.

Keďže by výsledkom terapie malo byť zlepšenie precvičovanej oblasti, očakáva sa, že pacient po určitej dobe nebude potrebovať trénovať reč v prvotne zvolenej oblasti. Naopak je možné, že v dôsledku progresívneho charakteru PCH sa objavia problémy v inej oblasti reči. Z tohto dôvodu, ako aj z dôvodu šetrenia času logopéda, je poskytnutá možnosť duplikovať plán a následne ho upraviť. Po kliknutí na tlačidlo *Duplikovat* v zozname všetkých plánov je používateľ presmerovaný na stránku *Nový*

•SpeechTherapy• Pacienti Odhlásiť sa

< **Nový plán** Vytvoríť plán

Název programu \*  Dny v týždni \*

Faciokineze ▾

Fonorespirace ▾

Fonetika ▾

Prozodie ▾

Hlásky ▾

A

E

I

O

U

P

B

M

F

V

Obr. 2.5: Návrh stránky na vytvorenie terapeutického plánu.

*plán*, ktorý zobrazuje vybraný existujúci plán v editovacom móde (viď obr. 2.6). Logopéd tak nemusí stále vytvárať nové plány od začiatku, ale môže len odstrániť nepotrebné cvičenia alebo pridať nové. Zároveň je tak zachované hodnotenie existujúceho plánu.

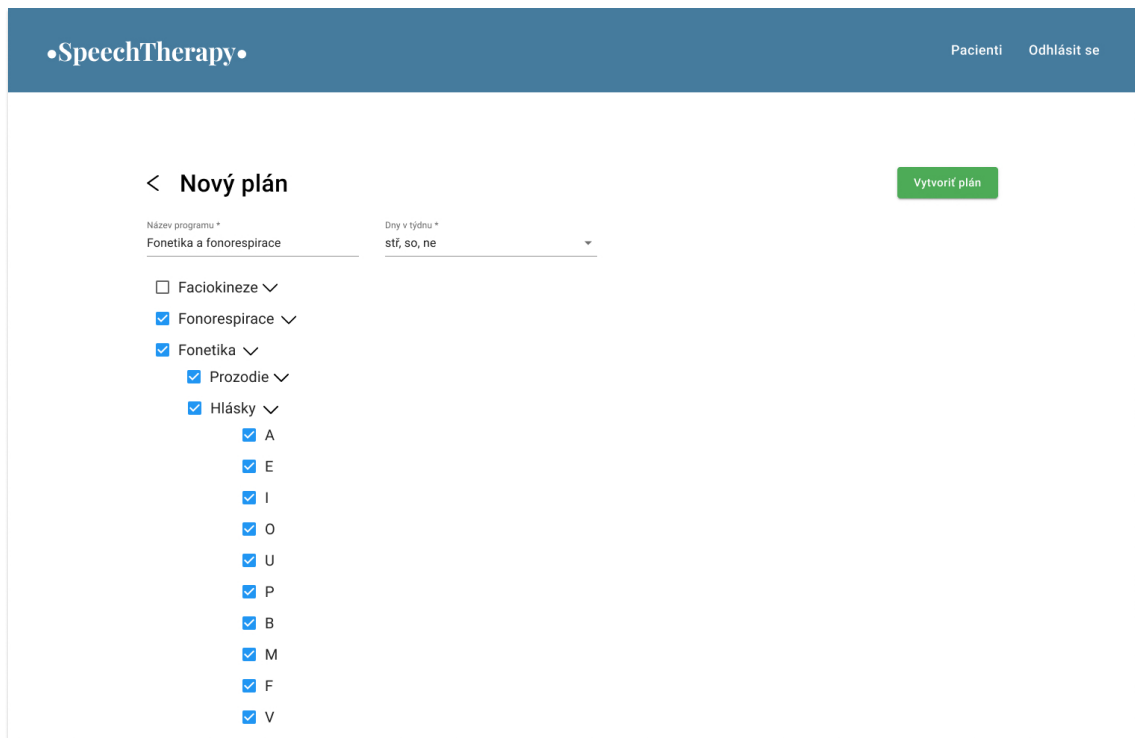
Pre jednoduché nahliadnutie do existujúceho plánu je v zozname plánov tlačidlo *Zobraziť*, po stlačení ktorého sa zobrazí existujúci plán v zobrazovacom móde (viď obr. 2.7).

### 2.1.2 Výber technológií

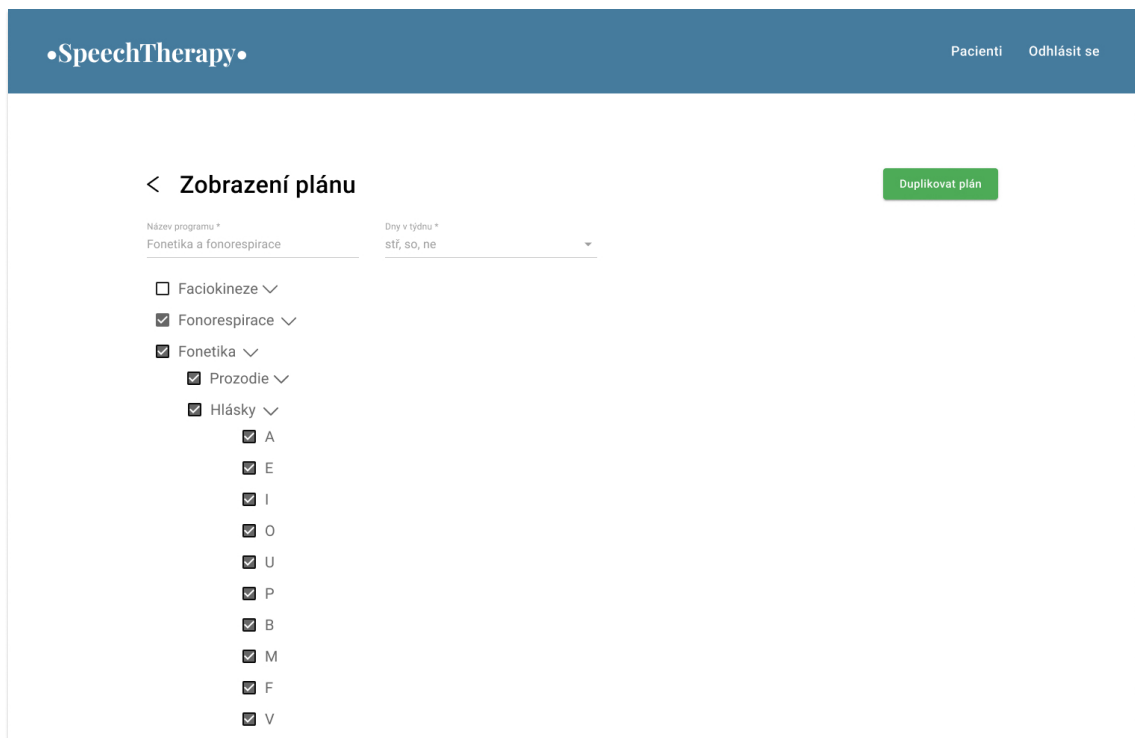
Webová aplikácia určená pre logopédov bude pozostávať z dvoch častí: backend (BE) a frontend (FE).

BE je technická časť softvérového systému, ktorá je zodpovedná za spracovanie dát, komunikáciu s databázou, autentifikáciu a poskytovanie API (Application Programming Interface) ako pre webovú, tak aj pre mobilnú aplikáciu.

Pri návrhu BE je potrebné vybrať vhodný databázový systém, ktorý slúži pre správu a organizáciu dát. Existuje mnoho typov databázových systémov, no pre tento typ webovej aplikácie sú najvhodnejšími kandidátmi relačné a NoSQL dokumentovo orientované databázové systémy. V relačnej databáze sú dáta organizované v tabulkách, ktoré sú navzájom prepojené vzťahmi. Tabuľka sa v relačnej databáze



Obr. 2.6: Návrh stránky duplikácie plánu.



Obr. 2.7: Návrh stránky pre zobrazenie existujúceho plánu.

nazýva reláciou a skladá sa z riadkov a stĺpcov, ktoré majú presne definované dátové typy. Medzi najznámejšie relačné databázy patria MySQL, PostgreSQL, Oracle Database a Microsoft SQL Server [35]. NoSQL databázové systémy sú také, v ktorých dáta nie sú uložené v tabuľkách, ale v iných dátových štruktúrach ako sú napríklad dokumenty, stĺpce, grafy alebo formou kľúč-hodnota. Ich použitie je vhodné v prípade, že dáta nie sú silno štruktúrované alebo nemajú pevne definovanú schému [36].

Keďže pre správne fungovanie mobilnej a webovej aplikácie je potrebné zabezpečiť množstvo vzťahov (napr. logopéd – pacient, pacient – terapeutický plán, plán – hodnotenie ...), najvhodnejší bude práve relačný typ databázového systému. Použitá bude relačná databáza PostgreSQL z dôvodu najširšej funkcionality a zároveň väčšej flexibility v oblasti dátových typov, škálovateľnosti a integrity údajov [37].

Pri vývoji webovej aplikácie je vhodné použiť existujúci BE framework, ktorý má preddefinovanú štruktúru, knižnice a nástroje, ktoré zjednodušujú proces vývoja. Webový server vykonáva rôzne procesy, ktoré vytvárajú dokumenty v rôznych formátoch a doručia ich používateľovi. O komunikáciu s webovým serverom sa stará práve BE framework [38]. Medzi najbežnejšie BE frameworky patria Node.js, Django a Laravel. Všetky spomenuté frameworky sú open-source, zadarmo, majú veľkú komunitu používateľov, dobrú dokumentáciu a mnoho funkcionalít. Webový framework, ktorý bude použitý pre tvorbu BE webovej a mobilnej aplikácie je Django. Výhodou Django je hlavne programovací jazyk Python, v ktorom bol napísaný. Na rozdiel od PHP (Laravel) a JavaScriptu (Node.js), je Python jazyk s jednoduchou syntaxou, čo umožňuje rýchly a efektívny vývoj.

Frontend je časť aplikácie, ktorú používatelia vidia a s ktorou interagujú pri používaní webovej stránky alebo aplikácie. Technológie používané na vývoj frontendu zahŕňajú HTML (Hypertext Markup Language) pre štruktúru stránky, CSS (Cascading Style Sheets) pre formátovanie a vzhľad a JavaScript pre interaktivitu a dynamické spracovanie dát. Užitočnou nadstavbou nad jazykom JavaScript je jazyk TypeScript, ktorý pridáva statické typovanie a ďalšie funkcionality, ktoré poznáme z objektovo orientovaného programovania. Na vývoj FE sa v súčasnosti často používajú JavaScript frameworky ako sú React.js, Angular, Vue.js alebo Svelte, ktoré umožňujú tvoriť dynamické webové aplikácie na strane klienta. Pri tejto práci bude použitý FE framework React.js v kombinácii s jazykom TypeScript kvôli skúsenostiam autorky práce s týmito technológiami.

## 2.2 Mobilná aplikácia

Samotná terapeutická aplikácia je určená pre vzdialenú terapiu dyzartrie a jej cieľovými používateľmi sú samotní pacienti, ktorí už boli diagnostikovaní. Aplikácia

bude navrhnutá tak, aby ju mohli používať pacienti v domácej starostlivosti, ale aj pacienti, ktorí sú v lôžkovej starostlivosti v nemocnici za pomoci logopéda alebo iného zdravotného personálu. Bude navrhnutá tak, aby jej používanie bolo čo najjednoduchšie, intuitívne, ale hlavne efektívne. Cieľom aplikácie je motivovať pacientov pacientov k pokračovaniu v terapii, sprístupniť terapiu všetkým, čo ju potrebujú, odstrániť nevýhody tlačenej formy a umožniť vykonávať terapiu odkiaľkoľvek a kedykoľvek.

## 2.2.1 Dizajn a funkcionlita

Rovnako ako webová aplikácia bolo grafické používateľské rozhranie mobilnej aplikácie navrhnuté pomocou programu Figma. Mobilná aplikácia sa skladá z týchto stránok:

- Prihlasovanie,
- Moje plány,
- Mŕj profil,
- Úvodné pokyny,
- Cvičenia.

### Prihlasovanie

Za pomoci logopéda si pacient stiahne aplikáciu do svojho mobilného telefónu alebo tabletu už v ambulancii, kde mu logopéd vo webovej aplikácii vytvorí účet a vygeneruje prihlasovacie meno a heslo. Po zapnutí aplikácie sa zobrazí úvodná obrazovka, kde pacient zadá vygenerované meno a heslo a stlačí tlačidlo *Prihlásiť se* (viď obr. 2.8).

### Moje plány

Po prihlásení sa pacientovi zobrazí obrazovka *Moje plány*. Na obrazovke sú zobrazené plány v aktuálnom časovom období, ktoré logopéd vytvoril vo webovej aplikácii.

Na obrazovke je pri jednom z dní štítok *dnes*, ktorý označuje aktuálny deň. Na obrázku obr. 2.9 je aktuálnym dňom streda, a preto je v tomto dni aktívne tlačidlo *Začít cvičení*.

