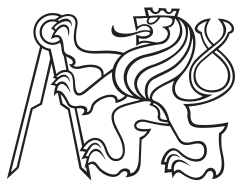


Diplomová práce



České
vysoké
učení technické
v Praze

F3

Fakulta elektrotechnická
Katedra počítačů

Simulace ketoacidózy v edukační aplikaci pro děti trpící diabetes mellitus

Bc. Eva Uhliariková

Vedoucí: doc. Ing. Daniel Novák, Ph.D.

Obor: Otevřená informatika

Studijní program: Bioinformatika

Srpen 2020

I. Personal and study details

Student's name: **Uhliariková Eva** Personal ID number: **439584**
Faculty / Institute: **Faculty of Electrical Engineering**
Department / Institute: **Department of Computer Science**
Study program: **Open Informatics**
Specialisation: **Bioinformatics**

II. Master's thesis details

Master's thesis title in English:

Ketoacidoses simulation in educational application for children suffering from diabetes

Master's thesis title in Czech:

Simulace ketoacidózi v edukační aplikaci pro děti trpící diabetes mellitus

Guidelines:

- 1) Get familiar with the treatment of diabetes mellitus and the effect of long-term motivation (adherence) on the correct compensation of diabetes. Next, learn about ketoacidosis.
- 2) Design and integrate ketoacidosis simulation into an educational application for children suffering from diabetes mellitus. Implement in Unity.
- 3) Carry out a small pilot study (about 5 users) and evaluate the usefulness of the proposed simulation.

Bibliography / sources:

Skip Rizzo A, Lange B, Suma EA, Bolas M, Virtual reality and interactive digital game technology: new tools to address obesity and diabetes, J Diabetes Sci Technol. 2011 Mar 1;5(2):256-64
Eng DS, Lee JM. The promise and peril of mobile health applications for diabetes and endocrinology. Pediatr Diabetes. 2013 Jun;14(4):231-8. doi: 10.1111/peidi.12034. Epub 2013 Apr 30.
Raghupathy P. Diabetic ketoacidosis in children and adolescents. Indian J Endocrinol Metab. 2015 Apr;19(Suppl1):S55-7.
V. Cernorska, Návrh seriózní hry pro podporu léčby diabetes mellitus , diplomová práce, ČVUT, 2006

Name and workplace of master's thesis supervisor:

doc. Ing. Daniel Novák, Ph.D., Analysis and Interpretation of Biomedical Data, FEE

Name and workplace of second master's thesis supervisor or consultant:

Date of master's thesis assignment: **14.02.2020** Deadline for master's thesis submission: **14.08.2020**

Assignment valid until: **30.09.2021**

doc. Ing. Daniel Novák, Ph.D.
Supervisor's signature

Head of department's signature

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
Dean's signature

III. Assignment receipt

The student acknowledges that the master's thesis is an individual work. The student must produce her thesis without the assistance of others, with the exception of provided consultations. Within the master's thesis, the author must state the names of consultants and include a list of references.

Date of assignment receipt

Student's signature

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu doc. Ing. Danielovi Novákovi, Ph.D. za pomoc a organizaci v průběhu celého procesu tvorby této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Veronice Černoškové Panochové za velmi užitečné rady a trpělivost. Velké díky patří také sdružení Diacel Písek, které nám umožnilo otestovat aplikace a všem dětem, které se testování zúčastnili a dali nám cennou zpětnou vazbu. A především bych chtěla poděkovat své rodině a příteli za podporu nejen při tvorbě závěrečné práce, ale i během celého dlouhého studia.

Prohlášení

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

V Praze, 14 srpna 2020

Abstrakt

Tato práce se zabývá problematikou edukace pacientů diabetes mellitus ve spojení s prvky gamifikace a moderními technologiemi. Dále řeší návrh a implementaci simulace stavu ketoacidózy do seriózní edukační hry pro diabetické děti MyDiabetic spolu s návrhem a implementací infekční nemoci avatara a s tím spojenou úpravou stavového automatu pro hlasového průvodce hry. Do hry je dále přidána minihra pro procvičování množství sacharidů v potravinách, která je nejen edukační, ale i zábavná. Nově vytvořený modul byl podroben kvalitativní pilotní studii, která zhodnocuje užitečnost nové simulace.

Klíčová slova: diabetes mellitus, self-management, kompenzace, Unity, avatar

Vedoucí: doc. Ing. Daniel Novák, Ph.D.

Abstract

This work focus on the issue of diabetes mellitus diagnosed patients education in connection with elements of gamification and modern technologies. It also solves the design and implementation of simulation of the state of ketoacidosis in a reputable educational game for diabetic children MyDiabetic together with the design and implementation of an infectious disease avatars and the associated modification of the state machine for the voice guide of the game. A mini-game for practising the amount of carbohydrates in food is also added to the game, which is not only educational but also entertaining. The newly created module was subjected to a qualitative pilot study, which evaluates the usefulness of the new simulation.

Keywords: diabetes mellitus, self-management, compensation, Unity, avatar

Title translation: Ketoacidoses simulation in educational application for children suffering from diabetes mellitus

Obsah

1 Úvod	1	4.3.1 Návrh minihry	30
1.1 Motivace	1	4.3.2 Skóre	31
1.2 Cíl práce	1	4.3.3 Úkoly ve hře	31
1.3 Struktura práce	2	5 Implementace	33
2 Diabetes mellitus	3	5.1 Použité technologie	33
2.0.1 Diabetes I. typu	3	5.1.1 Unity	33
2.0.2 Diabetes II. typu	3	5.1.2 Visual Studio 2019	33
2.1 Léčba	4	5.2 Oprava chyb	34
2.1.1 Farmakologická léčba u pacientů s diabetem 1. typu a změna životního stylu	4	5.3 Modul pro měření ketolátek	34
2.2 Edukace a moderní technologie	5	5.3.1 Stavové automaty	35
2.3 Diabetická ketoacidóza (DKA)	5	5.3.2 Animace	35
2.3.1 Ketolátky	7	5.3.3 Simulátor ketolátek	35
2.3.2 Postup při nálezů ketolátek	9	5.4 Onemocnění avatara	36
2.4 Infekční onemocnění u osob s diabetem	9	5.4.1 Animace avatara	36
3 Digitální technologie a diabetes	11	5.5 Minihra	36
3.1 Gamifikace	11	5.5.1 Databáze a minihra	37
3.2 Hry a aplikace pro diabetiky	11	5.5.2 Grafika minihry	37
3.2.1 Monster Manor	12	5.6 Databáze	38
3.2.2 Carb Counting With Lenny	12	5.7 Grafika	39
3.2.3 Coco's Cove	13	6 Testování	41
3.2.4 The Diabetic Dog	14	6.1 Úvod	41
3.2.5 Tina the Cat	14	6.2 Cíl testování	41
3.2.6 MySugr Junior	15	6.3 Průběh testování	41
3.2.7 Další hry	16	6.4 1. Tester (i.č. 10)	42
3.2.8 Hry v českém jazyce	16	6.5 2. Tester (i.č. 9)	43
3.3 MyDiabetic	17	6.6 3. Tester (i.č. 7)	43
3.3.1 Historie MyDiabetic	17	6.7 4. Tester (i.č. 6)	44
3.3.2 Popis hry	17	6.8 5. Tester (i.č. 4)	44
3.3.3 Parametry hry	19	6.9 6. Tester (i.č. 24)	45
4 Návrh	21	6.10 7. Tester (i.č. 22)	45
4.1 Modul pro měření ketolátek	21	6.11 Shrnutí testování	46
4.1.1 Nová scéna	21	7 Závěr	49
4.1.2 Simulátor hladiny ketolátek	22	7.0.1 Budoucí práce	49
4.1.3 Stavový automat pro stavy ketoacidózy	24	Reference	51
4.1.4 Rozšíření stavového automatu pro mluveného průvodce	25	A Seznam zkratk a cizích slov	55
4.2 Nemoc avatara	28	B Obsah příloženého CD	57
4.2.1 Návrh	28	C Vytvořená grafika	59
4.2.2 Úkoly během nemoci	28	D Dotazník	61
4.2.3 Stavový automat pro nemoc	29	D.1 Před testováním	61
4.3 Minihra 'Uhádni cukry'	30	D.2 Po testování	63
		E Screenshoty	67

Obrázky

2.1 Proužky pro měření ketonů používané v České republice	9
3.1 Screenshot ze hry Monster Manor ..	12
3.2 Screenshot ze hry Carb Counting With Lenny	13
3.3 Screenshot ze hry Coco's Cove	13
3.4 Screenshot ze hry The Diabetic Dog	14
3.5 Screenshot ze hry Tina the Cat	15
3.6 Screenshot z aplikace MySugr Junior	16
3.7 Pokoje ve hře	18
3.8 Pokoje ve hře	19
4.1 Graf zaznamenávající vypočítané a experimentálně získané hodnoty ketolátek během studie [38]	23
4.2 Rozšířený stavový automat pro hlasového průvodce	27
5.1 Vývoj scény pro měření ketolátek z moči v Unity	34
5.2 Ukázky ze scény pro měření ketolátek	35
5.3 Ukázky z minihry	38
5.4 GUI pro databázi	39
6.1 Jak často hrajete hry?	47
6.2 Pohlaví účastníků testování	47
6.3 Používá pero nebo pumpu	48
C.1 Grafika	59
C.2 Nová tlačítka	60
C.3 Další grafické prvky	60
E.1 Ukázky ze hry	67

Tabulky

4.1 Přechod mezi stavy ketoacidózy ...	24
4.2 Aktivity povolené v jednotlivých stavech ketoacidózy	25
4.3 Přechod mezi stavy nemoci	29
4.4 Aktivity povolené v jednotlivých stavech nemoci	30
D.1 Odpovědi na dotazník 1	64
D.2 Odpovědi na dotazník 1	65
D.3 Dotazník o ketoacidóze a nemocích	66

Kapitola 1

Úvod

1.1 Motivace

Počet dětí s diabetem I. typu v posledních dvaceti letech vzrostl téměř trojnásobně. Přestože se v dnešní době projevy této nemoci dají dobře kompenzovat, což zajišťuje pacientům kvalitní život, nejde se stále z diabetu zcela vyléčit. Pacienti jsou proto odkázáni na celoživotní léčbu, kterou si musí z velké části obstarávat sami. Z toho důvodu je ihned po obdržení diagnózy důležitá edukace nového pacienta. Jelikož je pro děti sžití s touto nemocí zprvu náročné, byla v roce 2015 vyvinuta edukační mobilní hra MyDiabetic, která využívá prvků gamifikace a klade si za cíl podpořit a doplnit běžnou edukaci, kterou diabetici dostávají především od lékaře. Hra má také diabetickým dětem pomoci s lepším pochopením jejich stavu a s naučením nezbytných každodenních návyků, které se vážou s touto diagnózou. Hra simuluje následky, které mohou nastat při nevhodné léčbě, z čehož děti můžou snadněji pochopit nutnost léčby. Celý proces edukace pomocí této hry je pro děti zajímavý a zábavný. Protože je u dětí hraní her a používání nových technologií velmi oblíbené, je tato forma vzdělání vhodným doplňkem ke klasické edukaci.

1.2 Cíl práce

Cílem této práce je rozšířit edukační hru pro mobilní zařízení MyDiabetic a vytvořit nový modul, jehož součástí bude měření ketolátek společně se simulací hladiny ketolátek v těle avatara. Především u diabetiků I. typu se může rozvinout diabetická ketoacidóza, která je nejčastějším důvodem úmrtí u dětských pacientů s diabetes mellitus I. typu, a proto je důležité doplnit hru o tento stav ketoacidózy, aby mohla být dětmi lépe pochopena jeho vážnost.[1] Navíc bude hra také rozšířena o stav infekční nemoci. Jelikož takováto onemocnění u diabetiků ovlivňují citlivost na inzulín, můžou často vést až ke vzniku diabetické ketoacidózy. V předchozí pilotní studii, která byla provedena na poslední verzi hry MyDiabetic, bylo zjištěno, že motivace hráče po jednom týdnu hraní této hry značně klesá.[2] Aby hra byla pro dětské hráče atraktivnější po delší dobu, bude do stávající hry přidána nová minihra, která umožní dětem si procvičovat znalost obsahu sacharidů v jídle a bude kombinovat prvky zábavní i edukační. Na nově vytvořených modulech bude následně provedena pilotní studie, která si klade za cíl ověřit funkčnost a užitečnost těchto komponentů.

■ 1.3 Struktura práce

První část této práce bude věnována seznámení s diabetem, diabetickou ketoacidózou společně s jejich léčbou. Následně v kapitole 3.3 bude popsána existující edukační aplikace MyDiabetic. Kapitola 4 popisuje návrh řešení jednotlivých částí projektu a kapitola 5 následnou implementaci do stávající aplikace. V druhé polovině práce nalezneme kapitolu věnovanou kvalitativnímu testování na cílové skupině uživatelů společně se zhodnocením výsledků této práce. V závěrečné kapitole 7 budou shrnuty a popsány dosažené výsledky a v podkapitole 7.0.1 pak budou uvedeny návrhy a doporučení pro další práci na tomto projektu, vycházející jak z poznatků získaných během testování, tak i z osobního pozorování.

Kapitola 2

Diabetes mellitus

Diabetes mellitus neboli lidově cukrovka je chronické, metabolické onemocnění, jehož příznaky mohou být například zvýšená hladina krevního cukru, žízeň, časté močení, hubnutí, únava a další. Dle WHO[3] v současné době více než 422 milionů lidí na celém světě trpí diabetem, přičemž v České republice je to více než 800 tisíc osob, z čehož pouze kolem 7% je zasaženo diabetem I. typu. Dle statistik je trendem v posledních letech nárůst diabetiků, což může být zapříčiněno nejen lepší diagnostikou, ale i zvyšujícím se výskytem autoimunitních chorob, nezdravým životním stylem společně s narůstající obezitou nebo i stárnutím populace. [4]

Diabetes je dnes také jednou z hlavních příčin oslepnutí, selhání ledvin, infarktu, mrtvice a amputace dolních končetin. Diabetes se dělí na dva základní typy, kdy oba typy mají podobné příznaky, ale jiné příčiny. Mimo tyto základní dva typy existují ještě speciální druhy diabetu jakou jsou například gestační či sekundární diabetes.

2.0.1 Diabetes I. typu

Přestože se může projevit v jakémkoliv věku, nejčastěji bývá diagnostikován u dětí a mladistvých do 25 let. Příčinou vzniku je především autoimunitní proces, kdy organismus vytváří protilátky, které ničí vlastní beta-buňky Langerhansových ostrůvků. **Beta buňky** jsou speciální buňky s endokrinní funkcí, které tvoří Langerhansovy ostrůvky, jež jsou součástí slinivky břišní. Beta buňky produkují hormon inzulín, který umožňuje cukru vstupovat do buněk v těle, ale také má funkci blokace štěpení tuků v tukové tkáni. [5] Beta buňky tvoří 70% Langerhansových ostrůvků a tyto ostrůvky se nacházejí ve slinivce břišní neboli pankreatu, zbylých 30% ostrůvků je tvořeno jinými buňkami, které vytváří jiné hormony než je inzulín. Pro tento typ diabetu je typický absolutní nedostatek inzulinu. Diabetes I. typu se léčí podáváním inzulinu pomocí inzulinového pera nebo insulinovou pumpou. Správná kompenzace diabetu vede k lepší kvalitě života diabetika a snižuje riziko vzniku sekundárních onemocnění, která se vážou s diabetem. Z tohoto důvodu je stěžejní edukace, díky které pacient pochopí nutnost léčby a získá motivaci k léčbě, jež je velmi náročná na disciplínu pacienta. [5] [3]

2.0.2 Diabetes II. typu

Tento typ diabetu se nejčastěji objevuje u starších osob, kteří mají často i nadváhu. Při onemocnění diabetem II. typu dochází ke dvěma základním poruchám, kterými

2.2 Edukace a moderní technologie

Pacient se po té, co mu byl diagnostikován diabetes musí začít vzdělávat o svém stavu a vhodné léčbě. Při edukaci diabetika je cílem naučit ho správně kompenzovat diabetes, zlepšit jeho zdravotní stav i kvalitu budoucího života, proto je důležitou a nezbytnou součástí úspěšné léčby. Edukaci zde můžeme definovat jako proces, který posiluje nejen znalosti o diabetu, ale i dovednosti a schopnosti, které jsou nepostradatelné pro individuální péči o diabetes a pro správnou spolupráci se zdravotníky.

Edukace se dělí do tří fází:

1. **Počáteční (základní) edukace**, během které by měl být pacient individuálně obeznámen s nejdůležitějšími znalostmi a dovednostmi.
2. **Komplexní edukace** následuje po několika týdnech či měsících od počáteční edukace.
3. **Reedukace** probíhá následně celý život, kdy je potřeba, aby si pacient zopakoval znalosti, znovu se motivoval či případně řešil individuální komplikace spjaté s diabetem.

