

Západočeská univerzita v Plzni  
Fakulta aplikovaných věd  
Katedra informatiky a výpočetní techniky

## **Bakalářská práce**

# **Mobilní aplikace pro sběr medicínských dat**

Místo této strany bude  
zadání práce.

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů.

V Plzni dne 3. dubna 2017

David Bohmann

## **Abstract**

This task is made as part of the „Exercise and Wellness Health Strategy Framework“ project, which is developed on Department of Computer Science and Engineering on Faculty of Applied Sciences at University of West Bohemia.

The goal of this task is to create mobile app that allows user to input medical data and then evaluate them.

The mobile app is written in programming language JavaScript with use of Ionic framework, which is built on AngularJS framework and provides tools and services to develop mobile apps.

The created app allows user to manually input medical data and send them to server. Data are thereafter evaluated and user can view relevant information about his health.

The main benefit of this task is faster insertion of data to system and easier interaction with end-user.

## Abstrakt

Práce je řešena jako součást projektu „Exercise and Wellness Health Strategy Framework“, který je vyvíjen na Katedře informatiky a výpočetní techniky Fakulty aplikovaných věd Západočeské univerzity.

Cílem této práce je vytvořit mobilní aplikaci, která umožní uživateli zadávat medicínská data a následně je vyhodnocovat.

Mobilní aplikace je psána v programovacím jazyce JavaScript za použití frameworku Ionic, který je nadstavbou frameworku AngularJS a upraven speciálně pro vytváření mobilních aplikací.

Vytvořená aplikace dovoluje uživateli manuálně zadat medicínská data a odeslat na server. Následně dojde k vyhodnocení dat a uživateli se zobrazí relevantní informace o jeho zdraví.

Přínosem této práce je urychlení zadávání dat do systému a ulehčení interakce s koncovým uživatelem.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Měření v neuroinformatické laboratoři na KIV</b>	<b>2</b>
2.1	Seznam stanovišť . . . . .	2
2.1.1	Hmotnost a tělesná struktura . . . . .	3
2.1.2	EKG . . . . .	5
2.1.3	Krevní tlak . . . . .	7
2.1.4	Glykemie . . . . .	7
2.1.5	Spirometrie . . . . .	8
2.1.6	Reakční doba horních končetin . . . . .	9
2.1.7	Reakční doba dolních končetin . . . . .	10
2.1.8	Pružnost . . . . .	10
2.1.9	Barvocit . . . . .	11
2.2	Plánovaná stanoviště . . . . .	12
2.2.1	EEG . . . . .	12
2.2.2	Motorické testy . . . . .	12
2.3	Průběh měření . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Možnosti sběru medicínských dat</b>	<b>15</b>
3.1	Nemocniční zařízení . . . . .	15
3.1.1	Papírová zdravotní dokumentace . . . . .	15
3.1.2	Elektronická zdravotní dokumentace . . . . .	15
3.1.3	Nemocniční informační systémy . . . . .	16
3.1.4	Aktuálně používané informační systémy v ČR . . . . .	17
3.2	Nositelná elektronika . . . . .	17
3.2.1	Chytré náramky . . . . .	17
3.2.2	Chytré váhy . . . . .	18
3.2.3	Další zařízení . . . . .	18
<b>4</b>	<b>Mobilní aplikace</b>	<b>20</b>
4.1	Požadavky . . . . .	20
4.1.1	Struktura aplikace . . . . .	20
4.1.2	Vkládání dat . . . . .	20
4.1.3	Registrace měřeného subjektu . . . . .	21
4.1.4	Dotazníková sekce . . . . .	21
4.1.5	Zobrazení výsledků . . . . .	22

4.1.6	Komunikace se serverem . . . . .	22
4.1.7	Zabezpečení . . . . .	23
4.2	Implementace . . . . .	23
4.2.1	Zvolené technologie . . . . .	23
4.2.2	Základní funkčnost . . . . .	26
4.2.3	QR kódy . . . . .	27
4.2.4	Podpora více jazyků . . . . .	29
4.2.5	RestAPI . . . . .	29
4.2.6	Chybové stavy a potvrzování . . . . .	32
4.3	Návod k použití . . . . .	32
4.3.1	Přihlášení . . . . .	33
4.3.2	Vkládání dat . . . . .	33
4.3.3	Zobrazení výsledků . . . . .	33
4.3.4	Změna jazyka . . . . .	33
<b>5</b>	<b>Testování</b>	<b>36</b>
5.1	Testy v průběhu vývoje . . . . .	36
5.1.1	Android emulátor . . . . .	36
5.1.2	Mobilní telefon s Androidem . . . . .	37
5.1.3	iOS emulátor . . . . .	37
5.1.4	Tablet s iOS . . . . .	37
5.2	Testy při Dni otevřených dveří FAV . . . . .	37
5.3	Testy při projektových dnech . . . . .	39
<b>6</b>	<b>Zveřejnění aplikace</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>Dosažené výsledky</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>51</b>
	<b>Literatura</b>	<b>52</b>
	<b>A Seznam zkratk</b>	<b>54</b>
	<b>B Přílohy</b>	<b>56</b>

# 1 Úvod

Každý den jsme zahlcováni informacemi o tom, co je zdraví prospěšné či škodlivé, co dělat, abychom byli hubení, zdraví, či abychom si udrželi mládí. V takovém množství informací se nemůže průměrný člověk vyznat. Většina reklam cílí na masy lidí bez ohledu na to, že organismus každé osoby funguje rozdílně a tudíž každý potřebuje k dosažení a udržení optimálního zdraví jiný přístup. Naším dlouhodobým cílem je poskytnout každé osobě komplexní informace o jeho zdravotním stavu a individuálně doporučit, v jakém ohledu je možné zdravotní stav a kondici zlepšit, ať se jedná o změnu stravování, doplnění vitamínů, či více pohybové aktivity nebo pravidelný spánek.

První část bakalářské práce se zabývá popisem měření, které probíhá v neuroinformatické laboratoři na KIV. Zabývá se měřenými veličinami, způsobem měření, dále vstupními a výstupními hodnotami. Specifikuje jednotlivé veličiny a co znamenají v rámci celkové informace o lidském zdraví. Druhá kapitola shrnuje možnosti sběru medicínských dat. Jsou zde podrobně popsány způsoby zaznamenávání medicínských dat v nemocničních zařízeních, dále jsou zde popsány možnosti sběru dat, které přinesla doba nositelné elektroniky a mobilních aplikací. Následující kapitola popisuje tvorbu mobilní aplikace včetně použitých technologií, funkcionality a průběhu vývoje. V poslední části práce jsou uvedeny záznamy o testování aplikace a informace o vydání aplikace. Práce zároveň obsahuje naměřené výsledky u čtyřiceti subjektů, které se podařilo změřit při testování během Dne otevřených dveří FAV.

Cílem této bakalářské práce je vyvinout mobilní aplikaci, která umožní uživateli zadávat medicínská data, odeslat je na server a následně je vyhodnocovat. Aplikace je tvořena zejména z důvodu automatizace, zjednodušení a urychlení celého procesu měření. Hlavní požadavky na aplikaci jsou rychlost, jednoduchost a uživatelská přívětivost. Dále je cílem aplikaci navrhnout tak, aby v budoucnu nabízela jednoduché rozšíření.



# 2 Měření v neuroinformatické laboratoři na KIV

## 2.1 Seznam stanovišť

V neuroinformatické laboratoři na KIV se nachází mnoho přístrojů, které je možno použít pro změření aspektů lidského zdraví a celkového tělesného stavu. V rámci projektu „Exercise and Wellness Health Strategy Framework“ [3] měřená osoba projde několika stanovišti, přičemž každé je zaměřeno na konkrétní část komplexního testu a používá jiné měřicí zařízení. Následuje seznam stanovišť, u kterých se v rámci projektu měří zkoumané veličiny, přičemž je vždy uvedeno stanoviště a konkrétní použitý přístroj.

- Hmotnost a tělesná struktura - Medisana BS 440 Connect
- EKG - ReadMyHeart Handheld ECG
- Krevní tlak - Omron M6 Comfort IT
- Glykemie - FORA Diamond Mini
- Spirometrie - SP10W
- Reakční doba horních končetin - Deska se spínači připojená na Stimulation Device for cognitive research [11]
- Reakční doba dolních končetin - Impact Dance Pad s vytvořeným softwarem [15]
- Pružnost - Stupínek a pravítko
- Barvocit - Pseudoizochromatické tabulky

Na následujících stranách jsou u každého stanoviště a přístroje podrobně popsány měřené hodnoty a informace o použitých přístrojích. Přístroje zde uvedené jsou pouze ty, které se momentálně používají. V rámci našeho projektu je velký důraz kladen na rozšiřitelnost, můžeme používat i jiné přístroje měřící jiné veličiny a můžeme vytvářet nová stanoviště.

Před začátkem testování měřená osoba svým podpisem stvrzuje, že souhlasí se zpracováním osobních údajů a jejich použitím pro účely projektu. Dále stvrzuje, že je zdravotně schopná podstoupit daná měření a není si

vědoma jakýchkoliv informací o tom, že by ji testování mohlo způsobit zdravotní potíže a všechna měření podstupuje na vlastní nebezpečí.

Po podepsání prohlášení měřená osoba vyplní dotazník, který pro nás slouží jako „Motivační level“, pomocí něho zjišťujeme návyky a informace o životním stylu měřené osoby a zejména to, zda má osoba motivaci své návyky pro zlepšení zdravotního stavu změnit. Dotazník obsahuje otázky týkající se například stravovacích návyků, spánkového režimu, fyzické aktivity, úrovně stresu, ekonomické spokojenosti, atd.

Po vyplnění dotazníku již následuje měření na jednotlivých stanovištích.

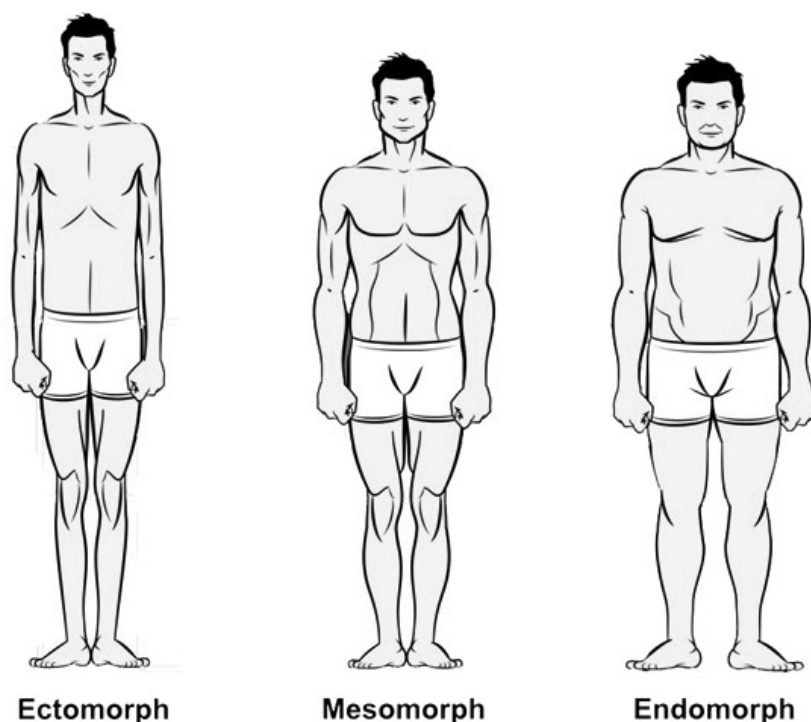
### 2.1.1 Hmotnost a tělesná struktura

Hmotnost je jedním ze základních ukazatelů lidského zdraví. Ovšem bez znalosti dalších parametrů je nám samotný údaj o hmotnosti téměř k ničemu. Člověk, který měří 175 cm a váží 65 kg může být vytrvalostní sportovec, mít velmi nízké procento tělesného tuku, vysoké procento vody v těle a vysoké procento tělesného svalstva. Zároveň ale člověk stejné výšky a váhy může být sedavý typ, který má průměrné procento tuku, ale například velmi nízké procento vody v těle. Člověk měřící 180 cm a vážící 90 kg může být silový sportovec, u kterého hrají velkou část tělesné skladby svaly a tím pádem také voda, zároveň se ale může jednat o osobu, která trpí obezitou.

Proto je třeba kromě hmotnosti člověka sledovat i další údaje, označované souhrnně jako tělesná struktura, konkrétně se jedná o procento svaluvin v těle, procento tuku v těle a procento vody v těle. Základní dělení postav dle tělesné struktury je na tři typy: ektomorf, mezomorf a endomorf. Ektomorfové se vyznačují štíhlou vysokou postavou, nemají příliš svalové hmoty, ale zároveň ani příliš tuku. Naproti tomu endomorfové mají robustnější postavu, větší podíl svalové hmoty a zároveň vyšší zastoupení tělesného tuku. Mezomorf můžeme popsat jako střed mezi endomorfelem a ektomorfelem. Mají rovnoměrně rozložené svalstvo a nemají příliš tuku. Modely těchto tří somatotypů jsou zobrazeny na Obrázku 2.1

Každý člověk je unikátní kombinací těchto tří typů, proto pro každého člověka platí jiná pravidla, co se týče stravování, nabírání svalstva a také každý bude mít jiný poměr naměřených hodnot, který pro něj bude označován za ideální.

Váha na základě dalších vstupních parametrů (pohlaví, výška, věk) dokáže spočítat BMI (poměr váhy k výšce těla), bazální metabolismus (jedná se o počet kalorií, které člověk v průběhu dne spálí, aniž by vykonával jakoukoliv fyzickou činnost, je to pouze množství energie pro udržení všech vitálních funkcí člověka [12]) a například obsah vápníku v kostech.



Obrázek 2.1: Somatotypy. Zdroj: <https://www.muscleandstrength.com/articles/body-types-ectomorph-mesomorph-endomorph.html> [cit. 2016/12/15]

Pro měření hmotnosti a tělesné struktury člověka je v našem projektu používaná osobní chytrá váha Medisana BS 440 Connect. Stejně jako ostatní chytré osobní váhy měří dané veličiny pomocí bioelektrické impedanční analýzy (bioimpedance). Při této metodě prochází tělem elektrický proud, který je pro člověka neznatelný a na základě doby průchodu proudu vypočítává dané veličiny. Využívá přitom skutečnosti, že elektrický odpor prochází pomaleji tukem, než vodou a svalovinou. Procento svalové tkáně je tedy změněno rychlostí průchodu elektrického proudu tělem.

Optimální procentuální zastoupení svalové tkáně v těle se pohybuje u žen kolem 30% a u mužů kolem 40% přičemž sportující osoby mohou bez problému dosahovat hodnot o několik procent vyšších [9].

Váha dále počítá s faktem, že lidské svaly obsahují konstantní objem vody 73%. Pro výpočet procenta vody v těle je použit výpočet ( $v$  značí procento vody,  $m(s)$  značí procento svalů):

$$v[\%] = m(s)[\%] \times 0.73 \quad (2.1)$$

Ideální hmotnost tělesné vody v procentech se pohybuje mezi 50 a 65%. U sportujících osob dochází z důvodu tréninků k velkým výkyvům, proto

je velmi vhodné být v průběhu dne více hydratovaný, může se jednat až o hodnoty do 70%.

Jelikož tuk funguje v zásadě jako izolant, nelze přesně změřit. Je tedy vypočítán následovně ( $m(t)$  značí hmotnost tuku,  $m$  značí hmotnost celého těla):

$$m(t)[kg] = m[kg] - m(s)[kg] \quad (2.2)$$

Optimální množství tělesného tuku v těle se pro muže a ženy zásadně liší. Dále hraje velkou roli věk dané osoby, s přibývajícím věkem přibývá i podkožní tuk. Pro ženy ve věku od 20 do 40 let se udává optimální množství tělesného tuku mezi 21 a 31% [9]. Pro muže ve stejném věku je toto rozmezí 8 až 20%. Jedinci, kteří se aktivně věnují sportu, mohou dosahovat hodnot až k pouhým 4% tělesného tuku.