Pri dňoch, ktoré už pacient dokončil je zelený štítok *Dokončeno* a pri dňoch, ktoré pacient preskočil svieti červený štítok s textom *Nedokončeno*.

Keďže jedným z cieľov tejto aplikácie je motivácia pacienta k terapii, bol vytvorený skórovací systém, ktorý zobrazuje počet dní, ktoré pacient dokončil bez vynechania. Keďže život pacienta s PCH je náročný z fyzického, psychologického aj sociálneho hľadiska, je očakávané, že nastanú dni, kedy pacient terapeutické cvičenia

nevykoná. Ak by pacient v určitý deň nevykonával terapiu a skóre by mu hneď kleslo na nulu, mohlo by ho to demotivovať. Preto bola navrhnutá možnosť cvičenie do štyroch dní dokončiť bez toho, aby skóre kleslo na nulu. Z tohto dôvodu sa bude pacientovi vždy zobrazovať aktuálny deň, štyri predchádzajúce dni a štyri nasledujúce dni.



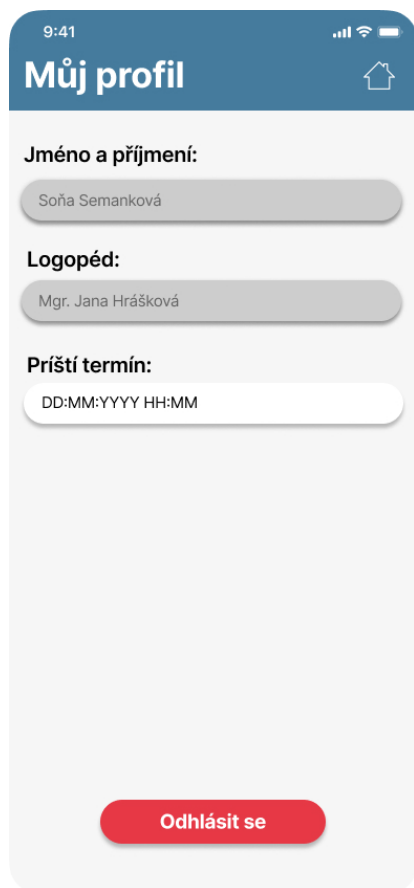
Obr. 2.8: Návrh prihlasovania do mobilnej aplikácie.



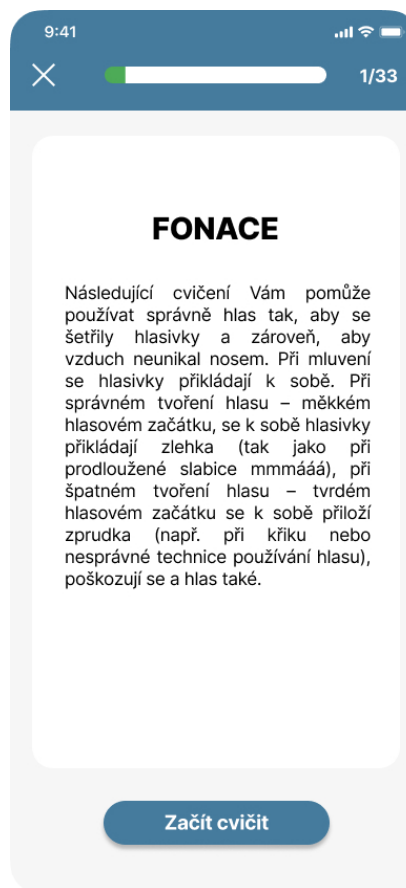
Obr. 2.9: Návrh obrazovky *Moje plány*.

## Můj profil

V pravom hornom rohu sa zobrazuje ikona profilu, ktorá používateľa presmeruje na stránku *Můj profil* (viď obr. 2.10). Na tejto stránke sa zobrazujú needitovateľné polia meno a priezvisko a meno logopéda. Nachádza sa tu tiež pole, do ktorého si môže pacient zapísať termín najbližšej návštevy logopéda, možnosť odhlásenia sa a ikona *domov*, ktorá ho presmeruje naspäť na obrazovku *Moje plány*.



Obr. 2.10: Návrh profilu pacienta.



Obr. 2.11: Návrh zobrazenia úvodných pokynov.

## Úvodné pokyny

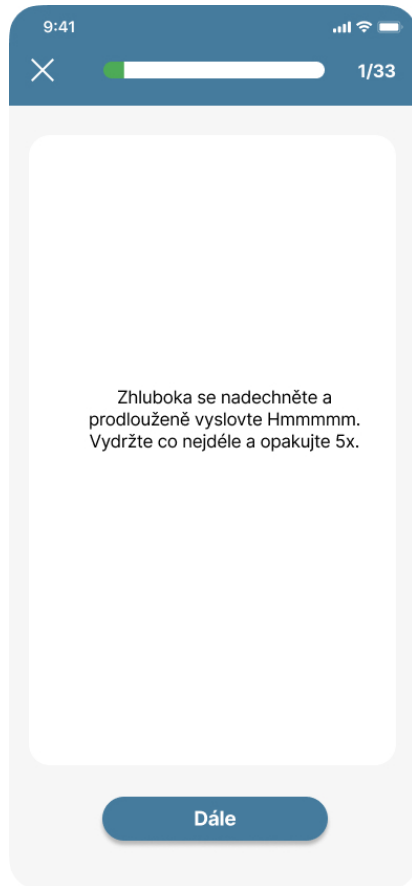
Po spustení cvičenia na domovskej stránke sa v aplikácii spustí režim tréningu. Každá z kategórií 3F má svoje podkategórie, pri ktorých sú v terapeutickom materiále napísané pokyny. Podkategórií je dokopy 9 a plán môže obsahovať cvičenia z každej z nich. V uvedenom príklade na obr. 2.11 má pacient v danom dni precvičovať terapeutický plán, v ktorom logopéd vybral cvičenia z podkategórií fonácia a respirácia. Plán sa začína podkategóriou *Fonace*, preto sú pred týmito cvičeniami zobrazené pokyny z tejto oblasti.

## Cvičenia

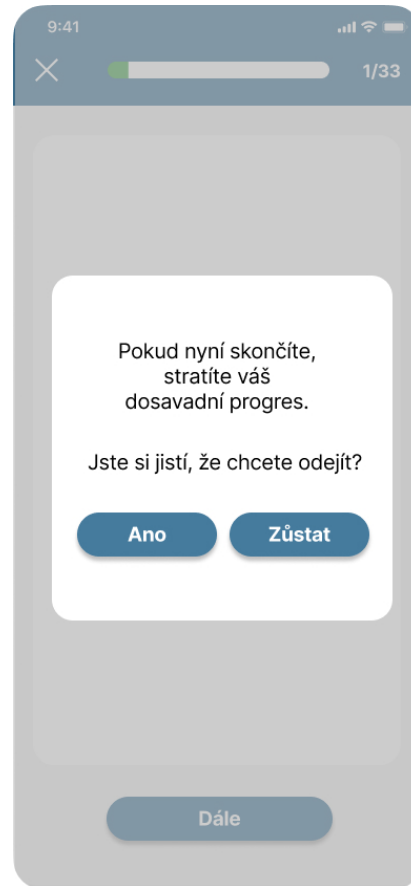
Po prečítaní úvodných pokynov používateľ klikne na tlačidlo *Začít cvičení* a zobrazí sa mu prvá úloha (viď obr. 2.12). Po dokončení cvičenia používateľ klikne na tlačidlo *Dále* a zobrazí sa nasledujúce cvičenie. Na hornej lište sa zobrazuje grafický ukazovateľ pokroku a číslo vykonávaného cvičenia zo všetkých cvičení. Keď pacient dokončí cvičenia z aktuálnej kategórie (v tomto prípade fonácia), zobrazia sa pokyny

k ďalšej kategórii cvičení.

V ľavom hornom rohu je tlačidlo X, pomocou ktorého môže pacient ukončiť tréning. Po jeho stlačení sa zobrazí vyskakovacie okno, ktoré používateľa upozorní, že v prípade ukončenia tréningu sa mu neuloží doterajší progres. Po potvrdení ukončenia je používateľ presmerovaný na domovskú obrazovku.



Obr. 2.12: Príklad cvičenia.



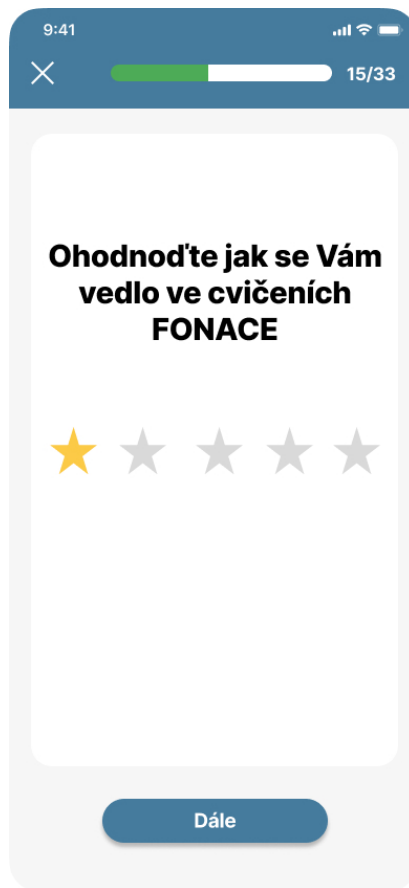
Obr. 2.13: Návrh ukončenia cvičenia.

Po dokončení tréningu aplikácia požiada používateľa o svoje hodnotenie na stupnici od 1 do 5 (viď obr. 2.14). Keďže niektorí pacienti netrénujú sami, ale pomáha im pri tom logopéd, príbuzný alebo zdravotný personál, môžu toto hodnotenie vykonať za nich.

## 2.2.2 Výber technológií

Existujú dva hlavné prístupy k vývoju mobilných aplikácií: natívny a multiplatformový.

Natívne aplikácie sú vyvíjané špecificky pre konkrétny operačný systém, napríklad Android alebo iOS. Vývoj natívnych aplikácií vyžaduje znalosť jazykov prog-



Obr. 2.14: Návrh hodnotenia cvičenia.

ramovacieho jazyka a nástrojov, ktoré sú typické pre každý operačný systém (Java alebo Kotlin pre Android, Swift alebo Objective-C pre iOS). Výhodou natívneho prístupu je plná integrácia s danou platformou a prístup k všetkým funkcionalitám zariadenia.

Multiplatformový prístup umožňuje vývoj systému, ktorý môže byť následne použitý na viacerých operačných systémoch. Takéto riešenie zvyčajne ponúka nižšiu nákladnosť a rýchlejší vývoj, keďže nie je potrebné vytvárať a udržiavať dva odlišné kódy pre Android a iOS. Pre vývoj takýchto aplikácií sú dostupné frameworky ako Flutter, React Native, Xamarin alebo Ionic.

Je potrebné zabezpečiť, aby bola aplikácia dostupná pre všetkých pacientov bez ohľadu na operačný systém ich zariadení. Výber multiplatformového riešenia môže prispieť k efektívnemu vývoju, jednoduchšej údržbe kódu a rýchlejšiemu doručeniu aplikácie.

Vzhľadom na to, že webová aplikácia bude vyvíjaná vo frameworku React, ktorý je syntaxou a funkcionalitou podobný frameworku React Native, bude z dôvodu vyššej efektivity práce pre vývoj mobilnej aplikácie použitý framework React Native.

## 3 Serverová časť aplikácií

Serverovú časť aplikácie je zodpovedná za logiku, spracovanie dát, poskytovanie aplikačné programovacie rozhranie (API), autentifikáciu, autorizáciu používateľov a ďalšie kľúčové funkcie, ktoré nie sú viditeľné pre koncového používateľa. Server prijíma požiadavky od klienta, spracováva ich, komunikuje s databázou a vracia späť odpovede, ktoré používateľské rozhranie následne zobrazuje používateľovi. Táto kapitola sa zaoberá návrhom a implementáciou serverovej časti, ktorá je spoločná pre webovú aj mobilnú aplikáciu.

Keďže pre svoju činnosť potrebujú aplikácie ukladať a spravovať dáta, v prvej časti tejto kapitoly bude navrhnutá databáza reprezentovaná pomocou entitno-relačného modelu. Pre realizáciu databázy bude využitý framework Django, ktorý obsahuje Object-Relational Mapping (ORM). ORM umožňuje definovať databázové modely priamo v kóde a zjednodušuje prácu s databázou.