Diabetické děti často své nemoci nemohou porozumět v plném rozsahu, tudíž se edukace netýká pouze jich, ale i jejich blízkého okolí a především rodičů. Nejen z toho důvodu má u nich léčba i edukace svá specifika. Jelikož dítě s touto diagnózou prožije už celý život, je nutné aby jeho edukace byla kvalitní a efektivní, a pouze tak může být v budoucnu předejito závažným komplikacím, které diabetes s sebou přináší. Protože dítě úměrně se svým věkem samo přebírá kontrolu nad diabetem, je důležité, aby neztratilo motivaci, správně pochopilo důvody léčby i následky při jejím nedodržení a osvojilo si správné návyky. Přestože edukace od lékaře diabetologa či jiného zdravotníka pod jeho dohledem je nenahraditelná, je dobré ji podpořit sekundárními prostředky jako jsou například i moderní technologie. Právě díky moderním technologiím, které jsou nejen mezi dětmi velmi populární, lze děti motivovat k edukaci, která pak může probíhat zábavnou a hravou formou. [9]

2.3 Diabetická ketoacidóza (DKA)

Diabetická ketoacidóza je akutní komplikací diabetu mellitu a vzniká především v důsledku absolutní či relativní absence inzulínu a zvýšené hladiny kontra-regulačních hormonů, mezi které patří glukagon, katecholaminy, kortizol a růstový hormon.[10] Právě nedostatek inzulínu v těle, se začne získávat energie z tuků namísto cukru. Při spalování tuků pak vzniká vedlejší produkt, kterým jsou ketolátky. Ketolátky jsou ve velkém množství pro tělo nebezpečné, jelikož mohou způsobit jeho překyselení - acidózu. [11] Diabetická ketoacidóza se vyskytuje hlavně u diabetiků I. typu, zatímco u diabetiků II. typu je výskyt mnohem menší. Pro velkou část diabetiků I. typu může být právě diabetická ketoacidóza prvotním příznakem či projevem diabetu, ve studii [12] to bylo právě 27% ze všech hospitalizovaných pacientů s DKA, kterým byl při této hospitalizaci diagnostikován diabetes.

■ 2.3.1 Ketolátky

Ketolátky vznikají při oxidaci mastných kyselin především v játrech. Existují dvě hlavní situace, za kterých můžeme pozorovat zvýšenou hladinu ketolátek:

1. Situace, kdy tělo začne spalovat tuky z důvodu, že nemá už dostatek glukózy. Nedostatek glukózy je většinou způsobená špatnou skladbou stravy či hladověním. Pro diabetika tato situace není tak závažná a v případě, že pozitivním nález ketolátek bude doprovázet hypoglykémie, měl by diabetik snížit dávku inzulínu. Vždy je však lepší konzultovat změny v dávkování s lékařem.
2. Situace, kdy tělo má dostatek glukózy, ale chybí mu inzulín, který umožňuje glukózu spalovat. Tato situace je pro diabetika mnohem závažnější a vede k diabetické ketoacidóze. Nedostatek inzulínu v těle diabetika může být způsobeno tím, že si zapomněl píchnout danou dávku, nebo že si píchl menší množství než měl, a nebo potřeba inzulínu v těle se zvýšila, což může být způsobeno různými faktory jako je například onemocnění či stres.

Mezi ketolátky řadíme:

- **acetacetát,**
- **β -hydroxybutyrát(kyselina β -hydroxymáselná), vznikající redukcí acetacetátu,**
- **aceton.**[15] [16]

Poměr mezi β -hydroxybutyrát a acetacetátu je v rozmezí 1:1 až 10:1.

Standardní hladina ketolátek v krvi, neboli ketonémie by neměla za normálních podmínek přesahovat 0.2 mmol/l. [15] Včasná diagnóza a následná léčba jsou zcela zásadní při diabetické ketoacidóze. Abychom mohli odhalit DKA v domácím prostředí, je vhodné začít s měřením ketolátek, přesto je nutné si uvědomit, že i přes negativní výsledek při domácím měření ketolátek může mít pacient ketoacidózu. Měření ketolátek je pak doporučeno provádět vždy při vyšších hladinách glykémie (podle České diabetologické společnosti při množství nad 16,7 mmol/l) nebo při výskytu klinických příznaků. Dle [5] je u diabetiků používajících pumpu doporučeno měřit ketolátky jeden až dvakrát v týdnu ráno. [17]

V současné době existují tři základní metody měření ketolátek v domácím prostředí:

■ Měření ketolátek z krve

Měření ketolátek z krve je nejpřesnějším, jelikož se měří hodnota ketolátky β -hydroxybutyrát. K měření se pak užívá speciální glukometr s přidanou funkcí měření ketolátek. Abychom mohli z krve změřit ketolátky, musíme do tohoto glukometru vložit správný diagnostický proužek, který se liší od proužku pro měření glykémie. Z dostupných metod je tato nejdražší, avšak nejspolehlivější.



(a) Diagnostické proužky DIAPHAN

Obrázek 2.1: Proužky pro měření ketonů používané v České republice

■ Měření ketolátek z dechu

Přítomnost acetonu v dechu koreluje s ketolátkami v plasmě. [16] Z toho důvodu může být jako další možností indikace množství ketolátek měření z dechu. Při měření z dechu je tedy měřena jediná ketolátka a tou je aceton a měření je prováděno pomocí speciálního zařízení, které obsahuje senzor pro indikaci acetonu. Specificita vydechaného acetonu je podobná jako u ketolátek v moči, avšak sensitivita je vyšší. [16] Přestože počáteční investice přístroje pro měření je trochu vyšší, z dlouhodobého pohledu může být metoda levná. Nevýhodou u některých přístrojů může být nutnost výměny senzoru po určitém počtu měření (např. KETOSCAN Mini). Existují však i modely, u kterých se senzor nemění a mohou být používány po mnoho let (např. Ketonix) Přístroj Ketonix je také dodáván s mobilní aplikací, díky které si uživatel může jednoduše vést záznamy ve svém mobilním telefonu, což mu umožní lepší přehled o svém stavu.

■ 2.3.2 Postup při nálezů ketolátek

Při nálezů ketolátek v krvi by diabetik měl diabetik pokračovat v aplikaci dávek inzulínu, které by měl lehce navýšit. Dále by měl kontrolovat množství ketolátek a glykémie co 2 hodin do té doby, než se hodnoty navrátí do normálu a ještě i chvíli poté. U pacientů na CSII je nutné vzít v potaz možnou technickou závadu. V případě vysoké koncentrace ketolátek, vysoké glykémie nebo při zvracení je nutné kontaktovat lékaře, který může pacienta poslat k hospitalizaci. [19]

■ 2.4 Infekční onemocnění u osob s diabetem

Infekční onemocnění představuje pro lidské tělo značnou zátěž, díky čemuž stresové hormony a zánětlivé látky snižují účinek inzulínu a zvyšují jeho potřebu v těle. Citlivost na inzulín u nemocných osob bývá tedy snižena. Často mají diabetici

díky diabetu oslabenou imunitu, díky čemuž jsou pak náchylnější k infekčním onemocněním, proto by měli zdravým životním stylem onemocněním předcházet.

Pokud již diabetik onemocní, měl by zintenzivnit péči o sebe. Diabetik by měl hodně odpočívat, pokračovat v aplikaci inzulínu a případně upravit dávky v závislosti na aktuálních hladinách glykémie. Během nemoci se také doporučuje častější měření glykémie, což souvisí s potenciálně změněnou citlivostí těla na inzulín. Doporučuje se také dodržovat pitný režim, obzvlášť v případě horečky nebo zvýšené hladině ketoláték v těle. [20]

Kapitola 3

Digitální technologie a diabetes

V současné době se nacházíme uprostřed "mobile health revolution" neboli revoluci v mobilním zdraví. Dle průzkumu v roce 2019 v České republice mobilní telefon vlastní již 97% osob starších 16 let a 70% používá chytrý mobilní telefon, přičemž u mladých lidí od 16 do 24 let je to 98,6%. [21]

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole 2, moderní technologie mohou mít příznivý vliv na správnou edukaci diabetiků. Nejenom že mohou umožnit snadnější a rychlejší komunikaci mezi pacientem a lékařem, ale také přináší nové možnosti a způsoby v edukaci samotné. Jednou ze základních zásad hnutí "Games for health" je pohled, že hráč bude více nakloněn testování, léčbě nebo trénovacím aktivitám, pokud je motivován účastí v digitální hře ve virtuálním prostředí.[22]

3.1 Gamifikace

Gamifikaci bychom mohli definovat jako využití herních principů a prvků v mimo herním prostředí. Cílem gamifikace je využít nejúčinnějších herních mechanismů a implementovat je do činností tak, aby byla podpořena vnitřní motivace. Jelikož hry jsou populární nejen u dětí, ale i u dospělých, je gamifikace oblíbenou a používanou metodou v mnoha oblastech. Dnes se gamifikace nejčastěji uplatňuje v marketingu a edukaci. Právě propojením gamifikace, edukace a moderních technologií pak můžou být vytvořeny efektivní nástroje, které se dají využít například i ke vzdělávání diabetiků. Moderní technologie poskytují nekonečné množství možností, pro uplatnění principů gamifikace k edukaci. Například systém odměn nebo postupování do vyšších úrovní hry mohou být ukázkou elementů, jež se vkládají do velkého množství aplikací, které nejsou primárně herní a tím motivují hráče k setrvání ve hře.

3.2 Hry a aplikace pro diabetiky

V roce 2013 bylo dle [23] byla největší část aplikací (33%) na AppleStore spojených se zdravím a diabetem zaměřena na ruční zaznamenávání zdravotních údajů jako hladiny glukózy, aplikovaný inzulín či snědené sacharidy. Pouze dvě aplikace mohly být přímo napojeny na glukoměr a hodnoty ukládaly automaticky. Přibližně 22% aplikací pak bylo zaměřeno na edukaci a trénink diabetického pacienta. Her pro diabetiky najdeme hned několik, přičemž některé z nich využívají prostředky

gamifikace a snaží se hráče vzdělávat. V současné době je ale spousta z těchto her zastaralá, nekompatibilní s moderními systémy nebo nedostupná, čímž se hry stávají nehratelnými.

3.2.1 Monster Manor

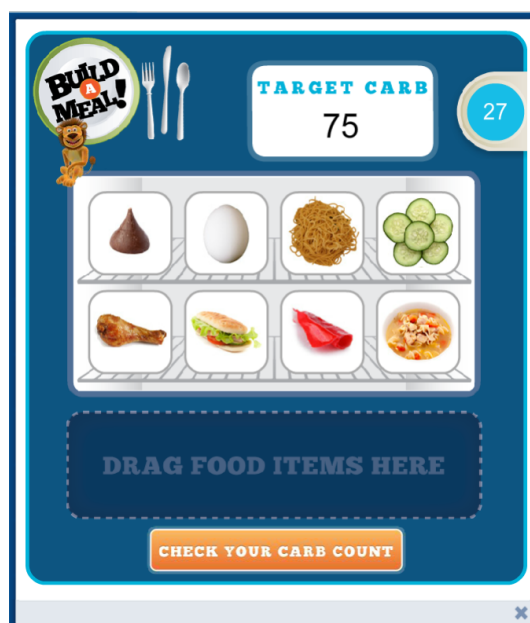
Hra Monster Manor byla navržena k tomu, aby dětem s diabetem I. typu pomohla v lepší samosprávě diabetu. Tato hra je zdarma a může být napojena na aplikaci BlueLoop, což je aplikace která umožňuje dětem jednoduše zadávat informace ohledně diabetu a ihned je sdílet se svými rodiči. Díky herním prvkům je hráč motivován zadávat pravidelně své údaje do aplikace BlueLoop, přičemž za to následně dostává odměny ve hře Monster Manor. [24]



Obrázek 3.1: Screenshot ze hry Monster Manor

3.2.2 Carb Counting With Lenny

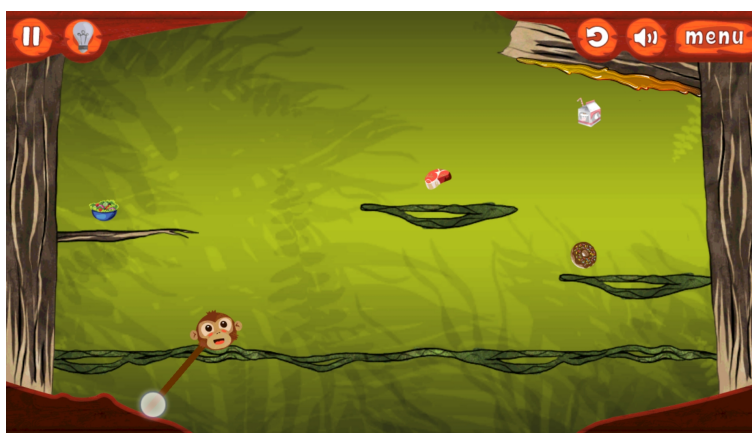
Další z her je hra Carb Counting With Lenny neboli 'Počítání sacharidů s Lennym'. Tato digitální mobilní hra byla vyvinuta společností Medtronic a obsahuje sérii čtyř her. Tyto hry cílí pouze na edukaci ohledně sacharidů. Cílem her je, aby hráč pochopil souvislost mezi množstvím sacharidů v jídle a aby se naučil správně sestavovat jídelníček. Postavička Iva Lennyho, který hrami děti provází, pak ve hře poskytuje informace ohledně diabetu i potravin a hráč je díky tomu zábavnou formou edukován. Hra byla vytvořena pro mobilní telefony s operačním systémem iOS i Android a k dispozici jsou i webové stránky, na kterých je možné si hru zahrát. Momentálně však hra Carb Counting With Lenny není dostupná v České republice v Obchodě Play ze zařízení se systémem Android 10 ani v AppStore. [25]



Obrázek 3.2: Screenshot ze hry Carb Counting With Lenny

3.2.3 Coco's Cove

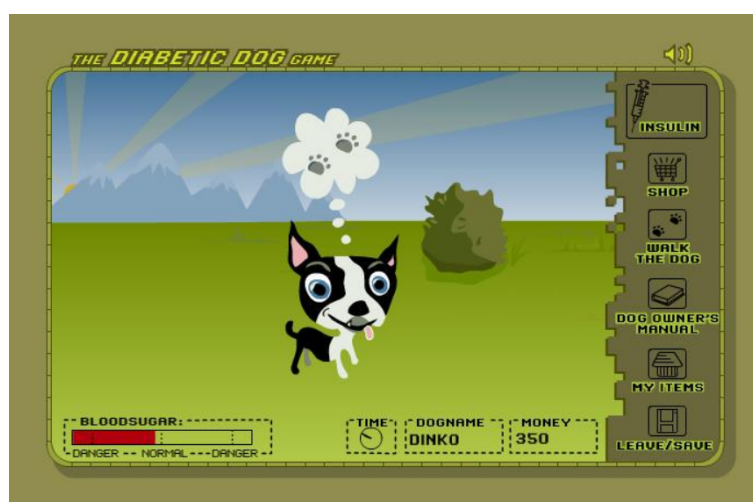
Hra Coco's Cove je 2D logická plošinová hra, jež má ve své struktuře lehce zakomponováno téma diabetu. Opička Coco, která je hlavní postavou ve hře, má diabetes II. typu. Cílem hry je procházet jednotlivými úrovněmi a pomocí správně mířených vrhů dopravit opici k jídlu. Jelikož má ale Coco diabetes, musí se hráč postarat o to, aby množství snědených sacharidů nebyl ani příliš vysoký ani moc nízký. Při nevyhovující konzumaci potravin je pak hráč penalizován a přichází o body. Hra poukazuje na princip správně zvoleného jídelníčku pro diabetiky II. typu. Hra byla vytvořena pomocí Unity3D a je dostupná od roku 2015 na Google Play. [26] [27]



Obrázek 3.3: Screenshot ze hry Coco's Cove

3.2.4 The Diabetic Dog

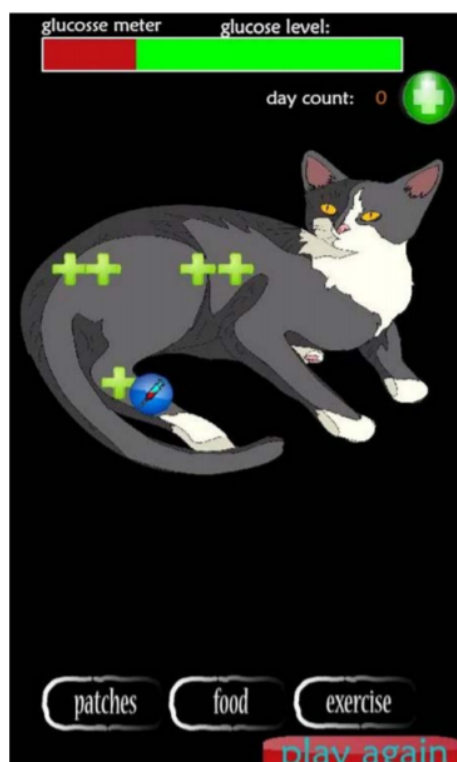
Hra The Diabetic Dog byla poprvé vydána v roce 2009. V této hře má hráč za úkol se starat o virtuálního psa, který trpí diabetem. Psa může krmit, vzít ho ven, píchat mu inzulin a to vše tak, aby měl stabilizovanou hladinu cukru v krvi. Vyhovující péčí o psa hráč vydělává peníze, za které si může kupovat nové věci do hry. V případě špatné péče hra končí. Tato hra byla hratelná on-line na PC, ale již není dostupná.