BMI (Body Mass Index) je spočítáno na základě vstupní zadané výšky a změřené hmotnosti. Výpočet použitý pro zjištění BMI je následující ( $h$  značí výšku těla,  $m$  značí hmotnost těla):

$$BMI = \frac{m[kg]}{h[m]^2} \quad (2.3)$$

Optimální BMI se pohybuje mezi 18 a 25. Nižší hodnoty jsou u osoby označované jako podváha, zatímco vyšší jako obezita. Nicméně, jak již bylo zmíněno výše, osoba může mít vysoké BMI z důvodu velkého množství svalů, nebo naopak nízké BMI z důvodu praktikování vytrvalostních sportů.

### 2.1.2 EKG

Elektrokardiogram, zkráceně EKG, je záznam časové změny elektrického potenciálu, který je způsoben srdeční aktivitou. EKG je pořízen přístrojem zvaným elektrokardiograf. EKG slouží zejména k posouzení, zda je srdeční aktivita normální, nebo zda se v aktivitě vyskytuje nějaká porucha. Dále odhaluje, zda je na srdečním svalu poškození. EKG je možno provádět i v záťažových testech pro sportovce, aby se zjistilo, jak srdce reaguje při zvýšené zátěži (například 180 tepů za minutu).

Srdeční tep je základním ukazatelem činnosti srdce, udává se nejčastěji v tepech za minutu. Každým okamžikem se mění, pro nesportujícího člověka je vhodné znát alespoň svoji klidovou tepovou frekvenci a maximální tepovou frekvenci. Obě tyto veličiny s věkem postupně klesají. Průměrná hodnota klidové tepové frekvence nesportujícího člověka se pohybuje mezi 60 a 80 tepy za minutu, u sportovců může klesat až ke 40 tepům za minutu. Maximální tepová frekvence se u každého jedince liší, ale obecně se udává

následující vzorec:

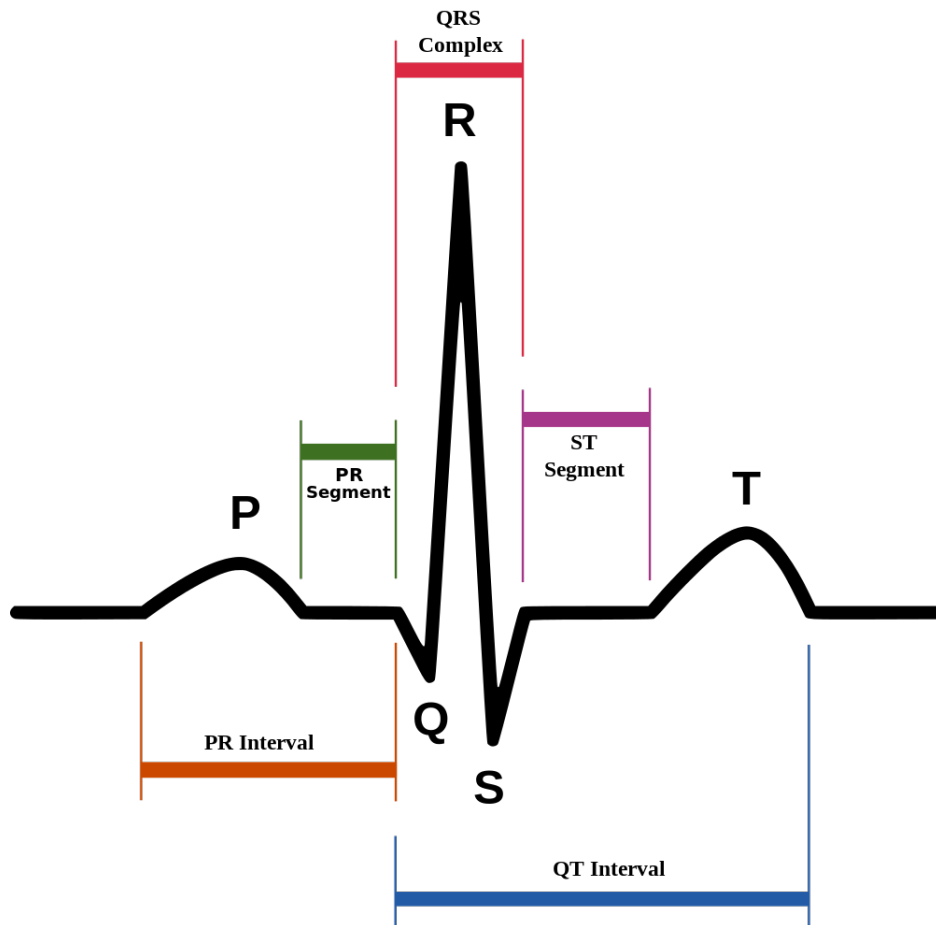
$$MaxTF = 220 - věk \quad (2.4)$$

Pro sportující osobu je velice vhodné vědět kromě klidové a maximální tepové frekvence také AP a ANP. AP je zkratka pro aerobní práh, jedná se o počet tepů, při které se při sportovní činnosti nespalují pouze tuky, ale začínají se spalovat i cukry. V tomto stavu osoba využívá nejlépe dostupnou energii a je schopna udržet sportovní výkon v rámci hodin.

ANP značí anaerobní práh, při kterém již organismus začíná využívat pouze glukózu. V tomto stavu je možno vydržet pouze jednotky minut. Posouvání těchto dvou prahů je klíčem k vytrvalostnímu tréninku.

EKG měří pravidelnost srdečního tepu. Kromě toho zjišťuje různé hodnoty v rámci jedné srdeční akce [2].

Celý průběh srdečního cyklu je znázorněn na Obrázku 2.2.



Obrázek 2.2: Průběh srdečního cyklu. Zdroj: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SinusRhythmLabels.svg> [cit. 2016/10/28]

Srdeční akce začíná P vlnou. U P vlny se zjišťuje její trvání a amplituda. Mezi P vlnou a QRS komplexem se vyskytuje PQ interval, zajímá nás doba jeho trvání.

QRS komplex reprezentuje, jak se srdeční komorová svalovina stahuje. V tuto chvíli se depolarizuje komorová svalovina. Kmit Q značí první negativní kmit, který není vždy přítomen. Každý pozitivní kmit je označován R. Každý negativní kmit následující po kmitu R se označuje S. Pokud je těchto kmitů více, označují se hvězdičkou. Důležitá informace je celkové trvání QRS komplexu, přítomnost kmitu Q a velikost amplitud kmitů.

Po QRS komplexu následuje v průběhu srdečního tepu ST úsek. V tomto úseku nedochází k žádným elektrickým změnám. Zajímá nás, zda je křivka na elektrokardiografu v tomto úseku v rovině, popřípadě její odchýlení od roviny.

Následuje T vlna. Její účel je opětovná repolarizace komorové svaloviny. Zajímá nás, zda má vlna stejnou polaritu jako nejvyšší kmit v QRS komplexu.

V našem případě je použit příruční elektrokardiograf ReadMyHeart Handheld ECG. Tento elektrokardiograf měří srdeční tep, ST úsek a QRS interval.

### 2.1.3 Krevní tlak

Krevní tlak je tlak, kterým krev působí na stěnu cévy. Je vytvářen působením srdce jako krevní pumpy. Mění se v závislosti na čase v rámci srdečního cyklu, nejvyšší tlak se označuje systolický a nejnižší diastolický. V důsledku toho se při běžném měření tlaku zaznamenají dvě hodnoty tlaku, nejdříve systolický a poté diastolický, obě hodnoty jsou odděleny lomítkem. Krevní tlak je měřen v milimetrech rtuťového sloupce.

U lidí mohou nastat dvě rizikové situace, a to buď arteriální hypertenze (vysoký krevní tlak), nebo arteriální hypotenze (nízký krevní tlak). Hypertenze nastává tehdy, když krevní tlak přesahuje 140/90 mm Hg, tento stav je třeba léčit. Naproti tomu hypotenze nastává ve chvíli, kdy je hodnota krevního tlaku pod hodnotou 100/65 mm Hg [12].

Použitý přístroj Omron M6 Comfort IT měří uživateli srdeční tep, systolický a diastolický tlak. Zároveň okamžitě barevnou indikací upozorňuje na hodnoty, které vystupují z normálu.

### 2.1.4 Glykemie

Krevní cukr, neboli glykemie, vyjadřuje koncentraci glukózy v krvi. Pro měření je vhodné, aby měřená osoba byla na lačno, jelikož požití jídla nebo

nápoje okamžitě razantně mění hladinu glukózy v krvi. Měření glykemie probíhá glukometrem, přičemž se odebírá kapka krve z konečku prstu a nanáší na testovací proužek, který se dále zasune do glukometru. Měřená veličina je udávána v jednotkách milimol na litr krve.

I zde mohou nastat dvě rizikové situace, hypoglykemie (nízká hladina glukózy v krvi) nastává ve chvíli, kdy měřená hodnota leží pod hranicí 3,3 mmol/l. Jako hyperglykemie (vysoká hladina cukru v krvi) se označuje hladina cukru v krvi vyšší než 5,5 mmol/l. V době od 60 do 120 minut po jídle dosahuje u zdravého jedince hladina cukru v krvi hodnot až 7,8 mmol/l. Naopak při zvýšené fyzické aktivitě glukóza v krvi rychle klesá, což se projevuje snížením energie [9].

Pro měření je použit přenosný glukometr FORA Diamond Mini.

### 2.1.5 Spirometrie

Spirometrie je funkční vyšetření plic. Při vyšetření se dýchá do spirometru, který zaznamenává veškeré změny objemu vzduchu v plicích. Vyšetření plic lze dělit na dvě části, vyšetření klidového objemu a kapacity plic a vyšetření usilovaného výdechu a nádechu. Jelikož v rámci projektu vyšetřujeme pouze usilovaný nádech a výdech, následuje pouze seznam měřených veličin v rámci tohoto vyšetření:

- FVC – usilovná vitální kapacita (maximální objem vzduchu, který lze po maximálním nádechu prudce vydechnout).
- FEV1 – usilovně vydechnutý objem za první sekundu (objem vzduchu vydechnutý s největším úsilím za 1. sekundu po maximální nádechu).
- PEF – vrcholový výdechový průtok (nejvyšší rychlost na vrcholu usilovného výdechu).
- MEF – maximální výdechové průtoky na různých úrovních FVC, kterou je ještě třeba vydechnout.
- FEF – usilovné expirační průtoky na různých úrovních již vydechnuté FVC.
- PIF – maximální průtok dosažený na vrcholu nádechu.
- MIF50 – střední nádechový průtok.

Použitý přístroj Spirometer SP 10W dokáže změřit téměř všechny výše zmíněné hodnoty, v rámci projektu „Exercise and Wellness Health Strategy

Framework“ jsou zaznamenány výstupní hodnoty FVC, FEV1 a PEF. FVC může dosahovat hodnot až nad 5 litrů. FEV1 by měla dosahovat podobných hodnot jako FVC, pokud tomu tak není, může být problémem zúžení dýchacích cest (například z důvodu astmatu). PEF dosahuje optimálních hodnot mezi 8 a 12 l/s. Hodnoty jsou u každého člověka z větší části dány geneticky a dlouhodobým sportováním je lze posouvat jen v malém měřítku. Většinou ovšem sportovci dosahují nadprůměrných hodnot (kolem 110 - 120% normálních hodnot) [6].

## 2.1.6 Reakční doba horních končetin

Jako reakční dobu můžeme označit čas, který je třeba k odezvě organismu na daný podnět. Obecně se udává, že průměrná reakční doba člověka je 200 - 250 milisekund. Nejčastěji se s reakční dobou setkáváme ve sportu, například v atletice se soutěží s pravidlem, že reakční doba na výstřel nesmí být nižší než 100 milisekund [16]. Startovní reakce na krátkých sprintech (běh na 100m, běh na 200m) většinou rozhoduje celý závod. Při použití záťažových bloků, které měří první změnu tlaku od startovního výstřelu, velice jednoduše můžeme zjistit startovní reakci jednotlivých závodníků. Například ve finálovém závodě na 100m na Olympijských hrách v Rio de Janeiro v roce 2016 mělo všech 8 závodníků startovní reakci v rozmezí 128 - 156 ms (viz Obrázek 2.3). Takto skvělých reakčních dob závodníci dosahují dlouholetým tréninkem, zároveň je nutno podotknout, že reakční doba na zvukový podnět je kratší než na zrakový podnět.

14 AUG 2016 22:25 WIND +0.2 ⓘ PLEASE CLICK ON A ROW BELOW TO VIEW MORE INFORMATION						
POS	BIB	ATHLETE	COUNTRY	MARK		REACTION TIME
1	2612	Usain BOLT	JAM	9.81	SB	0.155
2	3069	Justin GATLIN	USA	9.89		0.152
3	2196	Andre DE GRASSE	CAN	9.91	PB	0.141
4	2611	Yohan BLAKE	JAM	9.93	SB	0.145
5	2909	Akani SIMBINE	RSA	9.94		0.128
6	2245	Ben Youssef MEITÉ	CIV	9.96	NR	0.156
7	2434	Jimmy VICAUT	FRA	10.04		0.140
8	3054	Trayvon BROMELL	USA	10.06		0.135

Obrázek 2.3: Výsledek finálového běhu na 100m na OH v Rio de Janeiro 2016. Zdroj: <https://www.iaaf.org/results/olympic-games/2016/the-xxxi-olympic-games-5771/men/100-metres/final/result> [cit. 2016/11/02]



Při měření reakční doby horních končetin se v laboratoři KIV používá vytvořená deska se čtyřmi LED panely (červené a zelené světlo) a čtyřmi spínači, přičemž každému spínači náleží jeden LED panel. Tato deska je připojena na Hardware Stimulator for Cognitive Research, zařízení, které je vyvíjené přímo v laboratoři neuroinformatiky na KIV [11].

V průběhu měření stojí daná osoba před deskou se spínači a na základě rozsvícené diody se snaží co nejrychleji stisknout náležitý spínač. Výstupní hodnoty tohoto měření jsou: průměrná reakční doba, počet špatně stisknutých spínačů a počet spínačů, které nebyly stisknuty vůbec.

### 2.1.7 Reakční doba dolních končetin

Pro reakční dobu dolních končetin se v laboratoři KIV používá taneční deska Impact Dance Pad připojená na Hardware Stimulator for Cognitive Research. V rámci bakalářské práce se o vyhodnocení reakční doby z taneční desky postaral Pavel Šnejdar [15].

Při testování stojí měřená osoba uprostřed taneční desky, po všech stranách taneční desky jsou nakreslené šipky. Před osobou se nachází monitor, na kterém se dle daného stimulačního protokolu postupně zobrazují šipky. Úkolem je co nejrychleji jednou nohou stoupnout na šipku na desce, která je v tu chvíli zobrazena na monitoru. Výstupní hodnoty jsou při tomto měření: průměrná reakční doba, nejrychlejší a nejpomalejší reakční doba a směrodatná odchylka.

