



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

**MOBILNÁ APLIKÁCIA PRE MONITOROVANIE
DIABETU**

MOBILE APPLICATION FOR DIABETES MONITORING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JAKUB GABČO

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. SZŐKE IGOR, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Řešitel: **Gabčo Jakub, Bc.**

Obor: Bioinformatika a biocomputing

Téma: **Mobilní aplikace pro monitorování diabetu**
Mobile Application for Diabetes Monitoring

Kategorie: Softwarové inženýrství

Pokyny:

1. Nastudujte základy implementace v Android OS. Analyzujte dostupné aplikace pro diabetiky.
2. Navrhněte a implementujte aplikaci pro diabetiky.
3. Aplikaci otestujte na vhodném vzorku beta-testerů.
4. Pokračujte v implementaci a změnách GUI pro co nejlepší UX. Získejte zpětnou vazbu od uživatelů. Zveřejněte aplikaci na Google Play.
5. Zhodnoťte výsledky a navrhněte směry dalšího vývoje.
6. Vyrobte A2 plakátek a cca 30 vteřinové video prezentující výsledky vaší práce.

Literatura:

- Podle pokynů školitele

Při obhajobě semestrální části projektu je požadováno:

- Body 1 až 3 ze zadání.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování diplomové práce naleznete na adrese
<http://www.fit.vutbr.cz/info/szz/>

Technická zpráva diplomové práce musí obsahovat formulaci cíle, charakteristiku současného stavu, teoretická a odborná východiska řešených problémů a specifikaci etap, které byly vyřešeny v rámci dřívějších projektů (30 až 40% celkového rozsahu technické zprávy).

Student odevzdá v jednom výtisku technickou zprávu a v elektronické podobě zdrojový text technické zprávy, úplnou programovou dokumentaci a zdrojové texty programů. Informace v elektronické podobě budou uloženy na standardním nepřepisovatelném paměťovém médiu (CD-R, DVD-R, apod.), které bude vloženo do písemné zprávy tak, aby nemohlo dojít k jeho ztrátě při běžné manipulaci.

Vedoucí: **Szöke Igor, Ing., Ph.D., UPGM FIT VUT**

Datum zadání: 1. listopadu 2016

Datum odevzdání: 24. května 2017

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta informačních technologií
Ústav počítačové grafiky a multimédií
60200 Brno, Božetěchova 2



doc. Dr. Ing. Jan Černocký
vedoucí ústavu

Abstrakt

V terajšej dobe sa všetky procesy automatizujú, presúvajú sa na menšie zariadenia. Mnoho diabetikov používa namiesto predpísaných diabetických záznamníkov, aplikácie na mobilných zariadeniach, ktoré pomáhajú v zlepšení a zjednodušení práce s diabetom. Táto práca sa venuje analýze existujúcich aplikácií a ich porovnávaniu, Následne je popísaný návrh takejto aplikácie a jej implementácia. Riešenie je overené vzorkom testerov a vydané produkcie.

Abstract

In the present time, all processes are automated. They are moving to smaller devices. Many people with diabetes, instead of prescribed diabetics journals, use mobile applications that help and simplify work with diabetes. This thesis analyzes and compares existing apps. After all, it describes draft of the application and its implementation. The result is verified by testers and publicly posted to production.

Kľúčové slová

android, diabetes, užívateľské rozhranie, parse, android-sdk, nodejs, mongodb

Keywords

android, diabetes, user interface, parse, android-sdk, nodejs, mongodb

Citácia

GABČO, Jakub. *Mobilná aplikácia pre monitorovanie diabetu*. Brno, 2017. Diplomová práca. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce Ing. Igor Szöke, Ph.D.

Mobilná aplikácia pre monitorovanie diabetu

Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracoval samostatne pod vedením pána Ing. Igora Szókeho Ph.D.. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal informácie.

.....
Jakub Gabčo
23. mája 2017

Podakovanie

Chcel by som poďakovať Ing. Igorovi Szókemu Ph.D. za odborné vedenie a konštruktívne pripomienky, ktoré mi pri tvorbe tejto práce pomohli.

Obsah

1	Úvod	3
1.1	Motivácia	3
2	Cukrovka a spôsoby kontroly	5
2.1	Diabetes mellitus	5
2.1.1	Glukóza	5
2.1.2	Úloha inzulínu v ľudskom tele	6
2.2	Spôsoby kontroly krvnej glukózy	6
2.2.1	Glukomery	7
2.2.2	Kontinuálne monitorovanie glukózy	7
2.3	Zhodnotenie	9
3	Analýza konkurenčných aplikácií	10
3.1	OnTrack Diabetes	10
3.2	BG Monitor Diabetes	11
3.3	Diabetes Connect	12
3.4	Diabetes:M	13
3.5	mySugr: Diabetes logbook app	15
3.6	Celkové zhodnotenie	16
4	Platforma Android	17
4.1	Architektúra Androidu	17
5	Vývoj aplikácií pre platformu Android	19
5.1	Verzovanie Androidu	19
5.2	Aplikačné komponenty	20
5.2.1	Rozdelenie komponentov	20
5.2.2	Využívanie komponentov	22
5.2.3	Android Manifest	22
6	Návrh aplikácie	23
6.1	Rozbor a analýza problému	23
6.2	Architektúra aplikácie	23
6.3	Návrh užívateľského rozhrania	24
6.3.1	Rozhranie hlavnej aktivity	25
6.3.2	Rozhranie pridávania/upravovania záznamu	25
6.3.3	Rozhranie pridávania pripomienok	26
6.3.4	Prehľad grafov	26

6.4	Návrh funkcionalít	27
7	Implementácia aplikácie	28
7.1	Vybrané technológie	28
7.1.1	Parse SDK	28
7.2	Implementácia užívateľského rozhrania	29
7.3	Nastavenie aplikácie	31
7.3.1	Pridávanie záznamu	32
7.3.2	Pridávanie notifikácie	34
7.4	A1C kalkulačka	35
7.5	Prehľad grafov	35
8	Ďalšie možnosti zadávania glykémie	37
8.1	Senzor FreeStyle Libre	37
8.2	Načítavanie dát z glukometra	40
8.3	Testovanie	41
8.4	Distribúcia a propagácia	42
8.5	Propagačná časť aplikácie	42
8.6	Zhodnotenie práce a plány do budúcnosti	43
9	Záver	46
	Literatúra	47
	Prílohy	48
A	Plakát	49
B	Obsah priloženého pamäťového média	50

Kapitola 1

Úvod

Žijeme v modernej dobe, kde sa veľa vecí automatizuje a presúva na malé nositeľné zariadenia. Mnoho vecí sa z papierovej podoby mení do digitalizovanej. Tak isto je to aj so záznamy diabetikov, kde z ich zošitov sa presúvajú dáta do týchto zariadení. Ako diabetik sám pociťujem tieto problémy zapisovania záznamov do zošitov. Diabetik by si mal merať glykémiu minimálne 3 krát denne. Tieto záznamy si musí pamätať a zapisovať. Musí sa rozhodovať na základe predchádzajúcich meraní a aplikovaní inzulínu, športových aktivít, a iných vplyvov, ktoré môžu na diabetika pôsobiť.

Je potreba nosiť glukometer, inzulín a k tomu ešte pero a diabetický denník. Vytvorením aplikácie pre mobilné zariadenie s platformou Android uľahčíme potrebu nosenia zápisníka, keďže mobil je v súčasnosti bežný takmer u každého. V tejto aplikácii si diabetik bude môcť zaznamenávať glykémiu, inzulín, prijaté sacharidové jednotky, šport a iné.

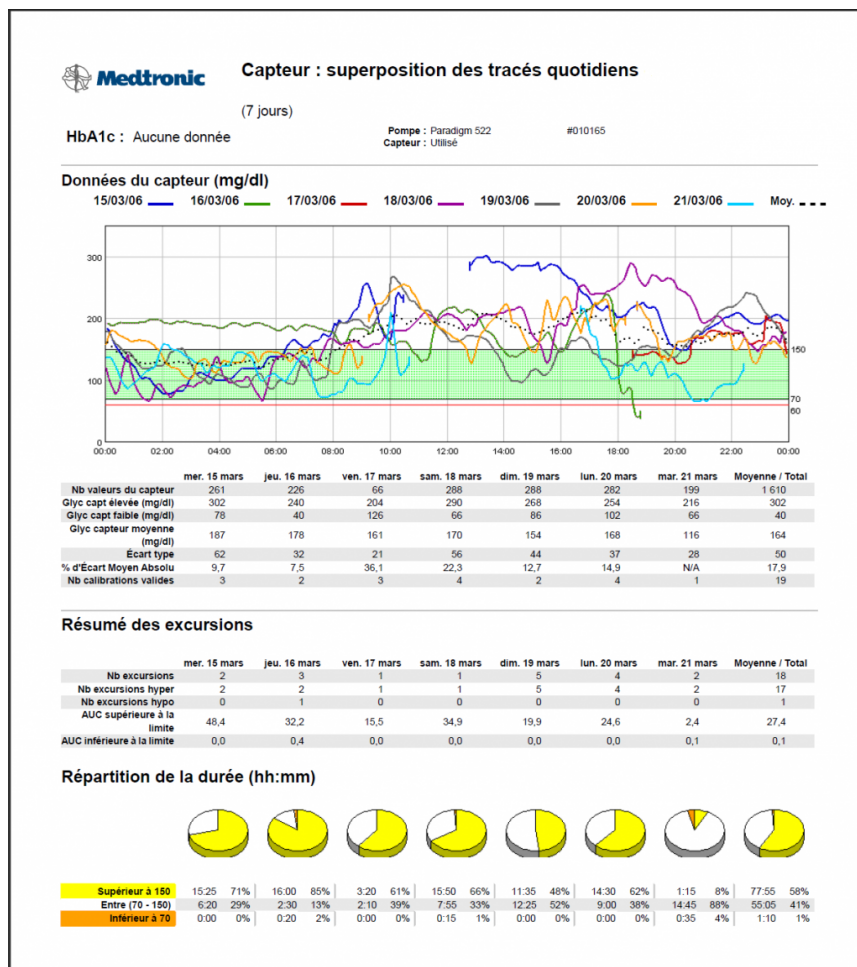
Medzi hlavné aspekty patrí aj analýza konkurenčných aplikácií. Budem sa zameriavať na platformu Android. Aplikácií pre monitorovanie diabetu nie je málo. To vypovedá o tom, že zo strany pacienta sú takéto aplikácie veľmi vítané. Nie všetky aplikácie však spĺňajú požiadavky pacienta.

Keďže mnoho už vydaných aplikácií má priveľa funkcií, ktoré nie sú také potrebné a znižujú prehľad v aplikácii, rozhodol som sa ísť k tejto problematike iným smerom. Vytvoriť aplikáciu so základnými funkciami, ktoré sú pre diabetika nutnosťou a zamerať sa na *UI/UX*. Medzi tieto základné funkcie patrí pridávanie záznamu, v ktorom je možno zaznamenávať glykémiu, prijaté sacharidy, inzulín, typ záznamu (raňajky, nalačno, po jedle,..), šport a vlastnú poznámku. Tieto akcie je potrebné vidieť v prehľadnej forme

Aplikácia Sugarbetes je momentálne publikovaná v obchode Google Play. Tá podporuje sledovanie glykémie, podaného inzulínu, sacharidov, športu a iných poznámok, ktoré sú pre diabetika nevyhnutné. Umožňuje pridávanie pripomienok, ich spravovanie či opakovanie. Všetky tieto funkcie sú testované a skonzultované s diabetológom a diabetikmi, ktorí aplikáciu používajú v testovacej verzii. V aplikácii Sugarbetes je experimentálne implementovaná funkcia načítania údajov zo senzoru FreeStyle Libre a snímanie dát z glukometra pomocou postupu *OCR*.

1.1 Motivácia

Moderná doba si vyžaduje moderné riešenie. V diabete to nie je opakom. Začínajú sa objavovať inteligentné systémy, ktoré sa snažia nahradiť pankreas. Inzulínové pumpy spolu so senzormi sa snažia vyriešiť tento problém. Systémy na načítanie dát z pumpy a glukomet-



Obr. 1.1: Ukážka systému CareLink od firmy Medtronic. Na obrázku je možnosť vidieť prehľad týždennej glukózy v grafe za celý deň. Ukazuje výkyvy. Následne v tabuľke je možné vidieť priemernú, maximálnu, minimálnu hodnotu a ich odchýlky.

rov, ktoré sú viditeľné na obrázku 1.1 sa snažia sprehľadniť zobrazovanie výsledkov, dávok a iné. Sú dobré, avšak občas neprehľadné a na mobilných zariadeniach by tomu nebolo inak.

Pre diabetikov, ktorý používajú na aplikáciu inzulínu perá, tí nemajú žiadny vlastný systém na monitoring diabetu. Sú nútení používať denník diabetika a nosiť ho so sebou. Ako diabetik viem, že si musím so sebou nosiť mnoho vecí. Glukometer s príslušenstvom, inzulín, dezinfekciu a k tomu ešte aj diabetický zošit. Preto sa začali rozširovať aplikácie na mobilné telefóny, ktoré má väčšina z nás v dnešnej dobe pri sebe.

Keďže mnoho týchto aplikácií neposkytuje potrebné funkcie alebo sú neprehľadné, rozhodol som sa implementovať takúto aplikáciu. Mojm cieľom je ju vytvoriť jednoduchú a nekomplikovanú so zameraním na zadávanie potrebných údajov ako je glykémia, inzulín, sacharidy a športová aktivita. Ich zadávanie musí byť rýchle a intuitívne. Následne je potrebné zobraziť užívateľovi tieto dáta vo forme podobnej diabetickému denníku, ktorý ukazuje prehľad posledných dní.

Kapitola 2

Cukrovka a spôsoby kontroly

V tejto kapitole je opísaný diabetes mellitus, aké druhy diabetu poznáme. Ďalej ukážem úlohu inzulínu a popíšem účinky krvnej glukózy. Následne sa zameriam na možnosti merania glykémie od glukometrov až po nositeľné senzory.

2.1 Diabetes mellitus

Diabetes mellitus (lat. diabetes mellitus, skratka DM) je hormonálne ochorenie, ktoré sa prejavuje zvýšenou hladinou glukózy v krvi (lek. hyperglykémia) a poruchou metabolizmu sacharidov v ľudskom tele. Touto chorobou je postihnutých až 5% populácie.

Existuje mnoho typov diabetu avšak rozoznávame 3 hlavné typy

1. I. typ DM - typ cukrovky závislý od inzulínu – lek. inzulín-dependentný diabetes mellitus, IDDM
2. II. typ DM – cukrovka nezávislá od inzulínu – lek. noninzulín-dependentný diabetes mellitus, NIDDM
3. Gestačný typ DM - počas tehotenstva

Prvý typ cukrovky je väčšinou zistený v detstve alebo u adolescentov, ale môže sa zistiť aj v dospelosti. Je charakteristický deštrukciou α -buniek Langerhansových ostrovčekov podžalúdkovej žľazy (lat. pankreas), čo vedie k úplnému chýbaniu inzulínu.

Druhý typ cukrovky je typický pre starších pacientov, ale aj pre obézných ľudí. Je charakteristický odolnosťou buniek v celom tele voči inzulínu, čo vedie k poruche spracovania glukózy a jej relatívneho nedostatku. Inzulín má často zvýšenú hladinu (lek. hyperinzulinémia).

Gestačný typ DM je to porucha, ktorá sa objavuje počas tehotenstva. Môže znamenať ohrozenie plodu, preto sa mu venuje zvýšená pozornosť.

2.1.1 Glukóza

Človek si zabezpečuje energiu z troch základných živín v potrave. Sú to cukry, tuky a bielkoviny. Aby sa zložené cukry (polysacharidy) premenili na energiu, najprv sa v tráviacom trakte rozložia na malé čiastočky. Jedna z nich je glukóza. Tie sa potom prenášajú krvnými cievami do buniek, kde sa vytvára energia.

Glukóza je základný zdroj energie využívaný v ľudskom tele. Medicínsky výraz pre glukózu v krvi je glykémia.

Normálna hodnota cukru v krvi (glykémia) je do 5,5 mmol/l a po jedle menej ako 7,8 mmol/l. Pri hodnote viac ako 10 mmol/l sa glukóza začína vylučovať močom.

2.1.2 Úloha inzulínu v ľudskom tele

Inzulín je peptidový hormón produkovaný Langerhansovými ostrovčekmi podžalúdkovej žľazy - pankreasu. Umožňuje, aby sa glukóza z potravy dostala do vnútra bunky a tam bola premenená na energiu. Jediné bunky, ktoré inzulín nepotrebujú, sú mozgové bunky.

2.2 Spôsobu kontroli krvnej glukózy

Kontrolovanie glykémie je v diabete obzvlášť dôležité. Jej zisťovanie je vykonané prepichom kože, najčastejšie na prste, z kvapky odobratej krvi. Tá sa naniesie na chemicky aktivovaný prúžok, ktorý je zväčša na jedno použitie. Rôzne firmy využívajú iné technológie, ale väčšina využíva systémov využíva elektrickú charakteristiku na zistenie koncentráciu krvnej glukózy.