Obrázek 3.4: Screenshot ze hry The Diabetic Dog

3.2.5 Tina the Cat

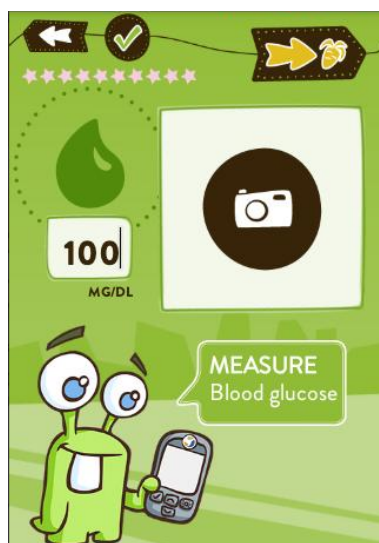
Tato hra je určena pro mobilní zařízení se systémem Android. Tato hra je podobná hře "The Diabetic Dog", jelikož i zde se hráč musí postarat o nemocného mazlíčka - kočku, pomocí injekcí inzulinu, cvičením a správnou stravou. Nevýhodou hry je to, že kočka je pouze statická a také chybí audio výstup. Hra je velmi jednoduchá a není moc dobře zpracovaná. V současné době je již také nedostupná. [28]



Obrázek 3.5: Screenshot ze hry Tina the Cat

■ 3.2.6 MySugr Junior

Tato aplikace umožňuje dětem spravovat svůj diabetický stav hravou formou a je odnoží aplikace MySugr, která cílí na všechny diabetiky. Dítě do aplikace může každý den zadávat své informace o stavu glukózy v krvi, o tom co snědlo nebo kolik inzulínu si aplikovalo. Aby dítě zůstalo motivováno, získává průběžně body a dostává tipy ohledně diabetu od animované postavičky ve formě příšery. Všechny zaznamenávané informace pak mohou být pravidelně zasílány rodičům, kteří pak mohou kontrolovat režim dítěte. Tato aplikace má pouze pár herních prvků a tudíž není pro děti moc zábavná a nelze ji označit jako hru, přesto může být velmi užitečná při interakci s rodiči. [29] [30] Podobnými aplikacemi jako MySugr Junior jsou **Glucose Buddy** nebo **Diabetes Assistant**, které také slouží k zaznamenávání aplikovaného inzulínu, snědených sacharidů či hladin cukru v krvi a pomáhají tak k lepší samosprávě



Obrázek 3.6: Screenshot z aplikace MySugr Junior

3.2.7 Další hry

Kromě uvedených her byly vytvořeny i mnoho dalších, které však již dnes nejsou téměř dohledatelné. Příkladem můžou být online hry **Ketones Attack** a **Diabetes Dash** nebo **Shredding Diabetes**, tyto hry jsou však více pro zábavu než pro edukaci a obsahují pouze diabetickou tematiku, díky čemuž můžou děti vnímat diabetes jako něco běžného. Dále existují hry **Packy and Marlon** nebo **Captain Novolin**, které patří do série edukačních her od Raya. Hry byly určeny pro konzole Nintendo a jsou to plošinovky. Hry byly vydány v 90. letech dvacátého století a tudíž jsou velmi zastaralé a pravděpodobně taky velmi těžko sehnatelné. Tyto hry jsou dnes zajímavé spíše z historického hlediska. [31] [32] [33]

Univerzitní tým z UC San Diego vyvíjí aplikaci **Diabeatit**, která má edukovat děti ve věku 8-13 let ohledně rizik a mechanismů diabetu II. typu. Tato aplikace se zaměřuje na prevenci, kterou chce dosáhnout skrz edukaci. Ve hře se bude objevovat postava Zaca, za kterého bude hráč rozhodovat během každodenních činností, které mohou ovlivnit budoucí rozvinutí diabetu II. typu. Aplikace je v současné době pouze ve stavu prototypu a obsahuje zatím jednu minihru.[34] [35]

3.2.8 Hry v českém jazyce

Žádná z výše zmíněných her není dostupná v české jazykové mutaci, což může být překážkou pro děti, které ještě neznají žádný cizí jazyk. Jedinou hrou pro diabetiky v českém jazyce, kromě hry MyDiabetic, která je předmětem této práce, je hra Kompenzátor. Hra Kompenzátor byla dostupná pouze on-line[33], ale dnes již není k dohledání a tudíž není dostupná.

■ 3.3 MyDiabetic

MyDiabetic je herní aplikace pro mobilní telefony a tablety s operačním systémem Android či iOS, která si klade za cíl edukovat děti ve věku přibližně 6 - 13 let s nově diagnostikovaným diabetem I. typu. Hra by měla nabídnout dětem i jejich rodičům nový způsob edukace, měla by dětem pomoci s učením správných návyků, které jsou těsně spjaty s diabetem, jako je například měření glykémie, dávkování správného množství inzulínu nebo podávání vhodného jídla v závislosti na množství cukru v něm obsaženém. Hra je založena na podobném principu jako populární hry My Talking Tom či Tamagotchi, ve kterých se hráč snaží starat o svého virtuálního mazlíčka tak, aby byl spokojen.

■ 3.3.1 Historie MyDiabetic

Historie projektu MyDiabetic započala kvalitativním i kvantitativním výzkumem s dětmi trpícími diabetem, díky kterému byly stanoveny první požadavky na hru, která má právě těmto dětem pomoci s edukací a se zvládnutím jejich nové diagnózy. Na základě těchto výzkumů pak byla navrhována a vytvořena první verze hry MyDiabetic. V práci [33] byl pak také kladen důraz na vymodelování 3D avatara spolu s jeho následnou animací. Následně byl další vývoj předmětem několika dalších závěrečných prací v roce 2017. V bakalářské práci [36] byla hra doplněna o interaktivní knihovnu, dále byla přidána psaná nápověda ve formě napovídající doktorky, jež s nezobrazuje hráči v dolní části obrazovky. Mimo to byl přidán model pro úroveň krevního cukru. V diplomové práci [2] byl vytvořen nový tutoriál společně se stavovým automatem, který jej řídí, dále byl přidán i stavový automat pro sport avatara a mimo to, byla do hry naimplementována nová minihra Baloon, která nemá edukační prvky a slouží tedy pouze k zábavě hráče. A v práci [37] byly řešeny herní principy, které měly za cíl zvýšit adherenci hráče a také zvýšit motivaci pro dlouhodobé hraní této hry. Po té, co byla hra v roce 2017 rozšířena o nové funkce, proběhlo testování na dětech po dobu jednoho týdne. Během tohoto týdne bylo vyzpozorováno nejenom, že se dětem hra líbí, ale také u nich narostla míra edukace.

■ 3.3.2 Popis hry

Ve hře MyDiabetic je jedna hlavní postava, kterou je 3D avatar. Na začátku hry hráč může zadat osobní údaje jako rok narození nebo pohlaví. Poté si vybere svého avatara, a na výběr má ze dvou možností, buď se ve hře může starat o dívku Emu nebo chlapce Adama. Následně začne tutoriál hry. Na začátku tutoriálu je hráči představen avatar jako jeho nový kamarád, který má cukrovku a musí se o něj postarat. Poté je hráč proveden základními úkony, které musí ve hře vykonávat, aby se avatarovi dobře dařilo. Hra se odehrává především v prostředí domu se čtyřmi základními pokoji, ve kterých může avatar vykonávat jednotlivé aktivity.

Kuchyň. Zde se avatar může najíst, změřit si glykémii glukometrem či aplikovat inzulín pomocí inzulínového pera.

Koupelna. V koupelně se avatar může osprchovat, vyčistit si zuby, umýt si ruce nebo si dojít na toaletu.



Obrázek 3.7: Pokoje ve hře

Obývací pokoj. V obývacím pokoji může avatar sportovat, číst si knihy nebo hrát minihry. Je zde také ikona, která vezme avatara do města, kde může nakupovat v lékárně nebo si může koupit nové oblečení, nábytek do svého domu nebo potraviny.

Ložnice. V ložnici může avatar pouze spát.



(a) Obývací pokoj

(b) Ložnice

Obrázek 3.8: Pokoje ve hře

V dolním panelu nalezneme ikony, kterými se hráč může přepínat mezi pokoji. Samotné ikony jsou pak také indikátory toho, jestli jsou splněny jednotlivé základní potřeby virtuálního avatara, jako jsou například hlad, potřeba na WC, spánek nebo zábava. V horním panelu je pak umístěna časová osa, která hráči nejenom že říká jaká je denní doba, ale i napovídá kdy má avatarovi podat inzulín nebo ho nakrmit. V horním panelu také najdeme aktuální počet peněz, které slouží k nákupu ve hře a hráč je získává za různé činnosti ve hře. Dále je zde ikona, která znázorňuje dosažený level hry. Mimo to může hráč pomocí tří tlačítek v horním panelu upravit běh času ve hře tak, aby jedna sekunda v reálném světě byla jednou sekundou, jednou minutou nebo patnácti minutami v herním světě. Pomocí ikony s ozubeným kolečkem se hráč dostane do scény s nastavením, kde může upravit jednotlivé parametry hry nebo i změnit jazykovou mutaci hry.

■ 3.3.3 Parametry hry

Současná verze hry je možná spustit na mobilních telefonech a tabletech s operačním systémem Android 4.1 a vyšším nebo se systémem iOS 9.0 a vyšším. Hlavní postava avatara je vytvořena ve 3D grafice, zatímco zbytek grafických prvků, jako jsou například pozadí či objekty ve hře, je ve 2D.

Kapitola 4

Návrh

Jelikož správné diabetické vzdělání je jedním z faktorů, které mohou napomoci v prevenci vzniku DKA u dětí a mladistvých, bude do hry MyDiabetic navrženo rozšíření, které bude simulovat právě tento stav DKA. Dále bude navrženo rozšíření hry o onemocnění avatara, jelikož u diabetických dětí může vést běžné infekční onemocnění ke vzniku DKA. Správné navržení daných komponentů je stěžejní nejen kvůli správné edukaci, ale i z důvodu rozšíření hry o nové prvky, což znamená pro hráče větší zábavu a delší setrvání v hraní hry. Proto bude navržena i nová edukační minihra.

4.1 Modul pro měření ketolátek

Jelikož je měření ketolátek z moči pomocí diagnostických proužků nejběžnějším a nejdostupnějším způsobem v domácím prostředí, bylo navrženo rozšířit stávající hru právě o tento typ měření.

Celý modul můžeme rozdělit do několika částí, které budou dále zpracovány:

- Nová scéna, ve které bude probíhat samotné měření ketolátek.
- Nový stavový automat pro stavy ketoacidózy.
- Implementace simulátoru hladiny ketolátek v závislosti na hladině inzulínu v "těle" avatara.
- Rozšíření stávajícího konečného stavového automatu pro mluveného průvodce.
- Přidání nového předmětu do lékárny, která je již součástí hry.

4.1.1 Nová scéna

Do nové scény pro měření ketolátek se dostaneme po kliknutí na ikonu, která bude ve hře umístěna do levého panelu v koupelně pod stávající ikonku s toaletou. Nová scéna, kterou nazveme 'Keto scéna' bude pak obsahovat tři části:

- Nachystání diagnostického proužku
- Ponoření proužku do moči a čekání na zbarvení proužku

■ Vyhodnocení zbarvení proužku

V první části si hráč bude moci otevřít tubu s proužky, odkud půjde vytáhnout proužek nový a následně tubu zavřít. V každé tubě má hráč k dispozici pouze 5 proužků. Po té, co všechny vypotřebuje, se hráči zobrazí upozornění, že nemá dostatek proužků spolu s ikonou, která hráče přesměruje do lékárny. V lékárně si pak musí koupit nové balení proužků, aby mohl provést měření. Po nachystání proužku se objeví ikonka s obrázkem toalety. Po zmáčknutí ikony přejdeme do druhé části scény, kde se zobrazí nádoba s močí. Do misky s močí následně hráč vloží připravený proužek, přičemž se přehraje animace odpočítávání, které má za cíl upozornit na to, že by proužek alespoň malou chvíli měl v moči setrvat před tím, než je vytažen. Po vytažení proužku se zobrazí hodiny s animací jedné ručičky, které znázorňují uplynutí určitého času, během čehož zároveň dojde i k případnému postupnému zbarvení reagenční zóny proužku. Jelikož čas, po který je nutné vyčkat než se z proužku vyhodnotí jeho zbarvení se liší v závislosti na výrobci diagnostických proužků, nebyl do hry vložen odkaz na přesný časový úsek. Po ukončení animace časoměry bude hráč moci přejít do poslední části scény, ve které bude zobrazen zbarvený proužek spolu s tubou, na které bude vyobrazena barevná stupnice spolu s hodnotami, které jednotlivým barvám náleží. Pro lepší pochopení výsledku bude na tubě zvýrazněn čtverec, který bude odpovídat barvě na diagnostickém proužku. Na tubě se nacházejí celkem čtyři čtverečky. První čtvereček je označen nápisem neg. a bude zvýrazněn při hodnotách ketolátek do 1 mmol/l, u druhého čtverečku bude napsána hodnota 1.5 mmol a bude zvýrazněn při hodnotách v rozmezí 1 - 4.5 mmol/l. Třetí čtvereček bude označen hodnotou 5 mmol/l zvýrazní se při hladině ketolátek od 5 do 11 mmol a poslední čtvereček bude zvýrazněn při hodnotách nad 11 mmol/l. Ve scéně je také umístěno tlačítko s otazníkem, po jehož zmáčknutí se hráči zobrazí nápověda, ve které bude vysvětlen důvod a způsob měření.

Do hry budou také přidány úkoly pro postup mezi úrovněmi týkající se měření ketolátek.

■ 4.1.2 Simulátor hladiny ketolátek

Kinetika vzniku ketolátek v lidském těle závisí na velkém množství faktorů. Správně matematicky popsat tento děj u diabetiků a diabetických dětí je však náročným úkolem. Při klinické studii, která by v delším časovém horizontu mapovala změnu ketolátek u diabetika, který vynechá aplikaci inzulínu, by mohlo dojít k ohrožení jeho zdraví a zhoršení celkového zdravotního stavu. Přesto byla v roce 2006 uskutečněna studie [38], ve které 7 pacientů s T1DM, kteří se léčí pomocí kontinuální subkutánní infuze inzulínu, bylo po celonočním hladovění odpojeno na 4 hodiny od inzulínové pumpy. Během této doby byly 9krát zaznamenávány hodnoty kapilární koncentrace β -hydroxybutyrátu. Data, která byla získána z měření byla normalizována vzhledem k váženému průměru izochronních hodnot a následně byl profil z těchto nedimenzionálních dat aproximován pomocí lineárního matematického modelu:

$$\frac{dKB}{dt} = K_k(I_{KB0} + I_{KB}) - C_kKB \quad (4.1)$$

kde

KB = kapilární koncentrace ketolátek

I_{KB0} = počáteční hodnota koncentrace inzulínu

I_{KB} = koncentrace inzulínu

K_k = koeficient produkce ketolátek

C_k = koeficient vůle

Díky experimentálnímu modelu byly stanoveny koeficienty K_k a C_k tak, aby RMS error byl minimální:

$$C_k = -0.02h^{-1} \quad (4.2)$$

$$K_k = 0.42h^{-1} \quad (4.3)$$

$$RMSerr = 0.013 \quad (4.4)$$

S použitím estimovaných koeficientů je rovnice 4.1 nakonec zredukována na:

$$\frac{dKB}{dt} = 0.41(I_0 - I) \quad (4.5)$$

kde

I = plasma inzulín

I_0 = počáteční hodnota plasma inzulínu

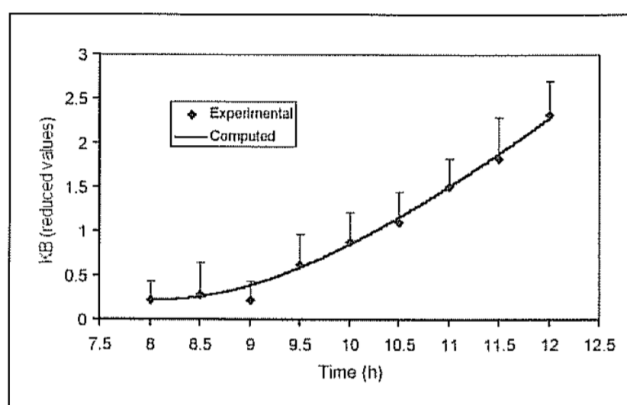


Fig. 1 - Ketone bodies: experimental and computed values.

Obrázek 4.1: Graf zaznamenávající vypočítané a experimentálně získané hodnoty ketolátek během studie [38]

Tento matematický model je pouze aproximační, ale pro účely hry dostatečný. Je důležité si také uvědomit, že reakce těla na vynechaný inzulín u pacientů, jež se léčí inzulínovou pumpou je jiná než u pacientů, kteří si pouze aplikují inzulín několikrát denně. Několik studií poukazuje na to, že mnoho malých dávek rychlého inzulínu při CSII je asociováno s rychlejším a větším metabolickým zhoršením po přerušení přísunu inzulínu.[38] Model byl vytvořen také na základě měření kapilární koncentrace ketolátek, zatímco do moči se ketolátky dostávají se zpožděním. Model byl také vytvořen na základě měření β -hydroxybutyrátu, zatímco z moči můžeme

měřit pouze acetoacetát a v omezené míře aceton. Jelikož poměr mezi acetoacetátem a β -hydroxybutyrátem se může velmi různit, může nastat situace, kdy měřením ketolátek z moči naměříme pouze malou koncentraci ketolátek, zatímco v těle bude velká koncentrace β -hydroxybutyrátu a bude docházet k acidóze. Tyto odchylky jsou velmi individuální a závisí na velkém množství faktorů. I přes všechny tyto odchylky byl tento matematický model použit, jelikož ve hře je důležité znázornit vztah mezi chybějícím inzulínem a nárůstem ketolátek. Jako referenční hodnota ketolátek v případě, že deficit inzulínu u avatara je nulový, bude 0,2 mmol/l. Tato hodnota byla zvolena na základě předpokladu, že normální hodnota ketolátek v krvi je menší než 0.5 mmol/l.[39]

4.1.3 Stavový automat pro stavy ketoacidózy

V závislosti na hladině ketolátek bude avatar přecházet mezi třemi stavy:

1. Normální stav
2. Stav lehké ketoacidózy
3. Stav těžké ketoacidózy

Přechod mezi jednotlivými stavy budou uskutečňovány změnami ketolátek. Pro přechod mezi stavy zanedbáváme hladinu glykémie, jelikož v simulaci ketolátek je použita pouze závislost na inzulínu, a tedy ve hře nebude simulováno zvýšení ketolátek, které může nastat v případě hladovění. Symbol KB v tabulce je zkratkou pro 'ketone bodies' neboli ketolátky. Symbol X znamená, že mezi stavy nejde přecházet.