### 2.1.8 Pružnost

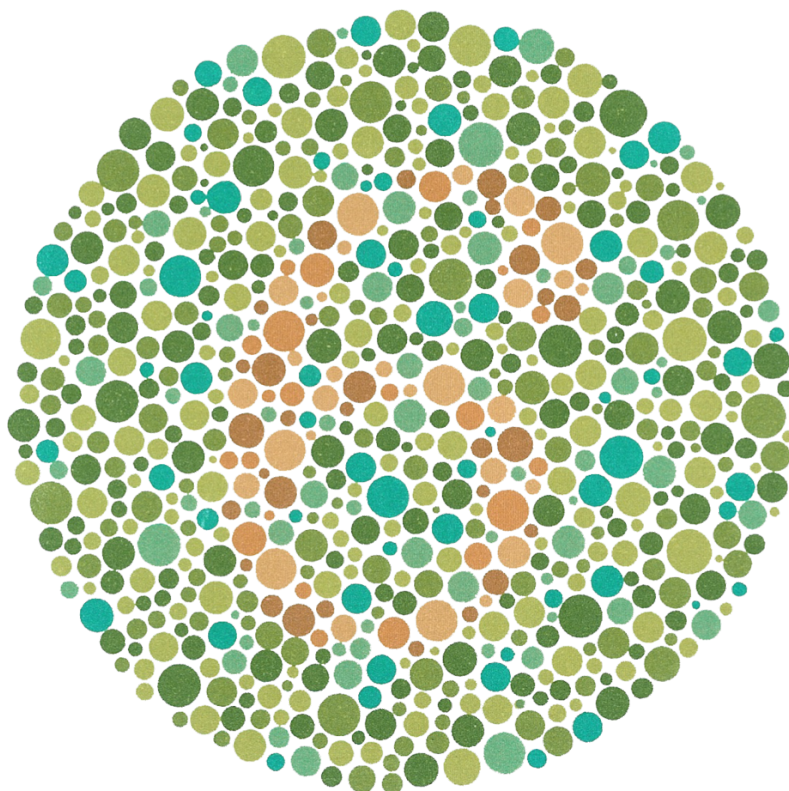
Pod pojmem pružnost těla se dá představit téměř cokoliv. Pružnost těla se velmi špatně definuje a je téměř nemožné ji nějak spolehlivě klasifikovat a měřit. V rámci projektu měřené osoby podstoupí jednoduchý test, při kterém se postaví na stupínek a snaží se dosáhnout co nejhlubšího předklonu s nataženými nohama. Následně se zjišťuje, kam dosahují konečky prstů na ruku měřené osoby a měří se vertikální vzdálenost od chodidel v centimetrech. Vzdálenost může mít kladnou i zápornou hodnotu, kladnou ve chvíli, kdy konečky prstů na ruku dosahují pod úroveň chodidel, zápornou ve chvíli, kdy osoba nedosahuje ani ke svým chodidlům.

Jedná se tedy o velmi jednoduchý test, ke kterému nám stačí použít stupínek a pravítko a výstupní hodnotou je vzdálenost prstů na ruku od chodidel. Průměrné hodnoty se pohybují mezi 4 a 8 cm, nižší hodnoty značí nižší pohyblivost páteře nebo zkrácené svaly na zadní straně stehen.

### 2.1.9 Barvocit

Barvocit je schopnost rozeznávání barev. Testuje se pomocí pseudoizochromatických tabulek. Tyto tabulky obsahují body, které mají různou barvu a různý jas. Barevné body vytvářejí číslice na pozadí jinak barevných bodů. Osoby, které trpí daltonismem (poruchou barvocitu), nejsou schopny tyto číslice rozeznat. Barvoslepost je mnohem více rozšířena u mužů, celkem trpí daltonismem až 9% mužů, zatímco u žen je to pohých 0,4% [7].

Při měření barvocitu je použito několik (4 - 8) pseudoizochromatických tabulek (viz Obrázek 2.4) a zaznamenává se, kolik číslic měřená osoba správně rozezná. Jedná se tedy o pole hodnot ANO/NE.



Obrázek 2.4: Pseudoizochromatická tabulka. Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ishihara\\_11.PNG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ishihara_11.PNG) [cit. 2016/10/16]

## 2.2 Plánovaná stanoviště

Kromě výše zmíněných stanovišť plánujeme rozšířit měření o následující testy.

### 2.2.1 EEG

Elektroencefalografie (EEG) je diagnostická metoda používána k záznamu elektrické aktivity mozku. V neuroinformatické laboratoři na KIV se používá například pro projekt „Guess the number“, kdy si měřená osoba uzavřená ve zvukotěsné komoře myslí jednociferné číslo a na monitoru se jí náhodně zobrazují čísla od 0 do 9. Na základě změřených mozkových vln a strojového učení je počítač schopen uhádnout myšlené číslo s pravděpodobností dosahující až 70% [14].

Pro použití v našem projektu budeme chtít zaznamenávat tři hodnoty. Vlna P300, která je definována jako pozdní evokovaný potenciál s pozitivní amplitudou a je považována za korelát kognitivního zpracování vizuálního, sluchového nebo somatosenzitivního podnětu, který je volně detekován [10]. Lidsky řečeno, vlna P300 se objeví ve chvíli, kdy si mozek spojí předkládanou informaci s nějakou informací, kterou má již v paměti (tedy zobrazí se na monitoru číslo, které si na začátku zvolil). Zaznamenává se, zda se vlna vyskytuje, či ne.

Dále chceme zaznamenávat průměrnou frekvenci koncentrace a průměrnou frekvenci meditace, tj. frekvence ve chvíli, kdy se člověk soustředí, nebo se snaží relaxovat. Obě hodnoty se zaznamenávají v hertzech.

### 2.2.2 Motorické testy

Motorické testy se momentálně používají pro testování dětí při různých projektových dnech na FAV. Podle věku děti provádějí různé činnosti. Při testování se používají standardizované testy MABC-2 [13]. Pro představu je uvedeno několik motorických testů: Umístování kolíčků (levá/pravá ruka), provlékání šňůrky, kreslení cesty, rovnováha na desce (levá/pravá noha), poskoky po podložkách (levá/pravá noha), a mnohé další.

Zavedení motorických testů do projektu „Exercise and Wellness Health Strategy Framework“ je plánováno až v pozdějších fázích projektu.

## 2.3 Průběh měření

Jak již bylo řečeno, v rámci projektu měřená osoba projde několika stanovišti. Před počátkem měření je osoba informována o podmínkách měření, podepíše souhlas se zpracováním osobních údajů a vyplní krátký dotazník (jedná se o přibližně 20 otázek), který nám poskytne základní informace o její životosprávě a motivaci. Každým stanovištěm měřenou osobu provází pověřený pracovník. Pracovník zjistí od měřené osoby vstupní údaje a zadá do daného měřicího přístroje. Do chytré váhy se například zadávají informace o věku, pohlaví a výšce, zatímco spirometr požaduje i informace o tom, zda dotyčný pravidelně kouří. U měření glykemie pracovníka zajímá, kdy měřená osoba naposledy jedla. Následně měřenou osobu seznámí s měřícím přístrojem a zadá instrukce, jak při měření postupovat.

Po proběhlém měření vyčte z měřicího přístroje naměřené hodnoty a zadá do webové nebo mobilní aplikace, která je speciálně vytvořena pro zadávání dat a odesílání na server. Po projití celého okruhu stanovišť a zadání všech naměřených hodnot server vygeneruje formulář, kde lze nalézt všechna vyplněná data a jejich vyhodnocení. Průchod všech stanovišť trvá přibližně 15 minut. Na konci testování dostane měřená osoba formulář s naměřenými hodnotami (viz Obrázek B.1). Na tomto formuláři se také vyskytuje QR kód s odkazem na webové stránky, kde se budou nacházet podrobnější informace, například porovnání naměřených hodnot s oficiálními normami (uvedené výše), ale i porovnání s ostatními měřeními osobami.

Cílem je samozřejmě změřit co největší počet lidí, abychom mohli mít přesnější výsledky a větší množství dat pro tvorbu statistik. Velice důležité bude propojit informace získané z dotazníku s naměřenými hodnotami.

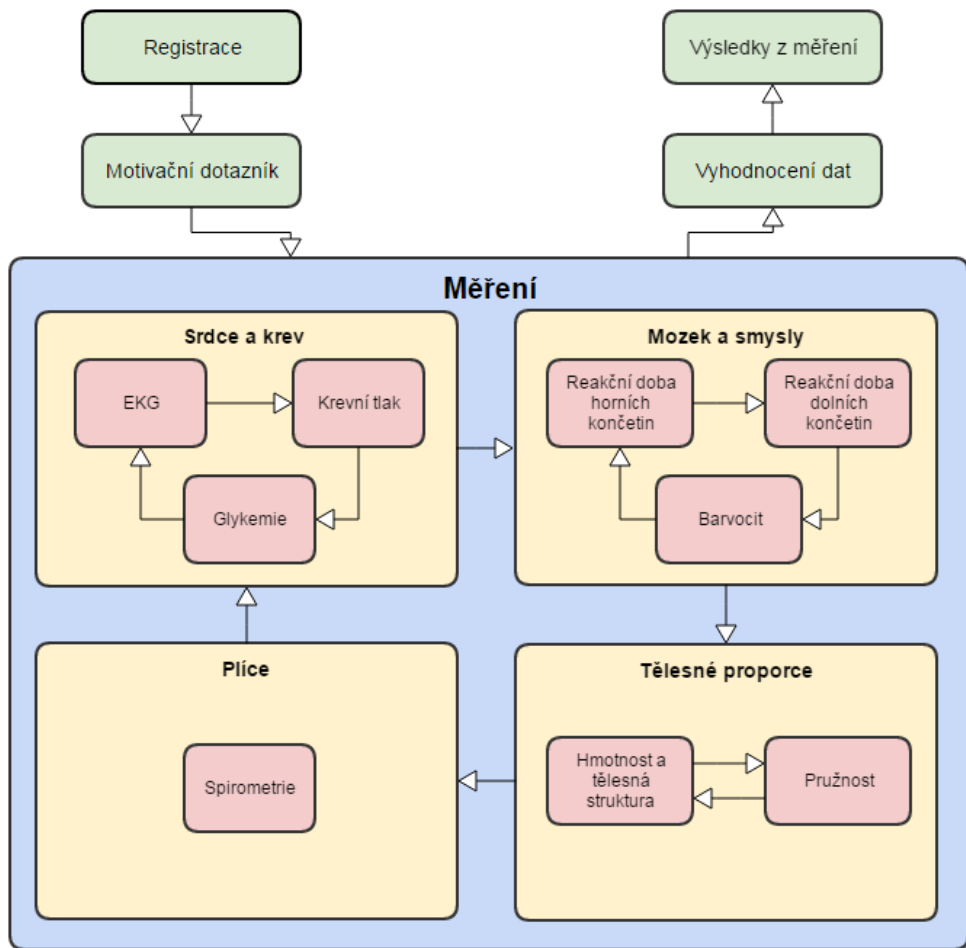
Stanoviště jsou rozdělena do čtyř tematických částí: srdce a krev, mozek a smysly, tělesné proporce, plíce, přičemž v každé části měřená osoba projde všemi vyšetřeními, než se přesune do další části (viz Obrázek 2.5).

Jelikož měření neprobíhá pokaždé v laboratorních podmínkách, kde je k dispozici mnoho počítačů a stabilní připojení k internetu, ale můžeme provádět testování například ve firmách nebo na veřejných místech, je vhodné mít k dispozici co nejnázve dostupnou možnost zadávání dat na server. Zároveň není vždy možné mít dostatečné personální obsazení, proto je cílem vytvořit systém zadávání takový, aby ho mohl používat téměř každý. Vzhledem k tomu, že dnes skoro každý vlastní mobilní telefon s internetovým připojením, je velmi vhodné mít mobilní aplikaci, která umožní jednoduché zadávání a odesílání dat pro následné vyhodnocení.

Úkolem této bakalářské práce je navržení a vytvoření mobilní aplikace, která bude sloužit právě účelu zadávání naměřených hodnot a jejich odesílání

na server.

Pro zjednodušení zadávání pomocí mobilní aplikace bude mít každé stanoviště a každá osoba svůj QR kód, přičemž pracovník se naskenováním QR kódu stanoviště přihlásí na dané stanoviště a následným naskenováním QR kódu osoby určí, pro kterou osobu bude naměřené hodnoty odesílat na server.



Obrázek 2.5: Průběh měření. Zdroj: vlastní tvorba

# 3 Možnosti sběru medicínských dat

## 3.1 Nemocniční zařízení

### 3.1.1 Papírová zdravotní dokumentace

Asi každý člověk, který pravidelně chodí na lékařské prohlídky, někdy viděl svoji zdravotní kartu. Zdravotní karta by měla obsahovat všechny lékařské záznamy, které se o pacientovi vedou od jeho narození až do jeho smrti. Většinou to ale tak jednoduché není. Kartu má pacient vedenou zpravidla u svého praktického lékaře. Pokud se mu ale přihodí něco závažného například na dovolené, bude muset zavítat k lékaři, který přístup k jeho kartě nemá, tudíž netuší nic o předchozích lékařských záznamech a zároveň do karty nepíše nový záznam. Další závažný zdravotní problém může přijít o víkendu, kdy praktický lékař neordinuje. Pacient se bude muset dopravit na nejbližší ambulanci, kde opět nebudou mít k dispozici záznamy ze zdravotní karty.

Jen několik let zpět byly všechny tyto záznamy vedeny pouze v papírové podobě, což činilo velký problém nejen z důvodů popsaných výše, ale i z důvodu možné ztráty dat. V případě zásahu vyšší moci (požár, povodeň) mohla být všechna data zničena. Zároveň mohlo velmi jednoduše dojít ke špatnému založení, nebo ztracení karty.

### 3.1.2 Elektronická zdravotní dokumentace

S nástupem počítačů a internetu přibyla možnost ukládat zdravotní data pacientů digitálně na nemocniční servery. To umožňuje pravidelné zálohování, proto tedy nemůže tak jednoduše dojít ke ztrátě dat. V dnešní době se již uchovávají výhradně digitální záznamy o zdravotních datech pacientů. Výhody elektronické zdravotní dokumentace jsou značné. Elektronická dokumentace má proti papírové menší prostorové a organizační nároky. Dále se jedná o úsporu personálu a menší spotřebu materiálu. V rámci elektronické dokumentace lze také ihned zjistit, kdo s dokumentací pracoval, lze také nastavit, aby do různých částí dokumentace měli přístup různí lidé.

Ze strany lékařů by měla být snaha psát elektronickou zdravotní dokumentaci co nejvíce strukturovaně, aby se data dala jednoduše strojově zpracovat.

### 3.1.3 Nemocniční informační systémy

Nemocniční informační systém slouží k elektronické podpoře zdravotní péče o pacienta a její administraci. S postupným technologickým vývojem se z pouhého ukládání dat o pacientovi staly komplexní systémy, které zahrnují různé moduly (klinický, zobrazovací, laboratorní, atd). Nejdůležitější části jsou popsány níže.

#### Klinický modul

Klinický modul slouží výhradně ke správě záznamů o pacientech a o průběhu jejich léčení. Zahrnuje evidenci pacientů, jejich objednávaní, zdravotní záznamy, kompletní dokumentace od příjmové až po propouštěcí zprávu, informace o zdravotní pojišťovně pacienta, a další.

Dále klinický modul zaznamenává veškerou činnost okolo pacienta. Systém má dále na starost správu přístupových práv k datům pacienta, rozdílná práva bude mít zdravotní sestra a ošetřující lékař [1].

#### Zobrazovací modul

Zobrazovací, či radiologický modul se stará o správu zobrazovacích metod a propojuje zdravotní záznamy pacienta s obrazovou dokumentací. Zobrazovací modul je propojen s ostatními informačními systémy a zejména se systémem PACS.

PACS je systém pro archivaci obrázků a komunikaci (Picture Archiving and Communication System), využívaný ve většině lékařských zařízení. Tato technologie umožňuje správu, ukládání a zobrazování obrazové dokumentace. Využívá standardu a formátu obrazových dat DICOM. PACS zahrnuje obrazovou dokumentaci, zabezpečenou síť, cílové stanice a úložiště dat.