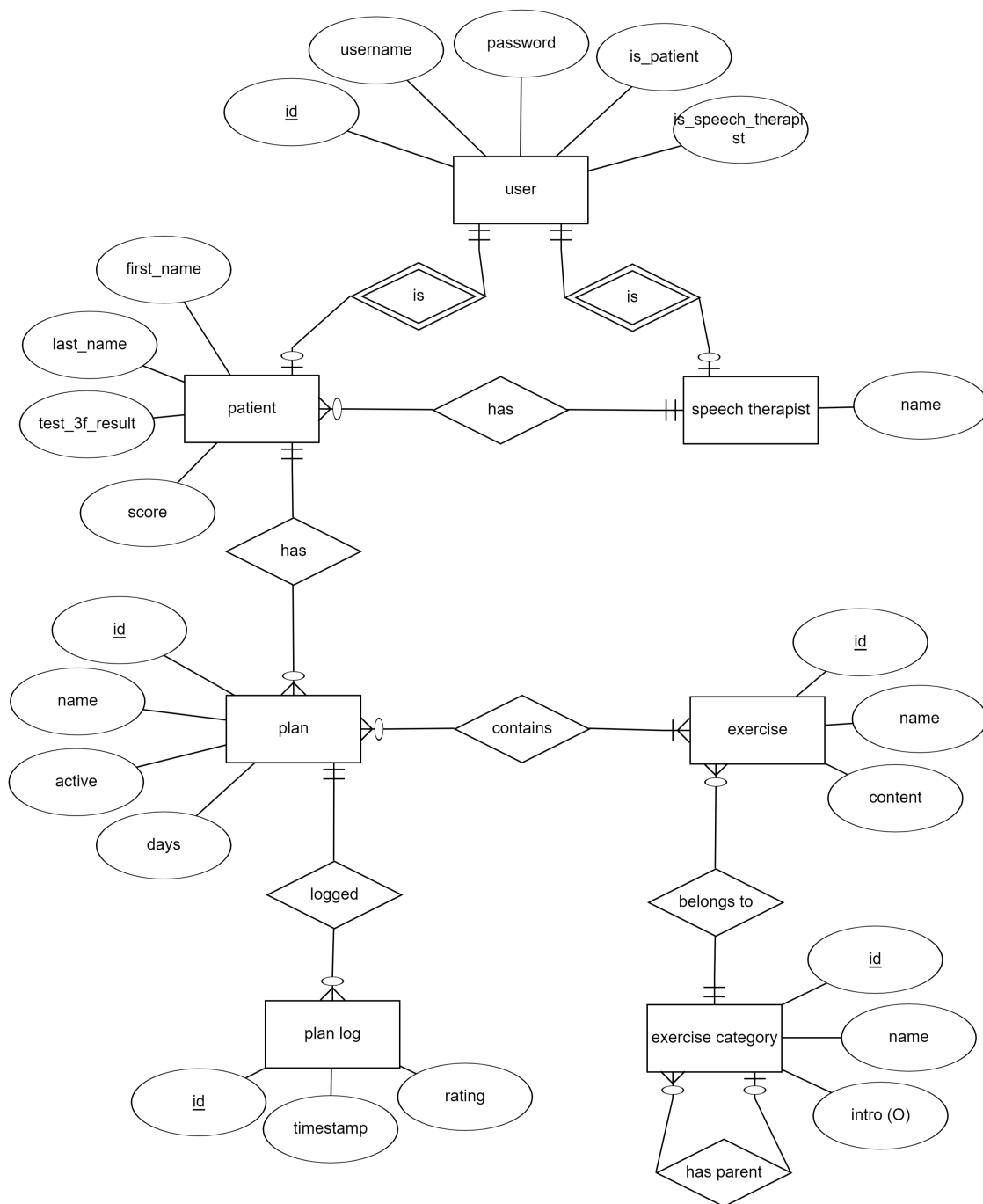
Aby bolo obom aplikáciám umožnené komunikovať s databázou, je potrebné vytvoriť API. V druhej časti tejto kapitoly bude priblížená implementácia API pomocou spomínaného frameworku Django. Ďalej budú navrhnuté a implementované endpointy, ktoré slúžia na prístup k dátam v databáze a tiež ich zapisovanie do databázy.

Všetky dáta, ktoré API poskytuje, musia byť prístupné len používateľom s adekvátnymi právami. Na zabezpečenie prístupu bude použitý JSON Web Token (JWT). JWT tokeny umožňujú overovať totožnosť používateľov a zabezpečiť, že iba autorizovaní používatelia môžu pristupovať k citlivým údajom alebo vykonávať určité operácie. Tejto problematike bude venovaná tretia časť tejto kapitoly.

### 3.1 Databáza

Na základe návrhu z kapitoly 2 bol navrhnutý entitno-relačný model databázy (ERD) viditeľný na obr 3.1, v ktorom sú zadefinované potrebné entity, ich atribúty a vzťahy medzi nimi. Okrem navrhnutých entít obsahuje skutočná databáza aj entity automaticky vygenerované frameworkom Django.

Entita *user* predstavuje všetkých používateľov, ktorí už v databáze existujú. Všetci používatelia majú atribúty potrebné na prihlasovanie (používateľské meno a heslo), unikátny identifikátor a boolean atribúty určujúce, či je daný používateľ pacient prihlasujúci sa do mobilnej aplikácie alebo logopéd prihlasujúci sa do webovej aplikácie. Atribút *username* predstavuje v prípade logopéda emailovú adresu a v prípade pacienta automaticky vygenerované používateľské meno pozostávajúce z jeho mena a priezviska. Samotná entita *patient* obsahuje atribúty potrebné pre vytvorenie účtu pacienta (meno, priezvisko, výsledok testu 3F) a aktuálne skóre



Obr. 3.1: Entitno-relačný model databázy.

neprerušených dní vykonávania terapie. Každý pacient musí mať len jedného logopéda, naopak jeden logopéd môže mať viacero pacientov (vzťah 1:M). Každý pacient môže mať priradené plány, ktoré predstavuje entita *plan*. V pláne sa nachádza informácia o tom, či je daný plán aktívny alebo neaktívny, ktorým dňom v týždni je priradený, jeho názov a unikátny identifikátor. Po dokončení plánu v aplikácii sa vytvorí záznam o tom, kedy bol plán dokončený a ako ho pacient ohodnotil. Tento

záznam predstavuje entita *plan log*. Keďže pacient plán opakuje na pravidelnej báze a s každým jeho dokončením sa vytvorí nový záznam, ich vzťah je určený vzťahom 1:M. Pre prehľadné zobrazenie cvičení v oboch aplikáciach bolo potrebné vytvoriť entitu cvičenie, ktorá patrí do entity kategória. V entite cvičenia (*exercise*) sa nachádza okrem jeho názvu samotný obsah cvičenia a v entite kategória (*category*) sa nachádza jej názov a úvodné inštrukcie. Aby bolo zaistené, že kategória môže byť podkategóriou inej, bol tu využitý rekurzívny vzťah.

### 3.1.1 Dátové modely

V súbore `models.py` sú definované jednotlivé dátové modely. Na základe návrhu ERD boli vytvorené triedy modelov, kde sa jednotlivým entitám priradili ich atribúty, typy, obmedzenia a boli medzi nimi určené vzťahy. Následne framework Django zabezpečil premietnutie všetkých modelov do databázy a vytvorenie adekvátnych tabuliek. Tento prístup nielenže zjednodušuje proces tvorby databázy, ale aj zabezpečuje konzistenciu a integritu dát. Vo výpise 3.1 je príklad vytvorenia triedy záznamu plánu. Na začiatku bol vytvorený atribút hodnotenie, ktorý má predvolenú hodnotou 1 a je obmedzený na intervale od 1 do 5. Následne bol vytvorený atribút, ktorý nesie informáciu o časovom údají, kedy bol záznam spravený. Okrem toho bol zadaný vzťah medzi plánom a záznamom plánu.

```
class PlanLog(models.Model):
    rating = models.IntegerField(default=1, validators=[
        MinValueValidator(1),
        MaxValueValidator(5)])
    timestamp = models.DateTimeField(default=timezone.now)
    plan = models.ForeignKey(
        Plan, on_delete=models.CASCADE, related_name="logs")
```

Výpis 3.1: Príklad vytvorenia dátového modelu.

## 3.2 Aplikačné programovacie rozhranie

Pre implementáciu API bola využitá knižnica Django REST Framework, ktorá je nadstavbou nad frameworkom Django. Táto knižnica poskytuje rôzne triedy a funkcionality, ktoré výrazne uľahčujú tvorbu API. Medzi hlavné funkcionality patria:

- **Serializers** – umožňujú jednoducho prevádzať komplexné dátové typy, ako sú querysety a modelové inštancie, na dátové formáty ako JSON,
- **ViewSets** – umožňujú jednoducho definovať operácie na modeloch,
- **Permissions** – zabezpečujú autorizáciu používateľov,

- **Routers** – automaticky generujú URL cesty pre API,
- **Pagination** – automaticky pridáva stránkovanie do zoznamových API.

*Serializers* sú definované v súbore `serializers.py`. Vo výpise 3.2 je zobrazený príklad triedy *Serializer* pre model záznamu plánu, ktorý bol vytvorený kódom 3.1.

```
class PlanLogSerializer(serializers.ModelSerializer):
    class Meta:
        model = PlanLog
        fields = ['rating', 'plan', 'timestamp']
```

Výpis 3.2: Príklad triedy *Serializer*.

*ViewSet*s umožňujú spravovať operácie pre listovanie, vytváranie, zobrazovanie, upravovanie a mazanie inštancií modelov v jednej triede. *Views* sú viac špecifické a poskytujú jemnejšiu kontrolu nad jednotlivými operáciami. Triedy *Views* a *ViewSet*s sú definované v súbore `views.py`. Vo výpise 3.3 je uvedený jednoduchý príklad vytvorenia triedy `PlanLogCreateView`, ktorá zabezpečuje funkcionality vytvárania záznamu plánu. Na začiatku je zabezpečené, aby záznam plánu mohol vytvoriť len pacient, ďalej je vybraná množina všetkých objektov záznamov plánov a definovaný predom vytvorená trieda *Serializer*.

```
class PlanLogCreateView(generics.CreateAPIView):
    permission_classes = [permissions.IsAuthenticated,
                          IsPacient]
    queryset = PlanLog.objects.all()
    serializer_class = PlanLogSerializer
```

Výpis 3.3: Príklad triedy *View*.

Samotné API sa definuje vytvorením URL ciest v súbore `urls.py` a priradením zodpovedajúcich *ViewSet*s alebo *Views*, alebo je možné použiť *Router*, ktorý zoskupuje cesty a zjednodušuje ich správu. Príklad vytvorenia endpointu pre vytvorenie záznamu plánu je vo výpise 3.4. Prehľad všetkých definovaných endpointov sa nachádza v tabuľke 3.1. Cesty týchto endpointov sa začínajú prefixom `/api/v1`.

```
urlpatterns = [
    ...
    path('plan-logs/', views.PlanLogCreateView.as_view(),
          name='plan-logs'),
    ...
    *router.urls
]
```

Výpis 3.4: Príklad definovania API endpointu.

Tab. 3.1: Prehľad všetkých API endpointov.

<b>Endpoint</b>	<b>Metóda</b>	<b>Práva</b>	<b>Doplňujúce informácie</b>
/patients	GET	logopéd	výpis všetkých pacientov logopéda, ktorý posiela požiadavku
/patients	POST	logopéd	vytvorenie pacienta priradeného logopédovi, ktorý posiela požiadavku
/patients/{id}	GET	logopéd	informácie o konkrétnom pacientovi
/patients/{id}	PATCH	logopéd	úprava hesla a výsledku testu 3F konkrétneho pacienta
/patients/me	GET	pacient	informácie o pacientovi, ktorý posiela požiadavku
/patients/score	GET	pacient	skóre pacienta, ktorý posiela požiadavku
/plans	GET	logopéd	výpis všetkých plánov pacienta špecifikovaného parametrom dopytu <code>patient={id}</code>
/plans	POST	logopéd	vytvorenie nového plánu
/plans/{id}	GET	logopéd	informácie o konkrétnom pláne
/plans/{id}	PATCH	logopéd	úprava toho, či je konkrétny plán aktívny
/plans/{id}/exercises	GET	pacient	výpis cvičení v konkrétnom pláne aj s ich obsahom
/token	POST	ktokoľvek	autentifikácia pomocou mena a hesla
/token/refresh	POST	ktokoľvek	obnovenie tokenov zaslaním refresh tokenu
/exercise-categories	GET	logopéd	výpis stromového zoznamu všetkých kategórií a ich cvičení
/plan-logs	POST	pacient	vytvorenie nového záznamu dokončenia plánu pacientom
/dashboard	GET	pacient	výpis plánov pre aktuálne obdobie pacienta, ktorý posiela požiadavku

### 3.3 Autentifikácia a autorizácia

Pre zabezpečenia autentifikácie a autorizácie používateľov bol použitý štandard JWT, ktorý zabezpečuje efektívnu a bezpečnú výmenu údajov medzi klientom a serverom pomocou digitálneho podpisu. JWT token sa skladá z troch častí: hlavička, payload a podpis, vo formáte `xxxxx.yyyyy.zzzzz` [39]. Na implementáciu JWT bola použitá knižnica `django-rest-framework-simplejwt`. Táto knižnica poskytuje všetky potrebné funkcionality na prácu s JWT tokenmi v Django, vrátane generovania, overovania a obnovovania tokenov.