	Stav 1.	Stav 2.	Stav 3.
Stav 1.	X	$KB > 1$	X
Stav 2.	$KB < 1$	X	$KB > 5$
Stav 3.	Hospitalizace	X	X

Tabulka 4.1: Přechod mezi stavy ketoacidózy

V každém z těchto stavů bude možno konat jen určité aktivity. Během jednotlivých stavů se také mění výraz v obličeji avatara, kdy v normálním stavu bude veselý a ve stavech ketoacidózy smutný. Během ketoacidózy bude také rychleji klesat ukazatel potřeby na WC, jelikož časté močení může být jedním z příznaků. Povolené aktivity jsou uvedeny v tabulce 4.2. Znak \checkmark v tabulce znamená, že v odpovídajícím stavu může avatar vykonávat danou aktivitu.

		Stav			
		1.	2.	3.	
Aktivita	0.	jídlo	✓	✓	
	1.	měření	✓	✓	✓
	2.	insulín	✓	✓	
	3.	sprcha	✓	✓	
	4.	wc	✓	✓	
	5.	zuby	✓	✓	
	6.	ruce	✓	✓	
	7.	hry	✓	✓	
	8.	sport	✓		
	9.	fitbit	✓		
	10.	oblečení	✓	✓	
	11.	jídlo	✓	✓	
	12.	nábytek	✓	✓	
	13.	lékárna	✓	✓	
	14.	škola	✓		
	15.	spánek	✓	✓	
	16.	sladkosti	✓	✓	
	17.	keto	✓	✓	✓
18.	hospitalizace	✓	✓	✓	

Tabulka 4.2: Aktivita povolené v jednotlivých stavech ketoacidózy

4.1.4 Rozšíření stavového automatu pro mluveného průvodce

Stavový automat pro mluveného průvodce byl již implementován v předchozí verzi MyDiabetic, s novým rozšířením o možný stav ketoacidózy je nutné rozšířit i stavový automat, který hráče navádí k správným úkonům během péče o avatara.

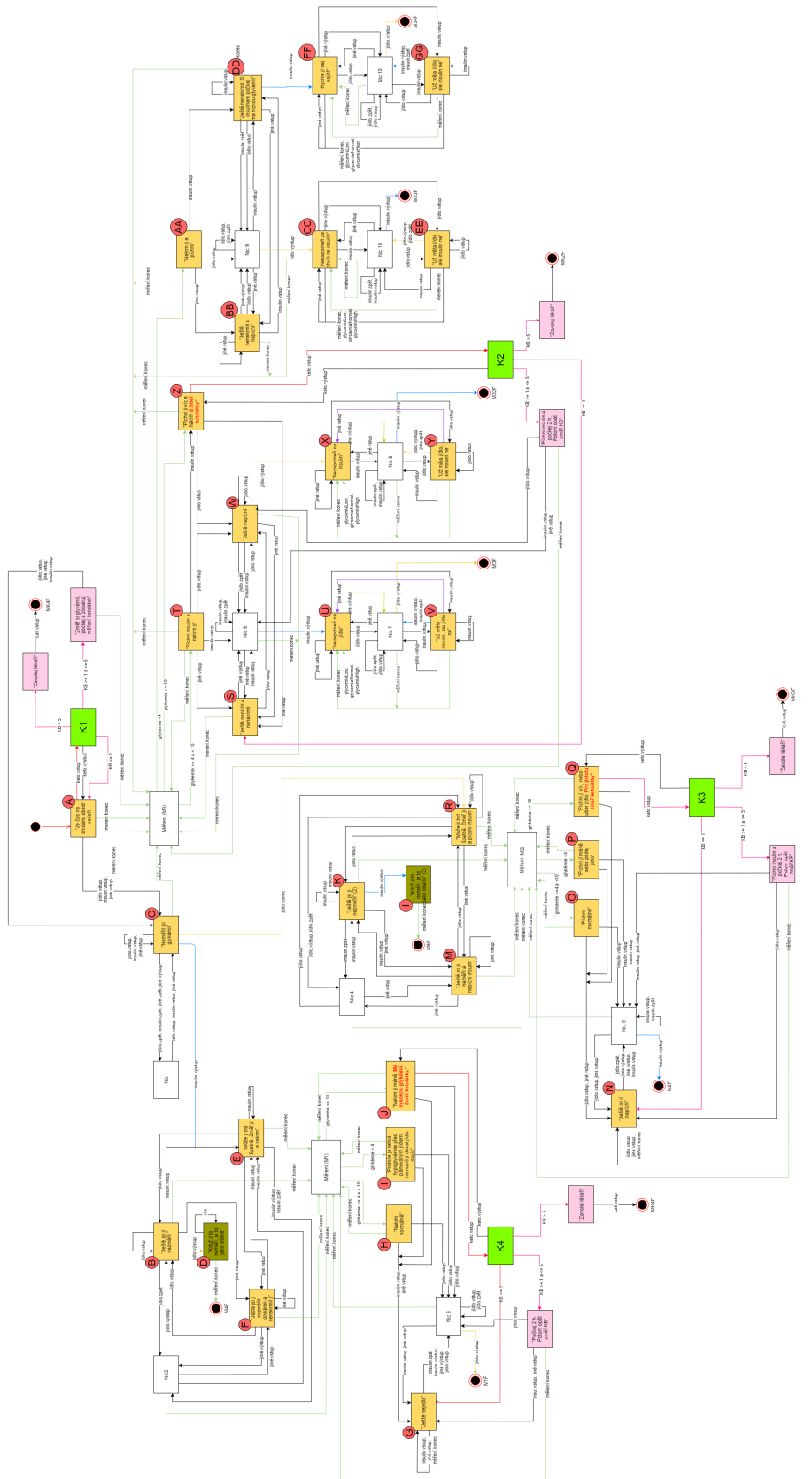
Principy, jež byly použity při rozšiřování stavového automatu

Po změření glykémie, kdy naměřená hodnota překročila 10 mmol/l, je přidán nový stav s hlasovým audio výstupem, ve kterém je hráč vyzván k změření ketolátek. Přestože v reálném světě je doporučeno měřit ketolátky až při ještě vyšších hodnotách glykémie, zde bylo rozhodnuto využít stávající struktury stavového automatu, který je uzpůsoben pro příkaz, jež je vykonán při naměření glykémie nad 10 mmol/l. Při naměření hodnoty ketolátek do 1 mmol/l nedojde k žádným změnám. Při hodnotách mezi 1 a 5 mmol/l bude hráči, pokud tak ještě neudělal, doporučeno si změřit glykémii. Pokud si hráč naměří vysokou glykémii, bude mu doporučeno změřit si ketolátky. V případě, že hráč naměří vysokou glykémii i vyšší hodnotu ketolátek mu bude doporučeno zvýšení dávky inzulínu a připomenuto, že by si měl za 2 hodiny změřit glykémii i ketolátky znovu. Při naměření ketolátek nad 5 mmol/, což odpovídá 2. a 3. úrovni zbarvení keto-proužku bude avatar

Na obrázku 4.2 je grafický návrh stavového automatu. Pro přechod mezi stavy jsou použity příkazy:

4. Návrh

- *jídlo.vstup, jídlo.zpět, jídlo.exit* - vstup do scény s jídlem, odchod ze scény s jídlem bez nakrmení avatara, odchod ze scény s jídlem po nakrmení avatara
- *insulin.vstup, insulin.zpět, insulin.výstup* - vstup do scény s inzulinem, odchod ze scény s inzulinem bez aplikace, aplikace inzulinu
- *měření.konec* - změření glykémie
- *jiné.vstup* - vstup do jiné scény
- *jiné.výstup* - odchod z jiné scény
- další příkazy v závislosti na hodnotách změřené glykémie.
- *keto.vstup, keto.exit* - vstup do keto scény, odchod z keto scény před změřením ketolátek
- další tři příkazy v závislosti na hodnotách naměřených ketolátek
- *call.vstup* - tento příkaz bude volán při zmáčknutí tlačítka hospitalizace, které se objeví v případě těžké ketoacidózy nebo nevyлéčeného onemocnění



Obrázek 4.2: Rozšířený stavový automat pro hlasového průvodce

4.2 Nemoc avatara

Jelikož je u dětí včetně těch s diabetem časté, že i několikrát v roce prodělají běžné infekční onemocnění jako je chřipka, zánět horních cest dýchacích, nachlazení a podobně, bude do hry MyDiabetic přidána také tato možnost. Během onemocnění dochází u diabetika k metabolickým změnám a tudíž dávky inzulínu, které si běžně píchají, nemusejí být dostatečné a je nutné je upravit.

4.2.1 Návrh

K samotnému onemocnění avatara dojde poprvé po uplynutí 12 - 17 dní v herním světě a následně onemocní opět znovu v rozmezí 20 - 30 herních dní od prvního dne předchozího onemocnění. Na začátku onemocnění bude hráči oznámeno, že avatar onemocněl a vysvětleno, co musí dodržovat, aby se avatar vyléčil. S nemocí se pojí i větší únava, proto bude u nemocného avatara ukazatel potřeb pro spánek klesat 2x rychleji než za normálního stavu, což bude vést k indikaci toho, že má avatar častěji odpočívat. Skrytou hrozbou nemoci bude také snížení citlivosti na inzulín, která bude simulovat změny, které se vyskytují u diabetiků, když onemocní. Citlivost na inzulín bude zmenšena na náhodné nižší číslo.

V kapitole 2 byla popsána péče a režim o diabetika v případech, že onemocní. V naší hře budeme předpokládat pouze lehké onemocnění, kdy k vyléčení bude stačit dodržování speciálního režimu. Režim se bude skládat z jednotlivých úkonů, které budou ve hře implementovány jako úkoly, které bude hráč plnit. Aby byl avatar vyléčen, musí hráč během jednoho herního dne splnit alespoň 80% z těchto speciálních úkolů. Pokud se hráči nepodaří ani během jednoho ze čtyř po sobě následujících dní splnit dostatečný počet úkolů, dojde k hospitalizaci avatara. Aby byl hráč motivován a snažil se této situaci předcházet, bude za hospitalizaci penalizován ztrátou 250 peněz.

4.2.2 Úkoly během nemoci

Úkoly:

- Napít se 6x denně během různých denních dob. Během nemoci diabetiků je důležitá hydratace, z
- Změřit si glykémii 6x denně během různých denních dob
- Změřit si hodnotu ketolátek v moči alespoň 4x denně během různých denních dob
- Umýt si ruce
- Zabránit tomu, aby ukazatel potřeby spánku klesnul na nulu

Jelikož se u diabetiků během nemoci mění potřeba inzulínu, je důležité dodržovat pravidelné měření glykémie i ketolátek. Proto i ve hře má hráč za úkol plnit takové úkoly, které hráče navádějí k častému měření.

V případě, že hráč avatara vyléčí, vrátí se citlivost na inzulín opět do normálního stavu. Pokud dojde k hospitalizaci avatara, bude penalizován a následně budou nastavena jeho glykémie i hodnota ketolátek na stejné inicializační hodnoty, jako jsou při samotném začátku hry MyDiabetic. Jelikož je během nemoci těžší udržovat hladinu glykémie v ideálním daném rozmezí a také může dojít k nečekanému deficitu inzulínu, riziko ketoacidózy je během nemoci vyšší.

4.2.3 Stavový automat pro nemoc

Stejně jako pro stavy ketoacidózy, tak i pro stavy nemoci bude vytvořen nový stavový automat.

Podle toho jestli je avatar zdravý, nemocný nebo je už dlouho nemocný a nebyl vyléčen budou vytvořeny tři stavy:

1. Normální stav
2. Nemoc
3. Nevyléčená nemoc

V závislosti na tom, ve kterém stavu se bude avatar nacházet bude přehrána animace obličeje i těla avatara. Zatímco při normálním stavu bude veselý, během nemoci se bude tvářit smutně. Přejchod mezi stavy bude uskutečněn pomocí akcí, jež jsou uvedeny v následující tabulce 4.3.

	Stav 1.	Stav 2.	Stav 3.
Stav 1.	X	Probuzení v "den onemocnění"	X
Stav 2.	Probuzení následující den po té, co byly splněny podmínky pro uzdravení a avatar byl nemocný	X	Probuzení 5. den nemoci (tzn. během předchozích 4 dnů nemoci nebyly splněny podmínky pro uzdravení)
Stav 3.	Hospitalizace	X	X

Tabulka 4.3: Přejchod mezi stavy nemoci

V každém ze tří stavů pak budou moci být konány pouze některé aktivity, které jsou uvedeny v tabulce 4.4a označeny znakem ✓.

		Stav			
		1.	2.	3.	
Aktivita	0.	jídlo	✓	✓	
	1.	měření	✓	✓	✓
	2.	insulín	✓	✓	
	3.	sprcha	✓	✓	
	4.	wc	✓	✓	
	5.	zuby	✓	✓	
	6.	ruce	✓	✓	
	7.	hry	✓		
	8.	sport	✓		
	9.	fitbit	✓		
	10.	oblečení	✓		
	11.	jídlo	✓	✓	
	12.	nábytek	✓		
	13.	lékárna	✓	✓	
	14.	škola	✓		
	15.	spánek	✓	✓	
	16.	sladkosti	✓	✓	
	17.	keto	✓	✓	
18.	hospitalizace	✓	✓	✓	

Tabulka 4.4: Aktivita povolené v jednotlivých stavech nemoci

4.3 Minihra 'Uhádni cukry'

Aby se hráč dostal do stavu ketoacidózy či do stavu nemoci, musí hru hrát po delší dobu, proto je naším cílem udržet hráče aktivního co nejdéle to bude možné. Jedním z nástrojů, které přispívají v této hře k delší délce hraní hráče jsou minihry. Některé z miniher, které se již v aplikaci MyDiabetic nachází, nemají pouze charakter zábavní, ale jsou také edukační. V předchozí verzi hry MyDiabetic byly pouze tři minihry. Pro motivaci hráče k tomu, aby se nejen staral o avatara, ale i hrál minihry, byla implementována herní logika, jež je založená na plnění úkolů a postupování do dalších levelů, které odemykají nové možnosti ve hře, a která hráče motivuje v dalším hraní. [37]

Skladba jídelníčku je u diabetiků velmi důležitá a pro každé správně sestavené jídlo je pro diabetika nezbytné znát množství cukru v něm obsažené. Jelikož je na výběr velké množství potravin, je obzvláště pro děti s diabetem těžké si tyto hodnoty zapamatovat. Z toho důvodu bylo navrženo rozšířit aplikaci MyDiabetic o novou minihru, která bude sloužit k procvičování znalosti o množství sacharidů či VJ obsažených v potravinách.

4.3.1 Návrh minihry

Jelikož cílem hry je nejen to, aby si děti zopakovaly a procvičily množství sacharidů obsažených v potravinách, jež se vyskytují ve hře MyDiabetic, ale aby se i pobavily,

bude nová minihra mít formu kvízu. Hráč bude muset vybrat jedno ze tří nabízených čísel, která symbolizují množství cukru v zobrazené potravíně. Pokud se mu to podaří správně v časovém limitu pěti vteřin, budou mu body přičteny, pokud to nestihne nebo zvolí špatnou odpověď, tak o body přijde. Při hraní této hry bude zábavnou formou postupně 'nucen' k tomu, aby si množství VJ v potravinách zapamatoval. Pokud hráč třikrát odpoví špatně nebo nestihne odpovědět v časovém limitu, hra pro něj končí.

■ 4.3.2 Skóre

Hráč se bude snažit získat co nejvyšší skóre, které je počítáno pomocí vzorce:

$$Score(x) = \begin{cases} Score(x-1) + t, & \text{pokud odpověď je správná a } t > 0 \\ Score(x-1) - 1, & \text{pokud odpověď není správná nebo } t = 0, \text{ a } Score > 0 \\ Score(x-1), & \text{pokud odpověď není správná nebo } t = 0, \text{ a } Score == 0 \end{cases}$$

kde

Score(x) = skóre hráče po x-té odpovědi

t = čas zbývající na časomíře

■ 4.3.3 Úkoly ve hře

Aby hráč byl motivován v hraní této minihry, budou přidány úkoly, které musí být splněny, aby mohlo dojít k postupu do dalších levelů v základní hře MyDiabetic. Příklad úkolů:

- Získej ve hře "Uhádni cukry!" alespoň 30 bodů.
- Získej ve hře "Uhádni cukry!" alespoň 100 bodů v následující hodině.
- Uhádni ve hře "Uhádni cukry!" správně všechna jídla.

Kapitola 5

Implementace

Před začátkem implementace bylo nutné se seznámit se stávající aplikací MyDiabetic ve verzi My Diabetic Demo (1.4.2), která byla zveřejněna jako Beta na Google Play v roce 2017.

5.1 Použité technologie

Hra MyDiabetic je vytvořena na herním enginu Unity 3D s pomocí skriptů psaných jazykem C#.