Většina medicínských informací je dnes produkována výhradně ve formátu DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Formát DICOM kromě obrazových dat obsahuje i doplňkové informace (informace o pacientovi, typ vyšetření). DICOM je kromě formátu dat také standardem pro zobrazování, distribuci, skladování a tisk medicínských dat. DICOM používají snímací metody, jako například CT, MRI, ultrazvuk, rentgenové zařízení. Mezi služby datového standardu DICOM patří skladování, potvrzení o uložení, dotaz a načtení, seznam vyšetření, tisk a offline média [1].

#### Laboratorní modul

Laboratorní modul se zabývá provozem laboratoře, zahrnuje žádanky, vyšetření, příjem dat z laboratorních přístrojů, kontrolu výsledků a distribuci

výsledků. Data jsou exportována v datovém standardu Ministerstva zdravotnictví ČR [1].

### **3.1.4 Aktuálně používané informační systémy v ČR**

V České republice působí mnoho výrobců informačních systémů pro zdravotnictví, přičemž někteří výrobci se zabývají vývojem více informačních systémů. Následuje seznam předních výrobců a některých jejich systémů:

- CompuGroup Medical Česká republika s.r.o. - Medicus, PC Doktor
- ICZ a.s. - AMIS\*HD
- Medical Systems a.s. - IKIS
- Navertica a.s. - Hospital ERP
- STAPRO s.r.o. - Medea, Akord, Enterprise

## **3.2 Nositelná elektronika**

S rozmachem mobilních zařízení a nositelné elektroniky se nabízí možnost sbírat data o lidském zdraví i v domácím prostředí. Existuje řada aplikací, které dokážou velice spolehlivě zaznamenávat spoustu informací o uživateli. Výrobci se poslední roky neomezují pouze na manuální zadávání naměřených dat, ale vyvíjí hardware, který do aplikace data ukládá automaticky. Může se jednat o chytrý náramek, chytrou váhu, monitor spánku nebo pouhý krokoměr.

### **3.2.1 Chytré náramky**

Většina náramků nabízí uživateli funkci hodinek, které dokáží zobrazovat notifikace z mobilního telefonu, ale chytré náramky toho umí mnohem více. V případě poctivého používání chytrého náramku může uživatel získat komplexní informace o svém zdraví, zdravotních rizicích, a životním stylu.

Téměř každý náramek má implementovaný snímač pohybu. Tento snímač dokáže velmi přesně spočítat počet kroků a vzdálenost, kterou uživatel za den urazí. Kromě funkce krokoměru lze tento snímač používat i jako monitor spánku. Náramek zjistí, jak moc se uživatel v průběhu spánku hýbe a na základě toho dokáže vypočítat čas strávený REM a NREM spánkem.

Některé náramky mají zabudovaný i barometr, který uživateli spočítá, kolik překonal výškových metrů.



Chytré náramky začínají využívat vestavěný snímač tepové frekvence, tudíž mohou po celý den snímat tepovou frekvenci uživatele, zjistit minimální a maximální tepovou frekvenci, tepovou frekvenci při chůzi, větší zátěži, ale i v klidu. Na základě průběžného vyhodnocování zaznamenaných dat mohou velmi brzy odhalit například přicházející nemoc, zvýšenou únavu, nebo i srdeční problémy.

Při propojení informací o srdečním tepu a spánku lze velmi kvalitně zjistit kvalitu spánku, dále při propojení informací o srdečním tepu a krocích lze zjistit úroveň aktivity (pomalá chůze, běh, sprint). Na základě informací o srdečním tepu lze také při dalších vstupních parametrech (výška, váha, věk, pohlaví) velmi přesně spočítat počet spálených kalorií.

Chytré náramky většinou komunikují s aplikací na mobilním telefonu pomocí technologie Bluetooth. Všechna data jsou okamžitě zaznamenána na server a v aplikaci může uživatel tyto data vyhodnocovat. Výrobci většinou poskytují uživatelům velmi přehledné tabulky a grafy, z nichž lze velmi jednoduše vyčíst, zda jsou hodnoty v pořádku, a ve srovnání s ostatními uživateli nadprůměrné, či podprůměrné.

### 3.2.2 Chytré váhy

Chytrá váha je asi nejčastější doplněk domácnosti, co se týče chytrých technologií. Váha, kterou používáme při měření v laboratoři na KIV, je popsána výše. Většina chytrých vah nabízí kromě informace o hmotnosti také informace o podílu vody v těle, hmotnosti svalstva, hmotnosti kostí a tělesném tuku. Váha při znalosti výšky uživatele spočítá BMI. Kvalitnější váhy dokáží určit metabolický věk, rychlost metabolismu, nebo například podíl vápníku v kostech.

Většina chytrých vah si pamatuje několik předchozích měření, proto uživatelé může informovat o tom, jak se jeho naměřené hodnoty změnilo. Pokud váha komunikuje s aplikací na mobilním telefonu, je možné ukládat data na server a velmi názorně je vyhodnocovat v grafech či tabulkách.

### 3.2.3 Další zařízení

Kromě chytrých náramků a vah, které často poskytují ucelenou část o zdraví a kondici, se můžeme v dnešní době setkat se spoustou zařízení, které se soustředí na konkrétnější aspekty lidského zdraví. Jedná se zejména o tlakoměry, teploměry, či samostatné krokoměry a monitory spánku. Většina těchto přístrojů funguje samostatně a nedisponují připojením k aplikaci, která naměřená data ukládá. Existuje ale celá řada aplikací, která umožňuje manuální

zadávaní a vyhodnocení naměřených dat. Z velké části se ale jedná o aplikaci, která je jednostranně zaměřená a neposkytuje komplexní vyhodnocení více různých dat.

Mezi nejznámější výrobce chytrých zařízení patří firmy Omron, Beurer, Garmin, nebo Fitbit. Například firma Garmin kromě chytrých zařízení vyvíjí aplikaci Garmin Connect, která sdružuje všechna naměřená data na jedno místo, kde následně dochází k jejich vyhodnocení. Pro uživatelské vyhodnocení nabízí nespočet grafů, uživatel si může zobrazit vývoj kterékoliv měřené veličiny v průběhu posledních let, měsíců či týdnů, v případě některých hodnot (např. klidová tepová frekvence nebo počet kroků) i v rámci jednotlivých dnů. Zároveň v rámci pravidelného vyhodnocování zaznamenává výraznější změny a okamžitě o nich uživatele informuje. Například, pokud se poslední dny uživateli zvedla klidová tepová frekvence, upozorní ho na zvýšenou únavu nebo blížící se nemoc a doporučí klidový režim. Naopak, pokud zaznamená v posledních dnech menší ušlou vzdálenost nebo nižší počet kroků, vybídne uživatele k pohybové aktivitě. Pro vrcholové sportovce Garmin Connect nabízí mnohem širší škálu možností, například správu tréninkového deníku, informace o nejlepších dosažených časech, predikci výkonu a spoustu dalšího.

Jak je ale vidět, velmi těžko může uživatel najít aplikaci, kam může zadat veškerá data o svém zdraví a kondici. I výše popsaný Garmin Connect se soustředí zejména na pohybové aktivity, ale například informace o rozboru krve či krevním tlaku nedokáže zaznamenat a vyhodnotit. Naším záměrem je vytvořit aplikaci, která bude vyhodnocovat medicínská data z mnohem obsáhlejšího souboru dat a hledat souvislosti i tam, kde zatím nebyly objeveny. Zároveň by měla vzít v úvahu odpovědi zaznamenané v dotazníku, který testovaná osoba vyplní před počátkem měření a hledat závislosti mezi odpovědmi a naměřenými daty. Aplikace by měla zaznamenávat, jak se měřená data mění v závislosti na čase a v případě změny kondice hledat příčiny. Výstupem by mělo být doporučení pro uživatele, které návyky si udržet a které naopak změnit.

# 4 Mobilní aplikace

## 4.1 Požadavky

### 4.1.1 Struktura aplikace

Aplikace bude po spuštění zobrazovat přihlašovací stránku, kde uživatel vyplní dvě položky, uživatelské jméno (většinou název stanoviště) a heslo. Mobilní aplikace zatím nenabízí možnost registrace a editace uživatele, všichni uživatelé jsou vytvářeni na webové aplikaci. Kromě přihlašovací stránky bude mít aplikace na všech stránkách strukturu s vysouvacím menu pro navigaci v aplikaci. V případě správného přihlášení bude uživatel přesunut na úvodní stránku aplikace, která bude sloužit jako rozcestník.

Pro zadávání dat uživatel klikne na stránku obsahující seznam měření, která budou v nejbližší době probíhat. Pokud si uživatel vybere měření, do kterého chce zadávat data, zobrazí se stránka s detaily měření (které hodnoty se zadávají, ID uživatele, atd.). Na této stránce může uživatel opakovaně odesílat medicínská data na server.

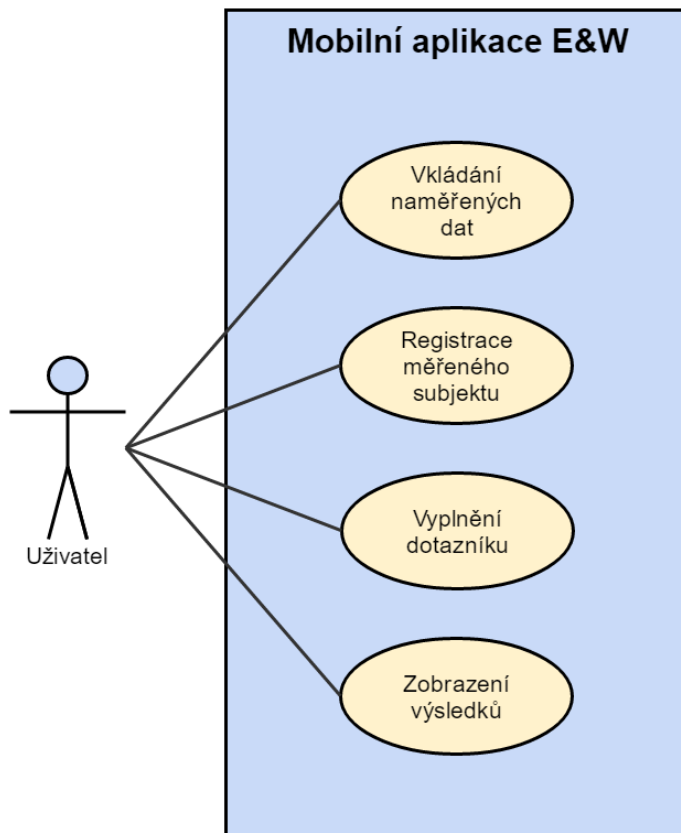
V dalších záložkách bude možno nalézt výsledky měření, nastavení aplikace a informační stránku o projektu, poté možnost odhlášení. Diagram případů užití je zobrazen na Obrázku 4.1.

Pro urychlení zadávání různých informací bylo navrženo, aby aplikace uměla číst QR kódy a vyplňovat dané informace co nejvíce automaticky. Nejdříve bychom rádi implementovali načítání ID měřené osoby pomocí QR kódu, osoba bude mít tento kód natištěný na papírovém registračním formuláři nebo ho dostane jako nálepkou na oblečení. Bylo by také vhodné načítat ID stanoviště, každé stanoviště bude mít QR kód také vytištěn například na stole. V budoucnu by bylo vhodné pomocí QR kódů načítat i jednotlivé změřené hodnoty, ovšem bude nutno sjednotit generování dat s jednotlivými měřicími přístroji. Další možností do budoucna je komunikace aplikace s přístroji pomocí Bluetooth.

### 4.1.2 Vkládání dat

Na stránce s detaily měření se pro vkládání dat zobrazí název měření a pole pro jednotlivé měřené položky. Všechna měření mají stejně navrženou strukturu, což umožňuje tvorbu dynamických formulářů. Při vkládání dat se ověřuje, zda je uživatelské ID, pro které vkládáme data, již zaregistrováno. Za-

dávat lze textový řetězec, číslo a jednu nebo více možností z výběru.



Obrázek 4.1: Diagram případů užití. Zdroj: vlastní tvorba

### 4.1.3 Registrace měřeného subjektu

Na stránce s detaily měření bude mít uživatel možnost registrovat novou měřenou osobu. Struktura registrace je navržena jako každé jiné měření, přičemž je ověřováno, zda uživatelské ID již není registrováno. Při registraci se vyplňuje věk, pohlaví, dominantní ruka, číslo dotazníku a zda osoba souhlasí se zpracováním osobních údajů

### 4.1.4 Dotazníková sekce

Na stránce s detaily měření zároveň bude možnost vyplnit motivační dotazník. Struktura dotazníku je navržena jako každé jiné měření, ověřuje se, zda je uživatelské ID již registrováno. V dotazníku osoba při všech otázkách vybírá jednu odpověď z nabídky.

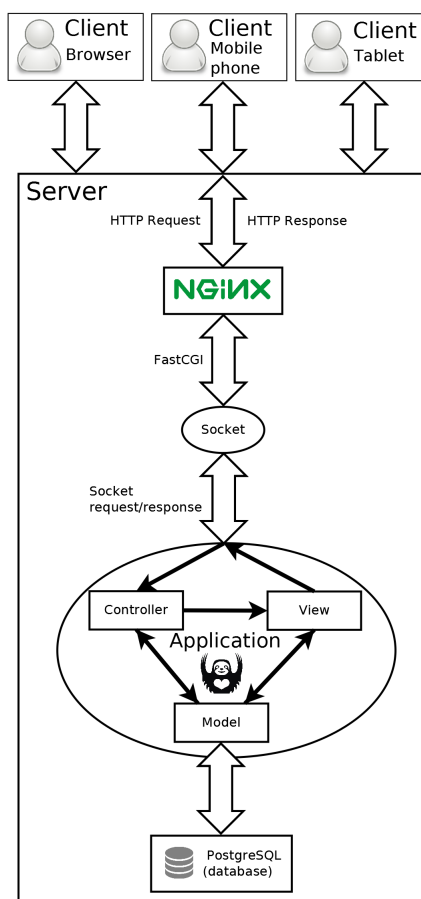
### 4.1.5 Zobrazení výsledků

Na stránce pro zobrazení výsledků uživatel vyplní ID osoby, jejíž výsledky chce zobrazit. Po odeslání ID je uživatel přesměrován na stránku se všemi naměřenými hodnotami dané osoby. Při zobrazování výsledků se kontroluje, zda je uživatelské ID již registrováno. Mezi výsledky lze nalézt i údaje z registrace a vyplněný dotazník.

### 4.1.6 Komunikace se serverem

Mobilní aplikace bude komunikovat se serverem pomocí RestAPI, veškerá data budou posílána a přijímána v datovém formátu JSON.

O tvorbu serveru, databáze a základ webové aplikace se stará v rámci diplomové práce Pavel Šnejdar, veškerou komunikaci mobilní aplikace se serverem tedy musíme řešit společně. Na obrázku 4.2 je znázorněna architektura celého systému, propojení serveru s databází a webovou a mobilní aplikací.



Obrázek 4.2: Architektura serveru, mobilní a webové aplikace. Zdroj: [3]

### 4.1.7 Zabezpečení

Aplikace je určena primárně pro osoby, které jsou pověřené zadáváním naměřených dat, nebo jejich zobrazováním. Vzhledem k citlivosti dat je nutné se do aplikace přihlašovat pod názvem stanoviště a s heslem přiděleným správcem. Aplikace momentálně nenabízí možnost registrace nového uživatele ani změnu hesla u stávajících uživatelů (všechny tyto změny lze momentálně provádět pouze ve webové aplikaci).