Zdravotní pracovníci radia pacientom s diabetom o ich vhodnom monitorovacom režime. Ten je závislý na ich aktuálnom stave. Pre väčšinu diabetikov typu 2 to je odporúčané meranie krvnej glukózy aspoň raz denne. Podľa Mayo Clinic by si diabetik s typom 1 mal merať zhruba 4–8 krát denne a typ 2 na inzulíne aspoň 2 krát denne[7]. Je to najmä preto, aby sa zvýšila efektivita podávania inzulínu či už pred meraním a aj po meraní.

Meranie krvnej glukózy dokáže odhaliť individuálne patery(vzory) zmeny glykémie pred jedlom, po jedle, po športe. Testovanie taktiež pomôže na rýchlu odpoveď pacienta na hyperglykémiu alebo hypoglykémiu. Vylepšená technológia na meranie hladiny glukózy v krvi rýchlo mení štandardy starostlivosti o všetkých diabetikov.



Obr. 2.1: Na obrázku je možné vidieť glucometer spolu s testovacími prúžkami.

2.2.1 Glukomery

Glukometer je elektronické zariadenie na meranie hladiny glukózy v krvi. Relatívne malá kvapka krvi sa umiestni na jednorazový testovací prúžok, ktorý je prepojený s digitálnym meradlom. Počas niekoľkých sekúnd sa hladina glukózy v krvi zobrazí na digitálnom displeji.

Požadovanie iba malej kvapky krvi uľahčuje diabetikovi znižovať čas a úsilie na jeho kontrolu na diabetom. Hoc sa zdá, že náklady na testovanie pomocou glukometrov sú vysoké, je predpoklad, že výdavky spojené s riešením komplikácií budú omnoho vyššie.

Nedávne pokroky zahŕňajú:

- Testovanie na alternatívnych miestach - Používanie kvapiek krvi z iných miest ako sú končeky prstov, zvyčajne predlaktie či dlaň. Tieto metódy využívajú rovnaké testovacie prúžky a prístroje, môžu sa využívať v prípade, že prsty potrebujú oddych (na regeneráciu po mnohých meraniach). Nevýhoda tejto techniky je, že miesta ako predlaktie nemusí byť dobre dokrvované a to môže ohroziť aktuálny stav merania, ktorý sa tým stáva menej presným.
- Bez kódové testovacie prúžky - mnoho starších meracích prístrojov vyžadovalo kódovanie (na kalibráciu), ktoré mohlo priniesť zmätok pri používaní prúžkov a tie mohli byť pri použití nepresné. Mnoho firm v dnešnej dobe má buď jeden univerzálny kód na všetky prúžky alebo pre každý prúžok má vlastný kód, ktorý sa generuje automaticky v glukometri.
- Multi-test prúžky - niektoré systémy používajú kazety/disky s viacerými prúžkami, čo umožňuje rýchlejšie zmerať glykémiu.
- Export dát - Väčšina novších systémov je dodávaná so softvérom, ktorý umožňuje používateľovi previesť výsledky meradla do počítača. Tieto informácie sa potom môžu použiť spolu s poradenstvom odbornej zdravotnej starostlivosti na zlepšenie manažmentu diabetu. Merače zvyčajne vyžadujú pripojovací kábel, pokiaľ nie sú určené na bezdrôtové pripojenie inzulínovej pumpy alebo sú určené na pripojenie priamo do počítača.

2.2.2 Kontinuálne monitorovanie glukózy

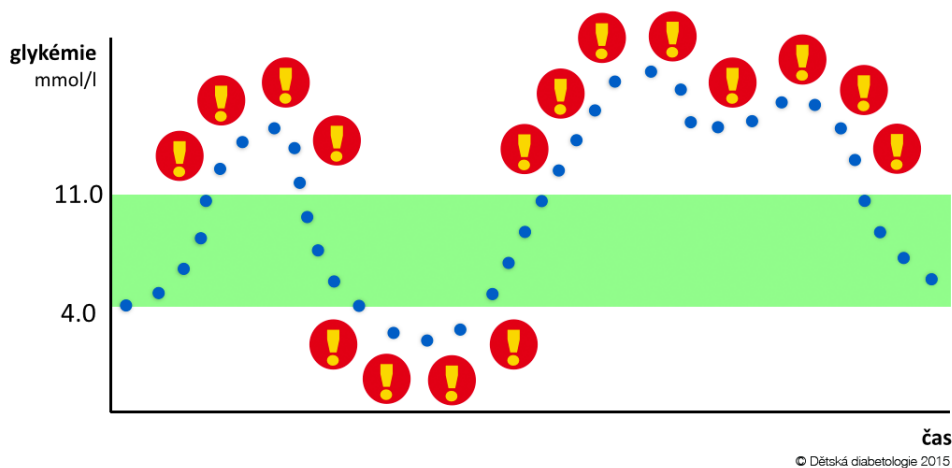
Kontinuálny monitor glukózy inak označovaný ako CGM (continuous glucose monitor) určuje hladiny glykémie nepretržite (každých niekoľko minút). Typický senzor zahŕňa komponenty:

- Jednorazový glukózový snímač umiestnený tesne pod pokožkou, ktorý sa nosí nepretržite niekoľko dní až do výmeny (jeden až dva týždne v závislosti od senzoru)
- Bezdrôtový vysielateľ dát, ktorý odosiela dáta zo snímača
- Elektronický prijímač používaný ako pager, ktorý zobrazuje hladiny glukózy s takmer nepretržitými aktualizáciami a monitoruje aj rastúce aj klesajúce trendy.

Väčšina CGM merajú koncentráciu glukózy vo vzorke intesciálnej (podkožnej) tekutiny, čo spôsobuje nasledujúce nedostatky:

- Väčšina CGM systémov potrebujú kalibráciu s tradičným glukometrom, čoho dôsledkom je potreba takto merať glykémiu raz denne. Systémy FreeStyle Libre túto kalibráciu už nepotrebuje čím uľahčil používanie senzorov.

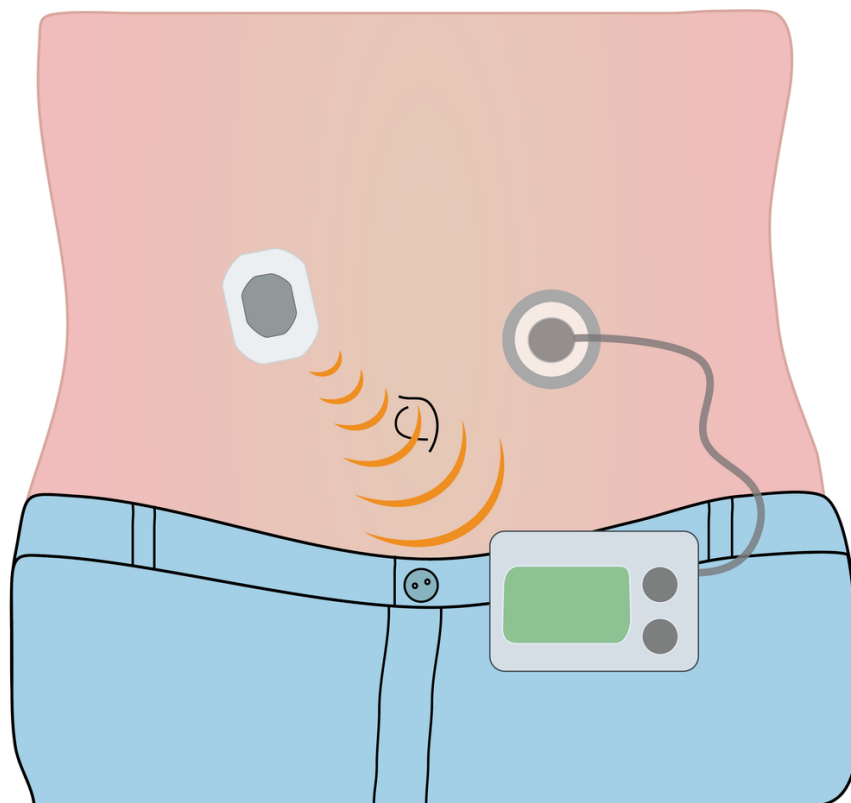
- Keďže podkožná glukóza nie je totožná s krvnou glukózou (je o päť minút oneskorená [5]), pri náhlych hypoglykémiiach/hyperglykémiiach je taktiež potreba premerať glykémiu pomocou glukometra.



Obr. 2.2: Ukážka glykemických výkryvov

CGM systém umožňuje skúmať ako krvná glukóza reaguje na inzulín, príjem sacharidov či športovú aktivitu viz. obrázok 2.2. Tieto dodatočné údaje môžu byť užitočné pri nastavení správnych inzulínových jednotiek v pomere k strave či na korekciu hyperglykémie. Ďalej poskytuje monitorovanie glykémie v obdobiach, keď sa glykémia zvyčajne nemeria, napríklad v noci. Tieto údaje pomôžu užívateľovi odhaliť problémy v dávkovaní. Pre užívateľov púmp bazálne dávky a pre diabetikov na perách ich dlhodobo pôsobiace inzulíny. Štúdie preukázali, že s CGM senzormi majú menej časté hypoglykémie a zlepšuje sa ich celkový stav, ktorý je kontrolovaný pomocou glykovaného hemoglobínu HbA1c. [3]. Glykovaný hemoglobín zodpovedá celkovému stavu diabetu. Je doporučené mať jeho hodnotu v rozmedzí štyri až sedem percent.

Firmy ako *Medtronic* sa v posledných rokoch snažia vytvoriť tzv. **closed loop system**. Tento systém by sa mal skladať zo senzoru, pumpy a rozhodovača, ktorý by upravoval dávky inzulínu na základe glykémie bez pomoci pacienta. Momentálne je najprepracovanejší systém pumpy *Medtronic Minimed 640G* spolu so senzorom *Enlite*. Tento systém dokáže pozastaviť inzulín pri rýchlom poklese glykémie, čo zabráni vzniku hypoglykémie. Na obrázku 2.3 je možné vidieť aplikáciu systému senzor a pumpa (SAP), ktorý dokáže upozorňovať zníženú či zvýšenú glykémiu a rôzne výkryvy.



© Dětská diabetologie 2015

Obr. 2.3: Ukážka aplikácie systému senzor a pumpa(SAP), Na obrázku je možné vidieť inzulínovú pumpu pripojenú na kanylu, skrz ktorú sa do tela dostáva inzulín. Do pumpy sú odosielané dáta zo senzoru, ktorý meria medzibunkovú glukózu.

2.3 Zhodnotenie

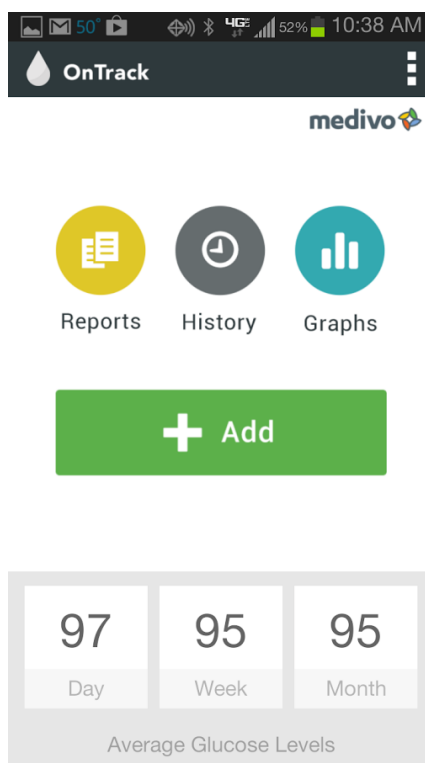
Drtivá väčšina glukometrov nepodporuje prepojenie s iným zariadením, maximálne podporujú export dát cez ich zariadenie do počítača. Minimed sa pokúša o riešenie prepojenia aplikácie s glukometrom, avšak je potrebné ďalšie externé zariadenie, ktoré dáta z prístroja odosiela na mobil. Mojm cieľom je implementovať aplikáciu, do ktorej si bude môcť diabetik zadať najdôležitejšie dáta. Tie sú glykémie, inzulín, sacharidy a šport. V ďalšej kapitole 3 rozoberiem konkurenčné aplikácie dostupné na Google Play.

Kapitola 3

Analýza konkurenčných aplikácií

V tejto časti by som sa chcel zamerať na analýzu konkurenčných aplikácií pre platformu Android. Aplikácií pre monitorovanie diabetu nie je málo. To vypovedá o tom, že zo strany pacienta sú takéto aplikácie veľmi vítané. Nie všetky aplikácie však spĺňajú požiadavky pacienta. Rozhodol som sa analyzovať 5 vybraných aplikácií, ktoré sú dostupné zdarma v obchode Google Play.

3.1 OnTrack Diabetes



Obr. 3.1: Ukážka aplikácie OnTrack Diabetes

Aplikácia od firmy *Medivo* po prvom spustení vyzerá na pohľad príjemne. Na začiatok je treba prejsť nastavením aplikácie, kde je možnosť nastaviť jednotky glukózy, HbA1c a váhy.

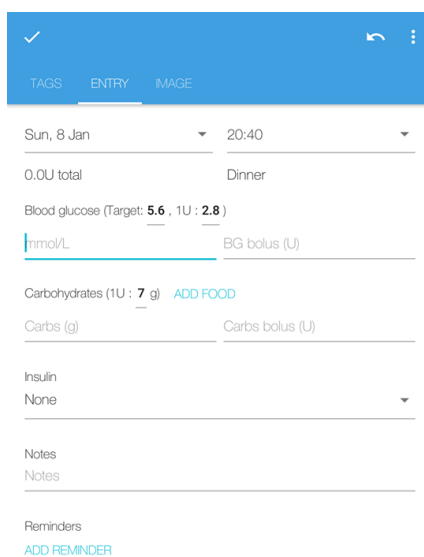
Tabuľka 3.1: Prehľad výhod a nevýhod aplikácie OnTrack Diabetes

Plusy	Mínusy
Jednoduché rozhranie	Prehľad histórie
Monitorovanie cvičenia	Žiadne poznámky
Grafy	Bez filtrácie

Ponúka monitorovanie glukózy, HbA1C (poskytuje iba manuálne prídanie, žiadne prepočítanie z výsledkov), sacharidových jednotiek, cvičenia a váhy. K jednotlivým záznamom je možné pridávať notifikácie, avšak nie je možné pridávať poznámky, ktoré sú dosť dôležité. Po vizuálnej stránke je aplikácia najslabšia (medzi vybranými piatimi), ale je to postačujúce. Je tu možnosť zobrazenia veľkého množstva grafov a podporuje zobrazenie grafu na celú stránku. Znáročnosť histórie je neprehľadná a bez možnosti filtrácie.

Podporuje nižšie verzie API (od Androidu 2.1) ako ostatné aplikácie, avšak s vyššími verziami API má problémy (konkrétne Android 6). Celkový počet inštalácií je medzi 500 000 — 1 000 000. Jej aktuálne hodnotenie je 4,4. Ukážku aplikácie je možné vidieť na obrázku 6.4

3.2 BG Monitor Diabetes



Obr. 3.2: Ukážka aplikácie BG Monitor Diabetes

Nasledujúca aplikácia pochádza od vývojára *Gordona Wonga*. Po nainštalovaní vyzerá aplikácia ako nedorobená a nepôsobí intuitívne, ale tento dojem po pridaní pár záznamov zmizne. Ponúka taktiež všetky základne funkcie ako monitorovanie glukózy, HbA1c, cviče-

Tabuľka 3.2: Prehľad výhod a nevýhod aplikácie BG Monitor Diabetes

Plusy	Mínusy
Prepočet HbA1c	Pôsobí neintuitívne
Zaznamenávanie športov	Filtrovanie
Export to CVS	Tagy

nia. Je tu možnosť vytvoriť si pripomienky, ktoré sa nemusia opakovať každý deň, ale iba určité dni.

Pri pridávaní jedla je možnosť pridať poznámku alebo nastaviť pripomienku, označiť tagom("štítok") alebo odfoťiť si jedlo. Nie je implementovaná kategorizácia záznamov, avšak túto funkcionality nahradia už spomínané tagy. Aplikácia využíva moderný *Material Design*, ktorý je zaužívaný a vyzerá príjemne.

Zobrazenie histórie je omnoho lepšie ako v iných aplikáciách. Filtrovanie v nej však nie je dostačujúce, keďže neumožňuje vytvoriť zložitejšie filtre. Aplikácia neumožňuje nastavenie druhu inzulínu. Umožňuje importovať CSV a exportovanie dát zaslaním na email v tvare tabuľky.

Momentálne má aplikácia medzi 10 000 – 50 000 stiahnutiami. Podpora zariadení je od Androidu v 4.0 a jej aktuálne hodnotenie je 4,5. Je možné si zakúpiť PRO verziu v cene 5,49€, ktorá obsahuje online databázu jedál, filtrovanie podľa tagov, automatické upozornenia a zálohu.