5.1.1 Unity

Unity je multiplatformní herní engine od společnosti Unity Technologies, který se využívá k vývoji 2D i 3D her a simulací pro PC, mobilní telefony, konzole i web. Unity umožňuje vytvářet hry ve 2D i 3D a poskytuje primární skriptovací API¹ v jazyce C#. Přestože je C# primárním programovacím jazykem pro engine, Unity poskytuje [40]

V roce 2018 byla přibližně polovina všech nově vydaných mobilních her vyvinuta za použití Unity. [41]

Současná verze hry MyDiabetic je vyvíjena ve verzi Unity 5.5.1f1, která byla vydána v roce 2017 a je dnes již mírně zastaralá. [41]

5.1.2 Visual Studio 2019

Visual Studio 2019 je vývojové prostředí (IDE) od společnosti Microsoft, které se využívá nejen k vývoji her, ale i webových stránek, webových a mobilních aplikací. Visual Studio podporuje až 36 různých programovacích jazyků. [42] Integrace Visual Studia v Unity umožňuje vytvářet a zpravovat projektové soubory Visual Studia automaticky. [43]

V rámci Visual Studia je možné vytvářet metody Unity skriptů pomocí průvodců implementace tříd MonoBehaviour a rychlých průvodců třídami MonoBehaviour. Unity Project Explorer umožňuje procházet projekt, jako by byl v prostředí Unity. [44]

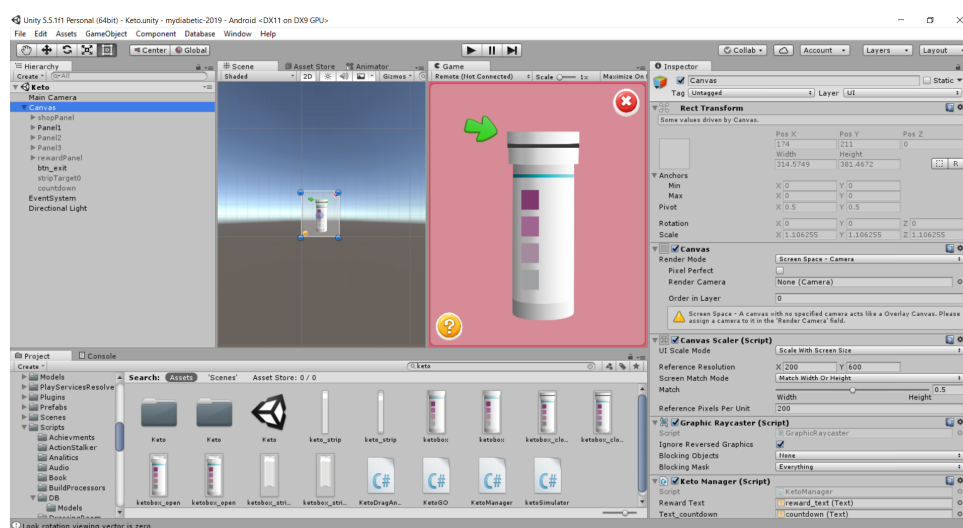
¹Application Programming Interface - Rozhraní pro programování aplikací

5.2 Oprava chyb

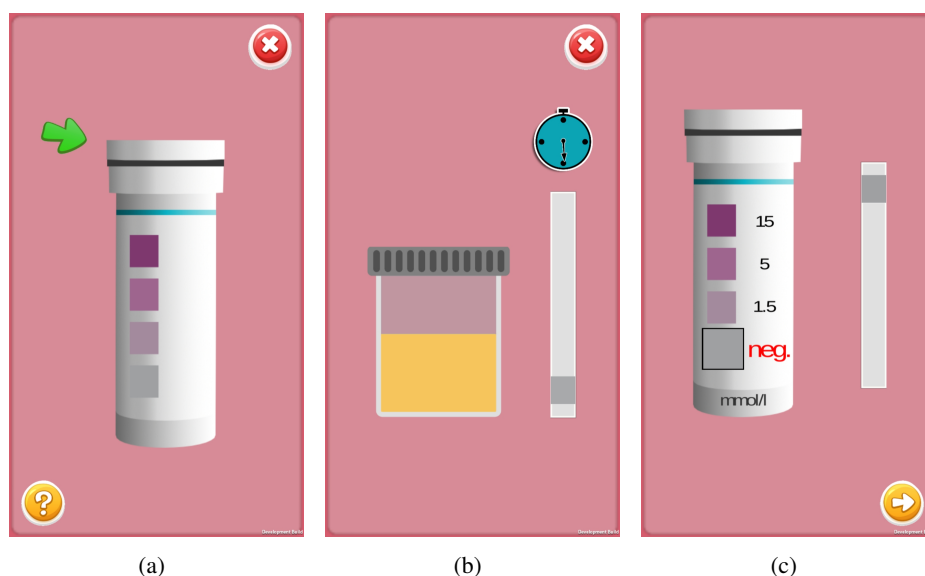
Před samotným začátkem implementace nových rozšíření, bylo nutné otestovat stávající hru, přičemž byly odhaleny nové chyby. Přestože hra MyDiabetic byla již funkční, stále se v ní vyskytovalo pár méně či více vážných chyb, které vznikly během předchozího vývoje. Převážně se vyskytovaly chyby, které neměly vliv na funkčnost hry, jako například špatně umístěné grafické prvky nebo i pravopisné chyby. Jednou z dalších chyb byla možnost pokračování v aplikaci inzulinu, přestože nebylo vybráno žádné místo vpichu. Dále byla opravena chyba ve scéně s umýváním rukou, kdy bylo původně možné umýt ruce pouze v pořadí mýdlo, voda, ručník, a při pokusu o umytí rukou v pořadí voda, mýdlo, voda, ručník docházelo k zaseknutí scény.

5.3 Modul pro měření ketolátek

Pro měření ketolátek byla vytvořena nová 2D scéna, která byla nazvána **Keto**. Tato scéna byla zkonfigurována na základě již existujících podobných scén ve hře, aby byla zachována celistvost aplikace jako například nastavení světla, kamery nebo event systému. Pro řízení této scény byl vytvořen skript **KetoManager**. Instance KetoManageru je přiřazena hernímu objektu 'Canvas' v této scéně.



Obrázek 5.1: Vývoj scény pro měření ketolátek z moči v Unity



Obrázek 5.2: Ukázky ze scény pro měření ketolátek

5.3.1 Stavové automaty

Stavy pro stavový automat pro ketoacidózu byly inicializovány v existující třídě **State**. Příkazy pro přechody mezi jednotlivými stavy jsou volány a vyhodnocovány ve třídě **GameManager**. Ve třídě **ActualActivity** jsou pak na základě stavu ketoacidózy, stavu nemoci a aktuálním stavu nastavovány animace avatara.

5.3.2 Animace

Všechny animace v této scéně byly vytvořeny pomocí skriptů, které se v prostředí Unity přiřadí k příslušnému **GameObjectu** skrz **Inspector** v **IDE**. Tyto skripty obsahují periodicky volanou funkci **FixedUpdate()**, která se volá v pravidelných intervalech. Tato funkce na rozdíl od funkce **Update()** může být volána i vícekrát během jednoho snímku, díky čemuž je vhodná k animacím. Využito je také funkce **Coroutine()**, která umožňuje pozastavení vykonávání sebe sama a vyčkání na splnění podmínky. V hře je využita při animaci odpočítávání, kdy se mění zobrazená čísla a každé číslo se zobrazí po dobu 30 sekund.

5.3.3 Simulátor ketolátek

Pro simulátor ketolátek byla vytvořena nový skript **ketoSimulator**, který zajišťuje výpočet aktuálního stavu ketolátek. Za běžných podmínek, kdy hodnota inzulínu u avatara neklesne pod kritickou hodnotu a zároveň je hladina ketolátek pod hodnotou 0.2mmol/l , kterou jsme v návrhu označili jako referenční při normálním stavu, je simulátor nečinný. Ve chvíli, kdy inzulín klesne pod referenční hodnotu je simulátor aktivován, proměnné I_0 je přiřazena hodnota inzulínu a ketolátky jsou vypočteny pomocí vzorce 4.5. Skript **ketoSimulator** je pak volán ze třídy **GameManager**, ve které je pomocí proměnné **ketoneBodies** uchovávána aktuální hodnota ketolátek.

Každá změna hodnoty ketolátek je vyhodnocována a případně použita k přechodu mezi stavy stavového automatu pro ketoacidózu.

5.4 Onemocnění avatara

Také stavy pro stavový automat onemocnění avatara byly inicializovány pomocí třídy **State**. Zda dojde k přechodu mezi jednotlivými stavy je vyhodnocováno ve třídě **GameManager** a v této třídě je také upravena rychlost klesání ukazatele potřeb. Po přechodu do stavu nemoci bude aktivován panel s upozorněním, který ho bude informovat o novém onemocnění a o tom, jak má postupovat pro vyléčení avatara. Během stavu nemoci se budou zaznamenávat splněné úkoly do databáze. Pro správu splněných úkolů byla vytvořena třída **IllnessTaskManager**, která kontroluje splněné aktivity.

5.4.1 Animace avatara

V Animator controlleru "avatar_behavior.controller" pro pohyby avatara, byl rozšířen stavový automat o stavy pro animaci pití nápoje. Do těchto stavů může hráč přejít ze stavů "happy", "idle", "sad" nebo "weak". Nově přidaným stavům byl přiřazen nový skript **DrinkingBehaviourNormal**, který je volán po vstupu do stavu a zobrazí nádobu v ruce avatara, ze které pije. Animator controller umožňuje spravovat animace a přechody mezi nimi a to ve formě stavového automatu, aby pak mohly být použity na příslušný GameObject pomocí komponenty Animator. [45]

5.5 Minihra

Pro minihru byla vytvořena nová scéna **Game_guessCarb**, která je řízena hlavním skriptem **guessCarbsScript**. Hra se skládá z několika panelů, které jsou **Game Objects**:

- Menu
- Herní panel
- Horní panel
- Pauza
- Závěr

Nejdůležitějším panelem, je herní panel, kde se odehrává samotná hra.

Uprostřed obrazovky se zobrazuje potravina a pod ní tři tlačítka reprezentována objektem **Button**, přičemž na jednom z nich, které je vybráno náhodně, je správná hodnota množství sacharidů obsažených v potravine. Na zbylých dvou jsou špatné hodnoty, které se generují náhodně v intervalu 0 - 50 gramů, které se v závislosti na osobním nastavení uživatele hry případně přepočítávají na VJ. Úkolem tedy je, vybrat správnou ze tří nabízených možností. Hráč má při zahájení hry tři životy, které se zobrazují ve formě obrázku v horním panelu spolu s hodnotou skóre. Na

správnou odpověď má hráč vždy 5 sekund, přičemž odpočet se zobrazuje v horní části displeje. Pro tento odpočet byla vytvořena animace pomocí skriptu Loading, který využívá Couroutine.

Hra končí v případě, že hráč uhodl správně všechny potraviny z databáze nebo v případě, že ztratí všechny životy, přičemž se hráči zobrazí panel 'Závěr', který hráči nabídne novou hru nebo odchod ze scény.

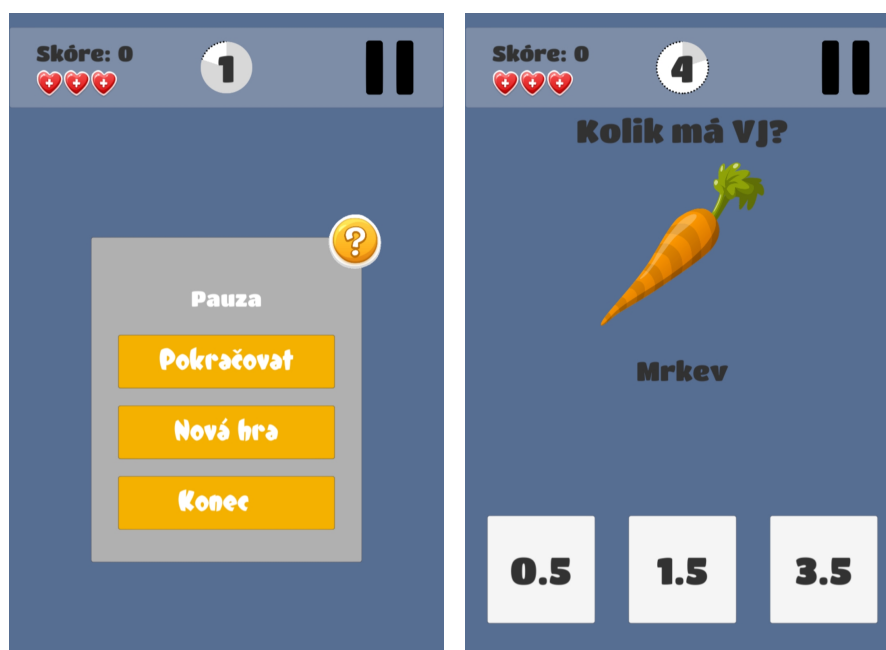
■ 5.5.1 Databáze a minihra

Hra je napojena na databázi potravin, které se ve hře vyskytují také při krmení avatara nebo v dalších minihrách. Také všechny texty vyskytující se ve hře jsou napojeny na databázi díky třídě LanguageManager, která zajišťuje možnost změny jazyku v celé hře. Nejvyšší dosažené skóre je ukládáno do databáze, aby měl hráč motivaci hrát lépe.

Jelikož někteří diabetici si počítají množství cukru v jídle pomocí VJ a někteří pomocí cukrů, může si hráč v nastavení hry vybrat svou preferenci, která je uložena pomocí interní třídy PlayerPrefs. Minihra pak načte toto nastavení a bude přizpůsobena hráči dle jeho preferencí.

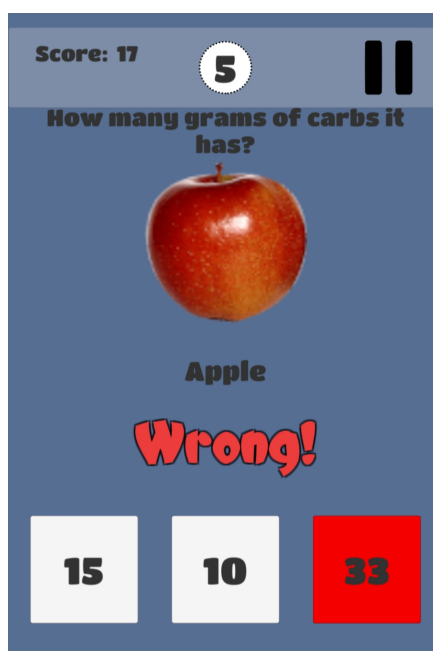
■ 5.5.2 Grafika minihry

Pro minihru byly použity již vytvořené grafické prvky, které se vyskytují v hře MyDiabetic a dalších minihrách, které byly jsou součástí. Celkový design hry byl navržen tak, aby ladil s ostatními minihrami.



(a) Menu hry

(b) Hra v české mutaci



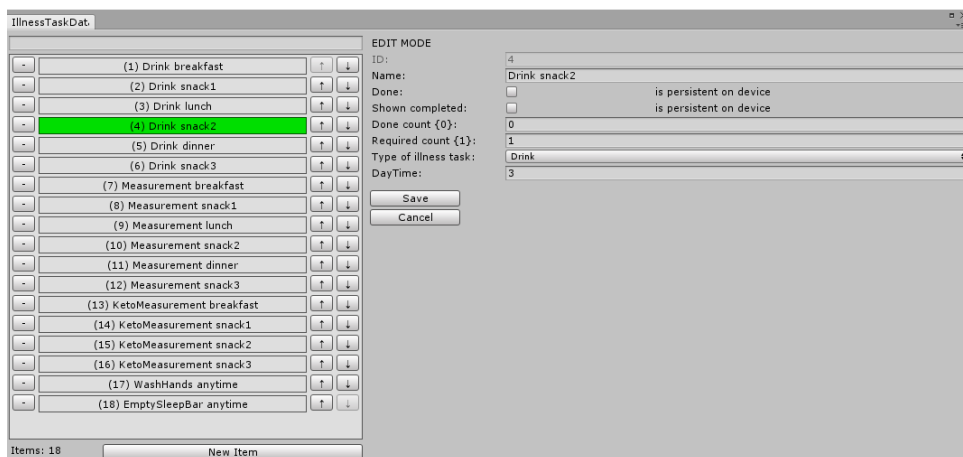
(c) Hra v anglické mutaci

Obrázek 5.3: Ukázky z minihry

5.6 Databáze

Pro účely měření ketolátek byla rozšířena databáze 'Items Database' o novou položku, kterou jsou diagnostické proužky. Pro motivaci hráče k hraní nové minihry,

byly zařazeny do databáze 'Task Database' nové úkoly, které pobízí hráče ke hře. Mimo to, že byly rozšířeny již stávající databáze o nové položky, byla vytvořena i jedna zcela nová databáze. Databáze pro úkoly během nemoci byla navržena tak, aby byla konzistentní s ostatními databázemi v aplikaci. Bylo jí přidáno grafické rozhraní, což umožňuje databázi upravovat v samotném editoru Unity. Databáze je stejně jako ostatní databáze v aplikaci ukládána do privátního úložiště a je tvořena binárním souborem. Perzistentost databází je po refaktoringu řešena již automaticky.[37]



Obrázek 5.4: GUI pro databázi

5.7 Grafika

Pro hru musely být vytvořeny nové grafické prvky, které se objevují v nově přidaných modulech hry. Grafika byla vytvořena tak, aby korespondovala a ladila se stávající aplikací MyDiabetic a nenarušovala její grafické schéma. Přehled nově vytvořených grafických prvků lze nalézt v příloze C. Všechna grafika byla vytvořena v on-line rastrovém a vektorovém grafickém editoru **Photopea**.

Kapitola 6

Testování

6.1 Úvod

Závěrečnou fází projektu bylo testování. Již v průběhu vývoje byla hra testována členy týmu, kteří se podíleli na tvorbě hry. Jelikož je však cílová skupina této hry výrazně jiná, bylo nutno pro kvalitativní testování sehnat děti ve věku přibližně 6–15 let, což odpovídá věku žáků základní školy. To by za normální situace bylo náročné časově i logisticky, ale jelikož bylo testování odloženo kvůli současné pandemii až na období letních prázdnin, bylo možno provést testování v rámci letního tábora, který je určen pro děti s diabetem. Ozdravně edukační tábor byl určen pro děti ve věku 8-17 let a byl pořádán sdružením **Diacel Písek, sdružení rodičů dětí s diabetem a celiakii, z.s.** Jelikož testování proběhlo na letním táboře, kde rodiče testovaných dětí nebyli přítomni, docházelo u některých otázek k nepřesným či žádným odpovědím.