Po přihlášení obdrží uživatel od serveru token, který odesílá při každém požadavku a který se po určité době musí obnovit.

Data se ukládají jako anonymní, neuvádí se jméno osoby, veškerá data jsou momentálně z důvodu ochrany osobních informací ukládána pod údajem ID osoby.

## 4.2 Implementace

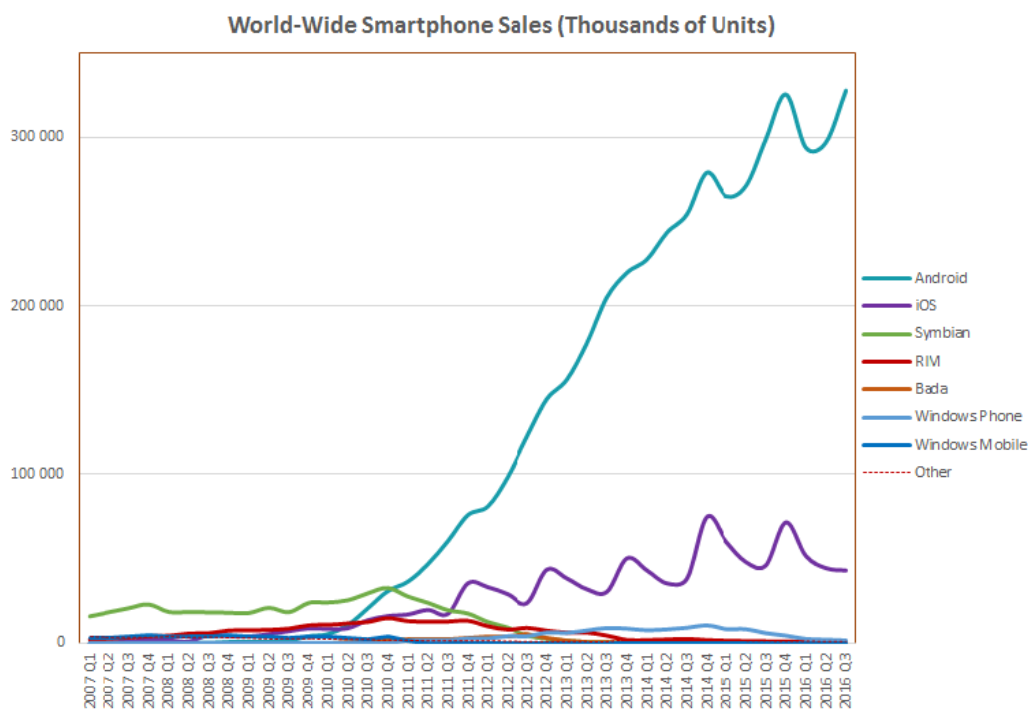
### 4.2.1 Zvolené technologie

Vzhledem k důvodům uvedeným v předchozích kapitolách máme snahu vytvořit aplikaci, kterou bude využívat co největší množství mobilních zařízení. Dnes téměř na každém mobilním telefonu najdeme operační systém Android od společnosti Google nebo operační systém iOS vyvíjený společností Apple, výjimečně ještě Windows Phone. Vývoj prodeje telefonů s jednotlivými operačními systémy v posledních letech můžeme vidět na Obrázku 4.3. Psaní aplikace pro každý z těchto systémů má svá specifika, jedná se například o rozdílný programovací jazyk, komunikaci se zařízením, atd. Naštěstí existují možnosti, jak napsat jednu aplikaci pro všechna zařízení najednou. Tímto způsobem může být jedna aplikace nasazena na více než 99% mobilních zařízení.

#### Apache Cordova

Použití Apache Cordova umožňuje multiplatformní vývoj aplikací. Oproti nativnímu vývoji pro každou platformu zvlášť nabízí hybridní vývoj obrovskou úsporu času a práce, na druhou stranu se říká, že uživateli nenabídnou stejně kvalitní funkcionalitu, jako nativní vývoj.

Apache Cordova je sada API, která umožňuje vývojářům přístup k nativním prvkům zařízení. Cordova dokáže pomocí pluginů drtivou většinu užitečných API v hybridní aplikaci implementovat. Umožňuje vytvořit plnohodnotnou mobilní aplikaci s použitím jazyků JavaScript, HTML a CSS.



Obrázek 4.3: Graf prodeje mobilních telefonů v letech 2007 - 2016. Zdroj: <http://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os> [cit. 2017/01/28]

Takto vytvořenou aplikaci lze snadno portovat mezi různými mobilními operačními systémy a díky Apache Cordova přitom bude zachován přístup k jejich nativním funkcím [4].

Spolu s Apache Cordova je potřeba použít zároveň systém pro tvorbu uživatelských rozhraní.

## AngularJS

AngularJS je framework vyvíjený společností Google a rozšiřuje HTML o mnoho velmi užitečných funkcí. AngularJS slouží k psaní desktopových i mobilních aplikací. Na základě AngularJS je postavena sada vývojových nástrojů zvaná Ionic Framework.

## Ionic

Ionic je sada nástrojů zaměřená přímo na tvorbu hybridních aplikací. Součástí SDK je Ionic Framework, který je vytvořen na bázi AngularJS a pro build aplikací na cílové platformy používá Apache Cordova. Ionic momentálně podporuje následující platformy: Android (verze 4.1 a vyšší), iOS (verze 7

a vyšší) a Windows Mobile 10. Pro možnost vyvíjet na danou platformu je třeba nainstalovat dané SDK [8].

První verze Ionicu byla vyvinuta v květnu roku 2015 a od té doby se z Ionicu stal jeden z nejpoužívanějších nástrojů pro vývoj hybridních aplikací. Ionic má rozsáhlou dokumentaci, podrobná funkční dema, širokou komunitu vývojářů a velice kvalitní uživatelskou podporu.

Ionic framework je postaven na přístupu „napiš jednou, nasad kamkoliv“. Vývojáři Ionicu se snaží odlišnosti mezi platformami vyřešit sami rovnou na úrovni frameworku.

Ionic nabízí možnost využívat Ionic Creator, což je služba, která dovoluje navrhnout kompletní uživatelské rozhraní v interaktivním prostředí s použitím systému „drag and drop“. Dále umožňuje využívat rozsáhlé prostředí příkazového řádku. V průběhu vývoje je možno testovat aplikaci v prostředí webového prohlížeče.

Ionic ke svému chodu potřebuje Node.js.

## Node.js

Node.js je framework navržený pro psaní vysoce škálovatelných internetových aplikací, především webových serverů. Programy pro Node.js jsou psané v jazyce JavaScript, hojně využívající model událostí a asynchronní I/O operace pro minimalizaci režie procesoru a maximalizaci výkonu [5].

Společně s Node.js se nainstaluje i balíčkovací systém `npm`. Díky němu lze potom snadno nainstalovat Cordovu i Ionic.

## Android a iOS SDK

Každý operační systém má svou sadu vývojových nástrojů. Pro vývoj na Android je třeba nainstalovat vývojové prostředí Android Studio (IDE od společnosti Google), které kromě možnosti vyvíjet aplikace nativně pro Android obsahuje i SDK Manager. Pomocí SDK Manageru můžeme instalovat SDK pro Android. Android Studio potřebuje ke svému fungování mít nainstalovanou Javu 1.8.

Vývoj pro iOS je poněkud složitější. Pro získání SDK iOS je nutné nainstalovat Xcode (IDE od společnosti Apple), které lze nainstalovat a provozovat pouze na počítači s operačním systémem macOS. Xcode obsahuje SDK pro vývoj aplikací pro iOS. Po přidání platformy iOS do projektu Ionicu lze z Xcode aplikaci testovat na emulátoru nebo na reálném zařízení.



## GitHub

Při vývoji jsem používal webovou službu GitHub využívající verzovací nástroj Git. GitHub umožňuje správu repositáře, verzování, hledání rozdílů, systém sledování problémů, a mnoho dalšího. Při vývoji slouží v první řadě jako pojistka proti ztrátě dat a usnadňuje hledání chyb v kódu.

Odkaz na repositář projektu je zde: [https://github.com/bombic94/exercise\\_and\\_wellness](https://github.com/bombic94/exercise_and_wellness). Lze zde najít všechny zdrojové kódy, informace o všech nastalých a vyřešených problémech a mnoho dalších informací.

### 4.2.2 Základní funkčnost

Aplikace v základu poskytuje dvě hlavní funkce: zadání dat a zobrazení dat.

V předchozí kapitole bylo podrobně popsáno, jak měřená osoba prochází celým měřením. Na každém stanovišti se nachází osoba, která měřené hodnoty zadá do mobilní aplikace.

Aplikace je navržena tak, že se osoba přihlásí jménem stanoviště (např. spirometrie) a následně zadává požadovaná data. Po úspěšném přihlášení uživatel může přistoupit k seznamu měření, z nichž vybere to, na kterém se nachází (např. Den otevřených dveří FAV). Po rozkliknutí daného měření již uživatel vidí formulář, do kterého může zadávat jednotlivé naměřené hodnoty a ID osoby.

ID osoby je unikátní kód, který určuje, kterému měřenému subjektu přiřadit naměřené hodnoty.

Po odeslání hodnot uživatel obdrží zprávu o úspěšném uložení, vyplněné hodnoty v aplikaci se vynulují a uživatel může vyplňovat hodnoty další osoby.

Funkce zobrazení dat funguje následovně: po přihlášení uživatel přistoupí na položku „Výsledky“ a zadá ID osoby. Aplikace nalezne všechna data pro dané ID a zobrazí je.

Tato funkce slouží jednak pro zpětnou kontrolu správnosti zadaných dat, zároveň může sloužit jako okamžité zjištění problémů u měřené osoby. Každá měřená hodnota by se měla vyskytovat v nějakém intervalu (bylo uvedeno v teoretické části), a pokud se tam nenachází, uživatel to může zjistit ihned po změření.

Aplikace momentálně zobrazuje pouze výsledky bez jakýchkoliv dalších informací. V budoucnu je plánováno výsledky třídit do skupin (např. výborné, dobré, špatné, kritické).

### 4.2.3 QR kódy

V rámci zjednodušení aplikace, lepší uživatelské přívětivosti a zejména z důvodu zrychlení procesu měření jsme se rozhodli implementovat do aplikace modul pro načítání QR kódů.

Každé stanoviště bude označené QR kódem, což je užitečné například ve chvíli, kdy se skupinkou měřených osob prochází celé měření pouze jeden pověřený pracovník, a tak v aplikaci stále přepíná mezi jednotlivými stanovišti.

Také každá měřená osoba obdrží při registraci QR kód, na kterém bude její ID. Při zadávání hodnot nebo zobrazování výsledků stačí u pole s ID osoby pouze naskenovat daný QR kód.

Pro mobilní aplikaci jsem implementoval modul Apache Cordova *cordova-barcode-scanner*. Tento modul zvládne skenovat například i čárové kódy a mnoho dalšího, v rámci naší aplikace je využíván pouze pro skenování QR kódů, v programu je použitý kód 4.1.

Modul při skenování využívá fotoaparát telefonu. U telefonů s operačním systémem Android verze nižší než 6 aplikace o přístup k fotoaparátu požádá už před instalací, ovšem problém nastává u Androidů verze 6 a výše.

```
1  /** Scan QR */
2  $scope.scanBarcode = function() {
3      $cordovaBarcodeScanner.scan().then(function(imageData) {
4          $scope.user.username = imageData.text;
5      },
6      function(error) {
7          console.log("error while scanning: " + error);
8      });
9  };
```

Kód 4.1: Funkce pro skenování stanoviště

Android změnil podmínky užívání aplikací a aplikace na novějších verzích systému žádají o oprávnění až před prvním použitím dané komponenty (v našem případě fotoaparátu). Mnou použitý modul s tímto ovšem nepočítá, proto při pokusu o skenování dojde k chybě.

Tento problém se podařilo vyřešit pomocí dalšího modulu, který při spuštění aplikace kontroluje, zda se jedná o verzi Androidu 6 nebo výše, a zda má aplikace povolený přístup k fotoaparátu. Pokud ne, o přístup požádá, v tu chvíli se uživateli zobrazí známé vyskakovací okno požadující povolení přístupu k fotoaparátu. Po potvrzení již aplikace funguje bez problémů. Funkce pro povolení používat kameru je v kódu 4.2.

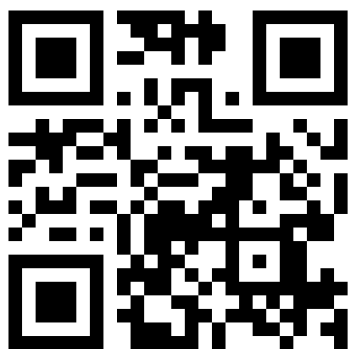
```

1  /** After launch verify that use of camera is authorized (
    Android 6+) */
2  $scope.$on('$ionicView.enter', function(){
3      cordova.plugins.diagnostic.getCameraAuthorizationStatus(
4          function(status){
5              if(status === cordova.plugins.diagnostic.permissionStatus
6                  .GRANTED){
7                  console.log("Camera use is authorized");
8              } else {
9                  cordova.plugins.diagnostic.requestCameraAuthorization(
10                     function(status){
11                         console.log("Authorization request for camera use was
12                             " + (status == cordova.plugins.diagnostic.
13                                 permissionStatus.GRANTED ? "granted" : "denied"));
14                     }, function(error){
15                         console.error(error);
16                     });
17             }
18         }, function(error){
19             console.error("The following error occurred: "+error);
20         });
21     });

```

Kód 4.2: Funkce pro povolení použití kamery

Na Obrázku 4.4a se nachází QR kód s ID osoby, který stačí při zadávání či zobrazování naměřených dat naskenovat. Na Obrázku 4.4b se nachází QR kód s názvem stanoviště, po naskenování se lze přihlásit.



(a) QR kód s ID osoby (A14B0229P). (b) QR kód stanoviště (registrace@zcu.cz). Zdroj: vlastní tvorba

## 4.2.4 Podpora více jazyků

S aplikací vytvořenou v rámci našeho projektu chceme cílit na co nejširší skupinu uživatelů, proto je celá aplikace tvořena tak, aby se dal jednoduše vybrat jazyk, ve kterém chceme aplikaci ovládat.

Momentálně aplikace zahrnuje podporu češtiny, angličtiny a němčiny, do budoucna se plánuje podpora dalších jazyků.

Pro podporu více jazyků bylo třeba implementovat modul *angular-translate*. Všechny texty, které se vyskytují v kódu, jsou nahrazeny proměnnými, a každá proměnná má v konfiguračním souboru přiřazeny jednotlivé překlady. Překlady jsou označeny názvem jazyka (např. Angličtina: „en“).

Jazyk lze změnit v sekci „Možnosti“. Při kliknutí na požadovaný jazyk dojde ke změně všech hodnot u proměnných. Funkce pro změnu jazyka je uvedena v kódu 4.3.

Aplikace byla nastavena tak, aby při spuštění detekovala jazyk telefonu a podle toho se nastavil jazyk aplikace. Pokud je jazyk telefonu jiný, než aplikací podporované jazyky, nastaví se angličtina (viz kód 4.3).

```
1  /** Set language at start */
2  $translateProvider.registerAvailableLanguageKeys(['en', 'de',
3      'cz'], {
4      'en_*': 'en',
5      'de_*': 'de',
6      'cs_*': 'cz',
7      '*': 'en'
8  })
9  $translateProvider.determinePreferredLanguage();
10 /** Change language */
11 $scope.ChangeLanguage = function(lang){
12     $translate.use(lang);
13 }
```

Kód 4.3: Funkce pro změnu jazyka

## 4.2.5 RestAPI

Aplikace komunikuje se serverem pomocí REST API. REST API umožňuje velice jednoduše komunikovat se serverem pomocí protokolu HTTP.