Existujú dva typy tokenov:

- access token – krátkodobý token, ktorý sa používa na autorizáciu väčšiny požiadaviek,
- refresh token – dlhodobější token, ktorý sa používa na obnovu access tokenu po jeho expirácii.

Pre prácu s tokenmi boli vytvorené dva endpointy spomenuté v tabuľke 3.1. Dĺžka expirácie je nastavená v súbore `settings.py` pre access token na 180 minút a refresh token 50 dní. Časť tokenu payload bola rozšírená o dva údaje `is_patient` a `is_speech_therapist`. Tieto boolean hodnoty umožňujú klientovi rozlišovať, či má používateľ prístup do administratívneho rozhrania alebo do mobilnej aplikácie.

Po zadaní prihlasovacích údajov ich server overí a v prípade úspechu vygeneruje a odošle naspäť access token a refresh token. S každou ďalšou používateľovou požiadavkou sa v hlavičke požiadavky posiela access token. Po expirácii access tokenu server vráti chybu 401. Následne klient pošle požiadavku na obnovenie tokenov. V prípade, že je refresh token stále platný, server naspäť vráti oba obnovené tokeny. V opačnom prípade, ak je expirovaný aj refresh token, používateľ musí opäť zadať prihlasovacie údaje.

## 4 Grafické používateľské rozhranie

Frontend je časť aplikácie zodpovedá za zobrazovanie dát koncovému používateľovi formou grafického používateľského rozhrania (GUI). Táto kapitola je rozdelená do dvoch častí, v ktorých sú priblížené technológie použité pre implementáciu GUI, autentifikácia, autorizácia a implementácia rozhraní webovej a mobilnej aplikácie. Návrhy týchto rozhraní, ktoré boli použité v nasledovných implementáciách, boli vytvorené v kapitole 2.

### 4.1 Webová aplikácia

Ako bolo navrhnuté v podkapitole 2.1.2, klientskej časti webovej aplikácie bolo implementované pomocou frameworku React.js a jeho rozšírenia Next.js v programovacom jazyku TypeScript. Next.js ponúka jednoduchý spôsob definovania ciest, vykresľovanie na strane servera a efektívne využitie medzipamätí, ktoré znižujú čas načítania stránky a tak zlepšujú jej výkon [40]. Pre vývoj grafickej časti administratívneho rozhrania bola použitá knižnica Material UI a jej komponenty.

#### 4.1.1 Autentifikácia a autorizácia

Autentifikácia je realizovaná pomocou JWT tokenov, ktoré boli popísané v podkapitole 3.3.

Proces prihlasovania začína tým, že používateľ zadá svoj email a heslo na prihlasovacej stránke. Tieto údaje sú následne odoslané na endpoint `/token`, kde sú overené. Ak sú prihlasovacie údaje správne, server vygeneruje access token a refresh token, ktoré sú vrátené klientovi.

Po získaní tokenov sa z access tokenu extrahujú údaje a kontroluje sa, či má používateľ rolu logopéda. Ak používateľ nie je logopéd, prístup je odmietnutý. Ak používateľ rolu logopéda má, pokračuje sa v prihlásení. Access token a refresh token sú uložené do dvoch rôznych cookies, pričom každému cookie je nastavená doba expirácie zodpovedajúca dobe expirácie príslušného tokenu, ktorá je určená v payloade tokenu.

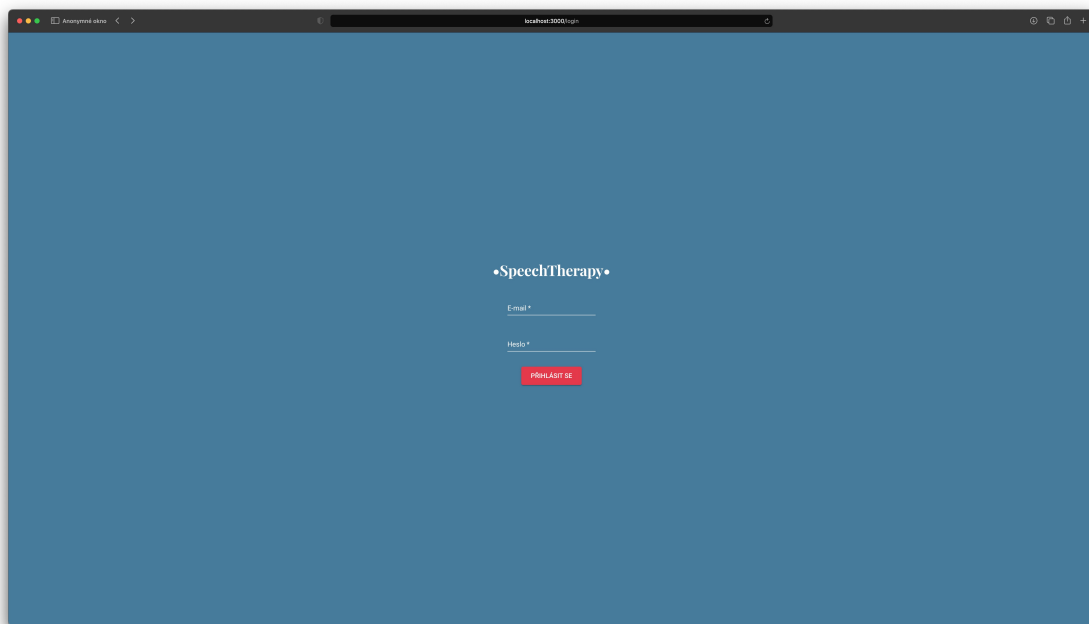
Pri každej ďalšej požiadavke middleware v Next.js kontroluje, či existujú cookies s tokenmi. Ak access token exspiroval (cookie neexistuje), ale refresh token je stále platný, middleware automaticky pošle požiadavku na endpoint `/token/refresh` pre získanie nových tokenov. Ak sa obnova tokenov podarí, nové tokeny sa uložia do cookies a používateľ zostáva prihlásený. Ak obnova zlyhá lebo neexistuje ani refresh cookie, používateľ je automaticky odhlásený.

Na základe týchto podmienok middleware umožňuje používateľovi prístup k všetkým administračným stránkam, ak sú splnené podmienky prihlásenia. Ak podmienky nie sú splnené, používateľ je odhlásený a prístup je zamietnutý.

## 4.1.2 Implementovaná webová aplikácia

Webová aplikácia bola implementovaná podľa návrhu z podkapitoly 2.1.1, kde je jej funkcionality bližšie popísaná a odôvodnená.

Po zadaní URL sa logopédovi zobrazí prihlasovacia stránka (viď obr. 4.1). Po zadaní emailovej adresy a hesla klikne na tlačidlo *PŘIHLÁŠIT SE* a zavolá sa GET požiadavka na endpoint `/token`.

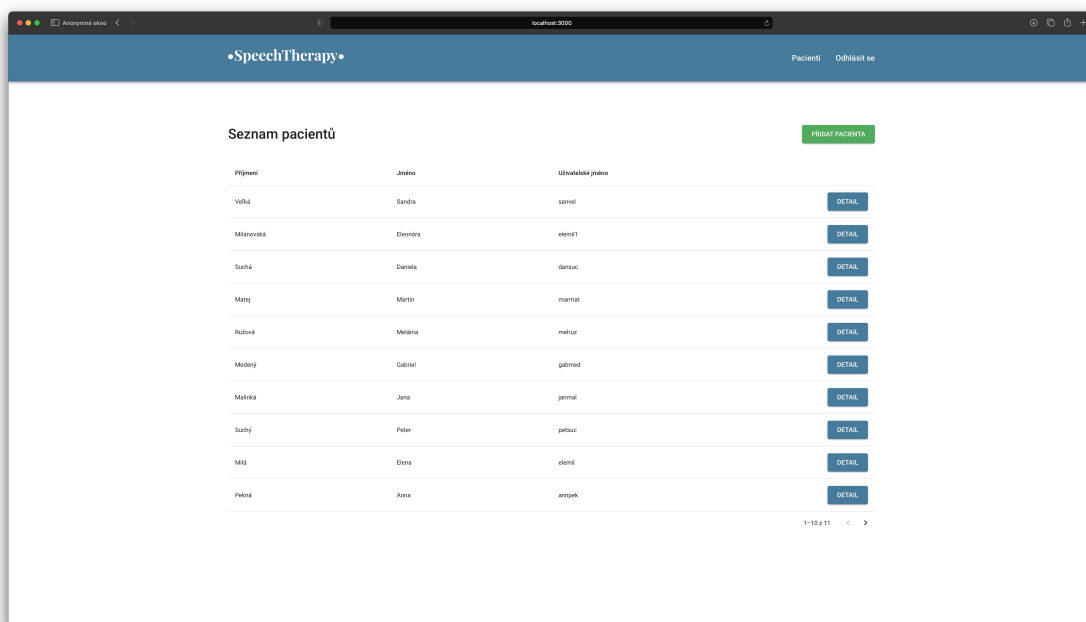


Obr. 4.1: Prihlasovanie do webovej aplikácie.

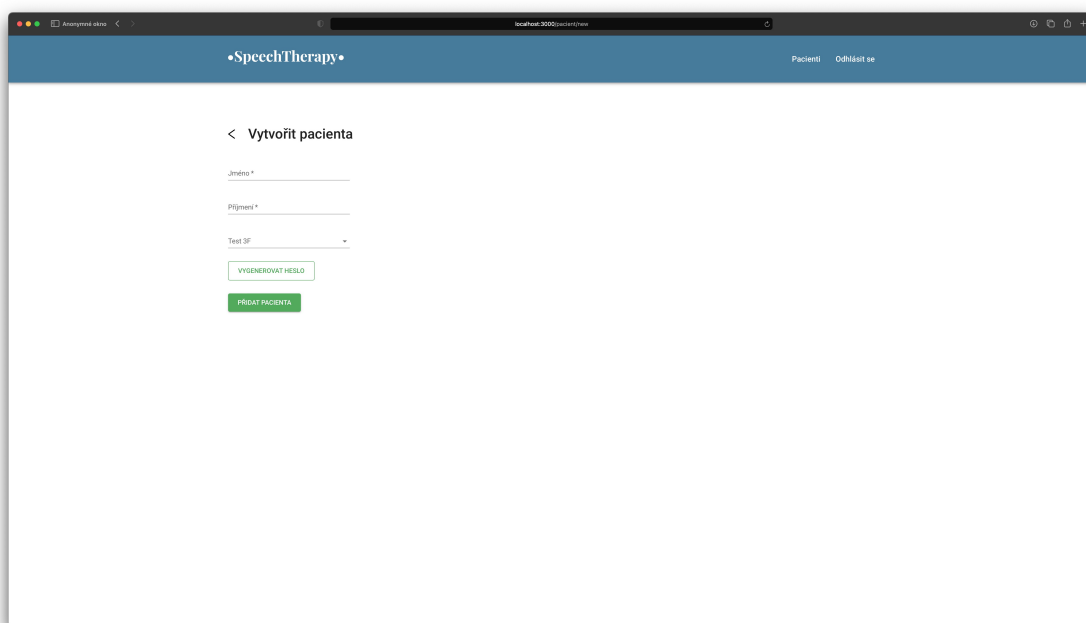
Po úspešnom prihlásení je logopéd presmerovaný na stránku *Seznam pacientů* (viď obr. 4.2) a zavolá sa GET požiadavka na endpoint `/patients`, ktorá vráti všetkých pacientov daného logopéda.

Po kliknutí na tlačidlo *PŘIDAT PACIENTA* je logopéd presmerovaný na stránku *Vytvořit pacienta* (viď obr. 4.3). Po vyplnení povinných údajov *Jméno*, *Příjmení* a *Test 3F* je logopéd povinný vygenerovať pacientovi heslo, s ktorým sa bude pacient prihlasovať do mobilnej aplikácie.

Kliknutím na tlačidlo *VYGENEROVAT HESLO* sa na stránke zobrazí nové needitovateľné pole *Heslo*, ktoré sa generuje len na strane klienta (viď obr. 4.4). Po kliknutí na tlačidlo *Přidat pacienta* sa pošle POST požiadavka na endpoint `/patients`,



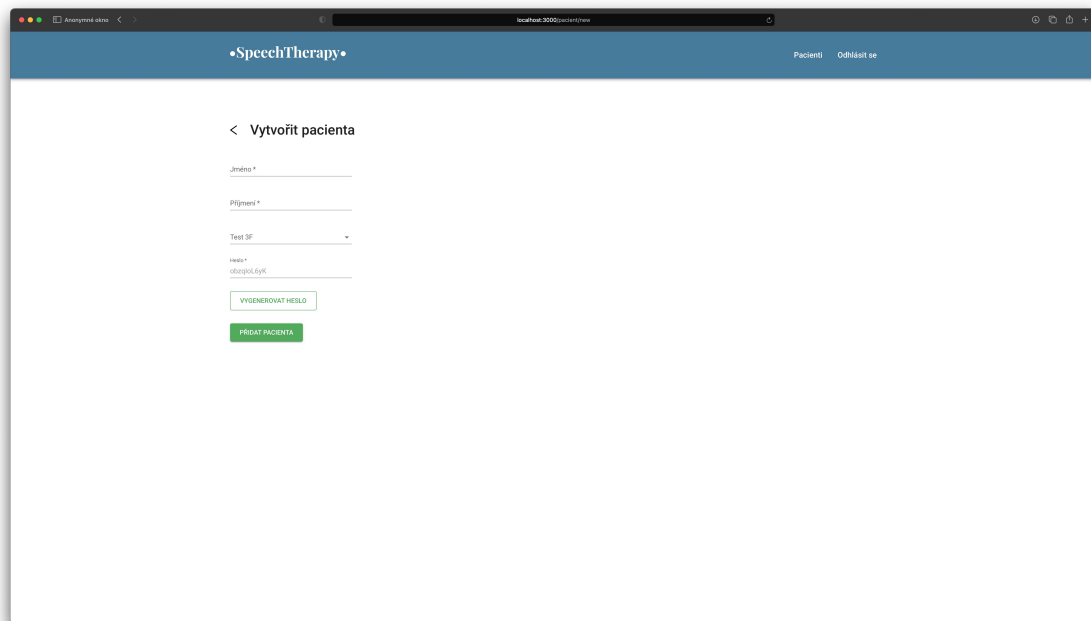
Obr. 4.2: Stránka *Seznam pacientů*.