3.3 Diabetes Connect

Diary					
Wednesday 7/22/2015					
9:29 PM	120 mg/dl	45 Carbs	14.1 Bolus	10.0 Basal	/ mmHg
6:07 PM	140 mg/dl	/ Carbs	/ Bolus	/ Basal	/ mmHg
3:30 PM	75 mg/dl	50 Carbs	/ Bolus	/ Basal	/ mmHg
11:45 AM	180 mg/dl	/ Carbs	5.5 Bolus	/ Basal	/ mmHg
7:31 AM	120 mg/dl	80 Carbs	8.7 Bolus	/ Basal	123 / 86 mmHg
Tuesday 7/21/2015					
10:12 PM	45 mg/dl	60 Carbs	/ Bolus	10.0 Basal	/ mmHg
4:43 PM	143 mg/dl	80 Carbs	16.0 Bolus	/ Basal	/ mmHg
1:33 PM	115 mg/dl	70 Carbs	/ Bolus	/ Basal	113 / 77 mmHg
10:34 AM	100 mg/dl	/ Carbs	7.0 Bolus	/ Basal	/ mmHg

Obr. 3.3: Ukážka aplikácie Diabetes Connect

Tabuľka 3.3: Prehľad výhod a nevýhod aplikácie Diabetes Connect

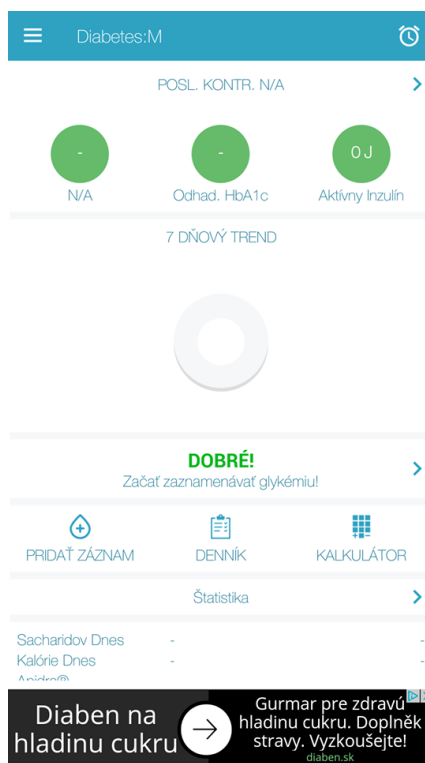
Plusy	Mínusy
Prehľad histórie	Žiadne poznámky
Množstvo druhov záznamov	Platené funkcie

Táto aplikácia je od firmy *SquareMed Software GmbH*. Po inštalácii sa nezobrazí žiadne prvotné nastavenie. Na prvý pohľad vyzerá byť datovaná staršie, avšak posledná aktualizácia bola vytvorená nedávno. Podporuje pridávanie základných záznamov a k tomu hmotnosť, tlak, pulz a iné lieky (spolu s množstvom lieku). Je tu taktiež možnosť pridať športovú aktivitu z menšieho množstva predefinovaných.

Aplikácia podporuje synchronizáciu medzi viacerými zariadeniami, avšak nie je možnosť pridať čisto textovú poznámku. Z pohľadu UI je zastaralejšieho dáta, avšak z pohľadu UX je aplikácia prívetivá a vcelku pochopiteľná. Prehľad histórie napriek tomu obsahuje redundantné informácie, ktoré môžu pri prezeraní záznamov "prekážať".

Aplikácia má medzi 100 000 – 500 000 sťahnutiami. Aktuálne hodnotenie je 4,5. Podporuje zariadenia od Android verzie 4.0 a ponúka kúpu Pro verzie za 24 € na rok, ktorá podporuje jej verziu bez reklám, a niektoré z vyššie spomínaných funkcionalít.

3.4 Diabetes:M



Obr. 3.4: Ukážka aplikácie Diabetes:M

Nasledujúca aplikácia je od firmy *Sirma Medical Systems*. Tú som osobne využíval rok a pol. Momentálne prešla kompletným prerobením do trochu neprehľadanejšej verzie.

Tabuľka 3.4: Prehľad výhod a nevýhod aplikácie Diabetes:M

Plusy	Mínusy
Smart hodinky	Notifikácie
Miesta vpichu	Import a ukladanie dát
Aktívny inzulín	Neprehľadné UI

Aplikácia podporuje všetky základné prvky ako monitorovanie glukózy, váhy, cholesterolu a tak ďalej. Má možnosť zaznamenávania miesta merania na tele, ktoré vám ukáže aké miesta ste už použili a automaticky sa stará o obnovovanie miest po určitej dobe (nastaviteľné v menu). Túto istú funkciu ponúka aj pre inzulínové perá, respektíve infúzne sety inzulínovej pumpy. Je možnosť si zvoliť typ aplikovaného inzulínu z takmer všetkých dostupných značiek.

Aplikácia podporuje mnoho druhov exportov ako do *pdf*, tak i do súboru *xlsx* alebo *html*. Grafy sú veľmi prehľadné na množstvo informácií, ktoré zobrazujú. Základom sú taktiež notifikácie a pripomienky.

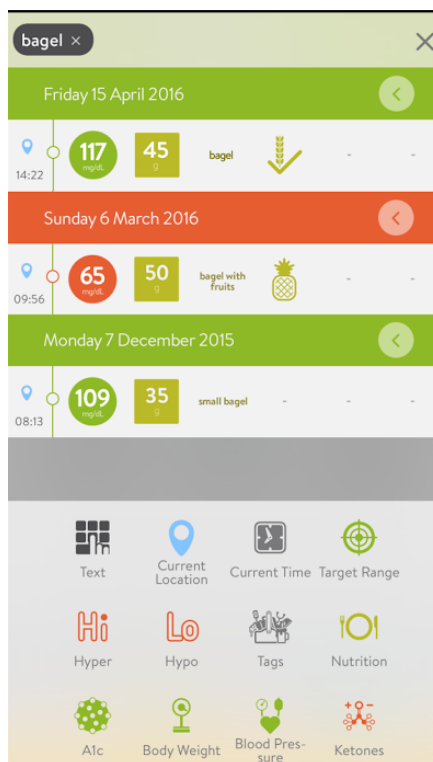
Aplikácia má občas problém s notifikáciami, ktoré sú implementované ako nadstavba nad budíkom. Občas nejdú vypnúť a je potreba reštartovať zariadenie. História záznamov je neprehľadná len s malou možnosťou filtrovania. Ďalej má aplikácia problémy s importom dát, ktoré môžu nastať aj pri lokálnej databáze.

V novej verzii podporuje aplikácia chytré hodinky. Veľkou nevýhodou sú reklamy, ktoré sa však dajú odstrániť zakúpením licencie za cenu 8,77 €. Momentálne má aplikácia medzi 100 000 – 500 000 stiahnutiami. Podporuje systém Android verzie 4.0.3 a vyšší. Aplikácia má v Google Play hodnotenie 4,6.

Tabuľka 3.5: Prehľad výhod a nevýhod aplikácie mySugr: Diabetes logbook app

Plusy	Mínusy
Prívetivé UI	Nedostupnosť na SVK/CZ
Výzvy	
Google FIT	

3.5 mySugr: Diabetes logbook app



Obr. 3.5: Ukážka aplikácie mySugr: Diabetes logbook app

Posledná analyzovaná aplikácia je od firmy *mySugr GmbH*. Podporuje základné aj rozšírené možnosti. Uživatelské rozhranie je veľmi prívetivé a jednoduché, vyzerá veľmi moderne. Má vynikajúce rozloženie komponentov a zobrazenie histórie je prehľadné a dostačujúce.

Aplikácia je veľmi interaktívna, má implementované *Google FIT*. Obsahuje rôzne výzvy, ktoré majú pomáhať hravejším spôsobom hlavne mladším diabetikom v dodržovaní režimu. Je to víťazná aplikácia - *Germany's "Focus Diabetes" "Best Apps for People with Diabetes" award*.

Aktuálne aplikácia nieje dostupná pre Českú a Slovenskú republiku. Jej počet stiahnutí je v rozmedzí 500 000 – 1 000 000. Podporuje Android verzie 4.1 a vyššie a jej hodnotenie má hodnotu 4,6.

3.6 Celkové zhodnotenie

V tejto kapitole som podrobne porovnal a zhodnotil 5 aplikácií na monitorovanie diabetu. Tieto aplikácie mali mnoho funkcií, avšak ja som sa zameral na funkcie, ktoré boli podľa testov v kapitole 8.3 najpotrebnejšie z pohľadu diabetika. Väčšina z nich sa zameriavala na počet funkcionalít, avšak venovali menšiu pozornosť užívateľskému rozhraniu a použiteľnosti. Preto som sa rozhodol cestou jednoduchého užívateľského rozhrania s hlavnými funkciami ako monitorovanie glykémie, prijatých sacharidových jednotiek a podaného inzulínu. Toto sú základné časti aplikácie, ktorý si každý diabetik musí sledovať. Následne sa aplikácia bude zameriavať na čo najrýchlejšie a najjednoduchšie zadávanie záznamov.

Kapitola 4

Plaforma Android

Android je operačný systém pre mobilné zariadenia, primárne mobilné telefóny, tablety avšak momentálne sa rozširuje medzi chytré televízie, hodinky alebo automobily. Je vlastnený firmou *Google Inc.* ako dcérska spoločnosť a je tvorený ako **open-source platforma**, to znamená, že každý si môže pozrieť zdrojové kódy online a upravovať ich.

Hlavný vývojár je konzorcium *Open Handset Alliance*, ktorého cieľom je progresívny rozvoj mobilných technológií, ktoré budú mať výrazne nižšie náklady na vývoj a distribúciu a zároveň spotrebiteľom prinesú inovatívne používateľsky prívetivé prostredie. Android v sebe zahŕňa operačný systém, ktorý je založený na linuxovom jadre. Má v sebe ďalšie prvky naprogramované v jazyku C a užívateľské rozhranie je písané v jazyku Java. Ten je taktiež primárne určený na tvorbu aplikácií pre túto platformu.

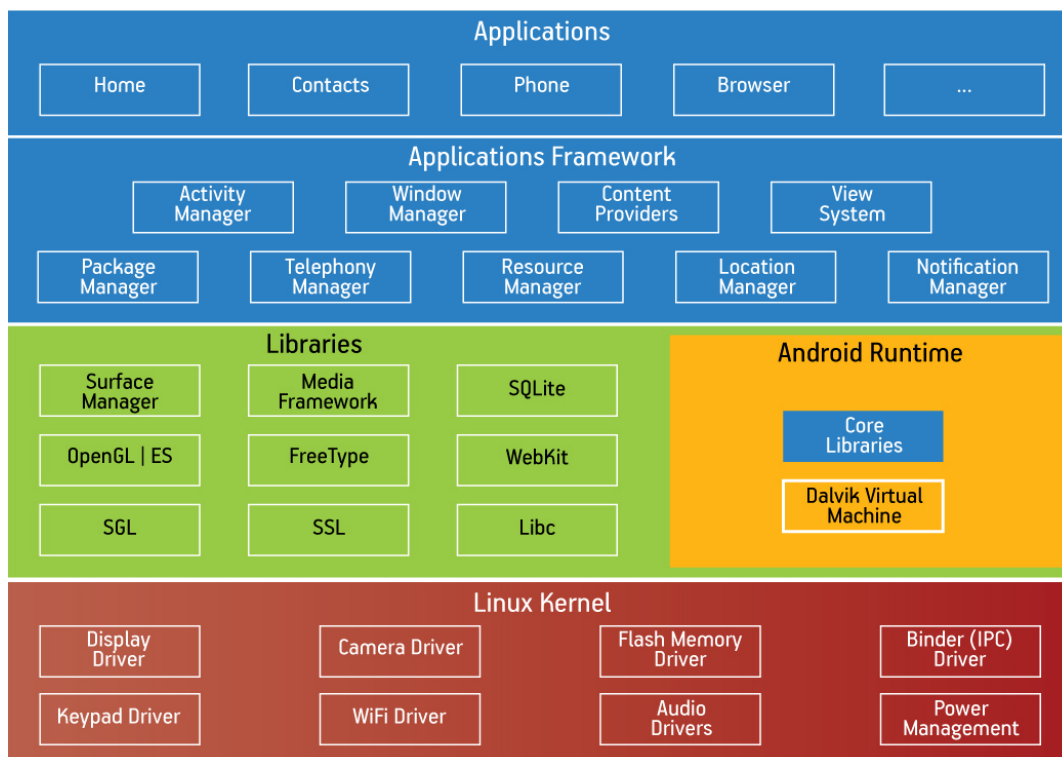
Samotný Android dáva k dispozícii nielen operačný systém s užívateľským prostredím pre koncových používateľov, ale aj kompletne riešenie nasadenia operačného systému (špecifikácia ovládačov a pod.) pre mobilných operátorov a výrobcov zariadení. V neposlednom rade pre vývojárov aplikácií poskytuje efektívne nástroje pre ich vývoj - Software Development Kit.

Android nepoužíva klasický Java Virtual Machine pre spúšťanie aplikácií, ale optimalizovaný Dalvik Virtual Machine do verzie 5.0. Aplikácie sú skompilované do bajtkódu pre virtuálny stroj Java, ktorý sa potom prekladá do bajtkódu Dalvik a ukladá do súborov *.dex* (Dalvik EXecutable) a *.odex* (Optimized Dalvik EXecutable).

Od verzie 5.0 je DVM nahradený Android Runtimom(ART). ART využíva *Ahead Of Time*(AOT) kompiláciu pri inštalácii aplikácie. Týmto sa zrýchľuje mobilný telefón, zvyšuje výdrž batérie, atď. Na zaistenie spätnej kompatibility využíva DVM *.dex* súbory, ale miesto *.odex* súborov využíva Executable and Linkable Format(ELF) programi. Zdroje informácií v tejto kapitole sú z knihy [9] a [2].

4.1 Architektúra Androidu

Diagram 4.1 znázorňuje jednotlivé vrstvy a komponenty operačného systému Android. Android je rozdelený do 5 vrstiev. Každá vrstva má svoj účel a nemusí byť priamo oddelená od ostatných vrstiev.



Obr. 4.1: 5 vrstvá architektúra systému Android

Linuxové jadro Najnižšou vrstvou je jadro operačného systému, ktorý tvorí abstraktnú vrstvu medzi hardwarom a zvyškom softwaru. Je postavené na Linuxovom jadre vo verzii 2.6. Využíva mnoho funkcií ako správa pamäte, správa sietí, správa procesov, ovládače alebo multiprocessing, avšak nevyužíva grafické užívateľské rozhranie *X – Window System*

Knižnice Ďalšou vrstvou sú knižnice, ktoré sú naprogramované v jazyku C/C++ a využívajú ich rôzne časti systému. Vývojár má k nim prístup pomocou aplikačného frameworku.

Android runtime Táto vrstva obsahuje už spomínaný DVM alebo ART (v závislosti na verzii systému). Využíva niektoré základné funkcie linuxového jadra ako je správa pamäti alebo práca s vláknami. V tejto vrstve sú taktiež zahrnuté základné knižnice jazyka Java.

Aplikačný framework Vývojári majú prístup ku všetkým knižniciam, s ktorými pracujú zdrojové programy systému Android. Tým pádom môžu pristupovať k hardwaru, lokálnym dátam, spúšťať procesy na pozadí a iné. Systém Android bol vytvorený tak aby sa každá komponenta dala znovu použiť, takže jedna aplikácia môže využívať služby iných, avšak musí dodržať určité podmienky.

Aplikácie Najvyššiu vrstvu systému tvoria základné aplikácie, ktoré využívajú bežní používatelia. Môže ísť o aplikácie ako SMS program, emailový klient, mapy, kalendár a podobne. Užívateľ má možnosť si doinštalovať ďalšie aplikácie skrz obchod *Google Play*.

Kapitola 5

Vývoj aplikácií pre platformu Android

V tejto kapitole sa zameriam na možnosti programovania na platforme Android. Zdroje dát sú brané z [1]. Aplikácie sú primárne písané v jazyku Java. Pri programovaní je potreba *Android SDK* (Software development kit), ktorý pomáha pri preklade do súborov typu *Android package* (.apk). Tento súbor slúži na inštaláciu do daného zariadenia. Produkčné aplikácie v obchode Google Play musia byť podpísané kľúčom, ktorý musí byť pri aktualizácii vždy rovnaký (tj. použitý rovnaký kľúč pre tú istú aplikáciu). Tento súbor predstavuje všetky zdroje, ktoré aplikácia potrebuje.

Každá aplikácia beží na takzvanom "*sandboxe*" a má vlastný proces, ktorý má od jadra pridelené *ID*. Dané ID pozná len jadro systému a je vygenerované pri inštalácii aplikácie. Táto izolácia má na starosti, aby škodlivé alebo zle navrhnuté aplikácie nemohli poškodiť celý systém. Majú k dispozícii vlastný DVM a bežia vo vlastnom virtuálnom stroji.

Android povoľuje aplikáciám iba práva, ktoré sú potrebné na základný beh aplikácie. Ostatné práva ako používanie fotoaparátu a podobné, musí udeliť aplikácii užívateľ. Týmto sa zabráňuje aplikáciám používať komponenty, do ktorých by nemali mať bežne prístup.

5.1 Verzovanie Androidu

Každá nová verzia prinášala opravy chýb z predchádzajúcej verzie a novinky, ktoré rozširovali a vylepšovali verzie systému. Verzie sú spätne kompatibilné, pre fungovanie starších aplikácií na nových verziách systému Android. Pri tvorbe aplikácie je potreba vybrať akú minimálnu verziu Androidu bude podporovať. Rozhodol som sa pre podporu od verzie SDK 16, čím pokrývam cez 96% trhu.