Všechna komunikace ze strany aplikace je vedena metodou HTTP Post. Znamená to tedy, že ze serveru nechceme statická data (metoda Get), ale data, která se při volání dynamicky vytvoří v závislosti na přijatých datech od aplikace.

Například při přihlašování uživatele aplikace odesílá serveru data obsahující uživatelské jméno a heslo, a server po ověření odesílá aplikaci data

obsahující token, nebo, pokud autorizace nebyla úspěšná, posílá data obsahující informaci o neúspěšném přihlášení.

V rámci vývoje jsme zkusili také implementovat komunikaci používající sockety, ale spolehlivost komunikace byla o mnoho horší a server často padal na neošetřených výjimkách.

## JSON

Data, která se přenáší mezi serverem a aplikací, jsou zapsána ve formátu JSON. JSON umožňuje uložit všechna možná data (objekt, pole, řetězec, logická hodnota, atd.) do textového řetězce, využívá se zejména pro posílání dat v prostředí internetu.

JSON je nezávislý na programovacím jazyce a operačním systému, což umožňuje snadnou výměnu dat mezi serverem (programovaný v jazyce Python) a mobilní aplikací (JavaScript).

Dalším důvodem pro zvolení bylo, že JSON dokáže jednoduše uložit složité objekty (například schéma jednoho měření nebo výsledky osoby), a data jsou čitelná pro člověka (snadné hledání chyb).

Zjednodušená funkce pro přihlášení je uvedena v kódu 4.4. Do proměnné data se ukládá přihlašovací jméno a heslo ve formátu JSON. Následuje použití funkce HTTP POST, která na danou URL odesílá data a čeká na odpověď.

V případě přijaté odpovědi proběhne přihlášení, nebo se zobrazí vyskakovací okno informující o špatně zadaných údajích. Pokud nastane chyba při komunikaci se serverem, zobrazí se vyskakovací okno informující o chybě.

```
1 $scope.login = function() {
2   /** Data for server */
3   var url = 'http://147.228.63.49:80/app/mobile-services/
4     login';
5   var data = {'client_username': $scope.user.username,
6     'client_passwd': $scope.user.password
7     };
8   /** Send data */
9   $http.post(url, data).then(function(response){
10    /** parse data */
11    var myData = response;
12
13    /** Token received */
14    if(myData.data.token !== undefined){
15      /** Save data */
16      window.localStorage.setItem("token", myData.data.token);
17      /** Go to homepage*/
18      $scope.user = {};
```

```

18     $state.go('menu.home');
19   }
20   /** Wrong name or password */
21   else if (myData.data == 'authentication failed'){
22     var alertPopup = $ionicPopup.alert({
23       title: $filter('translate')('ERROR'),
24       template: "{{ 'AUTH_FAIL' | translate }}"
25     });
26     $scope.user = {};
27   }
28   /** Unspecified error */
29   else {
30     var alertPopup = $ionicPopup.alert({
31       title: $filter('translate')('ERROR'),
32       template: "{{ 'ERR_UNSP' | translate }}"
33     });
34   }
35 },
36 /** http ERROR */
37 function(error){
38   var alertPopup = $ionicPopup.alert({
39     title: $filter('translate')('ERROR'),
40     template: "{{ 'CONNECT_FAIL' | translate }}"
41   });
42 });
43 };

```

Kód 4.4: Funkce pro přihlášení (zjednodušeno)

Pro představu je uveden JSON, který aplikace přijme od serveru při přechodu na stránku k zobrazení experimentu. V tomto případě se jedná o dva experimenty: Barvocit a pružnost, přičemž u měření barvocitu uživatel zadává, zda měřená osoba rozpoznala jednotlivé obrázky, u měření pružnosti zadává pouze číselnou hodnotu (hloubka předklonu).

```

1 [{"experimentID":7,"experimentName":"Barvocit","scheme":[{"formLabels":["Obr. 1", "Obr. 2", "Obr. 3", "Obr. 4", "Obr. 5", "Obr. 6", "Obr. 7", "Obr. 8"], "formType": "checkbox", "id": 0, "name": "Barvocit", "required": false, "units": ""}], "username": "barvocit@zcu.cz"},
2 {"experimentID":11,"experimentName":"Pruznost","scheme":[{"formLabels": [], "formType": "integer", "id": 0, "name": "Pruznost", "required": false, "units": "cm"}], "username": "barvocit@zcu.cz"}]

```

Kód 4.5: JSON přijímaný od serveru obsahující data k zobrazení experimentu

## 4.2.6 Chybové stavy a potvrzování

Při užívání aplikace může nastat několik chybových stavů, o kterých musí být uživatel informován. Jedná se například o situaci, kdy server není dostupný, nebo jsou špatně zadané přihlašovací údaje (toto lze vidět ve výše uvedeném kódu 4.4).

V Ionicu lze implementovat vyskakovací okna, která uživatele informují o nastalé situaci. Pokud jsou tedy přihlašovací údaje zadány špatně, místo úspěšného přihlášení se uživateli objeví vyskakovací okno s nápisem „Neúspěšné přihlášení“.

Zároveň si lze použitím vyskakovacích oken vynutit potvrzení, toto je použito například při odesílání naměřených dat na server. Při stisknutí tlačítka „Odeslat“ se uživateli zobrazí vyskakovací okno otázkou, zda chce opravdu odeslat zadané hodnoty.

K použití vyskakovacích oken slouží v Ionicu modul *ionic popup*, který nabízí tři druhy vyskakovacích oken: informační, varující a potvrzující.

Následuje seznam chyb, které se vyskytují při komunikaci se serverem a jejich řešení.

- Nepodařilo se naskenovat stanoviště/ID: vyskakovací okno informující uživatele o chybě.
- Nezdařila se autorizace: při přihlášení (špatné heslo) vyskakovací okno a vymazání údajů jméno a heslo, kdekoliv jinde v aplikaci (vypršela platnost tokenu) vyskakovací okno a odhlášení a přesměrování na stránku přihlášení.
- Nepodařilo se navázat spojení se serverem: vyskakovací okno a přesměrování na stránku přihlášení.
- Existující nebo neexistující ID osoby (záleží na formuláři, který odesíláme): vyskakovací okno a vymazání údaje ID osoby.

Kromě těchto chyb bylo nutno ošetřit i chyby, které je třeba řešit pouze na straně aplikace. Jedná se například o nevyplněné pole při odesílání dat, nebo situaci, kdy není k dispozici žádné měření pro zadávání dat.

## 4.3 Návod k použití

Následuje návod pro používání aplikace doplněný snímky obrazovky. Pro všechny části návodu kromě přihlášení se předpokládá, že se uživatel nachází na úvodní obrazovce.

### 4.3.1 Přihlášení

Po spuštění aplikace se zobrazí přihlašovací stránka (Obr. 4.5a). Stránka obsahuje dvě editovatelné položky, „Jméno“ a „Heslo“. Jméno lze zadat buď manuálně, nebo stisknutím tlačítka „Načíst stanoviště“, které spustí fotoaparát, kde lze naskenovat QR kód. Po naskenování se hodnota zobrazí v poli pro „Jméno“. Po přihlášení aplikace zobrazí dlaždicové menu (Obr. 4.5b), pomocí kterého se lze navigovat v aplikaci, z každé stránky lze zobrazit postranní menu (Obr. 4.5c).

### 4.3.2 Vkládání dat

Na úvodní obrazovce (Obr. 4.6a) nebo v postranním menu lze k měření přistoupit kliknutím na položku „Seznam měření“. Na stránce se seznamem měření je potřeba vybrat jedno z měření, které jsou k dispozici. U každého měření je uveden název, adresa a čas (Obr. 4.6b).

Po vybrání jednoho měření se zobrazí stránka s daným měřením (Obr. 4.6c). Na této stránce lze manuálně nebo stisknutím tlačítka „Načíst ID osoby“ (naskenuje QR kód) zadat ID měřené osoby. Poté se již vyplňují jednotlivé naměřené hodnoty.

Po vyplnění všech hodnot je lze odeslat na server stisknutím tlačítka „Odeslat“. Po úspěšném odeslání aplikace vymaže z polí všechny údaje, aby uživatel mohl okamžitě zadávat hodnoty další měřené osoby.

### 4.3.3 Zobrazení výsledků

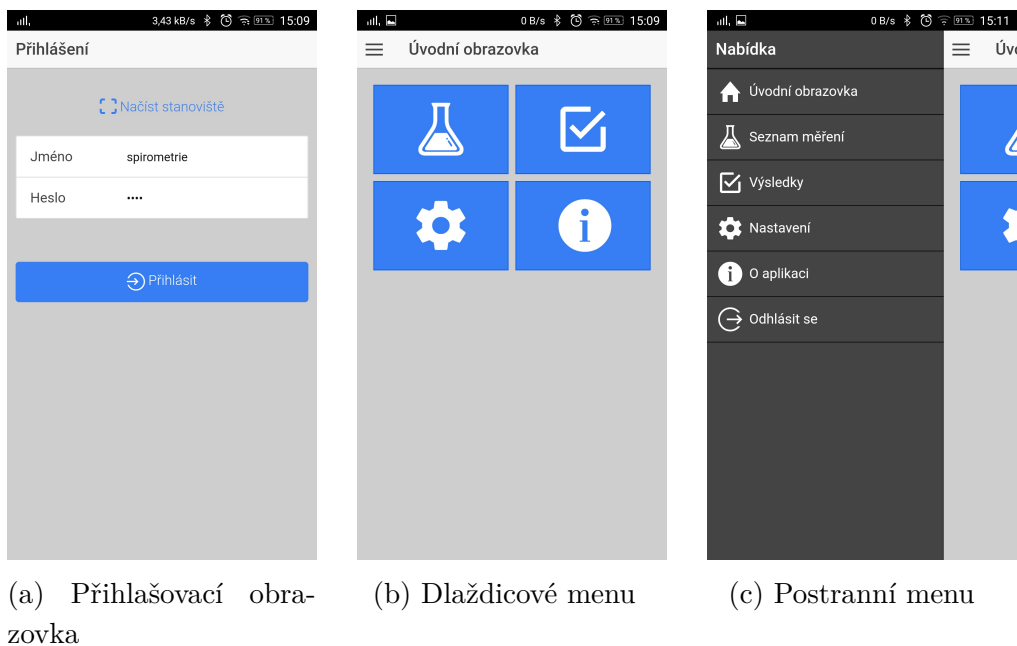
Na úvodní obrazovce nebo v postranním menu (Obr. 4.7a) lze k zobrazení výsledků přistoupit kliknutím na položku „Výsledky“.

Zobrazí se stránka, která uživateli nabídne pouze možnost vyplnit ID osoby (Obr. 4.7b). ID lze opět vyplnit jak manuálně, tak naskenováním QR kódu přes fotoaparát. Po vybrání ID osoby se zobrazí stránka obsahující všechny dosud naměřené výsledky osoby (Obr. 4.7c).

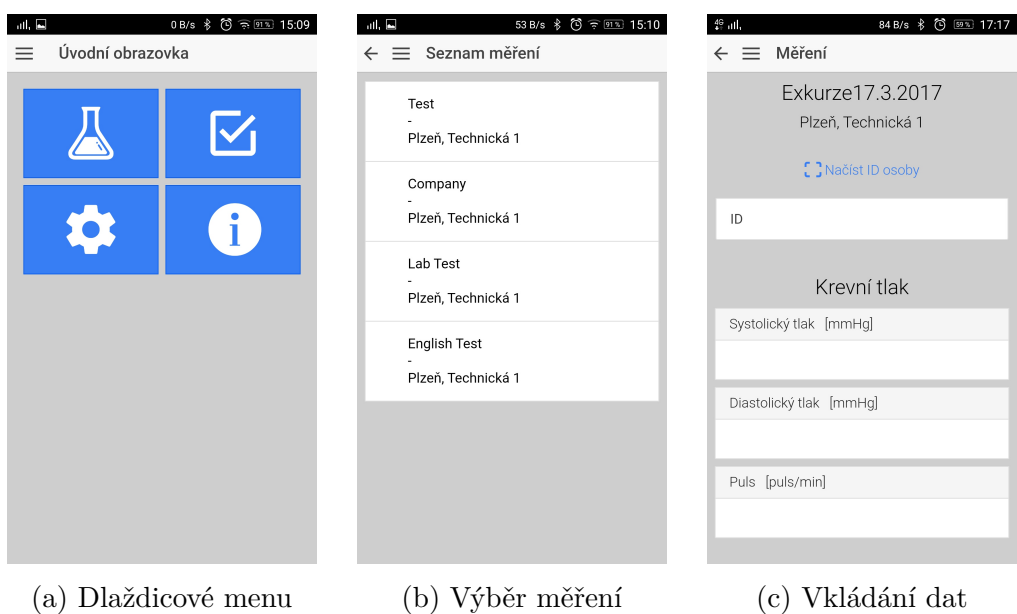
### 4.3.4 Změna jazyka

Na úvodní obrazovce (Obr. 4.8a) nebo v postranním menu lze ke změně jazyka přistoupit kliknutím na položku „Nastavení“. Na zobrazené stránce se zobrazí položka „Jazyk“, která dovoluje uživateli vybrat jeden z nabízených jazyků (Obr. 4.8b). Okamžitě po zvolení žádaného jazyka se aplikace přeloží (Obr. 4.8c).

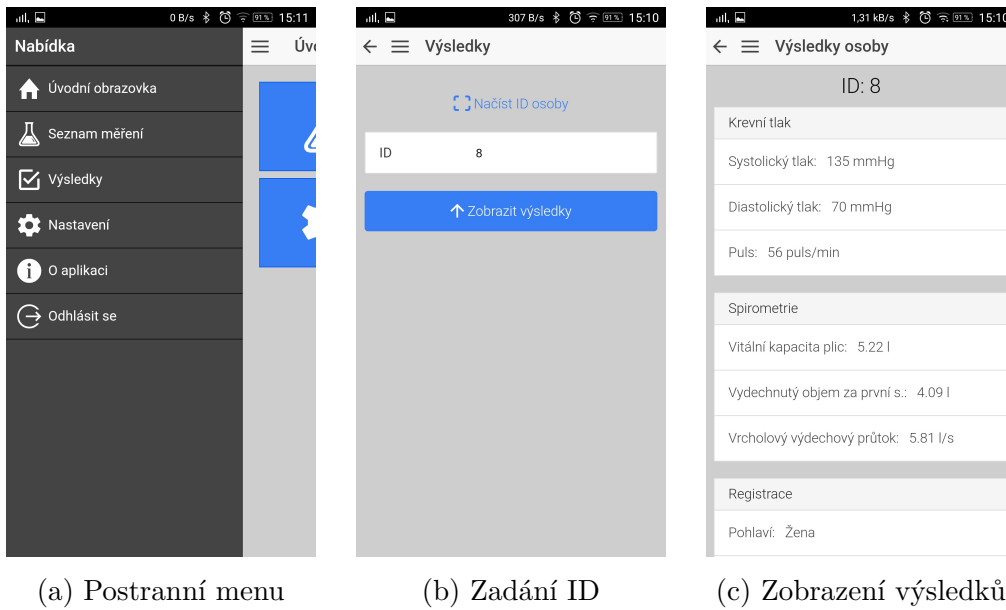




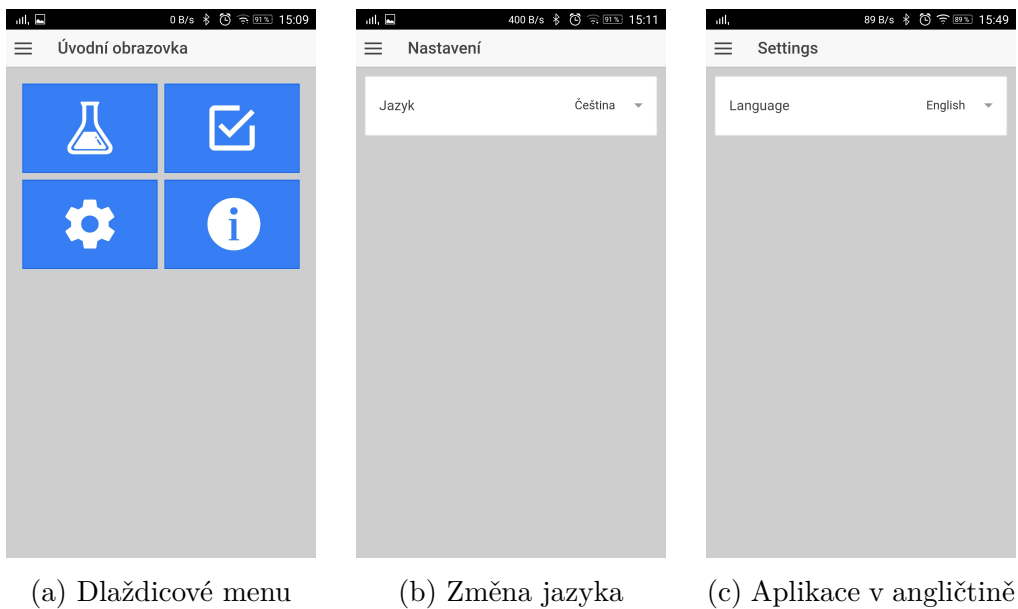
Obrázek 4.5: Přihlášení. Zdroj: vlastní tvorba



Obrázek 4.6: Vkládání dat. Zdroj: vlastní tvorba



Obrázek 4.7: Zobrazení výsledků. Zdroj: vlastní tvorba



Obrázek 4.8: Změna jazyka. Zdroj: vlastní tvorba

# 5 Testování

## 5.1 Testy v průběhu vývoje

Ionic nabízí dvě základní možnosti pro testování aplikace v průběhu vývoje.