Obr. 4.3: Stránka *Vytvořit pacienta*.

v ktorého tele sa okrem spomenutých povinných údajov pošle aj vygenerované heslo a zároveň sa používateľovi vygeneruje unikátne používateľské meno pozostávajúce z prvých troch písmen mena a priezviska. V prípade, že používateľské meno už existuje, na koniec reťazca sa pridá číslo 1. Ak už existuje aj také používateľské meno,

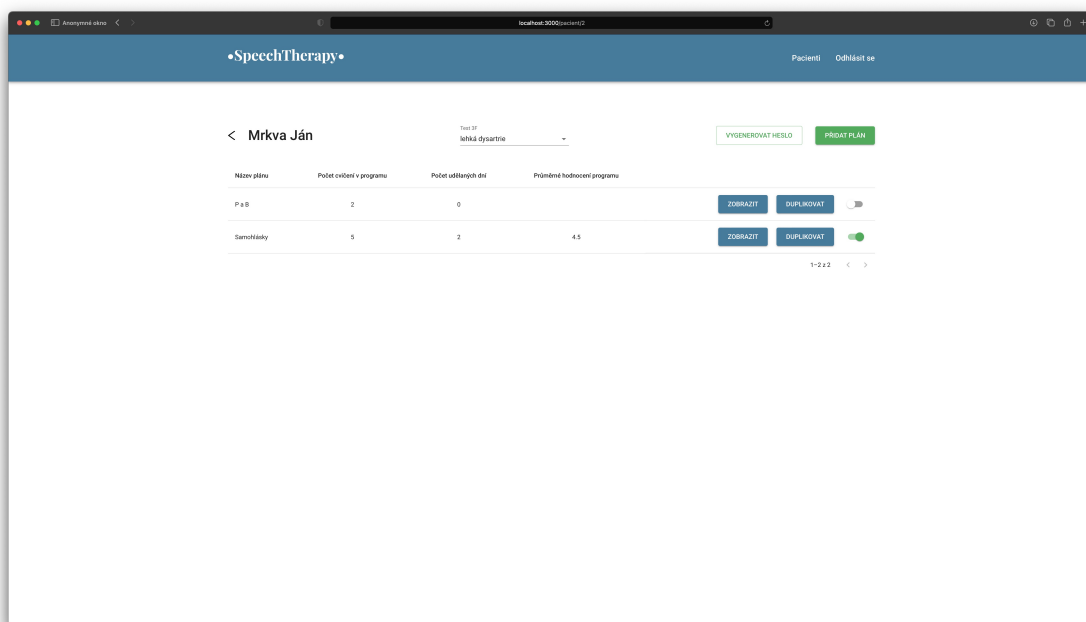
číslo na konci reťazca sa inkrementuje. Vygenerované používateľské meno je viditeľné na stránke *Seznam pacientů*.



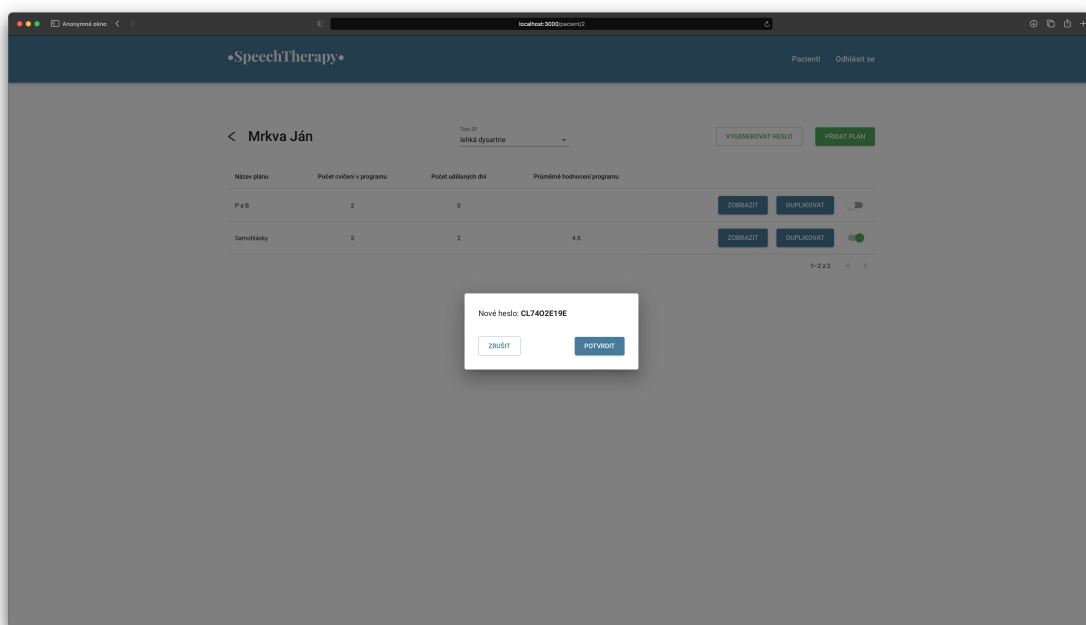
Obr. 4.4: Stránka *Vytvořit pacienta* po vygenerování hesla.

Zo stránky *Seznam pacientů* je po kliknutí na tlačidlo *DETAIL* logopéd presmerovaný na stránku konkrétneho pacienta (viď obr. 4.5). Vtedy sa zavolá GET požiadavka na endpoint `/patients/{id}`, kde *id* je unikátny identifikátor daného pacienta. Následne sa zavolá aj GET požiadavka na endpoint `/plans`, ktorá musí obsahovať parameter dopytu – identifikátor daného pacienta. Odpoveď tejto požiadavky sa použije pri zobrazení tabuľky všetkých plánov, ktoré boli pacientovi vytvorené. Tabuľka zobrazuje aj informácie o počte cvičení v danom pláne, kolkokrát pacient daný plán dokončil a priemerné hodnotenie plánu. Na tejto stránke môže logopéd editovať výsledok testu 3F a vygenerovať mu nové heslo. Po kliknutí na tlačidlo *VYGENEROVAT HESLO* sa zobrazí modálne okno, v ktorom je potrebné potvrdiť zmenu hesla (viď obr. 4.6). Po potvrdení zmeny sa pošle PATCH požiadavka na endpoint `/patients/{id}`. Táto požiadavka sa tiež pošle v prípade, že logopéd pacientovi zmení výsledok testu 3F. Po kliknutí na prepínacie tlačidlo na konci riadku zvoleného plánu sa pošle PATCH požiadavka na endpoint `/plans/{id}`, kde *id* je identifikátor daného plánu a plán sa aktivuje alebo deaktivuje.

Kliknutím na tlačidlo *PŘIDAT PLÁN* sa zobrazí stránka *Nový plán* (viď obr. 4.7). Následne sa zavolá GET požiadavka na endpoint `/exercise-categories` a používateľovi sú zobrazené všetky cvičenia rozdelené v stromovej štruktúre podľa kategórií a podkategórií. Pre vytvorenie nového plánu musí logopéd vybrať aspoň jedno cvi-



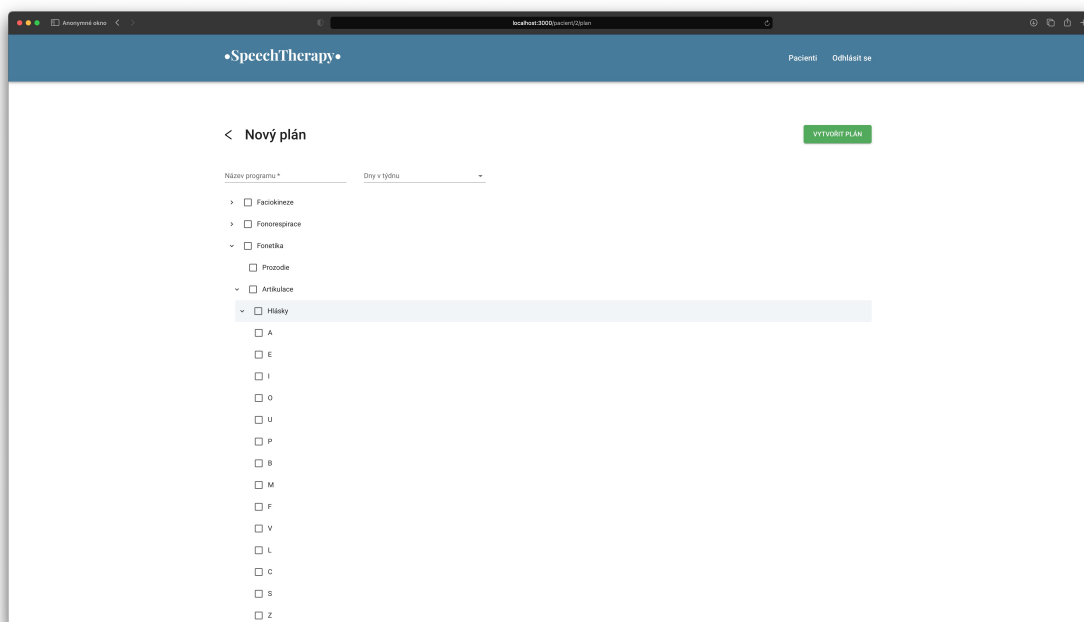
Obr. 4.5: Stránka zobrazujúca detail pacienta.



Obr. 4.6: Modálne okno generovania nového hesla.

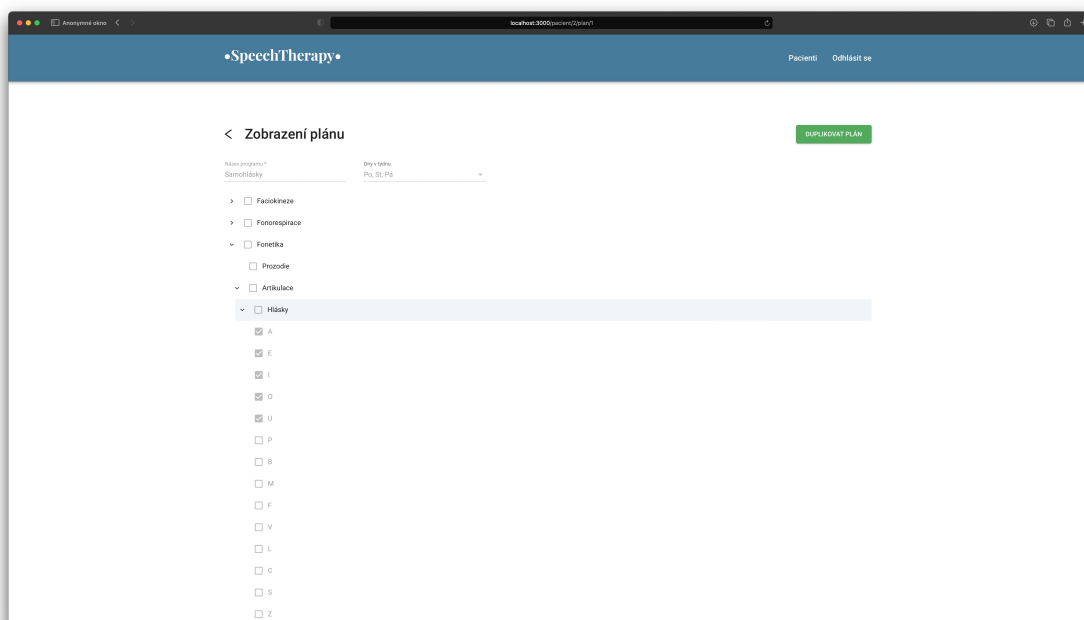
čenie, zadať názov plánu a priradiť ho aspoň jednému a maximálne siedmim dňom v týždni. Po kliknutí na tlačidlo *VYTVORIŤ PLÁN* sa pošle POST požiadavka na endpoint `/plans` a do zoznamu plánov sa pridá nový aktívny plán.