Version	Codename	API	Distribution
2.2	Froyo	8	0.1%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	1.2%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	1.2%
4.1.x	Jelly Bean	16	4.5%
4.2.x		17	6.4%
4.3		18	1.9%
4.4	KitKat	19	24.0%
5.0	Lollipop	21	10.8%
5.1		22	23.2%
6.0	Marshmallow	23	26.3%
7.0	Nougat	24	0.4%

Obr. 5.1: Podiel verzií systému Android

5.2 Aplikačné komponenty

Aplikačné komponenty Androidu sú základné stavebné bloky aplikácie. Každá komponenta je vstupný bod, cez ktorý môže systém vstúpiť do aplikácie, ale nie všetky umožňujú vstup užívateľom. Niektoré závisia na iných, avšak každá z nich existuje nezávisle na inej entite a má špeciálnu rolu. Dokopy definujú správanie aplikácie.

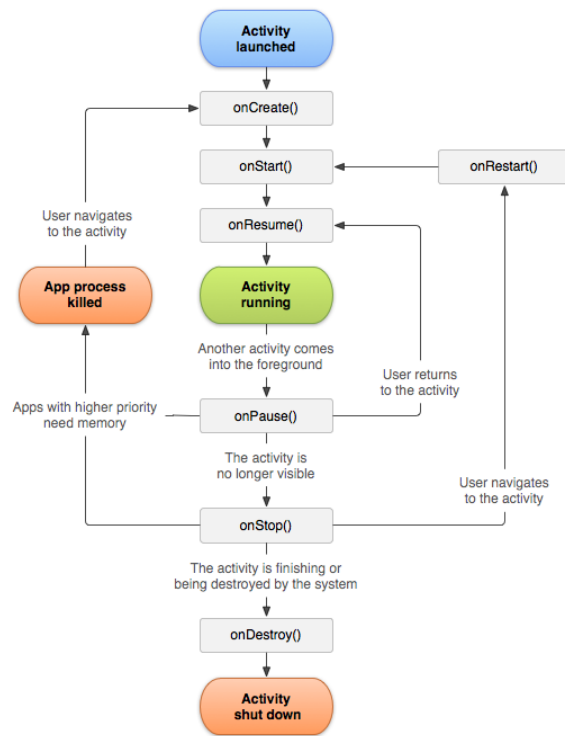
Sú 4 druhy komponent, pričom každá slúži na niečo iné. Majú svoj vlastný životný cyklus. Jednotlivé entity sú definované v manifeste [5.2.3](#). V ďalšej časti [5.2.1](#) sa o nich dozvieme viac.

5.2.1 Rozdelenie komponentov

Aktivita(Activity)

Aktivita je vstupný bod pre interakciu s užívateľom. Reprezentuje jednu obrazovku(view) s užívateľským rozhraním. Pre príklad emailový klient má jednu aktivitu, ktorá zobrazuje zoznam nových emailových správ, iná aktivita na odoslanie emailu a iná na jeho zobrazenie. Iné aplikácie môžu štartovať tieto aktivity, ak to majú povolené.

Každá aktivita v systéme sa ukladá na takzvaný *zásobník komponent* a beží v samostatnom DVM. Na vrchole zásobníka sa nachádza aktuálna aktivita. Po spustení novej aktivity sa pridá na vrchol. Zásobník je typu LIFO, čo zaisťuje, že po stlačení tlačítka Späť sa vyberie aktuálna aktivita z jeho vrcholu a prechádzajúca aktivita pokračuje v činnosti, kde skončila. Aktivita dedí z triedy `android.app.Activity`



Obr. 5.2: Životný cyklus komponenty Aktivita

Aktivita uľahčuje nasledovné interakcie medzi systémom a užívateľom:

- Sledovanie toho, o čo sa užívateľ zaujíma (čo sa deje na obrazovke) aby systém zabezpečil to, že beží proces, ktorý hostuje aktivitu.
- Sleduje, ktoré aktivity boli nedávno použité/pozastavené a systém im dáva prioritu pri udržiavaní.
- Pomáha aktivite pri zabití procesu, tak že sa užívateľ môže vrátiť tam kde aktivita skončila.
- Pomáha pri prepínaní aktivít medzi aplikáciami pre zachovanie kontinuity.

Služba(Service)

Služba predstavuje proces aplikácie bez užívateľského rozhrania, ktorý pracuje na pozadí. Môže byť ovládaná pomocou interakcie s aktivitou, ku ktorej je služba pripojená. Pre príklad môže slúžiť na prehrávanie hudby na pozadí, zatiaľ čo užívateľ používa inú aplikáciu alebo môže sťahovať dáta cez sieť bez blokovania užívateľovej aktivity. Služba dedí z triedy `android.app.Service` a mala by byť vytváraná vo vedľajšom vlákne, aby neblokovala hlavné UI vlákno.

Poskytovatelia obsahu(Content providers)

Komponenta rozširuje abstraktnú triedu `android.content.ContentProvider()`. Poskytovatelia obsahu spravujú súbor zdieľaných aplikačných dát. Aplikácia môže dáta ukladať v

súborovom systéme, SQLite databázy, v cloude alebo v ktoromkoľvek inom perzistentnom úložisku. Taktiež môže pomocou *Poskytovateľa obsahu* čítať alebo modifikovať dáta ak to má povolené.

Odberateľ vysielania(Broadcast receivers)

Odberateľ broadcastu je komponenta, ktorá umožňuje doručovanie udalostí systémom mimo bežný aplikačný cyklus. Vzhľadom k tomu, že sú definované ako vstupy do aplikácie, systém môže vysielat aj aplikáciám, ktoré nie sú spustené. Jeden z týchto príkladov môže byť alarm. Užívateľovi stačí len zadať alarm na určitý čas a o všetko sa postará táto komponenta. Keďže *BR* nemajú užívateľské rozhranie môžu použiť notifikácie v stavovom riadku. *BR* je implementovaný ako podtrieda `android.content.BroadcastReceiver`.

5.2.2 Využívanie komponentov

Veľmi veľká výhoda je, že aplikácie môžu navzájom spúšťať iné komponenty. Táto vlastnosť uľahčuje ich vývoj. Pre príklad potrebujem aplikáciu, ktorá potrebuje fotoaparát ako minoritnú službu. Namiesto toho aby som si naprogramoval vlastný fotoaparát, využijem komponentu, ktorá je už vstavaná v systéme. Nie je pritom treba vkladať ani žiadny kód, stačí iba zavolať danú komponentu s určitým vstupom a ona po odfotení vráti potrebné dáta. Z užívateľského pohľadu to vyzerá tak, že fotoaparát patrí do aplikácie.

Pri spustení komponenty, systém pre ňu vytvorí samostatný proces(ak nie je aplikácia spustená) a inštanciuje všetky potrebné triedy. Pre príklad s fotoaparátom. Keď sa spúšťa aktivita *Fotoaparát*, tak sa spúšťa v aplikácii fotoaparát a nie, z ktorej bola zavolaná. Aplikácie sa nemôžu spúšťať navzájom, je potreba zaslať systému správu so žiadosťou a spustiť danú aplikáciu. Ten následne nájde danú komponentu a inštanciuje ju. Všetky komponenty sú teda aktivované asynchrónnou správou, ktorá sa nazýva *Intent* ¹.

5.2.3 Android Manifest

Každá aplikácia musí obsahovať *XML* súbor s názvom `AndroidManifest.xml`. V tomto súbore sa nachádzajú informácie, aké komponenty aplikácia ponúka a tým o nich informuje systém.

Súbor manifest definuje a obsahuje:

- Identifikuje práva aplikácie, ktoré potrebuje aplikácia k svojmu behu. Môže to byť potreba používať pamäťovú kartu, čítať kontakty, používať fotoaparát, atď...
- Určuje minimálnu verziu systému Android, ktorú aplikácia podporuje a využíva pre svoj beh. Viz. [5.1](#)
- Definuje HW/SW funkcie nevyhnutné pre beh aplikácie.
- Popisuje jednotlivé komponenty.

¹<https://developer.android.com/guide/components/intents-filters.html>

Kapitola 6

Návrh aplikácie

V tejto kapitole priblížim detailnejšie cieľ práce. Rozoberiem jednotlivé kroky návrhu aplikácie a postup práce. Predstavím svoj návrh riešenia problému a možnosti užívateľa pri použití aplikácie. Ďalej si úlohy rozdelíme na pod úlohy, kde sa každej budeme venovať.

6.1 Rozbor a analýza problému

Cieľom tejto práce je vytvoriť funkčnú aplikáciu pre platformu Android. Aplikácia bude slúžiť na monitorovanie diabetu, kde si užívateľ bude môcť monitorovať svoj stav krvnej glukózy(cukru), počtu prijatých sacharidových jednotiek alebo inzulínu. Tieto tri veci sú hlavné pri správnom self-managmente diabetu a sú oceňované každým diabetikom.

Aplikácia musí byť rýchlo prístupná a jednoduchá na používanie, s tým že užívateľské rozhranie musí byť pripravené zobrazovať štatistické informácie, grafy a mnoho dát. Mnoho ľudí nepoužíva tieto aplikácie pre zložitosť rozhrania, čomu sa budem chcieť vyhnúť.

Analýza prebiehala v dvoch krokoch. V prvom kroku som preskúmal existujúce riešenia podobných aplikácií v kapitole 3 a navrhol aplikáciu. V druhom kroku som návrh aplikácie konzultoval s diabetikmi, ktorý už používali iné aplikácie. Ukázalo sa, že bola potreba implementácie lokalizácie. Ďalej som sa dozvedel, že niektoré navrhnuté funkcionality viz. 6.3, neboli pre užívateľov intuitívne.

Primárna možnosť pridávania údajov bude ručným zadávaním. Užívateľ musí byť schopný túto činnosť uskutočniť do niekoľkých sekúnd. Ako rozšírené možnosti sa naskytujú využívanie senzoru na zadávanie glykémie, používanie OCR(Optical character recognition) či zadávanie pomocou chytrých hodínok. Ako rozšírenie som sa rozhodol implementovať pridávanie glykémie cez senzor FreeStyle Libre a načítaním za pomoci OCR z glukometru ako je možné vidieť na obrázku 6.1

6.2 Architektúra aplikácie

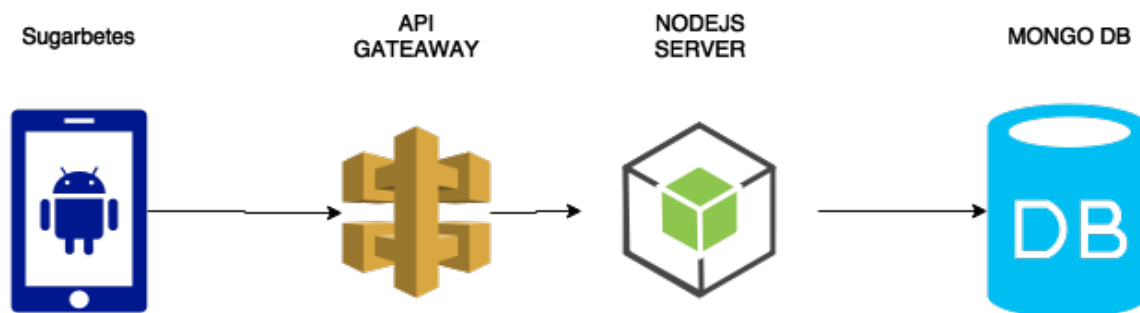
V tejto podkapitole opíšem architektúru celého systému. Aplikácia bude pracovať s veľmi citlivými dátami. Ich ukladania na vzdialenom serveri by vyžadovalo riešenie zabezpečenia, šifrovania dát. Vzdialený server slúži na správu užívateľov, podľa ktorých je možné poslať *push notifikácie*. Vzdialený server bude pozostávať s NodeJS servera a MongoDB databáze. Návrh tejto architektúry je možné vidieť na obrázku 6.4

Aplikácia bude musieť vedieť komunikovať s týmto serverom, avšak beh aplikácie nesmie byť závislý na použití internetového pripojenia. Jediná hlavná potreba použitia interneto-



Obr. 6.1: Na obrázku je možnosť vidieť návrh spôsobu zadávania glykémie do zariadenia za pomoci rozpoznávanie znakov na displeji glukometra(OCR). Z mnoho glukometrov je možné zistiť čas merania, dátum a hodnotu.

vého pripojenia je prvotné spustenie do aplikácie, kde sa užívateľ zaregistruje alebo prihlási. Ako backendový server bude použitá aplikácia Parse, ktorá nám zabezpečí naše požiadavky.



Obr. 6.2: Ukážka architektúry aplikácie. Na obrázku je možné vidieť prepojenie aplikácie Sugarbetes s backendovým serverom.

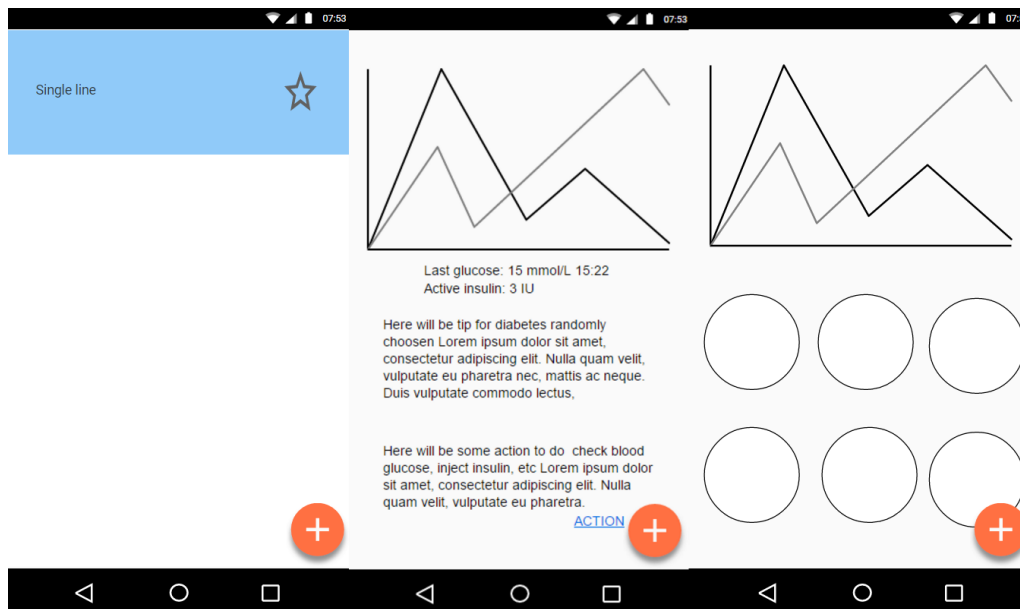
6.3 Návrh užívateľského rozhrania

Celé užívateľské rozhranie bude postavené na *Material design*, ktoré zaisťuje pocit toho, že aplikácia je súčasťou systému. Funkcií, ktoré obsahujú iné aplikácie, je veľké množstvo. Ich grafické užívateľské rozhranie je často dosť neprehľadné, na ktoré sa nabaľovali nové a nové funkcie bez zmeny.

Táto aplikácia vyskúša inú možnosť ako vytvoriť dané užívateľské rozhranie. Všetky funkcie maximálne zjednoduší a nové funkcie sa budú pridávať podľa predstáv užívateľov a budú testované na vhodnej vzorke testerov. Tým pádom sa zaručí, že do produkcie sa

aplikácie otestuje a pre užívateľov bude vydaná aplikácia s výborným UI/UX. Aplikácia sa bude sústrediť na jednoduché a rýchle pridávanie záznamu do aplikácie.

6.3.1 Rozhranie hlavnej aktivity



Obr. 6.3: Na obrázku je možné vidieť návrh hlavnej aktivity aplikácie. Bude sa skladať z troch častí a to prehľadu histórie, jednodňového týždenného a mesačného prehľadu a nedávnej histórie. Na obrazovke, v dolnej časti, ktorá je najprístupnejšia palcu ruky, bude zobrazené tlačidlo na pridávanie záznamu.

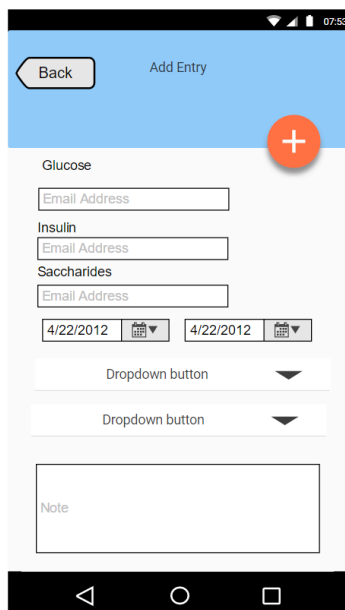
Všetky hlavné informácie, ktoré bude užívateľ potrebovať vidieť bude dostupná ihneď po zapnutí aplikácie ako aktívny inzulín, posledná nameraná glykémia, aktuálny trend krvnej glukózy. Musí mať jednoduchý prístup k pridaniu nového záznamu. To bude zaistené tlačidlom v spodnej časti displeju, ktorý je ľahko dostupný prstom. Toto tlačidlo sa bude nachádzať v celej aktivite.