6.2 Cíl testování

Cílem tohoto testování bylo vyzkoušet funkcionalitu modulu měření ketolátek. Dále bylo nutné zjistit, zda je tento modul pro děti srozumitelný a rozumí informacím, které z něj získají. Důležitá byla i celková zpětná vazba, vztahující se ke hře jako celku, která může pomoci v dalším vývoji. Mimo to, bylo testováno rozšíření hry o nemoc avatara. Pro testovací účely byl upraven kód hry tak, aby avatar ve hře onemocněl chřipkou druhý hrací den.

6.3 Průběh testování

Na začátku jsme byli dětem představeni, následně jim byla stručně představena hra MyDiabetic a vysvětleno o jaký typ hry jde a jaké jsou její cíle. Každému dítěti bylo přiřazeno **identifikační číslo (dále i.č.)** pro zachování anonymity, pod kterým byly následně zaznamenávány všechny jeho odpovědi, které jsou uvedeny v tabulkách v příloze D. Poté děti byly rozděleny do tří skupin, kdy každá skupina dále testovala určitý nově vyvíjený modul hry. Ve skupině pro toto testování bylo celkem 10 dětí, z čehož nakonec pouze 7 otestovalo hru. Samotné testování se potom skládalo ze 3 částí. V první části děti ze všech skupin, kterých bylo dohromady 30, vyplnily

dotazník, který se týkal jak jejich osobních údajů, diabetu a jejich vztahu k hrám a herním zařízením. Každá skupina dětí pak ještě vyplnila krátký dotazník týkající se konkrétního modulu, který se chystali otestovat – zde tedy to byl dotazník ohledně ketolátek, ketoacidózy a nemoci (např. chřipka, viróza, sezónní virové onemocnění atd.) u diabetiků. Otázky z dotazníku jsou uvedeny v příloze D.1 spolu s odpověďmi všech respondentů. Poté byl všem dětem ze skupiny hromadně předveden průchod intrem hry a následně byly testovány jednotlivé děti, které měly splnit následující úkoly:

- Běž do koupelny a změř Adamovi/Emmě (avatarovi) ketolátky v moči.
- Přestaň Adamovi/Emmě dávkovat inzulin, opakuj několikrát měření ketolátek a sleduj, jak se jejich množství zvyšuje.
- Starej se o Adama/Emmu a hraj do 2. herního dne.
- 2. den Adam/Emma onemocní, dodržuj režim, který ti určí doktorka ve hře.

Pro testování všech dětí byl použit stejný mobilní telefon Samsung Galaxy A40 s velikostí displeje 5,9“ a systémem Android 10. Během samotného testování byl také pořizován záznam obrazovky zařízení pomocí aplikace Game Booster pro pozdější vyhodnocení testování s každým respondentem, který testoval hru, byly ještě znovu probrány odpovědi z jeho dotazníku pro větší přesnost. V poslední části po samotném testování proběhl s participantem rozhovor, během kterého mu byly kladeny otázky z dotazníku po testování.

6.4 1. Tester (i.č. 10)

Informace o participantovi. První testovanou byla dívka ve věku 8 let a diabetes I. typu jí byl diagnostikován ve věku pěti let. Přestože vlastní chytrý telefon, tak ho využívá pouze ke komunikaci s rodiči. Hry nehraje ani na telefonu ani na jiných platformách. S hrou, která by byla zaměřená na diabetiky se dosud nesetkala. Pro aplikaci inzulinu používá insulinové pero. Ketolátky si občas měří pomocí diagnostických papírků z moči, ale o tom, kdy si je má změřit, rozhodují rodiče. Sama dívka neví, co ketolátky ani ketoacidóza jsou. Dívka věděla, že když onemocní, tak musí po poradě s lékařem změnit režim dávkování inzulinu i denní režim.

Průběh testování. Během testování se dívka snažila zorientovat ve hře, ale moc jí to nešlo. Scénu s měřením ketolátek našla však bez problému a také se jí povedlo celou scénou projít. Poté se přestala dávkovat avatarovi inzulin a několikrát během dne zopakovala měření ketolátek, což se jí pokaždé podařilo.

Zhodnocení testování participantem. Po testování dívka hodnotila hru jako „docela dobrou“. Podařilo se jí také splnit první úkol a dostat avatara do stavu, kdy měl zvýšenou hladinu ketolátek. Jelikož však moc nepoužívá chytrý telefon, bylo pro ni ovládání hry náročnější a nebyla v daném časovém úseku schopná dojít do druhého herního dne. Ve scéně, kde se měřily ketolátky se jí vše líbilo a nic by neměnila. Kdyby mohla, tak by si hru MyDiabetic stáhla i do svého telefonu. Nakonec uvedla, že by byla ráda, kdyby mohla hru hrát i s kamarády.

6.5 2. Tester (i.č. 9)

Informace o participantovi. Druhou testovanou byla dívka ve věku 13 let, které byl diagnostikován diabetes I. typu ve 4 letech a momentálně používá insulinové pero. Přestože sama chytrý mobilní telefon nevlastní a ani běžně nepoužívá, hraje na půjčeném telefonu několikrát do měsíce hry. S hrou pro diabetiky se už setkala, ale nepamatuje si jaká hra to byla. I když si myslela, že ví, co jsou to ketolátky, tak následně je označila za cukry, což není pravda. Ketolátky si 1x – 3x měsíčně měří pomocí diagnostických papírků z moči a přibližně ví, co je to ketoacidóza.

Průběh testování. Hráči se podařilo několikrát změřit množství ketolátek v krvi a při napíchnutí inzulínu bylo zaznamenáno zvýšení hladiny ketolátek, přičemž se vyskytla chyba, která zasekla tlačítko, které zrychluje čas. Při postupu do druhého herního dne avatar onemocněl.

Zhodnocení testování participantem. Hra se dívce líbila a vše se jí podařilo splnit. Při hraní neměla pocit, že by měla s ničím problémem. Tuto hru by si stáhla a neví co by se dalo vylepšit, ale následně uvedla, že by bylo dobré, kdyby šly měřit ketolátky nejenom z moči, ale i z dechu a krve. Jestli se jí scéna s ketolátkami líbí nebo nelíbí nedokáže říct a nemá ani nápady na vylepšení. Celkově ke hře taktéž nemá výhrady.

6.6 3. Tester (i.č. 7)

Informace o participantovi. Další testovanou byla dívka ve věku 16 let, které byl diagnostikován diabetes I. typu v jejích devíti letech. Přestože dříve používala insulinové pero, dnes má již pumpu. S chytrým telefonem pracuje již od svých šesti let a vlastní chytrý telefon s operačním systémem iOS. Přestože párkrát do týdne hraje hry na svém telefonu, upřednostňuje pro hraní PC. Preferuje hry logické a simulátory a zatím se nesečkala s hrou, která by byla určena přímo pro diabetiky. Nejčastěji hraje hry doma a o nových hrách se dozvídá od přátel a přes internet. Dále uvedla, že její rodiče nejspíše souhlasí s tím, že hraje hry.

O ketolátkách i ketoacióze věděla základní informace. Ketolátky si však měří přibližně párkrát do měsíce sama z moči pomocí diagnostických papírků. Také ví, jak se má chovat v případě onemocnění.

Průběh testování. Dívce se dařilo měřit ketolátky a nepodáváním inzulínu jejich hodnotu zvýšit. O avatara se starala do dalšího dne, ale snažila se ho přecpávat, čímž chtěla dosáhnout velmi vysoké glykémie, která se však zásadně nezvýšila. Další herní den avatar onemocněl a dívka se o něj snažila dál starat.

Zhodnocení testování participantem. Hra se chlapci líbila, ale myslí si, že je spíš pro menší děti. Zadané úlohy se mu podařilo splnit. Na otázku, jestli si myslí, že by měly být přidány i další možnosti měření ketolátek, odpověděl kladně. Hru celkově hodnotí jako dobrou a přímo na scéně s ketolátkami by nic neměnil, avšak všiml si, že se avatar tváří št'astně, přestože má zvýšenou hladinu ketolátek.

6.7 4. Tester (i.č. 6)

Informace o participantovi. Čtvrtým participantem byl čtrnáctiletý chlapec, kterému byl diagnostikován diabetes již v pěti letech a momentálně používá insulinovou pumpu. Na svém chytrém telefonu má operační systém Android, a přestože upřednostňuje k hraní her počítač, hraje hry každý den i na telefonu. Hru pro diabetiky zatím žádnou nehrál, jelikož ho ani nenapadlo, že by mohla existovat. O nových hrách se nejčastěji dozvídá přes internet a z televize. Přestože hraje hry od svých osmi let, není si jistý, jestli jeho hraní rodiče schvalují. O ketolátkách i ketoacidóze slyšel, ale neumí tato slova přesně definovat. Ketolátky si ale měří opravdu výjimečně a pomocí diagnostických proužků z moči. O tom, jak se má chovat během nemoci, ví dost informací.

Průběh testování. Chlapec během testování několikrát měřil hladinu ketolátek v moči, ale jelikož hráč avatarovi neustále podával inzulín, byl výsledek na diagnostickém proužku vždy negativní. Chlapec během testování nechtěl plnit zadané úkoly, ale pouze objevoval hranice hry MyDiabetic, jelikož avatara ve hře vystavoval extrémním podmínkám. Jelikož byl tento chlapec již na hranici cílové skupiny, pro kterou je hra určena, bylo zřejmé, že jí nebere jako edukační prostředek, ale pouze jako zábavu. Přesto se hráči podařilo dojít ve hře do dalšího herního dne, kde avatar onemocněl, ale hráč neměl zájem o další péči o avatara.

Zhodnocení testování participantem. Hra se mu zdála dobrá, ale prohlásil, že by si jí stáhl pouze ze randy a po chvíli by ji nejspíše odinstaloval. Myslí si, že měření ketolátek z moči je dostatečné a se scénou, ve které se ve hře ketolátky měří, je spokojený a označuje ji za „normální“. K této scéně nemá žádné připomínky. Ve hře by se mu líbilo, kdyby mohla postavička zemřít. Myslí si, že hra je hlavně pro mladší hráče, ale i starší se s ní chvíli zabaví a něco si na ní najdou. Hru by taky doporučil kamarádovi, který nemá diabetes, aby ho pochopil.

6.8 5. Tester (i.č. 4)

Informace o participantovi. I pátým respondentem byl čtrnáctiletý chlapec, kterému byl diagnostikován diabetes v jednom roce a v současnosti používá insulinovou pumpu. Vlastní chytrý mobilní telefon, ale hry na něm nikdy nehraje. K hraní her používá pouze PC, ne kterém hraje doma akční hry. S žádnou hrou pro diabetiky se prozatím nesešel. O nových hrách se dozvídá ze služby Steam. O ketolátkách i ketoacidóze ví povrchově, ale měří si ketolátky v moči párkrát do měsíce pomocí testovacích proužků. Ví, že během onemocnění má kontaktovat lékaře, který mu stanoví režim.

Průběh testování. Participantovi se podařilo bez problému několikrát změřit množství ketolátek, avšak hra ho zaujala a snažil se prozkoumávat její funkce, takže zapomněl, že nemá dávkovat inzulin, proto se mu nepodařilo zaznamenat zvýšenou hladinu ketolátek. Do dalšího testovacího dne také nedošel, jelikož chtěl hru více prozkoumat a ne plnit úkoly.

Zhodnocení testování participantem. O hře si myslí, že je docela fajn. Ve scéně s měřením ketolátek se mu velmi líbila animace s točením indikačního proužku a nemá žádný nápad na vylepšení této scény. Hráči se ale nepodařilo splnit úkol, jelikož avatarovi podával inzulin, a tudíž se hladina ketolátek nezvyšovala. Hru by si stáhnul, ale líbilo by se mu, kdyby mohl avatar skončit v nemocnici, umřít a zvracet. Také by se mu líbilo, kdyby mohl ve hře vyhazovat odpadky. Řekl, že by hru kamarádovi určitě doporučil.

6.9 6. Tester (i.č. 24)

Informace o participantovi. Předposlední participantkou byla dívka ve věku třináct let, která má diabetes I. typu od dvou let a momentálně používá insulinovou pumpu. Několikrát do týdne hraje na svém telefonu se systémem Android hry. Nové hry si nejčastěji sama nachází přímo v Google Play. Dívka měla dobré znalosti o ketolátkách, ketoacidóze a také věděla, že při nemoci musí po poradě s lékařem upravit svůj režim. Uvedla, že si měří ketolátky z krve pomocí speciálního glukometru vždy, když má vysokou glykémii.

Průběh testování. Dívce se dařilo měřit ketolátky a následně sledovat změnu zbarvení proužku poté, co několik hodin neaplikovala inzulin. V první části scény měření ketolátek, kde se otevírá krabička s proužky, byla dívky nedočkává a klikala na víčko během animace, kdy se automaticky přesouvá na své místo, čímž se scéna zasekla, ale po opětovném nasazení a sundání víčka ve scéně, opět vše fungovalo. V dalším herním dni avatar onemocněl a dívka chápala, že teď se o něj musí starat více.

Zhodnocení testování participantem. Participantka hru moc neoceníla, jelikož hry moc nehraje a má pocit, že hra je určená pro mladší hráče, než je ona sama. Hru by si proto ani do svého mobilu nestáhla. Úkoly se jí však splnit podařilo. V scéně s měřením ketolátek se jí však zasekla animace víčka z krabičky od proužků, což by doporučila opravit. Dále řekla, že by mohly ve hře být všechny možné způsoby měření ketolátek u diabetika. Přesto si myslí, že je hra dobrá, je v ní dobře vysvětlen a popsán diabetes, a kdyby měla kamaráda, kterému by byl právě diagnostikován diabetes, tak by mu hru doporučila.

6.10 7. Tester (i.č. 22)

Informace o participantovi. Poslední testovanou byla patnáctiletá dívka s diabetem I. typu, která používá insulinové pero a diabetes ji byl diagnostikován v pěti letech. Má svůj chytrý telefon se systémem Android, ale nehraje na něm ani na jiném zařízení žádné hry. O ketolátkách, ketoacidóze stejně jako o tom, jak se chovat během nemoci, ví vše podstatné. Ketolátky si měří z moči za pomocí diagnostických proužků.

Průběh testování. Poslední testované se také bez problému podařilo měřit ketolátky z moči. Na rozdíl od ostatních participantů nechtěla hru prozkoumat, ale pouze se snažila rychle splnit zadané úkoly. Ve scéně s koupelnou neměla problém najít správnou ikonu, která značí měření ketolátek. Při nepodávání inzulínu byl viditelný nárůst ketolátek v moči.

Zhodnocení testování participantem. Dívka si o hře myslí, že je zajímavá a zadané úkoly se jí podařilo splnit. Uvedla, že kdyby mohla, tak by si asi tuto hru možná stáhla. Také uvedla, že by bylo možná dobré, kdyby byly ve hře i další možnosti měření ketolátek a hráč by si mohl vybrat, kterou by chtěl. Scéna, ve které se zjišťovalo množství ketolátek v moči, se jí líbila a nic by na ní neměnila. Ke hře jako takové, neměla další výhrady a určitě by jí doporučila svým kamarádkám bez cukrovky, které se jí často na tuto nemoc ptají, ale moc jí nechápou.

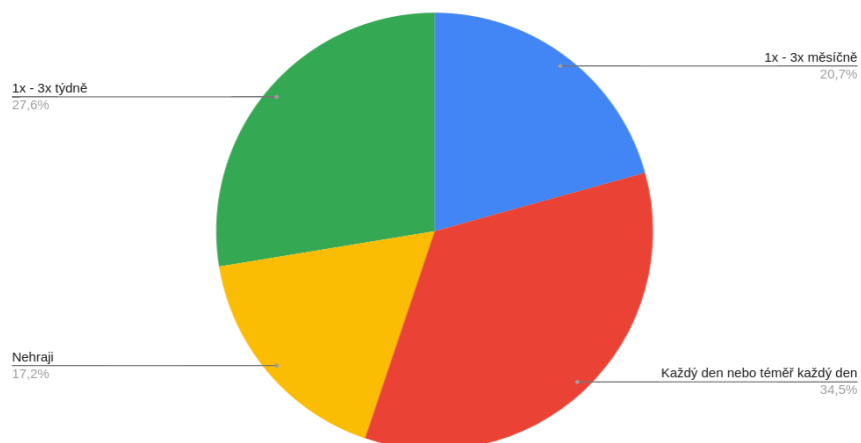
6.11 Shrnutí testování

Před-testovací dotazník vyplnilo celkem 30 dětí, z čehož bylo 12 chlapců a 18 dívek. Všichni zúčastnění měli diabetes 1. typu a 17 dětí používá k dávkování inzulínu insulinové pero a 13 používá insulinovou pumpu. Kromě 4 dětí vlastní svůj mobilní telefon všechny, přičemž v průměru začaly používat mobilní telefon v 8 letech. Pro hraní her je oproti mobilnímu telefonu nepatrně více oblíbený PC a pouze osm dětí preferuje hraní her na herních konzolích. Jedna šestina dětí se již setkala s nějakou hrou, která byla určena pro diabetiky. Přes osmdesát procent dětí hraje hry doma. Jedenáct dětí následně vyplnilo i dotazník týkající se jejich znalostí o ketolátkách a péče o sebe během nemoci. Pouze dva z respondentů nevěděli, co jsou to ketolátky ani ketoacidóza. Přesto 10 dětí uvedlo, že si měří ketolátky z moči pomocí diagnostických proužků a jedna dívka si měří ketolátky z krve za pomoci glukometru. Všichni respondenti ví, že během nemoci, jako je například chřipka, viróza, sezónní infekční onemocnění apod., je nutno kontaktovat lékaře, který může upravit dávkování inzulínu a dodržovat klidový režim.