Aplikace lze kdykoliv nainstalovat na mobilní telefon nebo emulátor, a nově napsaný kód otestovat. Tohoto lze docílit napsáním příkazu `ionic run android (ios)`, popřípadě příkazem `ionic emulate`.

Druhá možnost je testovat aplikaci přímo v desktopovém prohlížeči, což považuji za lepší variantu z důvodu možnosti vypisování do konzole. Spuštění aplikace v prohlížeči zajistí příkaz `ionic serve`.

Každý způsob testování má své výhody a nevýhody. Výhodou testování na opravdovém mobilním telefonu byla například možnost testovat skenování QR kódů.

Na emulátoru bylo možné vyzkoušet, jak bude aplikace vypadat na displejích s různými rozlišeními, dále jak bude reagovat na různých verzích operačních systémů.

Možnost testovat aplikaci v prohlížeči přináší dvě veliké výhody.

První je možnost podrobných výpisů v konzoli, což velmi usnadňuje debugování. Druhou je možnost živého přehrávání poslední verze, což znamená, že pokud upravím zdrojový kód aplikace, okamžitě vidím poslední verzi v prohlížeči, není tedy nutno při každém spuštění provádět build. Zvláště pokud se jedná o malé chyby v kódu, tento způsob testování výrazně urychluje.

### 5.1.1 Android emulátor

Pro testování jsem využíval emulátor Genymotion. Zvolil jsem ho na základě dobrých hodnocení na diskuzích a zejména kvůli jednoduchému propojení s Ionicem. Zaměřil jsem se zejména na testování pro nejstarší a nejnovější verzi Androidu, pro kterou je aplikace vyvíjena. Nejstarší verze je Android 4.1.1, v emulátoru aplikace neměla žádné problémy po funkční ani vizuální stránce. Žádné problémy nenastaly ani při testování nejnovější verze Androidu 7.0.0.

Zároveň jsem se zaměřil na testování zobrazení aplikace na displejích s různě velkým rozlišením. Aplikaci jsem otestoval na displeji s rozlišením 1440 x 2560 px a s rozlišením 640 x 960 px. Při testování na malém displeji jsem odhalil problém se zalamováním písma, toto bylo následně opraveno.

### 5.1.2 Mobilní telefon s Androidem

Při testování jsem využíval svůj mobilní telefon značky Lenovo Vibe P1a42 s operačním systémem Android 6.0.1. Rozlišení obrazovky je 1920 x 1080 pixelů a RAM má velikost 2.00 GB.

V počátcích testování byl objeven právě problém s autorizací fotoaparátu při skenování QR kódů, po optimalizaci a přidání funkčnosti pro žádost o autorizaci již nebyly při testování objeveny žádné problémy.

### 5.1.3 iOS emulátor

Vzhledem k přísně politice Applu nelze SDK pro iOS nainstalovat na jiný operační systém než od Applu (macOS). Celý vývoj aplikace probíhal na operačním systému Windows 10, tudíž byla aplikace po většinu vývoje testována pouze na mobilních telefonech s operačním systémem Android. Na konci vývoje se naskytl možnost využít počítač s operačním systémem macOS, na kterém se podařilo sestavit aplikaci pro iOS a otestovat ji v emulátoru (oficiální emulátor Applu, použitý byl iPhone 6 s iOS 10.2.1). Nebylo možné vyzkoušet skenování QR kódů, vše ostatní fungovalo správně.

### 5.1.4 Tablet s iOS

Při vývoji aplikace na macOS se mi zároveň podařilo vytvořit instalační soubor pro aplikaci, který jsem nainstaloval na vlastněný tablet iPad Mini. Tablet má rozlišení 1024 x 768 pixelů, operační systém iOS 9.3.5 a RAM velikosti 512 MB. Všechny funkce na něm fungovaly bez problému.

## 5.2 Testy při Dni otevřených dveří FAV

Den otevřených dveří FAV, který se konal 25. ledna 2017, byl skvělou příležitostí pro ostré testování mobilní aplikace.

V neuroinformatické laboratoři KIV probíhalo měření osob, které se zúčastnily Dne otevřených dveří, o měření projevíly zájem, a souhlasily s podmínkami měření.

Jednalo se o skvělou příležitost, jak vyzkoušet aplikaci v jednu chvíli na mnoha různých zařízeních, mobilních telefonech i tabletech různých značek a různých verzích operačního systému Android. Aplikace byla v průběhu měření spuštěna a testována na těchto zařízeních:

- Mobilní telefon Lenovo Vibe P1a42
  - OS: Android 6.0.1
  - Rozlišení obrazovky: 1080 x 1920 px
  - RAM: 2,00 GB
- Mobilní telefon CUBOT Note S
  - OS: Android 5.1
  - Rozlišení obrazovky: 720 x 1280 px
  - RAM: 2,00 GB
- Mobilní telefon One Plus One
  - OS: Android 4.4.2
  - Rozlišení obrazovky: 1080 x 1920 px
  - RAM: 3,00 GB
- Mobilní telefon Samsung Galaxy J3 Duos
  - OS: Android 5.1
  - Rozlišení obrazovky: 720 x 1280 px
  - RAM: 1,50 GB
- Tablet ASUS MeMO Pad HD 8 (ME180A)
  - OS: Adroid 4.2.2
  - Rozlišení obrazovky: 1280 x 800 px
  - RAM: 1,00 GB
- Tablet ASUS MeMO Pad 10 (ME103K)
  - OS: Android 4.4.2
  - Rozlišení obrazovky: 1280 x 800 px
  - RAM: 1,00 GB

Měření se zúčastnilo 40 testovaných osob, jejich výsledky jsou k nalezení v kapitole 7.

Aplikace byla v tuto dobu ve fázi, kdy fungovala tzv. „Happy path“, tedy scénář, při kterém vše proběhne úspěšně a nenastanou žádné problémy. Z důvodu opoždění vývoje serveru nebyl dostatek času na odchyčení všech chyb,

jako například kontrola ID osoby nebo kontrola platnosti tokenu. Při testování se ověřilo, že ukládání a zobrazování dat funguje, jak má a kromě problémů, o kterých se vědělo předem, žádné další nenastaly.

Aplikace na všech zařízeních fungovala plynule a bez pádů, za celý den došlo k jednomu „zamrznutí“ aplikace na tabletu ASUS MeMO Pad HD 8. Aplikace po restartu opět běžela správně. Vzhledem k nízké hodnotě velikosti RAM předpokládám, že aplikaci nebylo poskytnuto dostatečné množství paměti.

## 5.3 Testy při projektových dnech

Aplikace byla dále testována při projektových dnech 17. 3. 2017 a 24. 3. 2017. V této fázi již byla aplikace téměř hotová, dříve nalezené chyby byly ošetřeny a při měření jsme se snažili nalézt poslední chyby.

Aplikace běžela na stejných zařízeních, jako v případě Dne otevřených dveří FAV.

Po doplnění vyskakovacích oken pro potvrzení úspěšného odeslání dat či informování o nastalém problému bylo zjištěno, že v případě odeslání více experimentů (například barvocit a pružnost) najednou se zobrazí vícekrát vyskovací okno. Problém se vyskytoval v asynchronní obsluze požadavků na server ve stávající funkci. JavaScript vykonává kód pouze v jednom vlákně a nejdříve vykoná všechny příkazy ve funkci (odeslání dat na server), nicméně zpracování odpovědí vykonává až následně. Toto bylo vyřešeno uložení všech odpovědí do pomocného pole, a obslužením v nově vytvořené funkci. Byla zde možnost kontrolovat, zda všechny požadavky proběhly správně a vyskovací okénko zobrazit až u posledního prvku pole.

Aplikace během měření dvakrát „zamrzla“ na tabletu ASUS MeMO Pad HD 8.

Poslední testování proběhlo při projektovém dni 31. 3. 2017. Při tomto testování bylo testováno vyplňování dotazníku přes mobilní aplikaci a skenování všech QR kódů (osoby i stanoviště). Bylo zjištěno, že aplikace nezalamuje dlouhé otázky u dotazníkové sekce. Tato chyba byla následně ihned odstraněna.

## 6 Zveřejnění aplikace

Po sérii testování a opravení chyb (viz kapitola 5) je aplikace připravena ke zveřejnění na online portál Google Play Store. Ke zveřejnění dojde po registraci vývojářského účtu Katedry informatiky a výpočetní techniky. Odtud bude možno aplikaci stáhnout na jakýkoliv podporovaný telefon s operačním systémem Android.

Po důkladnějším otestování na platformě iOS bude aplikace vydána také na online portál iTunes, odkud bude možná aplikaci nainstalovat do všech zařízení se systémem iOS. Pro vydání aplikace je opět nutno zaregistrovat vývojářský účet Katedry informatiky a výpočetní techniky.

V plánu je i vydání aplikace pro platformu Windows Phone, bohužel aplikace momentálně není pro tuto platformu otestována. Vydání je tedy v plánu až v pozdějších fázích projektu.

## 7 Dosažené výsledky

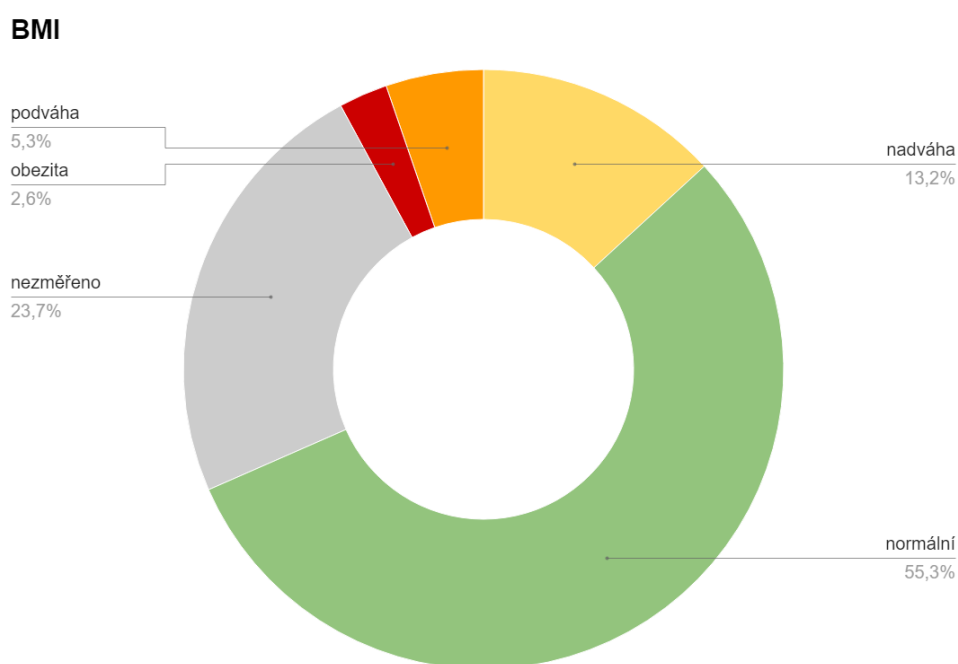
Následují tabulky obsahující naměřená data v průběhu Dne otevřených dveří FAV. Tabulky neobsahují informace z vyplněného dotazníku, ani žádné osobní informace, které by mohly vézt k identifikaci měřené osoby.

Na základě vyplněných dat již lze z takto malého vzorku subjektů potvrdit, jako moc je tento projekt a jemu podobné důležitý.

Přes 20% měřených subjektů trpí nadváhou, podváhou, nebo obezitou, (dalších 23% nebylo změřeno), viz Obr. 7.1. Je nutno si uvědomit, že drtivou většinu měřených osob tvořili studenti posledních ročníků střední školy, průměrný věk všech měřených osob nedosahoval ani 20 let.

Namátkou lze z naměřených dat dále vyčíst například, že 3 měřené osoby trpí hypertenzí, nebo že 5 osob mělo problém s rozpoznáním všech tabulek při testu barvocitu.

Včas odhalovat a řešit tyto problémy je tím nejdůležitějším úkolem projektu, úkolem, který může prodloužit život testovaným lidem až o několik let.



Obrázek 7.1: Rozložení BMI u měřených subjektů. Zdroj: vlastní tvorba



Tabulky 7.1 a 7.2 zobrazují informace z registrace subjektu a měření tlaku. Při registraci osoba vyplní pohlaví, věk a zda se jedná o praváka, či leváka. Při měření zaznamenáváme hodnotu systolického a diastolického tlaku a puls.

Tabulky 7.3 a 7.4 zobrazují informace z měření tělesných proporcí a glukózy. Zaznamenáváme výšku, váhu, BMI, procento svalové hmoty, vody a tuku. U glukózy zároveň zaznamenáváme dobu po jídle.

Tabulky 7.5 a 7.6 zobrazují naměřené hodnoty z měření reakční doby horních končetin, spirometrie a pružnosti. U reakční doby horních končetin zaznamenáváme průměrnou reakci, počet zameškaných reakcí a počet chybných reakcí. U spirometrie zaznamenáváme hodnoty FVC, FEV1 a PEF.

Tabulky 7.7 a 7.8 zobrazují naměřené hodnoty pro reakční dobu dolních končetin a barvocitu. U reakční doby dolních končetin zaznamenáváme průměrnou reakci, směrodatnou odchylku, nejlepší a nejhorší reakci. U barvocitu zaznamenáváme počet rozpoznaných tabulek.

Osoby, které se zúčastnily měření v rámci Dne otevřených dveří FAV, neměly povinnost podstoupit všechna měření, proto v tabulkách místy chybí zadané hodnoty.