Hlavná aktivita bude zložená z viacerých fragmentov, každý jeden fragment sa bude starať o zobrazovanie inej informácie. Užívateľ najprv uvidí fragment *Dashboard*, kde bude mať zobrazené všetky aktuálne informácie, ktoré sú spomenuté vyššie. Následne bude môcť gestom prejsť na ľavý fragment, v ktorom sa budú všetky záznamy z možnosťou filtra v jednoduchej a prehľadnej forme.

Na pravej strane budú zobrazené štatistické údaje za posledné obdobie. Ako najužitočnejšie sa ukázali obdobia jeden deň, jeden týždeň a jeden mesiac. Ako hlavný element na stránke bude graf, v ktorom je možné vidieť trend glykémie za dané časové obdobie. Pod grafom užívateľ uvidí priemernú glukózu, celkový počet prijatých sacharidov, celková dávka inzulínu, počet hyper a hypoglykémii a celkový počet meraní.

6.3.2 Rozhranie pridávania/upravovania záznamu

Prvým nápadom bolo vytvoriť každej jednej položke zvlášť aktivitu na pridávanie aj zobrazovanie každej. Avšak spojenie týchto položiek do jedného objektu je výhodou, keďže



Obr. 6.4: Návrh pridávania záznamu

väčšinou si diabetik meria cukor, pichá inzulín a konzumuje jedlo v rovnakú dobu. Ak by tieto dáta boli oddelené musel by si pacient s diabetom tieto údaje zadávať 3 krát. Táto pripomienka sa ukázala ako správna pri konzultácii s testerami, ktorí boli za ponúkanú zmenu.

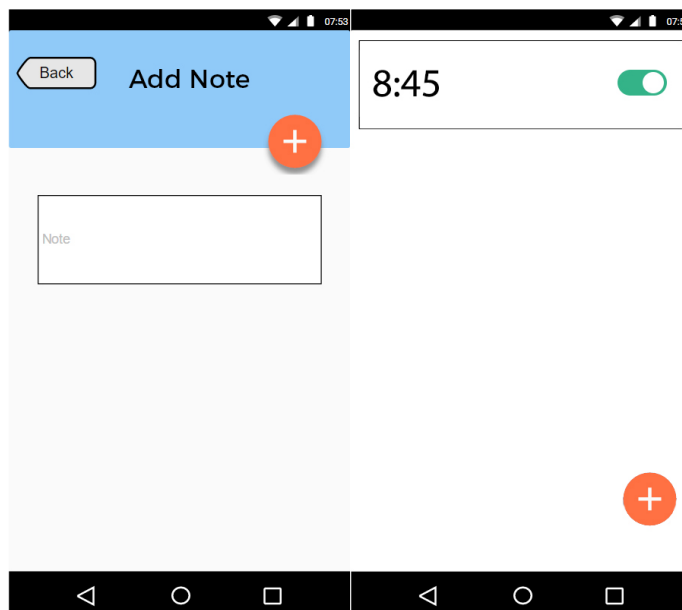
Pri vytváraní bude potrebné prednastavovať niektoré položky. Dátum, čas, či kategória, ktorá sa bude môcť odhadnúť podľa aktuálneho času. Užívateľovi bude ponúknuté si napísať vlastnú poznámku, ktorou si môže vylepšiť prednastavené kategórie a zaznačiť si dôležitú informáciu k danému záznamu.

6.3.3 Rozhranie pridávania pripomienok

Pridávanie pripomienok na meranie glykémie, musí byť jednoduché a informatívne. Informácie obsahujú dve veci a to názov a čas. Pridávanie by malo využívať dialógové okná, aby sa užívateľ nemusel premiestňovať medzi aktivitami. Vypínanie by malo byť jednoduchou formou a to pomocou takzvaného *switchu*. Na obrázku 6.5 je možné vidieť návrh tohto rozhrania.

6.3.4 Prehľad grafov

Aby som diabetikovi uľahčil zisťovanie stavu jeho diabetu, navrhol som zoznam grafov, v ktorých sa budú zobrazovať prehľady výsledkov za posledné obdobie. Medzi grafmi budú koláčové grafy zobrazujúce rozdelenie glykémii podľa kategórií. Ďalší diagram bude zobrazovať celkový počet prijatých sacharidov a pichnutého inzulínu.



Obr. 6.5: Na obrázku je návrh rozhrania pre pridávanie pripomienky a poznámky.

6.4 Návrh funkcionalít

V tejto časti opíšem aké hlavné funkcie bude aplikácia potrebovať. Keďže konkurenčné aplikácie majú mnoho funkcií, nie je možné ich všetky implementovať v rámci tejto práce, zameriam sa skôr na jednoduchosť týchto funkcií.

Medzi hlavné funkcie aplikácie bude patriť možnosť monitorovať užívateľove glykémie, prijaté sacharidy alebo pichnutý inzulín. Avšak diabetik potrebuje mať záznamy aj o svojich športových aktivitách. Testeri tieto domnienky potvrdili a tieto funkcie budem implementovať.

Avšak ukladanie a monitorovanie týchto dát nie je všetko. Celková práca s aplikáciou je najpodstatnejšia. Je potreba, aby užívateľ mohol zadávať záznamy čo najjednoduchšie a najrýchlejšie. Preto som sa rozhodol implementovať podporu senzoru FreeStyle Libre, ktorý funguje skrz senzor NFC. Užívateľ pridá záznam do telefónu iba priložením telefónu a následným potvrdením.

Kapitola 7

Implementácia aplikácie

Ako model pre implementáciu aplikácie som si zvolil *Vodopádový model*, z dôvodu jasnej špecifikácie a potreby rýchleho *MVP*.

Na začiatku boli spísané požiadavky a následne navrhnutá architektúra systému, do ktorej patrí ako Android aplikácia tak aj cloudový server. Technológie a implementačné metódy sú popísané v neskoršej časti tejto kapitoly.

7.1 Vybrané technológie

Ako primárne prostredie bolo vybrané Android-Studio, ktoré je voľne dostupné na stiahnutie ¹, a ktoré je už rozšírené o Android SDK (taktiež voľne dostupné). Vývojársky balík SDK obsahuje takmer všetko, čo je potrebné pre vývoj na platforme Android. Android Studio poskytuje niektoré z nástrojov ako *Instant Run*, ktorý umožňuje spúšťanie aktivity bez potreby reštartovania celej aplikácie. Ďalšie funkcie ako kompilovanie súborov *APK*, komunikácia so zariadením cez *ADB*. Oba nástroje sú súčasťou Android SDK. Funkcií, ktoré ponúka Android-Studio je mnoho.

Na komunikáciu aplikácie s cloudovým úložiskom som si zvolil Parse SDK², ktoré sa medzičasom stalo opensource. Daný framework som si vybral, pre jeho jednoduchosť a vytvorené SDK pre mnoho platforiem ako je Android, Javascript, iOS, .net, a mnoho ďalší. Táto vlastnosť mi môže v budúcnosti pomôcť pri vytváraní aplikácie na inú platformu.

Na VPS (virtálny privátny server) beží Node.js server, ktorý poskytuje vzdialenú komunikáciu s aplikáciou. Ďalej Parse server potrebuje databázu, ktorou je MongoDB vo verzii 3.2. ktorú využíva na ukladanie dát.

7.1.1 Parse SDK

Väčšina moderných aplikácií ukladá dáta a komunikuje s inými službami cez internet. Uživatelské účty, zdieľané dáta, dokumenty, platby, všetky tieto dáta musia byť niekde uložené. Koncept, ktorý sa schováva za Parse, je veľmi jednoduchý. Odtieniť mobilného vývojára od vytvárania vlastného riešenia, ktoré je často zdĺhavé. Týmto dovoľí vývojárovi venovať sa viac mobilnej aplikácii ako vlastnému cloudovému riešeniu. Je možnosť mať vlastný parse-server pustený lokálne a testovať na ňom. Toto je výhoda iných platených riešení, ktoré takúto možnosť neponúkajú.

¹<https://developer.android.com/studio/index.html>

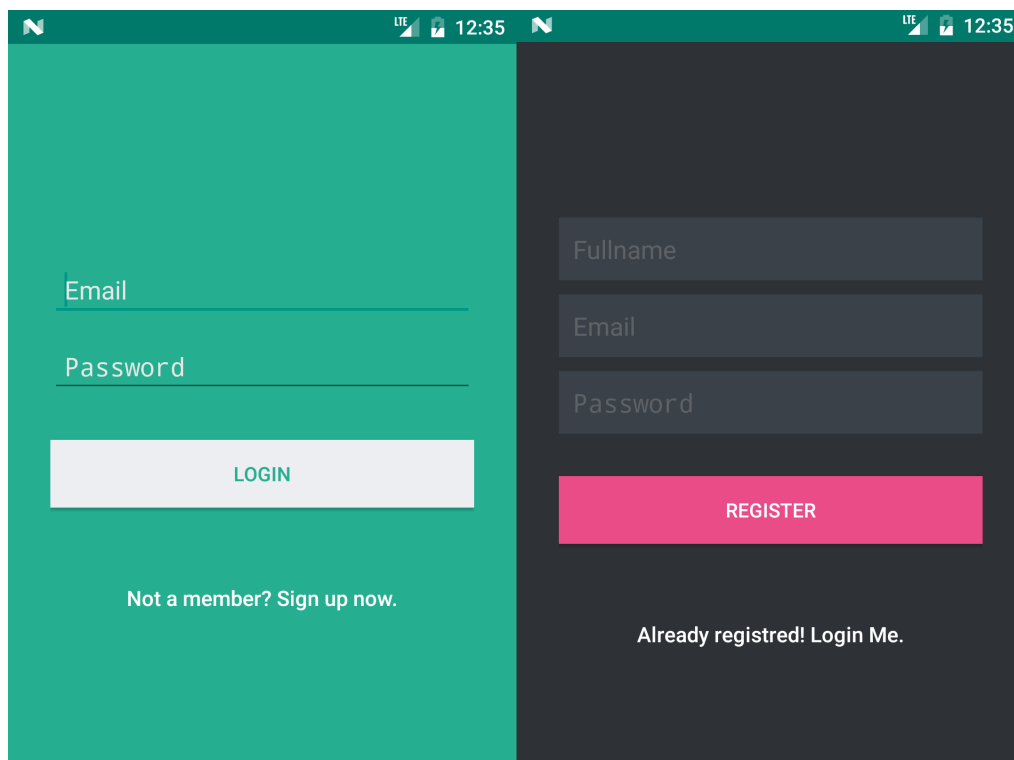
²<http://parse.com/>

Parse Android SDK ponúka nástroje, ktoré uľahčujú komunikáciu zo serverom. Na komunikáciu s ním je potreba *aplikačné id* a *master kľúč*, ktorý zabezpečuje bezpečnú komunikáciu medzi serverom a aplikáciou. Toto riešenie poskytuje výhodu aj do budúcnosti, kde pri požadovanej novej funkcionalite si môžeme upraviť server podľa vlastnej potreby.

7.2 Implementácia užívateľského rozhrania

Po zapnutí aplikácie sa v *StartedApplication*, ktorá dedí z triedy *Application* inicializuje Parse SDK. Nastaví sa možnosť používania lokálnej databáze, url adresy vzdialeného serveru, kľúče pre autentifikáciu. Potom sa do aplikácie zaregistrujú databázové modely a na pozadí sa na Parse server uložia informácia o užívateľovi. Tieto dáta slúžia k odosielaniu Push Notifikácií. Po inicializácii Parse serveru sa nastaví knižnica *RateThisApp*, ktorá slúži na výzvy k ohodnoteniu aplikácie Sugarbetes na obchode Google Play. Následne sa nastaví jazyk aplikácie podľa užívateľských preferencií.

Po štarte aplikácie sa zobrazí užívateľovi logo aplikácie, ktorá je implementovaná aktivitou *GateActivity*. Táto aktivita rozhoduje o nasledujúcom kroku. Ak užívateľ nie je prihlásený, nová aktivita je *LoginActivity*. Užívateľské rozhranie je jednoduché a je znázornené na obrázku 7.1. Všetky aktivity sú vytvorené rozšírením triedy *AppCompatActivity*, ktorá sa nachádza v knižnici *Support Library* a slúži pre spätnú kompatibilitu. Táto knižnica nám dovoľuje používanie novších prvkov na starších zariadeniach.



Obr. 7.1: Užívateľské rozhranie prihlasovacej a registračnej obrazovky.

Ak užívateľ nie je ešte registrovaný, môže prejsť do aktivity *SignupActivity* viz. obrázok 7.1. Pre registráciu sú potrebné informácie ako je meno, email a heslo. Na prihlásenie a registráciu musí mať užívateľ aktívne internetové pripojenie. Na prihlásenie sa používa

vstavaná funkcia Parse SDK *LogInBackground*. Po zaregistrovaní ako aj po prihlásení sa aplikácia presunie do hlavnej časti aplikácie a to do aktivity *DashboardActivity*.

V hlavnej aktivite je užívateľské rozhranie vytvorené podľa návrhu v 6.3. Tá pozostáva z troch hlavných častí. Na podporu týchto častí využíva aktivita triedu *ViewPager*, ktorá nám zabezpečí plynulý prechod medzi týmito tromi elementmi. Inštancii tejto triedy je priradený *SectionsPagerAdapter*. Ten drží informácie o fragmentoch a zapuzdruje ich. Na rozdiel od adaptéru *FragmentStatePagerAdapter*, udržiava fragmenty v pamäti, čo prináša plynulejšie prechádzanie medzi nimi. Sú tri základné fragmenty, ktoré vykresľujú UI a sú to:

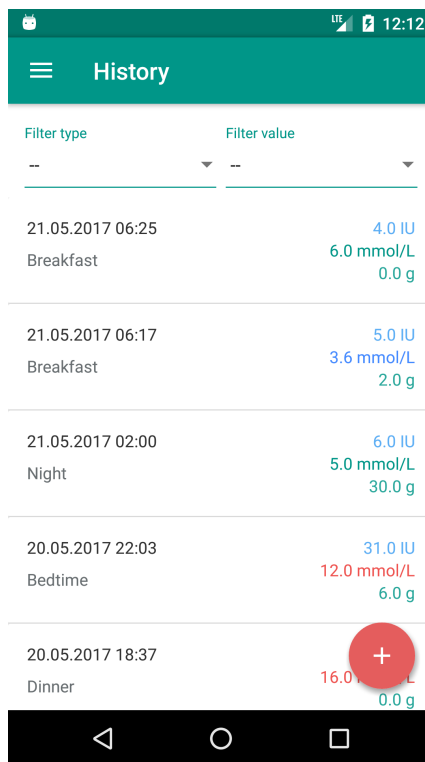
- *HistoryFragment*, ktorý slúži na zobrazovanie histórie meraní
- *DashboardFragment*, ktorý slúži na zobrazovanie aktuálnych informácií. Je to časť, ktorú užívateľ vidí ako prvú.
- *PeriodFragment*, ktorý slúži na zobrazovanie výsledkov a ich štatistiky za určitú periódu času.

Vzhľad jednotlivých častí *DashBoardActivity* je popísaný v XML súbore *activity_dashboard.xml*. Využíva hornú lištu *ActionBar*, ktorý je podporovaný na starších zariadeniach cez už spomínanú triedu *AppCompatActivity*. V tomto toolbare sa zobrazuje text, ktorý popisuje aktuálny fragment a tlačidlo na zobrazenie menu aplikácie, ktoré sa zobrazí po kliknutí alebo po použití gesta. Aplikáčne menu je použité z knižnice *MaterialDrawer*[8]. V menu je možné vidieť rýchle odkazy na iné akcie ako pridávanie pripomienky, záznamu, spočítanie odhadovaného HbA1c, nastavenia a iné. Obrázok menu je možné vidieť na 7.3.

V aktivite je použité *FloatingActionMenu* tlačidlo, ktoré umožňuje rýchle pridanie nového záznamu, pripomienky alebo poznámky. Využíva knižnicu *FloatingActionMenu*.

Fragment *HistoryFragment*, ktorý slúži na zobrazovanie histórie záznamov, využíva layout(rozhranie) *RecyclerView*. Slúži na zobrazovanie záznamov vo forme zoznamu. Toto rozhranie nám dovoľuje nastaviť rôzne vzhľady pre rôzne typy položiek. Dovoľuje nám animovať a upravovať jednotlivé položky tohto zoznamu. Na lepšiu kontrolu nad dotykom užívateľa nad zoznamom *RecyclerView*, som implementoval vlastný *RecyclerViewItemClickListener*, ktorý nám dovoľuje kontrolovať dlhé aj krátke kliknutia na položku. Po kliknutí sa zobrazí mini menu v spodnej časti obrazovky, kde si užívateľ môže vybrať medzi akciou **Upraviť** alebo **Odstrániť**. Kliknutím na **Upraviť** sa aplikácia presmeruje do aktivity *AddEntryActivity*. Po odstránení záznamu položka zmizne zo zoznamu a zobrazí sa oznámenie o vymazaní. Užívateľ má možnosť vrátiť predchádzajúcu akciu po dobu jeden a pol sekundy.