Logopéd si môže pozrieť detail existujúceho plánu kliknutím na tlačidlo *DETAIL*.



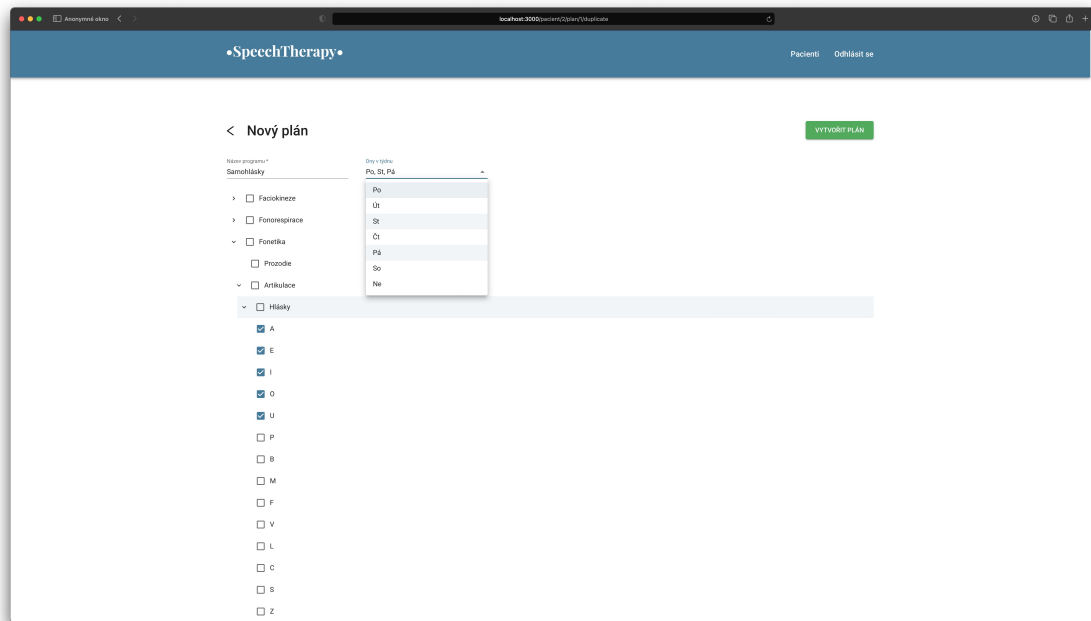
Obr. 4.7: Stránka *Nový plán*.

Vtedy je presmerovaný na stránku *Zobrazení plánu* (viď obr. 4.8) a zavolá sa GET požiadavka na endpoint `/plans/{id}`, kde `id` je identifikátor daného plánu a GET požiadavka na endpoint `/exercise-categories`. Táto stránka je needitovateľná a slúži len na prezeranie plánu s možnosťou plán duplikovať.



Obr. 4.8: Stránka *Zobrazení plánu*.

Na stránku duplikácie plánu sa môže logopéd dostať z detailu pacienta kliknutím na tlačidlo *DUPLIKOVAT PLÁN* alebo kliknutím na rovnaké tlačidlo v detaile konkrétneho plánu. Po kliknutí na toto tlačidlo sa zavolajú rovnaké endpoints ako pri zobrazení plánu a logopédovi sa zobrazí stránka *Nový plán*, kde môže zobrazený plán upraviť (viď obr. 4.9). Po tom, čo plán upraví a klikne na tlačidlo *VYTVORIŤ PLÁN* sa zavolá POST požiadavka na spomínaný endpoint `/plans`.



Obr. 4.9: Stránka *Nový plán* pri duplikácii plánu.

## 4.2 Mobilná aplikácia

Na základe odôvodnenia v podkapitole 2.2.2 bolo GUI mobilnej aplikácie realizované pomocou frameworku React Native v jazyku TypeScript, ktorý umožňuje vývoj multiplatformových aplikácií. Ďalej bola použitá knižnica Expo, ktorá poskytuje rozšírenú funkcionálnosť frameworku React Native bez potreby inštalovania knižníc tretích strán a jednoduchší proces testovania a kompilovania aplikácií. Ďalšou použitou knižnicou je React Navigation, ktorá zabezpečuje plynulú navigáciu medzi obrazovkami. Pre zefektívnenie práce bola použitá knižnica preddefinovaných komponentov Tamagui.

## 4.2.1 Autentifikácia a autorizácia

Rovnako ako vo webovej aplikácii, autentifikácia a autorizácia v mobilnej aplikácii je realizovaná pomocou JWT tokenov, ktoré boli popísané v podkapitole 3.3.

Autentifikácia v mobilnej aplikácii začína tým, že používateľ zadá svoje prihlasovacie údaje. Tieto údaje sú odoslané ako požiadavka na server. Ak sú zadané údaje správne, server vygeneruje tokeny, ktoré sú následne uložené do kontextu aplikácie pomocou React Context API. Po úspešnej autentifikácii je používateľ prihlásený do aplikácie. Prihlásenie zahŕňa aj kontrolu payloadu tokenu, aby sa zistilo, či je prihlasujúcim sa používateľom pacient. vverom vykonáva požiadavka, ktorá obsahuje v hlavičke access token. Ak je táto požiadavka úspešná (access token je stále platný), používateľ zostáva prihlásený a môže pokračovať v používaní aplikácie. V prípade, že access token exspiroval, server vráti chybu 401. Následne sa z kontextu aplikácie získa refresh token a vykoná sa požiadavka na obnovu access tokenu. Ak je požiadavka úspešná (refresh token je stále platný), nové tokeny sú uložené do kontextu a pôvodná požiadavka je zopakovaná s novým access tokenom.

Ak obnova tokenov nie je úspešná, čo znamená, že aj refresh token exspiroval, oba tokeny sú vymazané z kontextu aplikácie a používateľ je presmerovaný na prihlasovaciu stránku, kde musí zadať svoje prihlasovacie údaje znova.

Aby prihlásenie zostalo zachované aj po vypnutí aplikácie, tokeny sú pri ich uložení do kontextu zároveň uložené aj do pamäte zariadenia. Aplikácia sa pri spustení pokúsi získať tokeny z pamäte zariadenia a použiť ich pri požiadavke. Ak tokeny nie sú platné alebo sa v zariadení nenachádzajú, používateľ je odhlásený a musí znova zadať svoje prihlasovacie údaje. Týmto spôsobom sa zabezpečuje, že používateľ zostane prihlásený aj po reštarte aplikácie, pokiaľ sú tokeny platné.

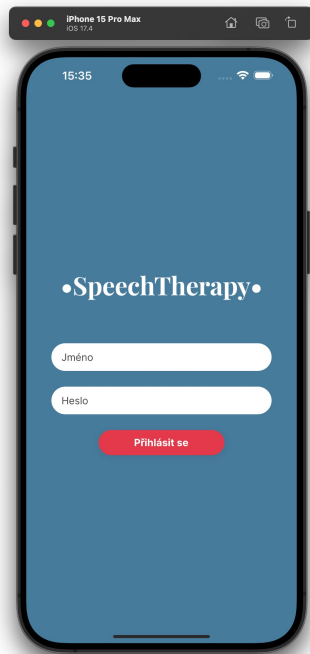
## 4.2.2 Implementácia mobilnej aplikácie

Mobilná aplikácia bola implementovaná podľa návrhu z podkapitoly 2.2.1, kde je jej funkcionálnosť bližšie popísaná a odôvodnená.

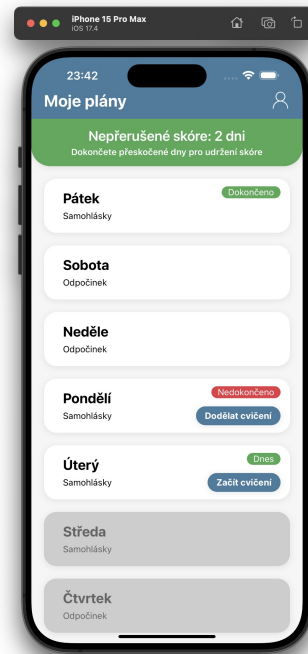
Po prvom otvorení aplikácie sa pacientovi zobrazí prihlasovacia obrazovka (viď obr. 4.10). Po zadaní prihlasovacieho mena a hesla, ktoré boli vygenerované pri vytvorení účtu pacienta vo webovej aplikácii, pacient klikne na tlačidlo *Prihlásiť sa* a následne sa zavolá POST požiadavka na endpoint `/token`.

Po úspešnom prihlásení je pacient presmerovaný na obrazovku *Moje plány* (viď obr. 4.11) a zavolá sa GET požiadavka na endpoint `/dashboard`. Zavolá sa aj GET požiadavka na endpoint `/patients/score`. Pacientovi sa tak v aplikácii zobrazia aktívne plány na 9 dní (4 dni do minulosti, aktuálny deň a 4 dni do budúcnosti) a jeho aktuálne neprerušené skóre dokončených plánov. Ak je plán dokončený, zobrazuje sa označenie *Dokončeno*. Pri nedokončenom pláne v minulosti je zobrazené označenie

*Nedokončeno* a pacient má možnosť plány dokončiť bez toho, aby bolo prerušené jeho aktuálne skóre. Aktuálny deň má označenie *Dnes*.



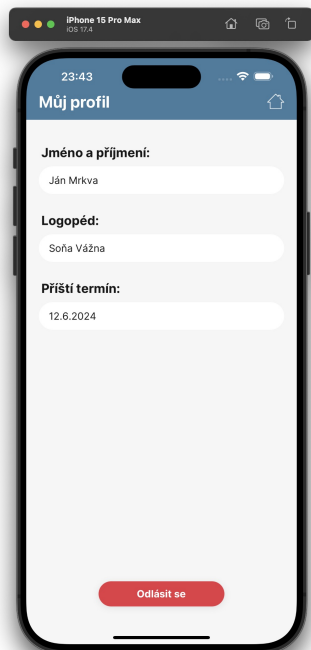
Obr. 4.10: Prihlasovanie do mobilnej aplikácie.



Obr. 4.11: Obrazovka *Moje plány*.

Kliknutím na ikonu používateľa v pravom hornom rohu aplikácie je pacient presmerovaný na obrazovku *Můj profil* (viď obr. 4.12). Zavolá sa GET požiadavka na endpoint `/patients/me` a v aplikácii sa zobrazia informácie o pacientovi, ktorými sú meno, priezvisko a logopéd. Pacientovi tu je ponúknutá možnosť zapísať si najbližší termín návštevy logopéda. Hodnota tohto poľa je pri písaní ukladaná do pamäte zariadenia a nie je ju potrebné potvrdzovať. Pacient sa tu môže z aplikácie odhlásiť.

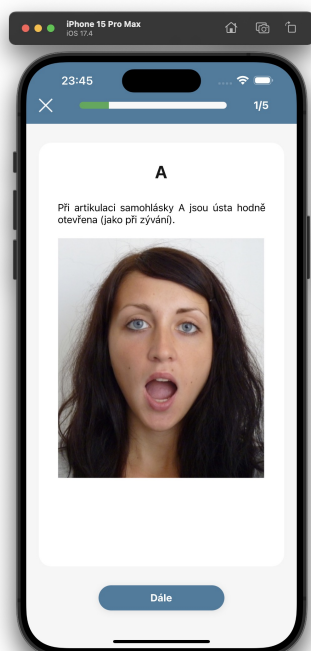
GET požiadavka na endpoint `/plans/{id}/exercises` sa zavolá po tom, čo pacient klikne na tlačidlo *Dodělat cvičení* alebo na tlačidlo *Začít cvičení* na obrazovke *Moje plány*. Pacientovi sa tak postupne zobrazia všetky cvičenia, ktoré obsahuje daný plán. Cvičenia sa zobrazujú zaradom podľa kategórií a podkategórií. Pred prvým cvičením v danej kategórii alebo podkategórii sa zobrazia úvodné inštrukcie a ukazovateľ pokroku sa nemení (viď obr. 4.13 a obr. 4.14). Po dokončení cvičenia musí používateľ udeliť hodnotenie (viď obr. 4.15). Kliknutím na tlačidlo *Dokončit* sa odošle POST požiadavka na endpoint `/plan-logs`. Okrem hodnotenia sa v požiadavke pošle aj čas, kedy bol daný plán dokončený. Ak používateľ dokončuje plán z minulosti, táto časová hodnota je nastavená na deň, kedy mal používateľ plán v skutočnosti dokončiť.



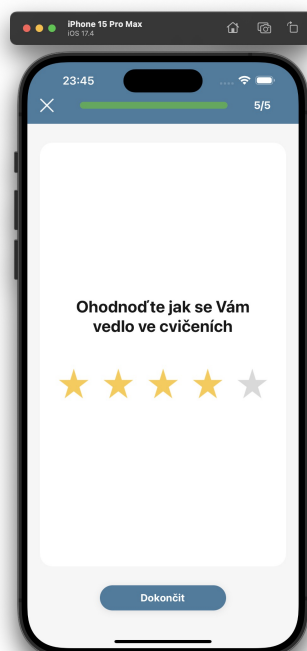
Obr. 4.12: Obrazovka *Můj profil*.