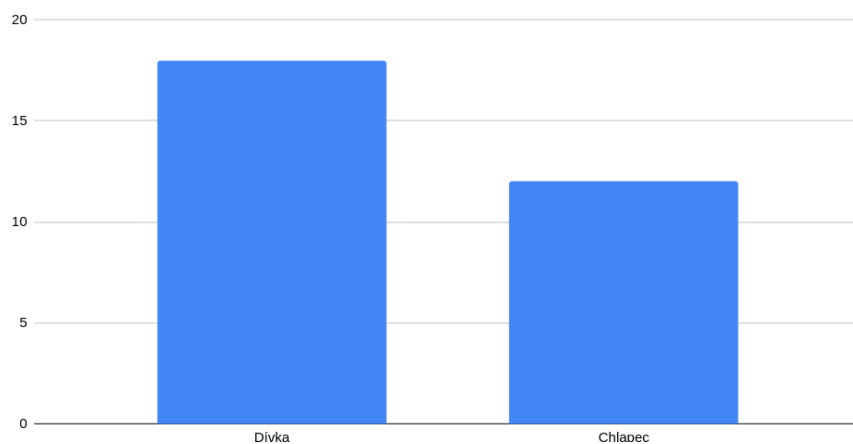
Všech sedm testovaných dětí bez problému umělo projít scénou s měřením ketolátek. Scénu všechny hodnotily jako dobrou a nenašly na ní nic, co by vylepšily. Až na 4. testera všechny děti pozorovaly zvýšení ketolátek po té, co nebyl avatarovi aplikován inzulín. Při dotazu na to, zda by uvítali možnost měření ketolátek i jinými způsoby než pouze pomocí diagnostických proužků z moči většina uvedla, že by to mohlo být dobré pro děti, které jsou zvyklé na tyto jiné způsoby měření. Děti neměly žádné připomínky k novým modulům, ale pouze celkově ke hře, kdy by se jim líbilo, kdyby avatar mohl zvracet nebo umřít. Při testování děti bez problémů došly do druhého herního dne, kde avatar onemocněl. Vzhledem k charakteru testování nebylo možné, aby děti hrály hru dostatečně dlouho a mohly tím avatara vyléčit. Jelikož onemocnění avatara ve hře je navrženo nejdříve až po dvanácti herních dnech, předpokládá se také už, že je hráč seznámen s hrou po delší dobu a je schopen pořádně plnit úkoly.

Po testování několik dětí uvedlo, že by hru MyDiabetic ocenili v mladším věku nebo v době, kdy jim byl diabetes diagnostikován. Většina testovaných dětí měla diabetes již několik let a tudíž pro ně hra už nebyla edukační, protože vše o základní

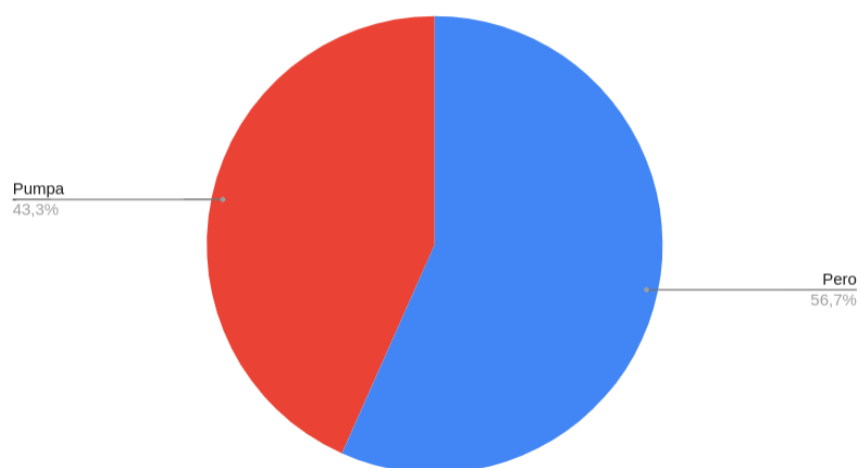
pěči již znají. Dále však uváděli, že by hru doporučili svým kamarádům či sourozencům, kteří sice diabetes nemají, ale zajímají se o toto onemocnění a chtěli by mu více porozumět. Děti chápaly souvislost nárůstu ketolátek s nepodáváním inzulínu. Užitečnost nového modulu nemůže být zcela ověřena, jelikož testované děti byly již o problematice ketolátek a ketoacidózy vzdělány.



Obrázek 6.1: Jak často hrajete hry?



Obrázek 6.2: Pohlaví účastníků testování



Obrázek 6.3: Používá pero nebo pumpu

Kapitola 7

Závěr

Cílem této práce bylo rozšířit edukační hru MyDiabetic, která je určena především pro děti, kterým byl nově diagnostikován diabetes mellitus I. typu. Do stávající hry byl nově přidán modul pro měření ketolátek, jejichž monitorování je důležité z důvodu kontroly možné ketoacidózy, která může mít pro diabetika až fatální následky. Na základě klinické studie, která matematicky popisuje změnu ketolátek v těle v závislosti na inzulinovém deficitu, byl implementován model, jež simuluje tyto vztahy.

Jelikož se do ketoacidózy může dostat diabetik při nemoci či infekci, byla do aplikace přidána simulace onemocnění avatara.

Přidán byl nový stavový automat, který umožňuje avatarovi přejít do stavu ketoacidózy nebo do stavu nemoci.

Do hry MyDiabetic byla také přidána minihra "Uhádni cukry". Tato hra má formu kvízu a umožňuje dětem si zábavnou formou procvičovat znalosti ohledně množství cukru v potravinách. Hra také zvyšuje zábavnost celé aplikace a může prodloužit čas strávený aktivním používáním aplikace.

Nová rozšíření byla následně testována na 7 dětech s diabetem ve věku 8 - 16 let.

Přestože se dětem hra líbila, většina z nich uvedla, že by jí spíše doporučili nově diagnostikovaným pacientům s diabetem, a nebo svým kamarádům a sourozencům, kteří chtějí tuto nemoc pochopit. Během testování bylo od participantů obdrženo několik návrhů na zlepšení, které byly vzaty v potaz a budou zpracovány při dalších úpravách této hry.

7.0.1 Budoucí práce

Z výsledků testování, kde většina dětí uvedlo, že by se jim líbila možnost testování ketolátek nejenom z moči, ale i z krve či dechu, můžeme usoudit, že by bylo v budoucnu dobré přidat, alespoň měření ketolátek pomocí speciálního glukometru, který by mohl být dostupný v pokročilejších levelech hry, což by mohlo motivovat děti, aby setrvali v hraní hry. Přidání této možnosti až v pokročilejším levelu by taky mohlo napomoci tomu, aby si děti zprvu nepletli měření ketolátek a glukózy z krve, jelikož probíhá velmi podobně, stejným přístrojem a liší se pouze použitými testovacími proužky.

Jelikož bylo vytvářeno několik modulů hry současně, bude nutné nahrát, po jejich spojení, nové zvukové záznamy pro nově přidané stavy v stavovém automatu a pro

nové nápovědy či jiné texty. Jelikož je v plánu hru vydat i pro zahraniční trh, je nutné pořídit zvukové záznamy ve více jazycích.

Dále by bylo vhodné vytvořit nové animace pro avatara, jelikož to bylo časté doporučení účastníků testování. Animace zvracení by poté mohla být použita nejen jako symptom ketoacidózy, ale například i při moc velkém přísunu potravy. Také stav úmrtí společně s jeho animací byly od dětí požadovány. V případě, že by mohl avatar umřít, děti by byly více motivované, aby se o něj pravidelně starali a také by tento stav mohl být edukační, jelikož by znázorňoval následek při velkém zanedbání péče.

Jelikož ve stavu nemoci se musí hráč více starat o avatara, nabízí se možnost přidání scény, ve které by měl přehled, kolikrát již daný den avatarovi změřil glykémii, ketolátky, píchl inzulín a podobně. Tato scéna by byla užitečná hlavně v případě, když hráč hru přeruší a vrátí se k ní za nějaký čas a již zapomene, co vše vykonal a co zatím ne.

Jelikož i v reálném světě se vyskytují vady a poruchy inzulínových pump, které mohou vést až ke ketoacidóze, mohla by tato situace být v budoucnu nasimulovaná i v této hře po té, co bude přidán modul s inzulínovou pumpou, který je v současné době ve vývoji.

Protože došlo k rozšíření stavového automatu pro hlasového průvodce, bude nutné doplnit hlasový záznam pro přidání stavů v českém i anglickém jazyce. Aby nebyla narušena konzistence hry, musí hru dabovat stejná osoba, která již namluvila předchozí texty, v případě že by nebyla dostupná, bude nutné dabovat celou hru znovu.

Jelikož v současné době má databáze jídel, která se vyskytuje ve hře, pouze 39 položek, bylo by vhodné ji rozšířit. Hru je plánováno vydat i v anglické mutaci, proto by bylo dobré přidat mezinárodní pokrmy, jelikož v současné době se kromě základních surovin ve hře vyskytují spíše česká jídla.



Reference

- [1] D. B. Dunger, M. A. Sperling, C. L. Acerini, D. J. Bohn, D Daneman, T. P. A. Danne, N. S. Glaser, R Hanas, R. L. Hintz, L. L. Levitsky, M. O. Savage, R. C. Tasker a J. I. Wolfsdorf, „ESPE/LWPES consensus statement on diabetic ketoacidosis in children and adolescents“, *Archives of Disease in Childhood*, roč. 89, č. 2, s. 188–194, 2004, ISSN: 0003-9888. DOI: 10.1136/adc.2003.044875. eprint: <https://adc.bmj.com/content/89/2/188.full.pdf>. WWW: <https://adc.bmj.com/content/89/2/188>.
- [2] B. R. Lukáš, „Implementation of serious game to support children’s education in diabetes mellitus I“, Diplomová práce, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Praha, 2017. WWW: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/68467>.
- [3] (2020). WHO - World Health Organization, WWW: <https://www.who.int/health-topics/diabetes> (cit. 24.07.2020).
- [4] (©2020). Data o diabetu v ČR, WWW: <http://diabetickaasociace.cz/co-je-diabetes/data-o-diabetu-v-cr/> (cit. 14.08.2020).
- [5] P. Pitřhová a K. Štechová, *Léčba inzulinovou pumpou: aneb každodenní život rodiny Novákovy, Příručka pro pacienty s diabetem*. 1. vyd. Praha: Maxdorf, 2013, ISBN: 978-80-7345-338-1.
- [6] V. Frantová a Z. Rušavý, *Diabetes mellitus čili cukrovka. Dieta diabetická - II.svazek*, 1. vyd. Praha: Forsapi, 2007, ISBN: 978-80-903820-2-2.
- [7] J. Škrha, Z. Šumník, T. Pelikánová a M. Kvapil, „Doporučený postup péče o diabetes mellitus 1. typu“, *Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa*, roč. 4, č. 4, s. 156–159, 1.7. 2016, ISSN: 12126853, 12119326.
- [8] K. Štechová, *Technologie v diabetologii*, 1. vyd. Praha: Maxdorf, 2016, ISBN: 978-80-7345-479-1.
- [9] A Jirkovská a M Kvapil, „DOPORUČENÍ K EDUKACI DIABETIKA“, *Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa*, roč. 15, č. 1, s. 59–61, 20. 3. 2012, ISSN: 12126853, 12119326.

- [10] J. Wolfsdorf, M. E. Craig, D. Daneman, D. Dunger, J. Edge, W. Lee, A. Rosenbloom, M. Sperling a R. Hanas, „Diabetic ketoacidosis in children and adolescents with diabetes“, *Pediatric Diabetes*, roč. 10, č. s12, s. 118–133, 2009. DOI: 10.1111/j.1399-5448.2009.00569.x. eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1399-5448.2009.00569.x>. WWW: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-5448.2009.00569.x>.
- [11] D. Neumann, *Léčba diabetu inzulinovou pumpou u dětí krok za krokem*, 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2011, ISBN: 978-80-204-2480-8.
- [12] S. A. Westphal, „The occurrence of diabetic ketoacidosis in non-insulin-dependent diabetes and newly diagnosed diabetic adults“, *The American journal of medicine vol.*, roč. 101, č. 1, s. 19–24, 1996. DOI: 10.1016/s0002-9343(96)00076-9.
- [13] P. Raghupathy, „Diabetic ketoacidosis in children and adolescents“, *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, roč. 19, č. 7, s. 55–57, 2015. DOI: 10.4103/2230-8210.155403.
- [14] H. e. a. N. r. Miura, „Acute complications due to diabetes mellitus: Diabetic ketoacidotic coma“, *Japanese journal of clinical medicine*, roč. 60, č. 10, s. 117–23, 2002.
- [15] B. Matouš, *Základy lékařské chemie a biochemie*, 1. vyd. Praha: Galén, 2010, ISBN: 978-80-7262-702-8.
- [16] Y. Qiao, Z. Gao, Y. Liu, Y. Cheng, M. Yu, L. Zhao, Y. Duan a Y. Liu, „Breath Ketone Testing: A New Biomarker for Diagnosis and Therapeutic Monitoring of Diabetic Ketosis“, *BioMed research international*, roč. 2014, s. 869 186, kvěť. 2014. DOI: 10.1155/2014/869186.
- [17] B. Friedecký, J. Kratochvíla, D. Springer, M. Prázný, T. Pelikánová, T. Zima a J. Racek, „Diabetes mellitus – laboratorní diagnostika a sledování stavu pacientů“, *Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa*, roč. 22, č. 3, s. 108–121, 29. 1. 2019, ISSN: 12126853, 12119326.
- [18] (). Uživatelský návod pro použití diagnostických proužků na analýzu moči, WWW: https://www.medplus.cz/index.php?route=product/product/download&download_id=23&product_id=1554 (cit. 14.08.2020).
- [19] (©2017). Selfmonitoring ketolátek v krvi a v moči, WWW: <https://www.cukrovka.cz/selfmonitoring-ketolatek-v-krvi-a-v-moci> (cit. 14.08.2020).
- [20] (2013). Cukrovka a infekční onemocnění, WWW: <http://www.zivotacukrovka.cz/clanek/295/cukrovka-a-infekcni-onemocneni/> (cit. 14.08.2020).
- [21] (2019). Využívání informačních a komunikačních technologií v domácnostech a mezi jednotlivci - 2019, WWW: <https://www.czso.cz/csu/czso/5-komunikace-na-internetu> (cit. 14.08.2020).

- [22] A. Rizzo, B. Lange, E. Suma Rosenberg a M. Bolas, „Virtual Reality and Interactive Digital Game Technology: New Tools to Address Obesity and Diabetes“, *Journal of diabetes science and technology*, roč. 5, s. 256–64, břez. 2011. DOI: 10.1177/193229681100500209.
- [23] D. S. Eng a J. M. Lee, „The Promise and Peril of Mobile Health Applications for Diabetes and Endocrinology“, *Pediatric Diabetes*, roč. 14, č. 4, s. 231–238, 2013. DOI: 10.1111/pedi.12034. eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/pedi.12034>. WWW: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/pedi.12034>.
- [24] (©2020). Monster Manor, WWW: <https://ayogo.com/blog/monster-manor/> (cit. 14. 08. 2020).
- [25] (©2013). Carb Counting Games - Lenny The Lion, WWW: <http://www.lenny-diabetes.com/carb-counting-with-lenny.html> (cit. 14. 08. 2020).
- [26] (©2020). Coco's Cove, WWW: <https://mariaty.itch.io/cocos-cove> (cit. 14. 08. 2020).
- [27] (©2020). Coco's Cove, WWW: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Mariaty.CocosCove> (cit. 14. 08. 2020).
- [28] G. W. R. III, „Design Perspectives on Diabetes Management Games“, Dissertation, The University of Texas at Austin, Texas, USA, 2017.
- [29] (©2020). Your data, simply there, WWW: <https://www.mysugr.com/en/> (cit. 14. 08. 2020).
- [30] (©2014-2020). mySugr Junior, WWW: <https://apkpure.com/mysugr-junior/com.mysugr.android.junior> (cit. 14. 08. 2020).
- [31] (2001-2020). Captain Novolin, WWW: https://en.wikipedia.org/wiki/Captain_Novolin (cit. 14. 08. 2020).
- [32] (2001-2020). Packy and Marlon, WWW: https://en.wikipedia.org/wiki/Packy_and_Marlon (cit. 14. 08. 2020).
- [33] V. Černohorská, „NÁVRH SERIÓZNÍ HRY PRO PODPORU LÉČBY DIABETES MELLITUS, Serious game design for diabetes mellitus compensation“, Diplomová práce, České vysoké učení technické v Praze. Vypočetní a informační centrum., Praha, 2016. WWW: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/65204>.
- [34] (c2020). Diabeatit, WWW: <https://globalties.ucsd.edu/projects/Diabeatit.html> (cit. 14. 08. 2020).
- [35] E. Stone, „Dia-BEAT-it, An online game for children and teenagers with type 1 diabetes“, Honors Thesis, University of New Hampshire, Durham, New Hampshire, 2013.
- [36] Z. Natalie, „Implementation of Serious Game to Support Children's Education in Diabetes Mellitus I“, Bakalářská práce, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Praha, 2017. WWW: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/68578>.

- [37] I. J. Dušan, „Aplikace herních mechanismů do seriózní hry na podporu léčby diabetes mellitus I“, Diplomová práce, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Praha, 2017. WWW: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/70111>.
- [38] P. Fabietti, V Canonico, M. Federici, E. Sarti a M. Benedetti, „Model Based Study on Monitoring Ketone Bodies to Improve Safety in Intensive Insulin Therapy“, *The International journal of artificial organs*, roč. 29, s. 596–601, čvc 2006. DOI: 10.1177/039139880602900609.
- [39] C. R. Barnett a Y. A. Barnett, „KETONE BODIES“, in *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Maryland, USA: Academic Press, 2003, s. 3421–3425, ISBN: 978-0-12-227055-0.
- [40] (2001-2020). Unity (game engine), WWW: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_\(game_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine)) (cit. 10.08.2020).
- [41] N. Bonfiglio. (1. 10. 2018). DeepMind partners with gaming company for AI research, WWW: <https://www.dailydot.com/debug/unity-deempind-ai/> (cit. 10.08.2020).
- [42] (2001-2020). Microsoft Visual Studio, WWW: https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio (cit. 10.08.2020).
- [43] (c2020). Visual Studio C integration, WWW: <https://docs.unity3d.com/Manual/VisualStudioIntegration.html> (cit. 10.08.2020).
- [44] (c2020). Vytváření her Unity pomocí sady Visual Studio, WWW: <https://visualstudio.microsoft.com/cs/vs/unity-tools/> (cit. 10.08.2020).
- [45] (c2020). Animator Controller, WWW: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-AnimatorController.html> (cit. 10.08.2020).