HistoryFragment obrázok 7.2 využíva na zobrazovanie položiek adaptér *HistoryAdapter*. Preto som implementoval *ParseCustomQueryAdapter*, ktorý nám dovoľuje používať ParseSDK dáta z databáze priamo v tomto adaptéry. V metóde *getItemView* sa nastaví potrebné dáta zo záznamov priamo do položky, ktorá sa následne vloží do *RecyclerView*.



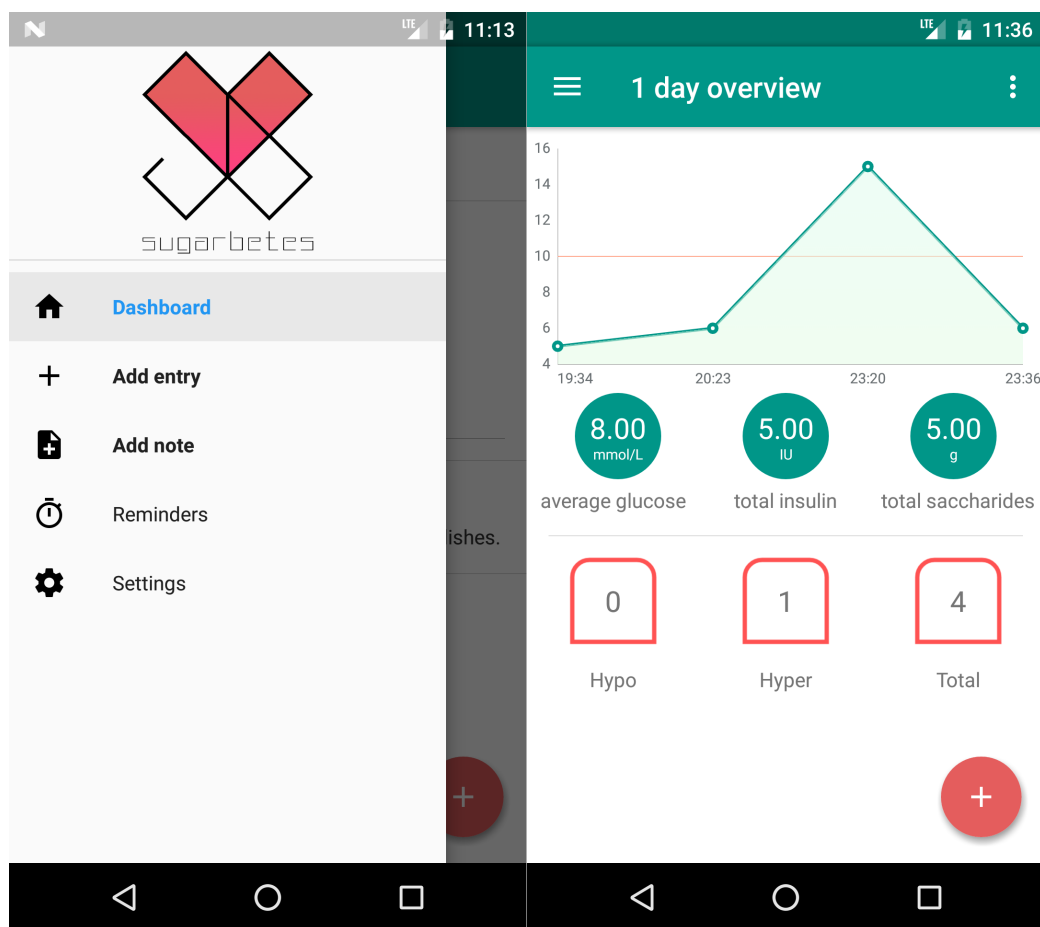
Obr. 7.2: Uživatelské rozhranie fragmentu *HistoryFragment*, v ktorom je možné vidieť filtre na záznamy a konkrétne záznamy v prehľadnej forme.

Ďalší fragment, ktorý *DashboardActivity* využíva je **DashboardFragment**. Ten slúži na zobrazenie nedávnych výsledkov a jednoduchú interakciu s užívateľom. V hornej časti zohrania, ktoré je implementované v XML súbore *fragment_dash_board_main*, je líniový graf, zobrazujúci posledných desať meraní glykémie. Ďalej sa v rozhraní nachádza časť na akcie užívateľa, ktoré ho vyzývajú k interakcii s aplikáciou. Napríklad pridanie záznamu či pripomienky. Nachádza sa tam aj časť, v ktorej sa zobrazujú rady pre diabetika s náhodnej množiny vybraných rád.

Posledný fragment, ktorý sa využíva v *DashboardActivity* je **PeriodShowFragment**. Jeho vzhľad je definovaný v *fragment_dash_board_period.xml*. Využíva rozhranie *ScrollView*, ktoré umožňuje posúvanie obrazovky pri mobilných telefónoch s menším rozlíšením obrazovky. Fragment zobrazuje líniový graf, ktorý je implementovaný knižnicou *MPAndroidChart*. Dovoľuje upravovať a nastavovať vzhľad veľmi jednoduchou cestou. Pre lepší prehľad som pridal takzvané *Limit Lines*, ktorá ohraničujú správnu hladinu glykémie. Pod grafom je zobrazený prehľad priemernej krvnej glukózy, prijatých sacharidov či celkovom pichnutom inzulíne. Pod tým je možné vidieť prehľad meraní a to počet hyperglykémii, hypoglykémii a celkové množstvo meraní.

7.3 Nastavenie aplikácie

V nastavení aplikácie je možné si zvoliť jazyk aplikácie (momentálne je dostupná slovenčina, čeština a angličtina), pohlavie a základné jednotky merania glukózy. Následne je možné povoliť pridávanie glykémie pomocou experimentálnej implementácie *FreeStyle Libre*.

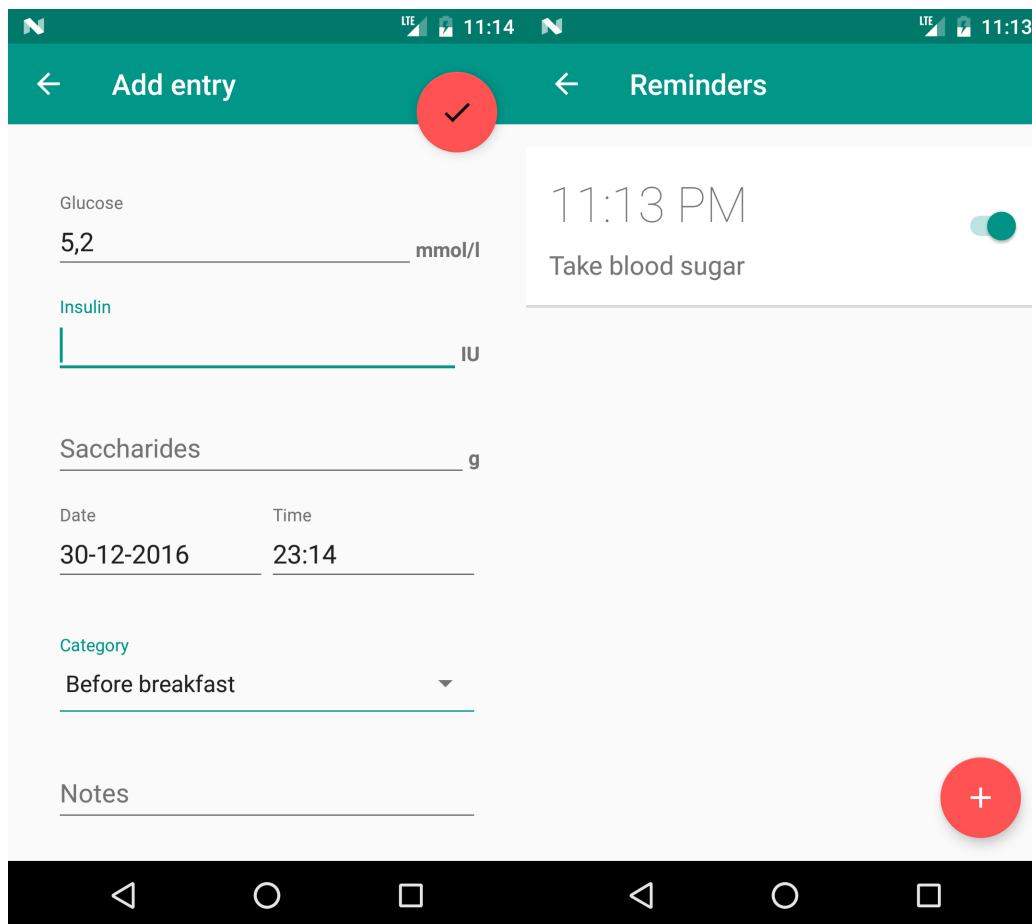


Obr. 7.3: Užívateľské rozhranie hlavnej aktivity a menu aplikácie. Na ľavej strane je zobrazené menu, ktorá sa zobrazí po použití gesta alebo po stlačení na tlačidlo menu. Poskytuje rýchly prístup k ďalším funkciám ako je nastavenie, pripomienky, grafy. Na pravej strane je jednodňový prehľad, ktorý je reprezentovaný líniovým grafom, pod ktorým je možné vidieť súhrnné informácie o priemernej glykémii, skonsumovaných sacharidoch či aplikovanom inzulíne.

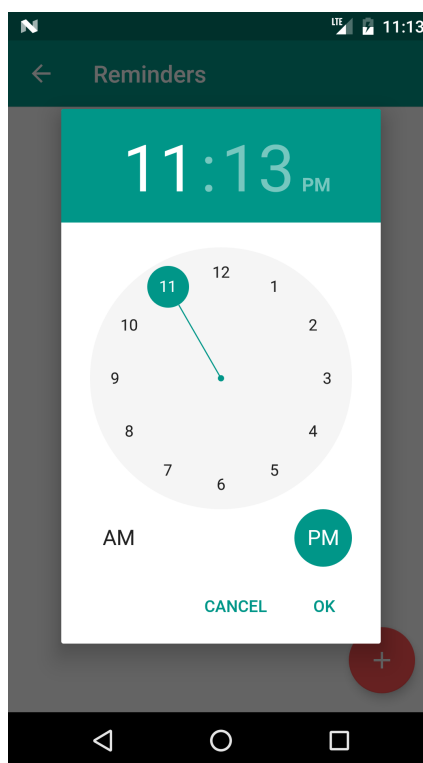
7.3.1 Pridávanie záznamu

Na obrázku 7.4, je možné vidieť rozhranie pridávania záznamu do aplikácie. Pridávanie rôznych typov záznamov je implementované v jednej akcii, keďže užívatelia zväčša pridávajú tieto záznamy spolu. Ako prvá je krvná glukóza, následne je inzulín, sacharidy, dátum, čas, kategória až po poznámky. Zoradenie je zámerne podľa dôležitosti informácií. Jednotky krvnej glukózy sa nastaví počas spúšťania aktivity podľa nastavených preferencií. Na konvertovanie jednotiek z **mmol/L** na **mg/dL** sa používa trieda *Glucose* v balíčku *Helpers*.

Na pridávanie času a dátumu sa využívajú komponenty *TimeDialog* a *DateDialog*, ktoré je možné vidieť na obrázku 7.5.



Obr. 7.4: Uživatelské rozhranie pridávania záznamu a rozhranie pripomienok



Obr. 7.5: Pop-up dialóg pridávania času

Kategória sa zvolí podľa aktuálneho času. Na výber kategórie som implementoval vlastný *LabelledSpinner*, ktorý nám dovoľuje vytvoriť *spinner* s vlastným *labelom* (štítkom). Tento prvok sa používa aj pri výbere športovej aktivity. Počet kategórií je 15 a počet športov na výber je 25.

Na ukladanie záznamu sa používajú funkcie Parse SDK, ktoré zabezpečia uloženie dát či už do SQLite databáze alebo na vzdialený server. Keďže tieto záznamy sú veľmi citlivé budeme ich ukladať iba v mobilnom zariadení. Na to sa využíva funkcia *pinInBackground*. Každý záznam je jednoznačne identifikovaný pomocou **UUID** a užívateľa, ktorý záznam uložil. Definícia modelu je v súbore *EntryObject* v balíčku *Objects*.

7.3.2 Pridávanie notifikácie

Pre pridávanie notifikácie je vytvorená nová aktivita *ReminderActivity*, ktorá zobrazuje vytvorené pripomienky, ich čas a či si aktivované alebo nie.

Tlačidlo na vytvorenie je tvorené pomocou *FloatingActionButton*. Po kliknutí sa zobrazí pop-up box implementovaný triedou *AlertDialog*, do ktorého sa zadá názov pripomienky a následne sa zobrazí dialóg triedy *TimePickerDialog* z obrázka 7.5.

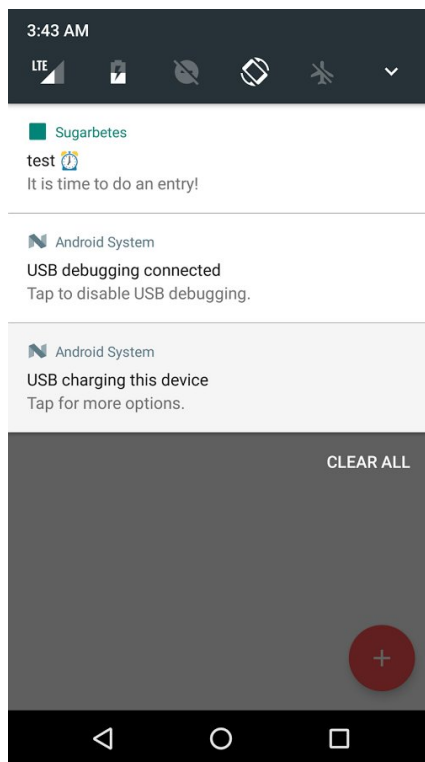
Pripomienka sa uloží do Parse objektu s názvom *ReminderObject*. Po uložení záznamu sa vytvorí inštancia vlastného alarm managera s názvom *CustomAlarmManager*, kde nastavíme kontext na aktivitu *ReminderActivity*. Pri vytváraní triedy sa vytvorí aj inštancia pôvodnej triedy *AlarmManager*. Následne sa zavolá metóda *SetAlarms*.

V metóde sa nájdu všetky objekty v databáze typu *ReminderObject*. Následne sa vytvorí Intent s obsahom *CustomBroadcastReceiver*, ktorý slúži na vytváranie notifikácií a dedí z triedy *BroadcastReceiver*. Následne sa vytvorí *PendingIntent* na pôvodný *AlarmManager*. Ak je pripomienka aktívna vytvorí sa pomocou triedy *Calendar* čas alarmu. Následne sa nastaví opakovanie pripomienky do alarm managera a ak je pripomienka vypnutá, vymaže sa z neho. Aby pripomienka fungovala aj po vypnutí, respektíve reštartovaní zariadenia je potrebné, aby aplikácia mala prístup nastavovania pripomienok po zapnutí zariadenia. To je umožnené nastavením **intent-filter-u** v *AndroidManifeste*, ktoré je možné vidieť v ukážke kódu 7.1.

Listing 7.1: Nastavenie intent-filteru v Android manifeste na CustomBroadcastReceiver, ktorý vytvára notifikácie pomocou CustomNotificationManager.

```
<receiver
    android:name="app.jakubgabco.sugarbetes.Recievers."
    ↪ CustomBroadcastReceiver"
    android:enabled="false">
    <intent-filter>
        <action android:name="android.intent.action."
            ↪ BOOT_COMPLETED" />
        <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
    </intent-filter>
</receiver>
```

Na vytváranie notifikácií je vytvorená trieda *CustomNotificationManager*. Táto trieda vytvorí pomocou *NotificationBuilder* pripomienku. Je možné nastaviť ikonu notifikácie, časovú dĺžku vibrácie, popisok či nadpis. Následne sa vytvorí notifikácia implementovaná triedou *Notification* za pomoci inštancie *notificationBuildera* metódou *Build*. Pripomienka



Obr. 7.6: Ukážka výslednej notifikácie v notifikačnej lište

sa pridá do *NotificationManagerCompat*, ktorý ju zobrazí a jej ukážku je možné vidieť na obrázku 7.6.

Vzhľad zobrazovania pripomienok je implementovaný v XML súbore *activity_reminder*. Využíva layout *ListView*, kde je jednotlivá položka štylizovaná v súbore *activity_reminder_item*. Na aktiváciu/deaktiváciu pripomienky sa používa *switch*. Po dlhom podržaní sa zobrazí *bottomSheetDialog*, ktorý umožní jej zmazanie.

7.4 A1C kalkulačka

Na prepočítanie hodnoty A1C je vytvorená aktivita *A1cActivity*. Využíva prvok *EditText*, kde je možné sledovať zmenu. Po zmene sa aktualizuje hodnota v *TextView*. Táto hodnota slúži na zistenie odhadovaného HbA1c, ktoré zodpovedá stavu diabetu za posledné tri mesiace. Jeho hodnota by sa mala pohybovať okolo 6% avšak maximálne 7%.