Obr. 4.13: Úvod do cvičení.



Obr. 4.14: Zobrazení konkrétního cvičení *Můj profil*.



Obr. 4.15: Hodnotenie plánu.

## 5 Vyhodnotenie výsledkov práce

Táto kapitola je venovaná porovnaniu pôvodného návrhu aplikácií na začiatku práce s dosiahnutým výsledkom. Formou akceptačných testov sa vyhodnotí do akej miery sa podarilo dosiahnuť stanovené ciele a či aplikácie spĺňajú všetky požiadavky a očakávania. V závere tejto kapitoly budú zhrnuté výsledky práce, jej nedostatky a budú uvedené možné vylepšenia do budúcnosti.

### 5.1 Testovanie

Akceptačné testovanie sa zameriava na overenie správania a schopností celého systému alebo produktu, pričom jeho cieľom je vytvoriť dôveru v kvalitu systému ako celku. Validuje, či je systém kompletný, či bude fungovať podľa očakávaní a zároveň overuje, či správanie systému zodpovedá špecifikáciám.

Metóda akceptačného testovania bola použitá pre overenie fungovania aplikácií, pretože poskytuje komplexný pohľad na pripravenosť systému na nasadenie a používanie koncovými používateľmi.

Na začiatku boli vytvorené testovacie scenáre (viď tab. 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5) podľa návrhu v kapitole 2 a následne boli podľa týchto scenárov aplikácie otestované. Mobilné aplikácie boli otestované na simulátoroch s operačným systémom iOS a Android. Každý scenár má definované:

- predpoklady – podmienky, ktoré musia byť splnené pred začatím testovania daného scenára,
- testovacie kroky – postupnosť krokov, ktoré je potrebné vykonať na overenie funkčnosti konkrétnej časti systému,
- očakávaný výsledok – čo sa má stať po dokončení testovacích krokov,
- výsledok – výsledok daného testovacieho scenára (úspešný/neúspešný).

Výsledok testovania ukazuje, že všetky testy boli úspešne vykonané. Tým sa potvrdzuje, že výsledné aplikácie spĺňajú definované požiadavky. Hoci jedným z princípov testovania je, že produkt nikdy nemôže byť 100% otestovaný, dosiahnuté výsledky poskytujú dôveru v kvalitu a správnu funkčnosť aplikácií.

Tab. 5.1: Testovacie scenáre 1–4.

Scenár	Predpoklady	Kroky	Očakávaný výsledok	Výsledok
Príhlásenie registrovaného logopéda	Existuje účet používateľa – logopéda, ktorý má registrovaných pacientov.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zadáaj email.</li> <li>2. Zadáaj heslo.</li> <li>3. Klikni na tlačidlo <i>PŘIHLÁSIT SE</i>.</li> </ol>	Logopéd je úspešne prihlásený do aplikácie. Na stránke vidí zoznam všetkých svojich pacientov, ktorým v minulosti vytvoril účet.	ÚSPEŠNÝ
Registrácia nového pacienta	Logopéd je prihlásený.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klikni na <i>PŘIDAT PACIENTA</i>.</li> <li>2. Vyplň meno, priezvisko a výsledok testu 3F pacienta.</li> <li>3. Vygeneruj pacientovi heslo.</li> <li>4. Klikni na <i>PŘIDAT PACIENTA</i>.</li> </ol>	Vytvorený pacient je zobrazený v prvom riadku tabuľky všetkých pacientov. Vygenerované prihlasovacie meno pacienta je v tabuľke.	ÚSPEŠNÝ
Zobrazenie detailu pacienta	Logopéd je prihlásený a má registrovaného pacienta. Pacient už má vytvorený aspoň jeden plán.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klikni na tlačidlo <i>DETAIL</i> jedného z pacientov.</li> </ol>	Logopéd je presmerovaný na stránku, kde vidí osobné údaje pacienta, výsledok testu 3F a tabuľku existujúcich plánov.	ÚSPEŠNÝ
Editácia profilu pacienta	Logopéd je prihlásený a má registrovaného pacienta. Logopéd je na stránke detailu pacienta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klikni na pole <i>Test 3F</i>.</li> <li>2. Klikni na iný výsledok testu 3F.</li> <li>3. Klikni na <i>VYGENEROVAT HESLO</i>.</li> <li>4. V modálnom okne klikni na <i>POTVRDIT</i>.</li> <li>5. Znova načítaj stránku.</li> </ol>	Na znovu načítanej stránke sa zobrazuje nový výsledok testu 3F. Pacient sa vie do aplikácie prihlásiť už len s novým heslom.	ÚSPEŠNÝ

Tab. 5.2: Testovacie scenáre 5–7.

Scenár	Predpoklady	Kroky	Očakávaný výsledok	Výsledok
Vytvorenie nového plánu	Logopéd je prihlásený a má registrovaného pacienta. Logopéd je na stránke detailu pacienta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klikni na tlačidlo <i>PŘIDAT PLÁN</i>.</li> <li>2. Vyplň názov plánu.</li> <li>3. Vyber nejaké dni v týždni.</li> <li>4. Pridaj to plánu cvičenia (celú kategóriu/celú podkategóriu/len cvičenie).</li> <li>5. Klikni na tlačidlo <i>VYTVORIŤ PLÁN</i>.</li> </ol>	Logopéd je presmerovaný na stránku detailu pacienta a na začiatku tabuľky sa zobrazí novovytvorený plán so správnym počtom cvičení, počet dokončených dní je 0 a priemerné hodnotenie je prázdne. Plán je aktívny a pacient ho vidí v aplikácii.	ÚSPEŠNÝ
Deaktivovanie plánu	Logopéd je prihlásený a má registrovaného pacienta. Logopéd je na stránke detailu pacienta a pacient má aspoň jeden aktívny plán.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klikni na posúvacie tlačidlo pri aktívnom pláne.</li> </ol>	Plán je neaktívny a pacientovi sa v mobilnej aplikácii nezobrazuje.	ÚSPEŠNÝ
Aktivovanie plánu	Logopéd je prihlásený a má registrovaného pacienta. Logopéd je na stránke detailu pacienta a pacient má aspoň jeden neaktívny plán.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klikni na posúvacie tlačidlo pri neaktívnom pláne.</li> </ol>	Plán je aktívny a pacientovi sa zobrazuje v mobilnej aplikácii.	ÚSPEŠNÝ

Tab. 5.3: Testovacie scenáre 8–10.

Scenár	Predpoklady	Kroky	Očakávaný výsledok	Výsledok
Zobrazenie plánu	Logopéd je prihlásený a má registrovaného pacienta. Logopéd je na stránke detailu pacienta a pacient má aspoň jeden plán.	1. Klikni na tlačidlo <i>ZOBRAZIT</i> plánu.	Logopéd je presmerovaný na stránku <i>Zobrazení plánu</i> , kde je viditeľný názov plánu, dni v týždni, ktorým bol plán priradený a vybrané cvičenia. Plán je needitovateľný.	ÚSPEŠNÝ
Duplikácia plánu	Logopéd je prihlásený a má registrovaného pacienta. Logopéd je na stránke detailu pacienta a pacient má aspoň jeden plán.	1. Klikni na tlačidlo <i>DUPLIKOVAT</i> . 2. Zmeň názov plánu. 3. Prirad plánu iné dni v týždni. 4. Označ nejaké existujúce cvičenie/kategóriu/subkategóriu. 5. Označ nejaké nové cvičenie/kategóriu/subkategóriu. 6. Klikni na <i>VYTVORIŤ PLÁN</i> .	Logopéd je presmerovaný na stránku detailu pacienta a na začiatku tabuľky sa zobrazí novovytvorený plán so správnym počtom cvičení, počet dokončených dní je 0 a priemerné hodnotenie je prázdne. Plán je aktívny a pacientovi sa zobrazuje v aplikácii.	ÚSPEŠNÝ
Spustenie aplikácie – prvýkrát	Pacientovi bolo vygenerované používateľské meno a heslo vo webovej aplikácii. Pacientovi ešte nebol vytvorený plán.	1. Spusti aplikáciu. 2. Zadáaj používateľské meno. 3. Zadáaj heslo. 4. Klikni na tlačidlo <i>Prihlásiť se</i> .	Pacient je úspešne prihlásený do mobilnej aplikácie. Na obrazovke <i>Moje plány</i> je zobrazený aktuálny deň, 4 dni do minulosti a 4 dni do budúcnosti. Každý deň má popis <i>Odpočímek</i> . Skóre je 0.	ÚSPEŠNÝ

Tab. 5.4: Testovacie scenáre 11–12.

Scenár	Predpoklady	Kroky	Očakávaný výsledok	Výsledok
Spustenie aplikácie – nie prvýkrát	Účet pacienta existuje. Pacient sa už v minulosti do aplikácie prihlásil a neodhlásil sa. Má priradené aktívne plány. Niektoré plány v minulosti sú dokončené a niektoré sú nedokončené.	1. Spusti aplikáciu.	Na obrazovke <i>Moje plány</i> je zobrazený aktuálny deň, 4 dni do minulosti a 4 dni do budúcnosti. Každý deň má priradený plán alebo <i>odpočínek</i> . Dokončené plány v minulosti majú označenie <i>Dokončeno</i> , nedokončené označenie <i>Nedokončeno</i> a je pri nich tlačidlo <i>Dodělat cvičení</i> . Aktuálny deň má označenie <i>Dnes</i> a tlačidlo <i>Začít cvičení</i> . Dni v budúcnosti sú šedé. Zobrazuje sa aktuálne skóre pacienta.	ÚSPEŠNÝ
Splnenie plánu v aktuálny deň	Účet pacienta existuje. Pacient má na aktuálny deň priradený aktívny plán. Aplikácia je spustená.	1. Klikni na tlačidlo <i>Začít cvičení</i> . 2. Urob všetky cvičenia. 3. Ohodnot plán. 4. Klikni na tlačidlo <i>Dokončit</i> .	V režime vykonávania terapie sa najprv zobrazia inštrukcie k danej kategórii cvičení a následne sú zobrazené cvičenia z danej kategórie. Pri prechode do ďalšej kategórie sa pacientovi opäť zobrazia úvodné inštrukcie a následne pokračujú cvičenia. Po dokončení cvičení sa zobrazia hodnotenie. Po ohodnotení plánu je pacient presmerovaný na obrazovku <i>Moje plány</i> a pri dnešnom dni svieti označenie <i>Dokončeno</i> . Aktuálne skóre sa zvýši o 1. Vo webovej aplikácii sa zvýši počet urobenej dní daného plánu o 1 a zmení sa aj priemerné hodnotenie plánu.	ÚSPEŠNÝ

Tab. 5.5: Testovacie scenáre 13–15.

Scenár	Predpoklady	Kroky	Očakávaný výsledok	Výsledok
Vynulovanie skóre	Účet pacienta existuje. Posledných 5 dní nebol žiaden priradený aktívny plán dokončený.	1. Spusti aplikáciu.	Nepretrúsené skóre je 0. 4 dni v minulosti majú označenie <i>Nedokončeno</i> .	ÚSPEŠNÝ
Ukončenie vykonávania plánu	Účet pacienta existuje. Pacient má na aktuálny deň priradený aktívny plán. Aplikácia je spustená.	1. Klikni na tlačidlo <i>Začít cvičení</i> . 2. Ukonči vykonávanie terapie. 3. Klikni na <i>Ano</i> .	Pacient je presmerovaný na obrazovku <i>Moje plány</i> a pri dnešnom dni je označenie <i>Nedokončeno</i> . Aktuálne skóre sa nezvýši o 1. Vo webovej aplikácii sa nezmení počet urobenej dní ani priemerné hodnotenie.	ÚSPEŠNÝ
Splnenie plánu z minulosti	Účet pacienta existuje. Pacient má priradené aktívne plány. Aspoň jeden plán v minulosti je nedokončený. Aplikácia je spustená.	1. Klikni na tlačidlo <i>Dodržat cvičení dňa</i> z minulosti. 2. Urob všetky cvičenia. 3. Ohodnot plán. 4. Klikni na tlačidlo <i>Dokončiť</i> .	V režime vykonávania terapie sa najprv zobrazia inštrukcie a následne cvičenia z danej kategórie. Pri prechode do ďalšej kategórie sa pacientovi opäť zobrazia úvodné inštrukcie a následne cvičenia. Po dokončení cvičení sa zobrazí hodnotenie. Po ohodnotení plánu je pacient presmerovaný na obrazovku <i>Moje plány</i> a pri danom dni v minulosti je označenie <i>Dokončeno</i> . Aktuálne skóre sa zvýši o 1. Vo webovej aplikácii sa zvýši počet urobenej dní daného plánu o 1 a zmení sa aj priemerné hodnotenie plánu.	ÚSPEŠNÝ

## 5.2 Výsledky práce

Výsledkom práce je implementovaná webová a multiplatformová mobilná terapeutická aplikácia pripravená na nasadenie. Zdrojový kód aplikácií je dostupný v elektronickej prílohe práce.