Příloha A

Seznam zkratk a cizích slov

T1DM	Typ 1 Diabetes mellitus
T2DM	Typ 2 Diabetes mellitus
DKA	Diabetická ketoacidoza
VJ	Výměnná jednotka
CSII	Kontinuální subkutánní inzulinová infuze
KB	Ketone bodies neboli ketolátky
i.č.	Identifikační číslo účastníka testování, pod tímto číslem jsou označeny odpovědi v tabulkách v příloze D
API	Application Programming Interface - Rozhraní pro programování aplikací



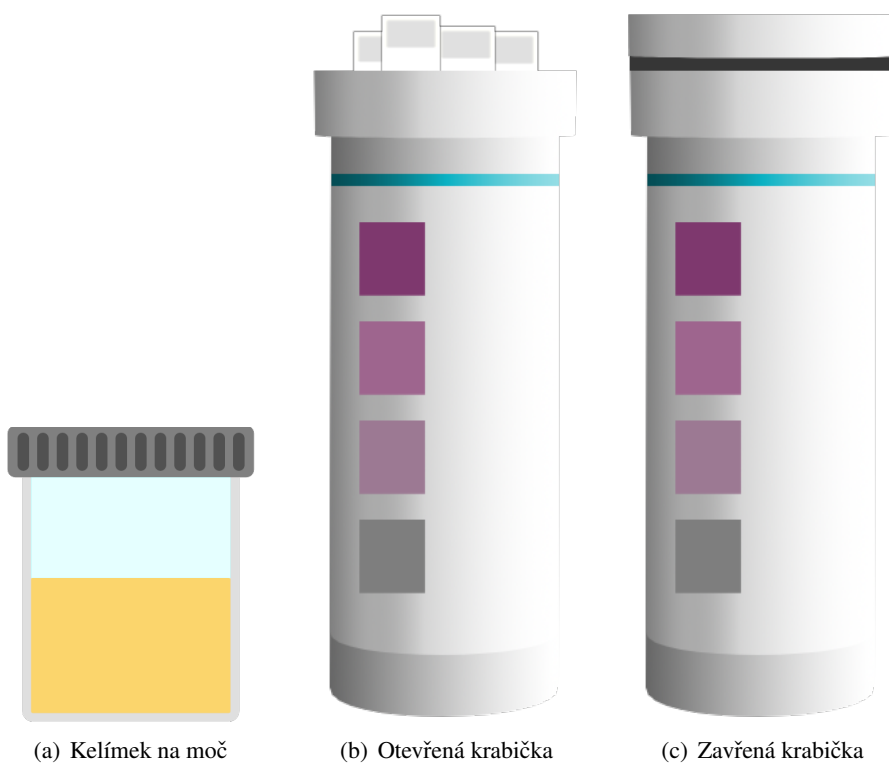
Příloha B

Obsah přiloženého CD

Soubor	Obsah
MyDiabetic.apk	Aplikační balíček pro Android
DPuhliarikova.pdf	Text diplomové práce

Příloha C

Vytvořená grafika

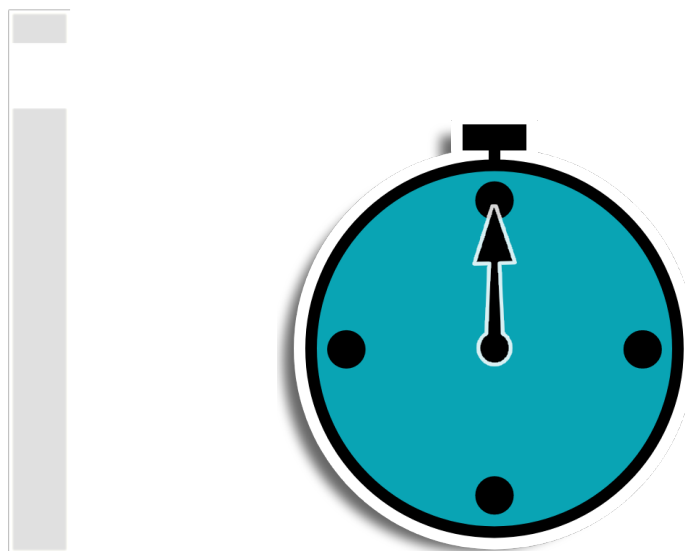


Obrázek C.1: Grafika



(a) Tlačítko pro hospitalizaci (b) Tlačítko Měření ketolátek (c) Tlačítko pro zvolání lékaři

Obrázek C.2: Nová tlačítka



(a) Proužek pro měření ketolátek z moči

(b) Hodiny

Obrázek C.3: Další grafické prvky

Příloha D

Dotazník

D.1 Před testováním

1. Věk?
2. Pohlaví?
 - Dívka
 - Chlapec
 - Nechci uvést
3. Máš diabetes?
 - Ano, I. Typu
 - Ano, II. Typu
 - Ne
4. Pokud ano, tak v kolika letech ti byl diagnostikován (diabetes)?
5. Pokud máš diabetes, používáš insulinové pero nebo pumpu?
 - Pero
 - Pumpu
6. Máš vlastní chytrý telefon?
 - Ano
 - Ne
7. Používáš chytrý telefon?
 - Pokud ano, tak se systémem Android nebo iOS?
 - Přibližně v kolika letech jsi začal používat mobilní telefon?
8. Hraješ na mobilním telefonu hry?
 - Ano

- Ne

9. Kterou platformu preferuješ pro hraní her?

- Mobilní telefon
- PC
- Herní konzole – PlayStation, Xbox, apod.
- Nehraji videohry

10. Jak často hraješ na mobilním telefonu hry?

- Nehraji
- 1x – 3x měsíčně
- 1x – 3x týdně
- Každý den nebo téměř každý den

11. Hrál jsi už nějakou hru, která byla pro diabetiky nebo s touto tematikou?

- Ano
- Ne

12. Jaký typ hry hraješ rád? (Můžeš označit více možností)

- Adventury
- Akční hry
- Skákačky
- Logické
- Simulátory
- Sportovní hry
- Jiné (Uved' jaké)

Dotazník ohledně her:

Kde nejčastěji hraješ hry?

- Doma
- Ve škole
- Na cestách (MHD, auto, vlak...)
- Jinde

Jak se dozvídáš o nových hrách?

Od kolika let hraješ hry?

Souhlasí tví rodiče s tím, že hraješ hry?

Víš, co je to intro/tutoriál hry?

Otázky ke ketolatkám a nemoci:

1. Víš, co jsou to ketolátky?
2. Víš, co je to ketoacidóza?
3. Měříš si ketolátky ve svém těle?
 - Ano, z moči pomocí diagnostických papírků
 - Ano, z krve pomocí zařízení, které je k tomu určeno
 - Ano, z dechu
 - Ne
4. Pokud si měříš ketolátky, tak jak často?
 - Nikdy nebo méně než 1x měsíčně
 - Málokdy (cca 1 - 3x měsíčně)
 - Občas (cca 1x – 3x týdně)
 - Každý den nebo skoro každý den
5. Víš, že během nemoci (chřipka, viróza, sezónní infekční onemocnění apod.) se může u diabetika měnit potřebná dávka inzulínu?
 - Ano
 - Ne
6. Víš, jak by ses měl/a chovat během nemoci (chřipka, viróza, sezónní infekční onemocnění apod.)?

D.2 Po testování

1. Jak se ti hra líbila?
2. Podařilo se ti splnit zadané úlohy?
3. Pokud ne, popiš prosím, s čím jsi měl/a problém.
4. Stáhl/a by sis tuto hru?
5. Co bys na hře vylepšil/a?
6. Myslíš, že stačí ve hře měřit ketolátky jen z moči nebo by měla být přidána možnost měřit ketolátky i z krve či dechu?
7. Co se ti líbilo v scéně, kde se měřily ketolátky?
8. Co se ti nelíbilo v scéně, kde se měřily ketolátky?
9. Máš nějaký nápad na vylepšení scény, kde byly měřeny ketolátky?
10. Máš nějaké další doporučení ke hře?

Tabulka D.1: Odpovědi na dotazník 1

Číslo dítěte	Věk	Pohlaví	Má diabetes	V kolika letech byl diagnostikován diabetes	Používá pero nebo pumpu	Má chytrý telefon	Používá chytrý telefon	Systém	Od kdy	Hraje na něm hry	Preferuje platformu pro hraní her
1	13	Chlapec	I. Typu	5-6	Pumpa	Ano	Ano		8	Ano	Mobilní telefon, Herní konzole
2	13	Chlapec	I. Typu	11	Pero	Ano	Ano	Android	7	Ne	PC, konzole
4	14	Chlapec	I. Typu	1	Pumpa	Ano	Ano		-	Ne	PC
5	14	Dívka	I. Typu	8	Pumpa	Ano	Ano	Android	8	Ano	Mobilní telefon
6	14	Chlapec	I. Typu	5	Pumpa	Ano	Ano	Android		Ano	PC
7	16	Dívka	I. Typu	9	Pumpa	Ano	Ano	iOS	6	Ano	PC
8	15	Chlapec	I. Typu	9	Pero	Ano	Ano	iOS	nevím	Ano	vše stejně
9	13	Dívka	I. Typu	4.5	Pero	Ne	Ne		-	Ano	Mobilní telefon
10	8	Dívka	I. Typu	5	Pero	Ano	Ne		-	Ne	-
11	15	Dívka	I. Typu	5	Pumpa	Ano	Ano	Android	12	Ne	PC
12	10	Dívka	I. Typu	5	Pumpa	Ano	Ano	Android	6 kvůli diabetu	Ano	Mobilní telefon, Herní konzole
13	7	Chlapec	I. Typu		Pero	Ne					PC
14	12	Dívka	I. Typu	7-8	Pero	Ano	Ano	iOS	7	Ne	Herní konzole
15	15	Dívka	I. Typu	9	Pero	Ano	Ano	Android	10	Ano	Mobilní telefon
16	14	Chlapec	I. Typu	8	Pero	Ne					PC
17	14	Chlapec	I. Typu	6	Pero	Ano	Ano	iOS	8	Ano	PC
18	13	Dívka	I. Typu	2.5	Pumpa	Ano	Ano	Android	6	Ano	Mobilní telefon
19	12	Chlapec	I. Typu	4	Pero	Ano	Ano	Android	8	Ano	PC
20	14	Dívka	I. Typu	6	Pero	Ano	Ano	iOS	7	Ano	Herní konzole
21	13	Dívka	I. Typu	1	Pero	Ano	Ano	Android	11	Ano	Mobilní telefon, Herní konzole
22	15	Dívka	I. Typu	5	Pero	Ano	Ano	Android	8	Ne	Nehraji videohry
23	12	Dívka	I. Typu	8	Pero	Ano	Ano	iOS	9	Ano	
24	13	Dívka	I. Typu	2	Pumpa	Ano	Ano	Android	6	Ano	Mobilní telefon
25	15	Dívka	I. Typu	7	Pumpa	Ano	Ano	Android	7	Ne	Herní konzole
26	13	Chlapec	I. Typu	9	Pero	Ano	Ano	Android	7	Ano	Herní konzole
27	11	Dívka	I. Typu	3	Pumpa	Ano	Ano	Android		Ano	
28	13	Chlapec	I. Typu	4	Pero	Ne	ne		8	Ano	Mobilní telefon, PC
30	10	Dívka	I. Typu	2	Pumpa	Ano	Ano	Android		Ne	Nehraji videohry
31	14	Dívka	I. Typu	5	Pumpa	Ano	Ano	Android	8	Ano	Mobilní telefon
32	14	Chlapec	I. Typu	14	Pero	Ano	Ano	Android	8	Ano	PC

Tabulka D.2: Odpovědi na dotazník 1

Číslo dí- těte	Jak často hraje hry	Hrál hru pro diabetiky nebo s touto tématikou	Jaký typ hry hraje rád	Kde nejčastěji hraje hry	Jak se dozvídá o nových hrách	Od kolika hraje hry	Souhlasí rodiče s tím, že hraje hry	Ví co je to intro/tu- torial
1	Každý den nebo téměř každý den	Ne	Adventury, akční hry, Ská- kačky, Logické, Simulá- tory	Doma, Na cestách		8-9	Ano	Ano
2	Nehraji	Ne	Adventury, akční, strategie	Doma, Na cestách	Youtube, inter- net	5	Ano	Ano
4	Nehraji	Ne	Akční hry	Doma	Steam	8	Ano	Ano
5	1x - 3x týdně	Ne	Akční hry, Skákačky	Na cestách	Od kamarádů	10	Moc ne	Ano
6	Každý den nebo téměř každý den	Ne	Akční, Simulátory, Jiné	Doma	Internet, TV	8	Nevím	Ano
7	1x - 3x týdně	Ne	Logické, Simulátory	Doma	Od přátel, in- ternet	8	Asi ano	Ano
8	1x - 3x týdně	Ne	Adventry, Akční hry, Si- mulátory	Doma, Jinde	Novinky	Nevím	Ano	Ano
9	1x - 3x měsíčně	Ano	Simulátory	Doma	Kamarádi	10	Ano	Ano
10	-	Ne	-	-	-	-	-	-
11	1x - 3x měsíčně	Ne	Adventury, Sportovní hry	Doma	Od kamarádů	10	Ne	Ano
12	Každý den nebo téměř každý den	Ne	Vsechny	Doma	V reklamách	6	Ano	Ano
13	Každý den nebo téměř každý den	Ne	Akční hry	Doma	Po Internetu	7	Ne	Ne
14	Nehraji	Ano	Adventury, akční hry, Ská- kačky, Simulátory, Spor- tovní hry	Doma	Od kamarádů	Nevím, nehraju moc	Ano	Ano
15	1x - 3x týdně	Ne	Adventury, Skákačky, Lo- gické, Sportovní hry	Doma, Na cestách	V reklamách na youtube	11	Ne	Ano
16	1x - 3x týdně	Ne	Akční hry, Logické, Spor- tovní	Doma	Po Internetu, od kamarádů	11	Ano	Ano
17	Každý den nebo téměř každý den	Ne	Akční hry	Doma	Po Internetu	8	Ano	Ano
18	1x - 3x týdně	Ne	Akční hry	Doma	Od kamarádů	8-10	Jak kdy	Ano
19	Každý den nebo téměř každý den	Ne	Akční hry	Doma	Po Internetu	8	Ano	Ano
20	1x - 3x týdně	Ne	Adventury, akční hry, Ská- kačky, Simulátory, Spor- tovní hry	Doma	Od kamarádů	6	Ano	Ano
21	1x - 3x měsíčně	Ano	Sportovní hry	Doma, Ve škole	Od kamarádů	10	Ano	Začátek, Příprava
22	Nehraji	Ne			Nedozvídám	Nehraju	Nehraju	Ano
23	1x - 3x měsíčně	Ano	Sportovní hry	Jinde	Kamarádi	10	Ano	Ne
24	1x - 3x týdně	Ne	Simulátory	Doma, Na cestách	Kouke se do Obchod Play	7	Nevadí jim to	Ano
25	Nehraji	Ne	Simulátory	Doma	Náhodou (ve škole)	10	Ano	Ne
26	Každý den nebo téměř každý den	Ne	Adventury, akční hry, Ská- kačky, Simulátory, Spor- tovní hry	Doma, Na cestách	Po Internetu	5	Ano	Začátek a seznámení se hrou
27	1x - 3x měsíčně	Ne	Sportovní hry	Na cestách	Kouknu se na google play	7	Jo	Ano
28	Každý den nebo téměř každý den	Ano	Tycoon	Doma	Na google play	10	Ano	Ano
30	1x - 3x měsíčně	Ne	Akční hry	Doma, Na cestách	Nekoukám se	8	Ja je moc nehraju takže ne	Ano
31	Každý den nebo téměř každý den	ne	Logické	Doma	Na internetu	11	Ano	Ano
32	Každý den nebo téměř každý den	Ne	Adventury, Akční hry, Ská- kačky, Sportovní hry	Doma	Od kamarádů na sociálních sítích	8	Ano	Ano

Číslo dítěte	Víš co jsou to keto-látky?	Víš, co je toketoacidóza?	Měříš si keto-látky?	Pokud si měříš ketolátky, tak jak často?	Víš, že během nemoci (chřipka, viróza, sezónní infekční onemocnění apod.) se může u diabetika měnit potřebná dávka inzulínu?	Víš, jak by ses měl/a chovat během nemoci (chřipka, viróza, sezónní infekční onemocnění apod.)?
1	Ano	Ano	a	b	a	Ano
2	Ano	Ano	a	a	a	Ano
4	Ano	Ano	a	b	a	Ano
5	Ano	Ano	a	a	a	Ano
6	Ano	Ano	a	a	a	Ano
7	Ano	Ano	a	b	a	Ano
8	Ano	Ano	a	c	a	Ano
9	Ne	Ne	a	b	a	Ano
10	Ne	Ne	a	b	a	Ano
22	Ano	Ano	a	a	a	Ano
24	Ano	Ano	b	b	a	Ano

Tabulka D.3: Dotazník o ketoacidóze a nemocích

Příloha E

Screenshots



(a) Avatar ve stavu lehké ketoacidózy



(b) Nový předmět v lékárně

Obrázek E.1: Ukázky ze hry