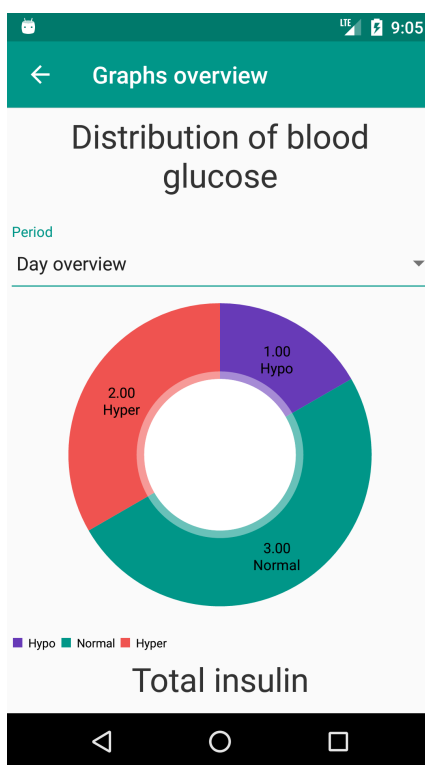
7.5 Prehľad grafov

Keďže diabetik potrebuje mať aj aboslútne prehľad na diabetom, implementoval som aktivitu *GraphActivity*. Aktivita vychádza z triedy *AppCompatActivity*, ktorá nám poskytuje toolbar aj na mobilných zariadeniach s nižším levelom SDK. Rozhranie som definoval v súbore **activity_graph.xml**. V prehľade sa nachádzajú 3 grafy:

- Rozdelene glykémii na hyper, hypo a normálne
- Celkový počet aplikovaného inzulínu

- Celkový počet prijatých sacharidov

Tie ukazujú dáta za obdobie posledný deň, týždeň a mesiac. Medzi obdobiami sa dá vybrať "spinner-om". Grafy som implementoval pomocou knižnice **MPAndroidChart**, ktorá nám poskytla možnosť vytvoriť koláčový, stĺpcový či líniový graf. Na prepínanie medzi obdobiami je použitý už spomínaný *LabelledSpinner*. Pri zmene obdobia a pri načítaní aktivity sa načítajú dáta cez *ParseQuery* pre objekt *EntryObject*. Následne sa dáta upravujú do potrebného formátu. Z nich sa vytvorí *dataset* a štítky (labels) ku konkrétnym častiam grafu. Tento dataset sa využíva iba jeden pre každé dáta grafu, lebo v každom z nich zobrazujeme len jeden typ dát. Vytvorím dáta, vložím ich do grafu a prekreslím potrebný graf v užívateľskom rozhraní. Výsledok je možné vidieť na obrázku [A.1](#).



Obr. 7.7: Ukážka implementovaného rozhrania prehľadu grafov v aplikácii Sugarbetes. Je možné vidieť kláčový graf zobrazujúci rozdelenie glykémii.

Kapitola 8

Ďalšie možnosti zadávania glykémie

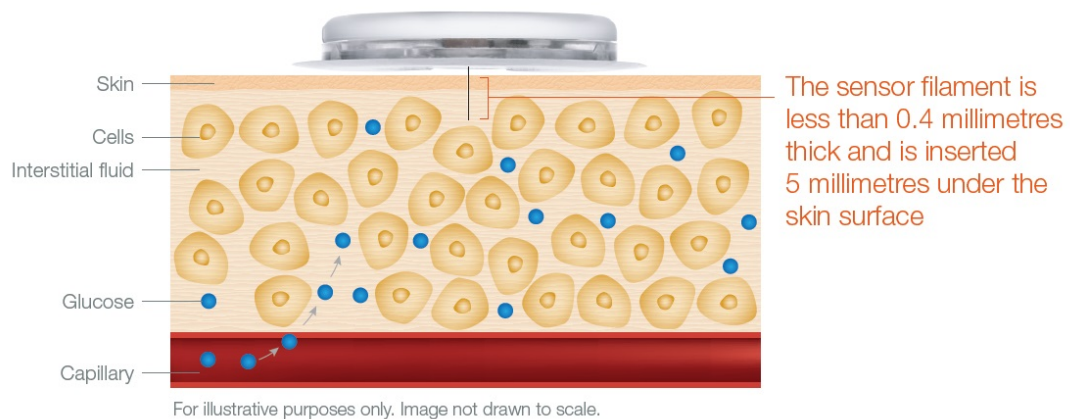
Ako rozšírenie som sa rozhodol implementovať dva druhy zadávania a to pomocou *Freestyle Libre* senzoru a pomocou kamery načítavanie dát z glukometra za využitia *OCR*

8.1 Senzor FreeStyle Libre

Senzor používa na posielanie dát **NFC** vo verzii ISO 15693 o frekvencii 13.56 MHz. Near Field Communication alebo NFC je krátkodosahové, vysokofrekvenčné, bezdotykové spojenie, umožňujúce výmenu dát medzi zariadeniami do vzdialenosti okolo 10 cm. Technológia vznikla rozšírením štandardu ISO/IEC 14443 (bezkontaktné karty, RFID), ktorý kombinuje rozhranie smart kariet a čítačiek do jedného zariadenia. Zariadenie NFC môže komunikovať s oboma existujúcimi štandardmi – smart kartami a čítačkami – a takisto s inými NFC zariadeniami. Tým je kompatibilné s už existujúcou bezkontaktnou infraštruktúrou pre verejné použitie, prepravu a platby. NFC je primárne určené na použitie v mobilných komunikačných zariadeniach.

Po priložení čítacieho zariadenia do blízkosti senzoru (zhruba 1-3 cm) sa odošlú aktuálne dáta a dáta nazbierané za posledných osem hodín do prijímača. Ako som už spomínal, technológia NFC potrebuje na prenos údajov energiu, presnejšie elektromagnetické vlnenie. To je pri prenose dodávané cievkou, ktorá sa nachádza v prijímateľovi, teda v smartfóne alebo tablete. Cievka vysiela elektromagnetické vlny na určitej frekvencii, ktoré dokáže pasívny prvok, opäť formou cievky, prijať a premeniť na energiu. V praxi to teda funguje asi tak, že telefón vysiela formou elektromagnetických vln energiu a keď sa dostatočne priblíži k NFC tagu alebo inému pasívnemu NFC prvku, cievka v ňom elektromagnetické vlnenie pohltí a premení na energiu. Pomocou nej potom môže odosielateľ vyslať uloženú informáciu prijímateľovi.[6] To dovoľuje zmenšiť senzor, avšak neumožňuje z neho zahájiť presun dát čo robí alarmy v reálnom čase nemožné. Snímač je kalibrovaný pri vyrábaní v továrni a snaží sa jeho hodnoty priblížiť krvnej glukóze. Môžu sa avšak líšiť, preto je občas potrebné meranie z glukometra. Príklad zavedenia senzoru je možné vidieť na obrázku 8.1.

Keďže *Freestyle Libre* nie je dostupná v Českej ani Slovenskej republike je zložitá ho dostať. Je potrebné používať originálny glukometer s **NFC**, lebo aplikácia nie je certifikovaná a nie je možné ju používať. Preto bolo potrebné vytvoriť vlastný "*driver*". Ten je implementovaný v aktivite *FreestyleLibreActivity*. Na používanie NFC je mať vytvorené povolenia v *AndroidManifest*.



Obr. 8.1: Ukážka zavedenia senzoru do kože

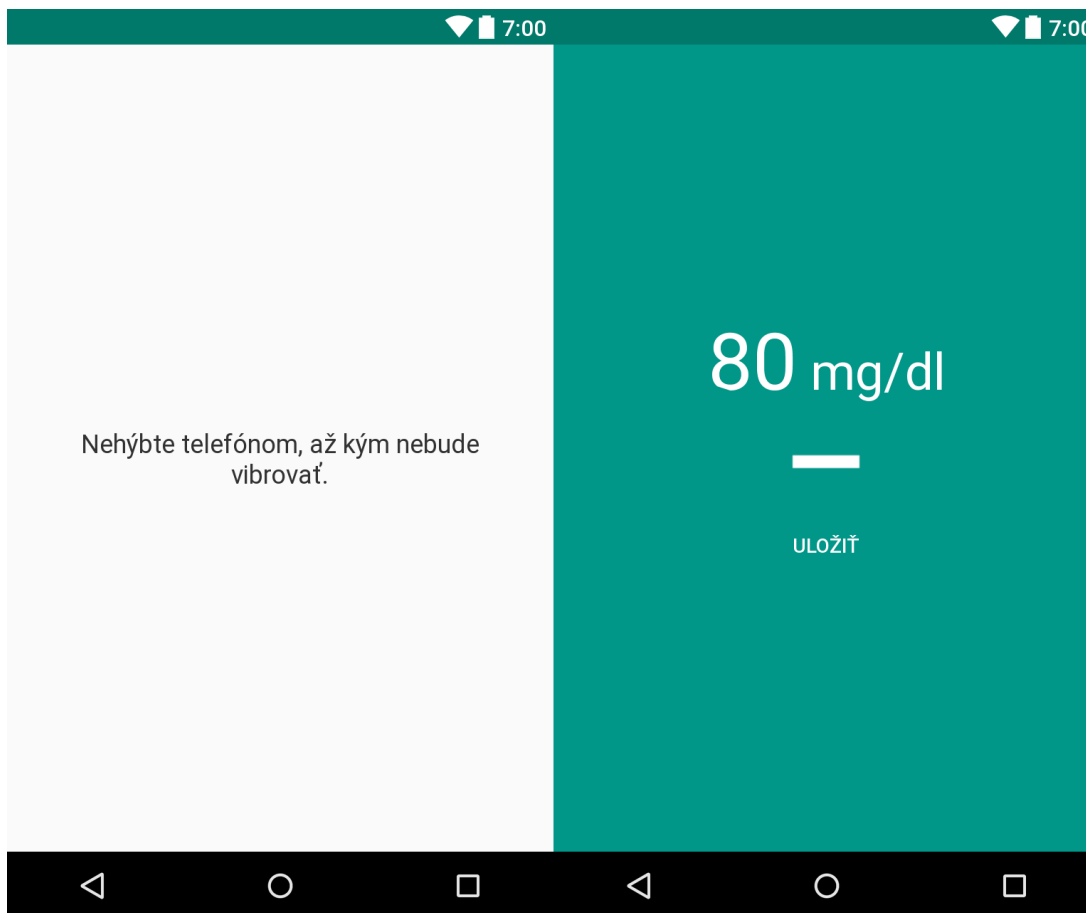
```
<uses-permission
    android:name="android.permission.NFC"
    android:required="false" />
<uses-feature
    android:name="android.hardware.nfc"
    android:required="false" />
```

Následne je potrebné nastaviť *intent-filter* a *metadáta* aktivite nasledovne:

```
<intent-filter >
    <action android:name="android.nfc.action.TECH_DISCOVERED" />
    <category android:name="android.intent.category.DEFAULT" />
</intent-filter >
<meta-data
    android:name="android.nfc.action.TECH_DISCOVERED"
    android:resource="@xml/nfc_tech_filter" />
```

Dáta zo senzoru je možné prečítať z hocakého nfc čítača, avšak budú v binárnej alebo hex forme. Problém je však získať z toho užitočné dáta ako je aktuálna glykémia a hodnoty za posledných osem hodín. Momentálne sa podarilo zistiť nasledujúce veci:

- Formát dát je s najväčšou pravdepodobnosťou **Little Endian**.
- Bajty 317 a 316 obsahujú počet minút od spustenia senzora (aka short). Táto hodnota sa prestane inkrementovať, keď senzor dosiahne koniec životnosti.
- Údaje sú rozdelené do dvoch častí: Prvá časť obsahuje údaje za posledných 15 minút (pravdepodobne pre výpočet smeru trendu hladiny glukózy). Druhá časť obsahuje historické údaje za posledných 8 hodín.
- Bajt 26 obsahuje číslo bloku, kde sa nachádza prvý blok dát (15 minútový trend).
- Bajt 27 obsahuje číslo bloku, s odkazom na druhú časť dát (historické dáta).
- Údaje o trende za 15 minút sa nachádzajú na bajtoch 28 až 123



Obr. 8.2: Ukážka zistovania glykémie zo senzoru Freestyle Libre.

- Hodnoty z histórie sa nachádzajú na bajtoch 124 až 315.
- Každá vzorka údajov má veľkosť 6 bajtov.
- Po bajte 317 až do konca je nevyužitá pamäť.

Veci, ktoré sú ešte neznáme alebo neurčité:

- Každá vzorka údajov obsahuje dve hodnoty, každá s veľkosťou 24 bitov. Predpokladám, že ide o nespracované údaje zo senzoru, ktoré potrebujú výpočet, aby sa zmenili na hladiny glukózy v krvi.
- Ako sa vypočítava hodnota glukózy v krvi z každej vzorky údajov?
- Ako môže byť senzor spustený?
- Ako čítať sériové číslo z údajov?

Momentálne je v aplikácii implementované zisťovanie aktuálnej glykémie. Historické dáta sa nevyužívajú, keďže nemám aktuálne k dispozícii senzor, na ktorom by som mohol testovať. Sú pripravené triedy *GlucoseData*, *ReadingData* a *PredictionData*. Na zistenie trendu sa bude môcť použiť trieda *SimpleRegression*. Na obrázku 8.2 je možné vidieť užívateľské rozhranie načítania záznamu.



Obr. 8.3: Demo glukometer na zistovanie glykémie. Je možné zistiť čas merania, dátum a hodnotu.

8.2 Načítavanie dát z glukometra

Aby som užívateľovi zjednodušil pridávanie záznamu, implementoval som zisťovanie glykémie pomocou OCR(Optical Character Recognition). Je to metóda umožňujúca preklad obrazu (grafiky) tlačených alebo písaných znakov do textovej, editovateľnej formy napr. do ASCII znakov abecedy. Princíp spočíva v tom, že užívateľ použije fotoaparát na mobilnom zariadení, ktorý zosníma hodnoty z glukometra.

Na zobrazovanie kamery je vytvorená aktivita *OcrCaptureActivity*. Stará sa o vytvorenie a nastavenie užívateľského rozhrania. Aktivita vytvorí inštanciu triedy *CameraSource* a *CameraSourcePreview* z balíčka *UI.Camera*. Tie predstavujú rozhranie na zobrazenie a použitie mobilného fotoaparátu. Implementácia je prebratá s open source knižnicou Google-Vision [4]. Aktivita ďalej získa povolenia na používanie kamery ak ich aplikácie ešte nemá. Pri vytváraní *CameraSource* sa vytvorí inštancia triedy *TextRecognizer*, ktorá slúži na rozpoznávanie textu v obrázku. Ako procesor sa nastaví inštancia triedy *OcrDetectorProcessor*, ktorá rozširuje triedu *Detector.Processor<TextBlock>*. Táto trieda sa stará o hľadanie potrebných údajov v rozpoznávaných sekvenciách, ktoré prídu na vstup metóde *receiveDetections*. Rozpoznaný text sa na obrazovke vykresľuje pomocou vlastného prvku *OcrGraphic*, ktorý je možný vidieť na obrázku 8.4. Rozpoznávač textu má momentálne problém so segmentovými displejmi a keďže mnoho glukometrov má takéto displeje, je do budúcnosti potreba zmeniť knižnicu alebo upraviť Google vision, aby tieto glukometre podporovalo.

Po kliknutí užívateľom na tlačidlo *Uložiť* sa vyvolá udalosť *OnClickListener.onClick*. V nej sa vytvorí nový *Intent* na *AddEntryActivity* ako extra sa vložia dáta ako dátum, čas, hodnota glykémie a príznak, že používame OCR aktivitu. Následne sa aktivita *AddEntryActivity* spustí a OCR sa ukončí.



Obr. 8.4: Screenshot aktuálnej implementácie zobrazujúci testovanie na demo glukometri.

Verzia	Autor	Názov	Popis	Status
4		12 hodinový čas	Nejde nastaviť čas od 12:00 do 13:00	Fixed
4		Posunute	Posunutie textu pri perido prehladoch	Confirmed
5		Graf glitch	V emaily mas screen ako to vyzerá	Fixed
4		Reminder	Reminder will not start if you not finish activity	Confirmed
2		Historia	Posledny zaznam nieje mozne vidiet	need verifcaton
4		Prazdny graf	Po reinstale nemam udaje	Not a bug
2		Preklady	niektore preklady chybaju v anglictine	Fixed

Obr. 8.5: Screenshot z Google dokumentov, kde testerí zadávali chyby.

8.3 Testovanie

NA vytvorenie základnej aplikácie som potreboval vedieť, aké funkcie musí spĺňať, aby naplnila potrebu diabetika. Medzi tieto funkcie patrí monitorovanie glykémie, inzulínu, prijatých sacharidov a športovej aktivity. Po vytvorení MVP (Minimal viable product), som aplikáciu vypustil medzi testerov. Ich počet je 25, a každý aplikáciu používal denne. Za mesiac testovania sa objavili pripomienky na užívateľské rozhranie, ako zobrazovanie dátumu alebo 24 hodinový čas sa ukazoval ako 12 hodinový. Niektorým testerom prišlo neintuitívne prepínanie fragmentov v hlavnej aktivite. Iní by zase privítali widget, na domácu obrazovku systému, ktorý by zrýchľil vstup do aplikácie. Na trackovanie pripomienok sa využíval Google Doc, ktorý je možno vidieť na obrázku 8.5

V marci som sa zúčastnil týždenného pobytu s diabetikmi, ktorým som dal vypracovať dotazník. Otázky dotazníka boli nasledujúce:

1. Koľko rokov máš cukrovku ?

2. Máš inzulínové pero či pumpu?
3. Ak máš pumpu používaš aplikácie k pumpe ?
4. Používaš mobilné aplikácie na monitoring diabetu ? Ak áno, aké ?
5. Poznáš aplikáciu Sugarbetes ? Ak áno, používaš ju?
6. Ako sa ti pracovalo s aplikáciou Sugarbetes?
7. Aké nedostatky si našiel ?
8. V čom si videl výhodu používania mobilnej aplikácie?
9. V čom sa ti páčila aplikácia ?
10. Budeš používať aplikáciu aj naďalej?