Pri testovaní sa zistilo, že by v budúcnosti bolo užitočné pridať ešte niekoľko ďalších funkcionalít:

- registrácia logopédov (aktuálne je nutné vytvoriť účet logopéda manuálne),
- možnosť zmazania existujúceho pacienta,
- filtrovanie a zoradovanie záznamov v tabulkách pacientov a plánov,
- spätná väzba pre používateľov po úspešných a neúspešných akciách (pridanie hlášok),
- plány by mohli byť časovo ohraničené dátumom,
- pri vytváraní plánu upozornenie, ak na vybraný deň v týždni už existuje aktívny plán,
- notifikácie v mobilnom zariadení, ktoré by pacientovi pripomínali vykonávať terapiu.

## Záver

V práci boli definované motorické poruchy reči, dyzartria a následne HD ako prejav PCH. Bol vysvetlený spôsob diagnostiky HD pomocou perцепčnej a akustickej analýzy a boli uvedené aktuálne spôsoby terapie HD v Českej republike a v zahraničí. Následne boli popísané nevýhody aktuálneho prístupu k terapii a navrhnuté riešenie, ktoré by tieto nevýhody odstránilo a umožnilo pacientom vykonávať terapiu za pomoci mobilnej aplikácie.

Prvým cieľom tejto bakalárskej práce bolo navrhnúť terapeutickú aplikáciu pre vzdialenú terapiu HD. Bolo taktiež potrebné navrhnúť webové rozhranie pre logopédov, ktorí v nej budú spravovať terapeutické plány svojich pacientov. Druhá kapitola bola rozdelená do dvoch podkapitol, pričom každá podkapitola sa venovala grafickému návrhu, vysvetleniu základných funkcionalít a výberu technológií jednotlivých aplikácií. Návrh grafického používateľského rozhrania bol vytvorený pomocou aplikácie Figma a na priložených obrázkoch tohto rozhrania boli vysvetlené funkcionality oboch aplikácií. V závere kapitoly boli na základe prieskumu vybrané technológie, ktoré boli využité pri implementácii aplikácií.

Druhým cieľom bolo implementovať obe aplikácie navrhnuté v predchádzajúcej kapitole. V tretej kapitole bola navrhnutá databáza reprezentovaná ERD diagramom. Následne bol popísaný postup vytvorenia aplikačného rozhrania, ktorý bol popísaný na konkrétnych príkladoch kódu. V tejto kapitole bola vysvetlená aj implementácia autentifikácie a autorizácie používateľov. Vo štvrtej kapitole bola priblížená a popísaná implementácia používateľských rozhraní na snímkoch obrázky z finálnych verzií aplikácií. Súčasťou tejto kapitoly je aj vysvetlenie priebehu autentifikácie a autorizácie používateľov.

Posledným cieľom bolo otestovanie aplikácie, ktoré bolo opísané v piatej kapitole. Aplikácie boli testované lokálne, formou akceptačných testov, ktoré slúžia na porovnanie návrhu a výsledného systému. V tejto kapitole boli vytvorené testovacie scenáre, na základe ktorých prebehlo testovanie. Napriek tomu, že bola výsledná miera úspešnosti 100%, testovaním boli identifikované aj možné vylepšenia aplikácií, ktorými sú napríklad možnosť registrácie logopédov, filtrovanie a zoradovanie zoznamov pacientov a plánov alebo možnosť vymazania účtu pacienta zo zoznamu.

## Literatúra

- [1] Skodda, S.; Visser, W.; Schlegel, U.: Short- and long-term dopaminergic effects on dysarthria in early Parkinson's disease. *J Neural Transm (Vienna)*, ročník 117, č. 2, Feb 2010: s. 197–205.
- [2] Brabenec, L.; Mekyska, J.; Galaz, Z.; aj.: Speech disorders in Parkinson's disease: early diagnostics and effects of medication and brain stimulation. *J Neural Transm (Vienna)*, ročník 124, č. 3, Mar 2017: s. 303–334.
- [3] oz Viguera, N.; n, E.; Valenza, M. C.; aj.: Speech and language therapy treatment on hypokinetic dysarthria in Parkinson disease: Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*, ročník 35, č. 5, May 2021: s. 639–655.
- [4] Válová, K.; aj.: Dysartrie. 2013. Dostupné z: <https://www.fnbrno.cz/areal-bohunice/neurologicka-klinika/dysartrie/t4497>
- [5] Benetin, J.: Súčasný pohľad na Parkinsonovu chorobu. *Medikom: oficiálny časopis Slovenskej lekárskej komory*, ročník 7, č. 2, 2017: s. 55–56,58, ISSN 1338-340X.
- [6] Duffy, J. R.: *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management*. Elsevier Health Sciences, 2012, ISBN 9780323072007.
- [7] Dashtipour, K.; Tafreshi, A.; Lee, J.; aj.: Speech disorders in Parkinson's disease: pathophysiology, medical management and surgical approaches. *Neurodegenerative Disease Management*, ročník 8, č. 5, 2018: s. 337–348, doi: 10.2217/nmt-2018-0021.
- [8] Miller, N.; Lowit, A. (editoři): *Motor Speech Disorders: A Cross-Language Perspective*. Communication Disorders Across Languages, Multilingual Matters, 2014, ISBN 9781783092321.
- [9] Cséfalvay, Z.; Mičianová, L.; Marková, J.: *Dyzartria. Kerekrétiová, A. Logopédia*. Bratislava: UK, 2016.
- [10] Webb, W. G.: *Neurology for the Speech-Language Pathologist*. Mosby, 6 vydání, 2017, ISBN 978-0-323-10027-4.
- [11] Lechta, V.; aj.: *Diagnostika narušené komunikační schopnosti*. Portál, 2003.
- [12] Darley, F. L.; Aronson, A. E.; Brown, J. R.: Differential diagnostic patterns of dysarthria. *J Speech Hear Res*, ročník 12, č. 2, Jun 1969: s. 246–269.

- [13] Košťálová, M.; Mračková, M.; Mareček, R.; aj.: Test 3F Dysartrický profil–normativní hodnoty řeči v češtině. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie*, ročník 76, č. 109, 2013: str. 5.
- [14] Roth, J.; Sekyrová, M.; Růžička, E.: Parkinsonova nemoc. 01 1999.
- [15] National Institute on Aging: *Parkinson's disease: Causes, symptoms, and treatments*. Online, 2022, [cit. 2023-12-05]. Dostupné z: <https://www.nia.nih.gov/health/parkinsons-disease/parkinsons-disease-causes-symptoms-and-treatments>
- [16] Jankovic, J.: Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, ročník 79, č. 4, 2008: s. 368–376, ISSN 0022-3050, doi:10.1136/jnnp.2007.131045.
- [17] Kušnírová, A.; Straka, I.; Valkovič, P.: Ako diagnostikovať Parkinsonovu chorobu v ambulancii všeobecného lekára. *Via practica*, ročník 13, č. 6, 2016: s. 256–258, ISSN 1336-4790.
- [18] Aarsland, D.; Creese, B.; Politis, M.; aj.: Cognitive decline in Parkinson disease. *Nat Rev Neurol*, ročník 13, č. 4, Apr 2017: s. 217–231.
- [19] Hirsch, L.; Jette, N.; Frolkis, A.; aj.: The Incidence of Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuroepidemiology*, ročník 46, č. 4, 04 2016: s. 292–300, ISSN 0251-5350, doi:10.1159/000445751.
- [20] National Institute of Neurological Disorders and Stroke: *Parkinson's disease*. Online, 2023, [cit. 2023-12-05]. Dostupné z: <https://www.ninds.nih.gov/health-information/disorders/parkinsons-disease>
- [21] Baumann, A.; Nebel, A.; Granert, O.; aj.: Neural Correlates of Hypokinetic Dysarthria and Mechanisms of Effective Voice Treatment in Parkinson Disease. *Neurorehabil Neural Repair*, ročník 32, č. 12, Dec 2018: s. 1055–1066.
- [22] Zamišková, G.; Rössner, P.; Dlouhá, J.; aj.: Poruchy řeči u Parkinsonovy nemoci. *Neurol. praxi*, ročník 11, č. 2, 2010: s. 112–116.
- [23] Mekyska, J.; Smékal, Z.; Košťálová, M.; aj.: Motorické aspekty poruch řeči u Parkinsonovy nemoci a jejich hodnocení. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, , č. 6, 2011.
- [24] Kreiman, J.; Gerratt, B. R.: Acoustic Analysis and Voice Quality in Parkinson Disease. In *Automatic Assessment of Parkinsonian Speech: First Workshop*,

*AAPS 2019, Cambridge, Massachusetts, USA, September 20–21, 2019, Revised Selected Papers 1*, Springer, 2020, s. 1–23.

- [25] Hedánek, J.; Roubíčková, J.: *Dysartrický profil–test 3F*. Praha: DeskTop Publishing FF Univerzita Karlova, 1997.
- [26] Roubíčková, J.; aj.: *Test 3F: dysartrický profil*. Galen, 2011.
- [27] Maycas-Cepeda, T.; pez Ruiz, P.; Feliz-Feliz, C.; aj.: Hypomimia in Parkinson’s Disease: What Is It Telling Us? *Front Neurol*, ročník 11, 2020.
- [28] Kobayashi, R. M.: Orofacial dyskinesia. Clinical features, mechanisms and drug therapy. *West J Med*, ročník 125, č. 4, Oct 1976: s. 277–288.
- [29] Esposito, C. M.; Khan, S. u. D.: The cross-linguistic patterns of phonation types. *Language and Linguistics Compass*, ročník 14, č. 12, 2020, doi:10.1111/lnc3.12392.
- [30] Burianová, K.; Zdařilová, E.; Mayer, M.; aj.: Poruchy dýchání u neurologicky nemocných. *Neurologie pro praxi*, ročník 7, č. 1, 2006: s. 46–48.
- [31] Logemann, J. A.; Fisher, H. B.: Vocal tract control in Parkinson’s disease: phonetic feature analysis of misarticulations. *J Speech Hear Disord*, ročník 46, č. 4, Nov 1981: s. 348–352.
- [32] Růžičková, H.: Poruchy hlasu, řeči a komunikace u Parkinsonovy nemoci. *Roth J, Sekyrová M, Růžička E, et al. Parkinsonova nemoc. Praha: Maxdorf*, 2009: s. 107–121.
- [33] Pu, T.; Huang, M.; Kong, X.; aj.: Lee Silverman Voice Treatment to Improve Speech in Parkinson’s Disease: A Systemic Review and Meta-Analysis. *Parkinsons Dis*, ročník 2021, 2021: str. 3366870.
- [34] Tactus Therapy Solutions Ltd.: *Speech therapy apps for adults: Stroke, aphasia, dementia*. Online, 2022, [cit. 2023-12-05]. Dostupné z: <https://tactustherapy.com/>
- [35] Pólya, A.; aj.: *Informatika*. Ekonóm, 2008, ISBN 9788022524537.
- [36] Vettor, R.; aj.: *Relational vs. NoSQL data*. Online, 2022, [cit. 2023-12-05]. Dostupné z: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/cloud-native/relational-vs-nosql-data>

- [37] Amazon Web Services, Inc.: *What's the Difference Between MySQL and PostgreSQL?* Online, 2023, [cit. 2023-12-05]. Dostupné z: <https://aws.amazon.com/compare/the-difference-between-mysql-vs-postgresql/>
- [38] Kaluža, M.; Kalanj, M.; Vukelić, B.: A comparison of back-end frameworks for web application development. *Zbornik veleučilišta u rijeci*, ročník 7, č. 1, 2019: s. 317–332.
- [39] Auth0, Inc.: *Introduction to JSON Web Tokens*. Online, [cit. 2024-04-22]. Dostupné z: <https://jwt.io/introduction>
- [40] Vercel, Inc.: *Introduction to JSON Web Tokens*. Online, 2024, [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://nextjs.org/docs>

## Zoznam symbolov a skratiek

<b>API</b>	aplikačné programovacie rozhranie
<b>AR</b>	artikulačná rýchlosť
<b>BE</b>	Backend
<b>CSS</b>	Cascading Style Sheets
<b>ERD</b>	entitno-relačný diagram
<b>FE</b>	Frontend
<b>GUI</b>	Graphical User Interface
<b>HD</b>	hypokinetická dyzartria
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>ISD</b>	doba medzi pauzami
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>JWT</b>	JSON Web Token
<b>NST</b>	trvanie samotného rečového signálu
<b>ORM</b>	Object-Relational Mapping
<b>PCH</b>	Parkinsonova choroba
<b>POPO</b>	dynamika ukončenia a navodenia fonácie
<b>PRR</b>	percentuálny pomer páuz
<b>RIWP</b>	percentuálny pomer páuz, ktoré sa nachádzajú vo vnútri slov
<b>SPIR</b>	index rytmicity
<b>TPT</b>	celkové trvanie páuz
<b>TST</b>	absolútne trvanie rečového signálu
<b>URL</b>	Uniform Resource Locator
<b>VOT</b>	doba navodenia reči