Na obrázku 8.6a 8.7 je možné vidieť výsledky otázok jedna až šesť. Prieskumu sa zúčastnilo 40 ľudí.

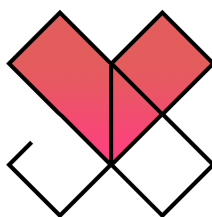
Každému dokazovanému diabetikovi som dal na skúšku telefón s aplikáciou. Najprv som im ako úlohu dal pridať záznam a pripomienku. Následne upraviť/vymazať záznam. Pri týchto akciách som mohol pozorovať reakcie a spôsoby ovládania každého užívateľa. Užívateľské rozhranie bolo pre užívateľov jednoduché a nezasekli sa na žiadnej požadovanej akcii. Rýchlosť pridávania záznamu bola prijateľná, pri ľuďoch s menšími skúsenosťami s mobilnými telefónmi tieto akcie trvali zhruba 2x dlhšie. Výsledky by som zhodnotil pozitívne, diabetikom sa aplikácia páčila. Väčšina z nich mala telefón značky iPhone, čo ukazuje, že do budúca je možné sa na túto platformu zamerať tiež. Jeden používateľ objavil jednu menšiu chybu, ktorá bola následne opravená.

8.4 Distribúcia a propagácia

Aplikácia pridaná na obchod *Google Play*. Pre zlepšenie stability aplikácie je vytvorené alfa testovanie, ktoré je dostupné iba mne pri používaní aplikácie, následne sa verzia dostane do beta testovania k testerom, od ktorých zbieram spätnú väzbu. Týmto sa zväčša zabráni preneseniu chyby až do produkčnej verzie. Aktuálne má aplikácia zhruba 50 stiahnutí na GooglePlay, z čoho polovica sú testerami.

8.5 Propagačná časť aplikácie

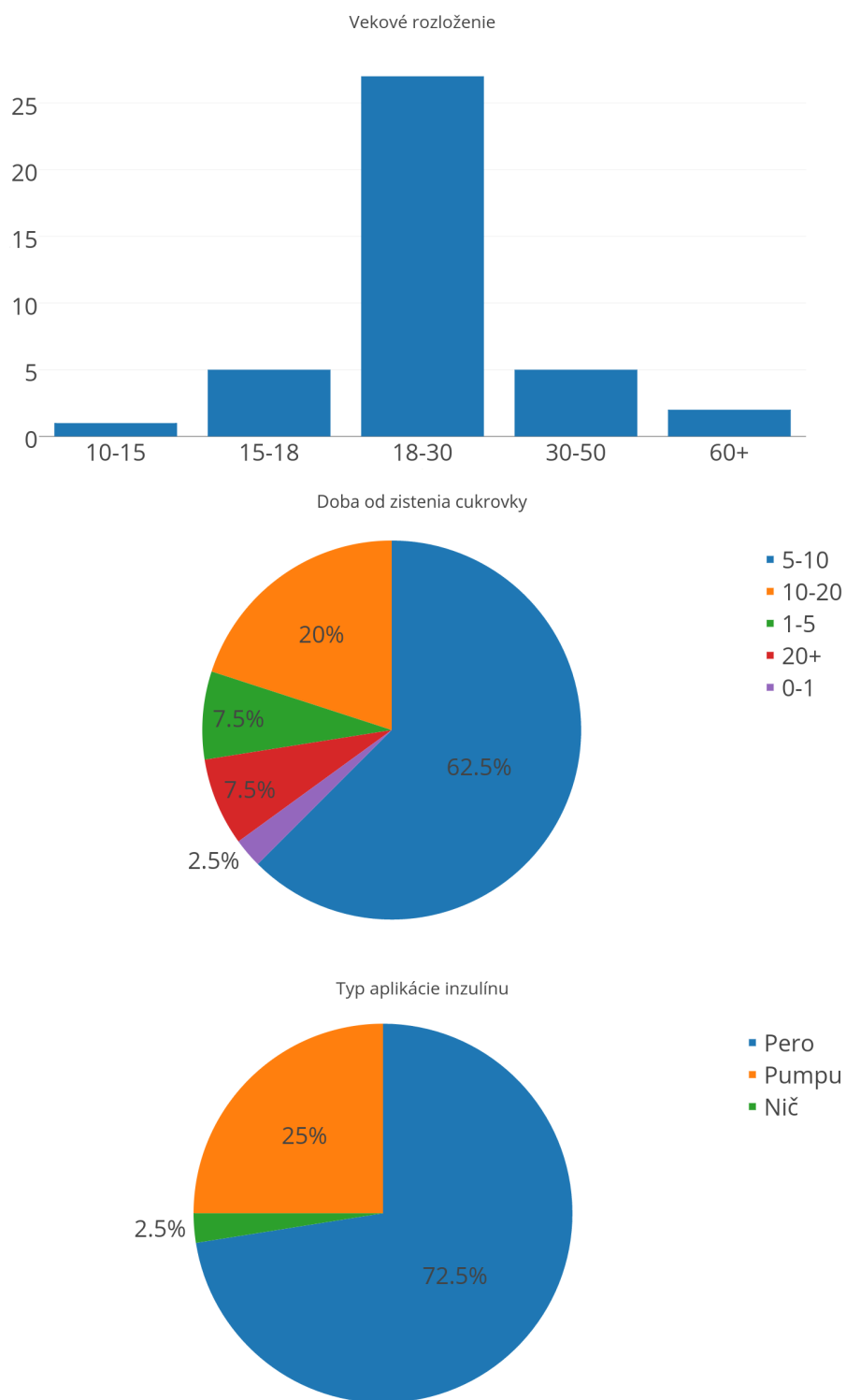
Aby som zvýšil povedomie o aplikácii bolo potreba vybrať vhodné meno. Zvolil som preto názov **Sugarbetes**, ktorým sa v slangu hovorí diabetu. Následne som vytvoril logo, ktoré je možné vidieť na obrázku 8.8. Po vytvorení loga som urobil prezentačnú webovú stránku, ktorú je možné navštíviť na adrese <http://sugar-betes.com>.



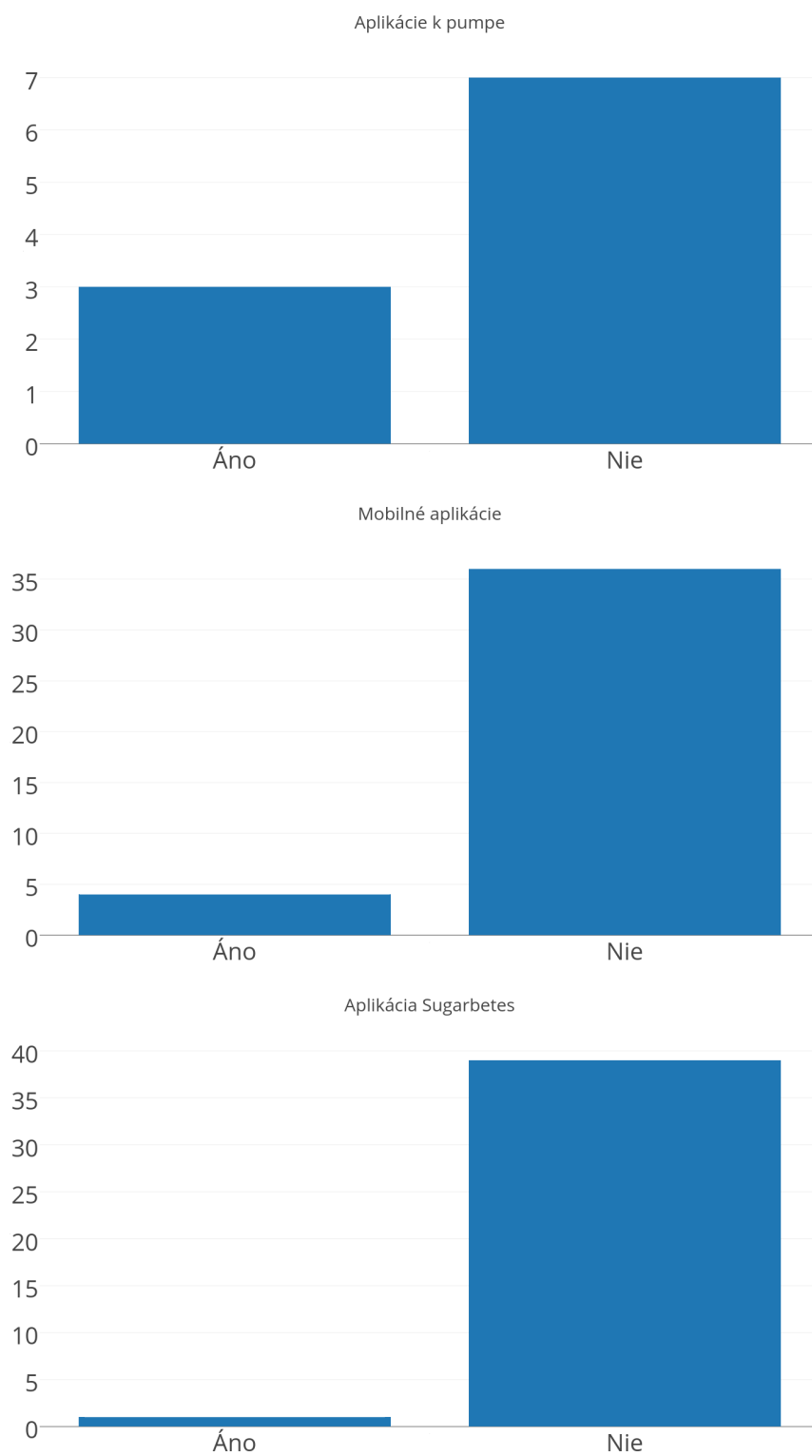
Obr. 8.8: Logo aplikácie Sugarbetes. Srdce predstavuje zdravie, následne sú tam písmená **S** a **B**, ktoré prezentujú názov, červená farba predstavuje krv a z logo sa da poskladať kocka, čo predstavuje kocku cukru.

8.6 Zhodnotenie práce a plány do budúcnosti

Implementoval som aplikáciu zo základnými funkciami potrebnými pre každého diabetika. Získal som spätnú väzbu od užívateľov a upravil som aplikáciu pre čo najlepšie UI/UX. Vytvoril som dve doplnkové možnosti zadávania hodnôt do aplikácie a to pomocou senzoru FreeStyle Libre a načítaniu dát skrz OCR z glukometra. Aktuálne pracujem na vytvorení aplikácie na chytré hodinky, kde užívateľ bude môcť zadať hodnoty do aplikácie hlasovou formou. Potom by som chcel vylepšiť OCR pridávanie glykémie z glukometra, aby som podporoval aj glukometre so segmentovými displejmi. Uvažoval o podpore pre zariadenia s operačným systémom iOS a možnosť prínosu projektu NightScout do aplikácie Sugarbetes.



Obr. 8.6: Štatistické výsledky z otázok jedna až tri.



Obr. 8.7: Štatistické výsledky z otázok štyry až šesť.

Kapitola 9

Závěr

V tejto práci som popísal postup a implementáciu aplikácie Sugarbetes na monitorovanie diabetu. Aby som lepšie porozumel požiadavkom aplikácie, urobil som rozbor konkurenčných aplikácií, ktorý je možné nájsť v kapitole 3. Zhodnotil som päť najlepších aplikácií dostupných v obchode *Google Play* a vybral som z nich časti, ktoré by mala moja aplikácia obsahovať. Následne som v kapitole 4 popísal platformu Android a v kapitole 5 som opísal vývoj na tejto platforme.

Ďalším postupom bolo navrhnutie aplikácie a architektúry v kapitole 6. Je tu popísaný návrh funkcionality, medzi ktoré patrí monitorovanie glykémie, inzulínu či sacharidových jednotiek. Vytvoril som návrhy užívateľského rozhrania, ktoré boli konzultované s diabetikmi. Následne som implementoval MVP aplikáciu, ktorú som vypustil medzi testerov. Po základnom otestovaní som aplikáciu vydal do obchodu *Google Play*. Implementácia aplikácie je popísaná v kapitole 7.

Postupne som upravoval aplikáciu podľa feedbacku beta-testerov. V marci som sa zúčastnil pobytu so 40 diabetikmi. Výsledky testovania sú popísane v kapitole 8.3. Ako bonus som do aplikácie implementoval načítanie dát cez senzor *FreeStyle Libre* a pomocou načítania dát z glukometra cez OCR. Aplikáciu som prezentoval na konferencii *Excel@FIT*, kde som získal spätnú väzbu aj od poroty aj od verejnosti.

Do budúcnosti by som sa chcel venovať iným spôsobom pridávania glykémie ako je možnosť zadávania cez chytré hodinky alebo iné senzory. Neskôr je možné porozmýšľať o implementácii aplikácie na platformu iOS a prínos projektu *nightscout*¹ a *android openAPS*² do našej aplikácie.

¹<http://www.nightscout.info/>

²<https://openaps.org/>

Literatúra

- [1] Android SDK. <https://developer.android.com/studio/index.html>, accessed: 2016-11-30.
- [2] Boyer, R.; Mew, K.: *Android Application Development Cookbook - Second Edition*. Packt Publishing, 2016, ISBN 1785886193 9781785886195.
- [3] Garg, S.; Zisser, H.; Schwartz, S.; aj.: *mprovement in Glycemic Excursions With a Transcutaneous, Real-Time Continuous Glucose Sensor*. *Diabetes Care*. 29: 44–50. URL <http://care.diabetesjournals.org/content/29/1/44>
- [4] Google: Android Vision API Samples. <https://github.com/googlesamples/android-vision>, 2017.
- [5] Iris, W.; Marit, V.; Augustus, H.; aj.: *Comparison of a Needle-Type and a Microdialysis Continuous Glucose Monitor in Type 1 Diabetic Patients*. *Diabetes Care* 2005 Dec; 28(12): 2871-2876. URL <http://care.diabetesjournals.org/content/28/12/2871>
- [6] Ličko, O.: Začínáme s NFC: Čo je NFC a ako funguje. "<https://www.mojandroid.sk/nfc-co-to-je-ako-funguje/>".
- [7] for Medical Education, M. F.; Research: Blood sugar testing: Why, when and how. <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/diabetes/in-depth/blood-sugar/art-20046628>, accessed: 2017-05-01.
- [8] Penz, M.: MaterialDrawer. <https://github.com/mikepenz/MaterialDrawer>, 2017.
- [9] Rick Rogers and John Lombardoand and Zigurd Mednieks and Blake Meike: *Android Application Development: Programming with the Google SDK*. O'Reilly Media, Inc., 2009, ISBN 0596521472 9780596521479.

Prílohy

Príloha A

Plakát

Sugarbetes

Sugarbetes is app, that helps people with managing their diabetes better. Provides easy way to add entries for glucose/insulin/meal. Using this app you will never forget to check your blood sugar levels.

Scan to
Download from Google Play

History

Type	Filter value	Entry
21.05.2017 06:25	Breakfast	4.0 IU 6.0 mmol/L 0.0 g
21.05.2017 06:17	Breakfast	5.0 IU 3.6 mmol/L 2.0 g
21.05.2017 02:00	Night	6.0 IU 5.0 mmol/L 30.0 g
20.05.2017 22:03	Bedtime	51.0 IU 12.0 mmol/L 6.0 g
20.05.2017 18:37	Dinner	16.0 IU 16.0 mmol/L 0.0 g

Add entry

Glucose: 5.9 mmol/l
Insulin: 6 IU
Saccharides: 35 g

Date: 18-04-2017
Time: 17:46
Category: Dinner
Sport: Swimming

One month overview

Distribution of blood glucose

average glucose: 9.00 mmol/l
Total insulin: 0.00
total saccharides: 0.00

0 Hypo, 6 Hyper, 14 Total

1.00 Hypo, 3.00 Normal, 2.00 Hyper

Total insulin

www.sugar-betes.com

We are best in what you like

- Track glucose, insulin, saccharides, sport. Or just make notes. Whatever you need.
- Build with Love. The Sugarbetes was created by diabetic for diabetics.
- Do it repeatedly and you will achieve great results in your diabetes treatment.

Supervisor : Ing. Szóke Igor Ph.D.

Bc. Jakub Gabčo

Príloha B

Obsah priloženého pamäťového média

- src - zložka so zdrojovými súborami
- apk - s kompilovaná aplikácia pripravená na inštaláciu
- poster - plagát
- video - prezentačné video
- správa - diplomová práca vo formáte pdf