ID	Podpis	Pohlaví	Věk	Pravák/levák	Systolický tlak [mm Hg]	Diastolický tlak [mm Hg]	Puls [puls/min]
2	Ano	Muž	18	Pravák	131	85	88
3	Ano	Muž	19	Pravák	120	74	83
4	Ano	Muž	18	Pravák	144	82	82
5	Ano	Žena	17	Pravák	119	76	52
6	Ano	Žena	18	Pravák	104	64	62
7	Ano	Muž	17	Pravák	114	87	69
8	Ano	Žena	16	Levák	135	70	56
9	Ano	Muž	17	Pravák	128	70	58
10	Ano	Muž	21	Pravák	136	70	73
11	Ano	Muž	19	Pravák	117	73	82
12	Ano	Muž	19	Pravák			
13	Ne	Muž	19	Pravák			
14	Ne	Žena	14	Pravák	114	79	93
15	Ano	Žena	18	Pravák	125	87	112
16	Ano	Žena	19	Pravák	122	78	78
17	Ano	Muž	18	Pravák			
18	Ano	Muž	17	Pravák			
19	Ano	Muž	28	Pravák	131	82	83
20	Ano	Muž	17	Pravák	114	71	55
21	Ano	Muž	17	Levák	130	83	79

Tabulka 7.1: Registrace a tlak pro ID 2-21

ID	Podpis	Pohlaví	Věk	Pravák/levák	Systolický tlak [mm Hg]	Diastolický tlak [mm Hg]	Puls [puls/min]
22	Ano	Muž	16	Pravák			
23	Ano	Muž	17	Pravák	121	67	69
24	Ano	Muž	17	Pravák			
25	Ano	Muž	18	Levák	126	76	62
26	Ano	Muž	19	Pravák	117	66	65
27	Ano	Muž	19	Pravák	156	85	67
28	Ano	Žena	18	Pravák	122	84	97
29	Ano	Muž	22	Pravák			
30	Ano	Žena	66	Pravák	110	83	58
31	Ano	Žena	19	Pravák	114	81	88
32	Ano	Muž	19	Levák	137	86	69
33	Ano	Muž	18	Pravák	123	73	69
34	Ano	Muž	19	Pravák	175	72	87
35	Ano	Muž	19	Pravák	95	59	85
36	Ano	Muž	19	Pravák	133	76	95
37	Ano	Muž	42	Pravák	131	83	58
38	Ano	Žena	17	Pravák	94	67	83
39	Ano	Muž	25	Pravák	112	62	76
40	Ano	Žena	12	Pravák			
41	Ano	Muž	10	Pravák	95	75	77

Tabulka 7.2: Registrace a tlak pro ID 22-41

ID	Výška [cm]	Váha [kg]	BMI	Svalová hmota [%]	Voda [%]	Tuk [%]	Glukóza [mmol/l]	Jídlo před měřením
2							4,4	
3							4	1h po jídle
4	183	90,8	27,1	46	57,3	20,2	5,2	2h po jídle
5	168	61,8	21,9	37,3	53,4	22,2	3,9	3h po jídle
6	160	51,2	20	38,3	55,6	29,5	4,4	3,4h po jídle
7	173	61,9	20,7	64,5	64,5	10,8	4,1	12h po jídle
8	186	77,7	22,5	37,2	52,7	11,9	4,2	3,5h po jídle
9	193	86,3	23,2	61,8	49,6	14,2	4,3	15min po jídle
10	180	74,1	22,9	48,1	62,1	14,6	5,2	
11							4,7	1h po jídle
12								
13								
14	175	65,2	21,8	38,1	53,3	21,7	5	30min po jídle
15	175	59,5	19,4	38,8	56,5	18,6	5,6	
16	161	50,4	19,4	38,5	56,4	18,6	4,5	3,5h po jídle
17								
18								
19	185	109,1	51,9	38,4	52,5	28,3	5	2h po jídle
20	176	64	20,7	51,5	64,5	10,7	5,8	3h po jídle
21	188	76,4	21,6	50,7	63,5	12,1	4,9	4h po jídle

Tabulka 7.3: Tělesné proporce a glukóza pro ID 2-21

ID	Výška [cm]	Váha [kg]	BMI	Svalová hmota [%]	Voda [%]	Tuk [%]	Glukóza [mmol/l]	Jídlo před měřením
22								
23	187	75,3	21,5	50,8	63,7	11,9	6,2	30min po jídle
24								
25	186	77,8	22,5	49,7	62,7	13,4	4,7	
26	182	67,9	20,5	50,9	65	10,6	6	15min po jídle
27	179	81,9	25,6	46,8	59	18,2	12,3	diabetik (2h po jídle)
28	168	64,5	22,9	36,4	52,3	23,8	6,2	20min po jídle
29								
30	174	77,7	25,7	52,3	52,3	32,7	5	4h po jídle
31	159	52,7	16,4	54	69,4	5	5,5	5h po jídle
32							5,1	30min po jídle
33	183	85,6	25,6	47,2	59,1	17,9	4,8	2h po jídle
34	196	84,4	22	49,6	63,1	13	4,8	30min po jídle
35	183	68	20,3	51	65	10,5	5,6	30min po jídle
36	202	93,5	22,6	49,2	62,5	13,8	4,8	4h po jídle
37	195	97	25,5	38,4	60,8	20,5	4,8	5h po jídle
38	171	64,8	22,2	37,1	53,1	22,6	15,9	diabetik (2,5h po jídle)
39	169	65,4	22,9	46,8	62,7	14,7	7,9	30min po jídle
40	156	59,2	16,1	42,6	59,8	12,8		
41	143	37,1	18,1	56,1	67	6,2	6	1h po jídle

Tabulka 7.4: Tělesné proporce a glukóza pro ID 22-41

ID	Reakční doba horních k. [ms]	Zameškáno	Chyba	FVC [l]	FEV1 [l]	PEF [l/s]	Pružnost [cm]
2	540	0	0	4,18	4,07	9	
3	584	2	0	5,13	4,22	8,4	9
4	539	2	0	5,13	4,37	6,96	7
5	610	0	0	3,01	2,97	7,1	0
6	540	1	0	3,12	2,92	5,02	13
7	603	1	0	4,04	3,23	5,58	2
8	523	3	0	5,22	4,01	5,81	12
9	478	0	0	6,56	4,91	8,87	13
10	548	2	0	5,04	4,33	7,88	4
11	529	0	0	4,64	4,2	11,25	0
12							
13							
14	524	1	0	4,09	2,97	5,16	13
15	617	0	0	3,49	3,35	6,12	13
16	613	1	0	3,77	3,48	6,81	5
17							
18							
19				4,03	3,67	5,73	0
20	487	0	0	4,55	4,36	8,13	4
21	535	0	0	4,46	3,74	8,08	7

Tabulka 7.5: Reakční doba horních končetin, spirometrie a pružnost pro ID 2-21

ID	Reakční doba horních k. [ms]	Zameškáno	Chyba	FVC [l]	FEV1 [l]	PEF [l/s]	Pružnost [cm]
22							
23	593	1	0	5,19	4,62	9,13	8
24							
25	510	0	0	4,33	3,98	7,97	2
26	575	1	0	3,29	3,23	8,87	0
27	598		0	3,87	3,62	6,27	11
28	535	2	0	3,09	2,92	7,04	4
29							
30	608	4	0	3,09	2,71	5,02	13
31							
32	612	1	0	6,1	4,67	9,13	
33	676	0	0	5,07	5,07	10,86	10
34	670	2	0	4,88	4,44	7,92	8
35	643	0	0	5,01	4,4	7,46	11
36	495	0	0	5,33	5,14	11,78	4
37	643	0	0	5,48	4,59	9,26	
38	664	1	0	3,75	2,82	4,14	6
39	444	0	0	3,35	2,97	9,84	2
40	660	1	0	2,36	2,18	6,06	13
41	735	3	0	1,93	1,9	2,97	2

Tabulka 7.6: Reakční doba horních končetin, spirometrie a pružnost pro ID 22-41

ID	Reakční doba dolních k. [ms]	Směrodatná odchylka [ms]	Nejlepší čas [ms]	Nejhorší čas [ms]	Barvocit
2	639	152	488	1027	
3	784	287	543	1537	
4					7
5	594	54	535	752	8
6	654	97	546	952	8
7	654	97	546	952	7
8	718	74	577	827	8
9	671	234	456	1418	8
10	830	303	576	1608	8
11	746	272	502	1568	8
12					
13					
14	673	265	547	1348	8
15	691	96	535	879	8
16	694	338	537	2000	8
17					
18					
19					8
20	727	374	592	2000	8
21	749	334	541	2000	8

Tabulka 7.7: Reakční doba dolních končetin a barvocit pro ID 2-21



ID	Reakční doba dolních k. [ms]	Směrodatná odchylka [ms]	Nejlepší čas [ms]	Nejhorší čas [ms]	Barvocit
22					
23	722	112	528	998	8
24					
25	655	219	523	1452	8
26	759	355	608	1561	5
27	686	201	551	1438	8
28	654	376	406	2000	8
29					
30	850	98	661	1026	8
31					8
32	821	323	551	2000	8
33	753	337	460	2000	7
34	826	227	590	1632	8
35	750	226	614	1092	8
36	603	178	472	1075	8
37	933	410	641	2000	8
38	790	160	610	1266	8
39	495	44	408	572	8
40	707	179	555	1079	8
41	760	103	620	926	7

Tabulka 7.8: Reakční doba dolních končetin a barvocit pro ID 22-41

## 8 Závěr

V rámci bakalářské práce se podařilo zpracovat a poskytnout informace o důležitosti měření různých aspektů lidského zdraví. Byly podrobně popsány jednotlivé veličiny, které se v rámci projektu „Exercise and Wellness Health Strategy Framework“ měří a vyhodnocují. Práce se věnuje i měřením, které se v projektu zatím pouze plánují. Zároveň byly navrženy metody, jak proces měření a ukládání dat zjednodušit a zefektivnit. V práci byly popsány již používané metody zaznamenávání medicínských dat. V praktické části byla popsána tvorba mobilní aplikace, která má v rámci projektu sloužit k jednoduchému zadávání a vyhodnocování naměřených medicínských dat.

Podařilo se splnit všechny cíle uvedené v zadání práce. Zároveň se podařilo vytvořit mobilní aplikaci, která splňuje všechny požadavky kladené Katedrou informatiky a výpočetní techniky. V textu bakalářské práce jsou podrobně popsány nástroje a technologie použity při vývoji a problémy, které bylo nutno v průběhu vývoje vyřešit. Velká pozornost je věnována sadě nástrojů Ionic a možnostem, které při vývoji nabízí. Dále je podrobně popsána komunikace se serverem a webovou aplikací. Práce se zabývá automatizací aplikace, zejména skenováním QR kódů pro načítání stanovišť a osobních ID, což výrazně urychlí zadávání i zobrazování naměřených dat.

V průběhu vývoje se podařilo aplikaci otestovat na několika různých zařízeních a pomocí aplikace se podařilo nasbírat data již u devadesáti měřených subjektů v rámci Dne otevřených dveří FAV a následujících projektových dnů. Aplikaci je možno nasadit na dva nejrozšířenější mobilní operační systémy, Android a iOS.

V rámci projektu „Exercise and Wellness Health Strategy Framework“ se budu dále podílet na vývoji mobilní aplikace. Další rozšíření jsou plánována v oblasti konektivity aplikace s měřicími přístroji, v rozšíření vývoje pro další platformy a pro rozšíření měření o další experimenty, které jsou uvedené v teoretické části.

# Literatura

- [1] *Informační systémy* [online]. WikiSkripta, 2016. [cit. 2016/11/22].  
Dostupné z: [http://www.wikiskripta.eu/index.php/Informa%C4%8Dn%C3%AD\\_syst%C3%A9my](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Informa%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9my).
- [2] BORSKÁ, L. *EKG desatero*. MSD, 2010. ISBN 9788073921224.
- [3] BRŮHA, P. et al. Exercise and Wellness Health Strategy Framework - Software Prototype for Rapid Collection and Storage of Heterogeneous Health Related Data. In *Proceedings of the 10th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies - Volume 5: HEALTHINF, (BIOSTEC 2017)*, s. 477–483. SciTePress, 2017. ISBN 978-989-758-213-4.
- [4] CAMDEN, R. K. *Apache Cordova in Action*. Manning Publications, 2015. ISBN 978-1633430068.
- [5] CANTELON, M. et al. *Node.js in Action*. Manning Publications, 2013. ISBN 978-1617290572.
- [6] KITTNAR, O. *Lékařská fyziologie*. Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
- [7] KRÁLÍČEK, P. *Úvod do speciální neurofyziologie*. Karolinum, 2002. ISBN 8024603500.
- [8] RAVULAVARU, A. *Learning Ionic - Build Hybrid Mobile Applications with HTML5*. Packt Publishing, 2015. ISBN 978-1783552603.
- [9] SILBERNAGL, A. S. D. *Atlas fyziologie člověka*. Grada, 2004. ISBN 80-247-0630-X.
- [10] SQUIRE, L. *Fundamental Neuroscience*. Academic Press, 2012. ISBN 978-0123858702.
- [11] *Hardware Stimulator for Cognitive Research* [online]. Neuroinformatics Research Group, 2015. [cit. 2016/11/22]. Dostupné z: [http://neuroinformatics.kiv.zcu.cz/articles/read/hardware-stimulator-for-cognitive-research\\_2015-01-15](http://neuroinformatics.kiv.zcu.cz/articles/read/hardware-stimulator-for-cognitive-research_2015-01-15).
- [12] TROJAN, S. *Lékařská fyziologie*. Grada, 2004. ISBN 80-247-0512-5.
- [13] VAŘEKA, L. et al. Developmental coordination disorder in children - experimental work and data annotation. *Frontiers in Neuroinformatics*. 2014.

- [14] VAŘEKA, L. et al. Guess the Number - applying a simple brain-computer interface to school-age children. *Biostec 2016, Proceedings of the 9th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies*. 2016, s. 263–270.
- [15] ŠNEJDAR, P. *Program pro vyhodnocování reakční doby měřené osoby*. Fakulta aplikovaných věd, Katedra informatiky a výpočetní techniky, Západočeská univerzita v Plzni, 2015.
- [16] ŽÁK, V. *Pravidla atletiky* [online]. Český atletický svaz, 2015. [cit. 2016/11/22]. Dostupné z: [http://www.atletika.cz/\\_sys\\_/FileStorage/download/10/9819/pravidal-atletiky-oddil-1-4-2014-2015.doc](http://www.atletika.cz/_sys_/FileStorage/download/10/9819/pravidal-atletiky-oddil-1-4-2014-2015.doc).

# A Seznam zkratek

- KIV: Katedra informatiky a výpočetní techniky
- FAV: Fakulta aplikovaných věd
- ZČU: Západočeská univerzita
- EKG: Elektrokardiogram
- BMI: Body mass index (index tělesné hmotnosti)
- AP: Aerobní práh
- ANP: Anaerobní práh
- TF: Tepová frekvence
- FVC: Forced vital capacity (usilovná vitální kapacita)
- FEV: Forced expiratory volume (usilovně vydechnutý objem)
- PEF: Peak expiratory flow (vrcholový výdechový průtok)
- LED: Light-Emitting Diode (dioda vyzařující světlo)
- EEG: Elektroencefalografie
- MABC: Movement Assessment Battery for Children (test motoriky pro děti)
- QR kód: Quick Response code (kód rychlé reakce)
- PACS: Picture Archiving and Communication System (systém pro archivaci obrázků a komunikaci)
- DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine (digitální zobrazování a komunikace v medicíně)
- CT: Computed Tomography (počítačová tomografie)
- MRI: Magnetic Resonance Imaging (magnetická rezonance)
- REM: Rapid Eye Movement (rychlý pohyb očí)
- NREM: Non-Rapid Eye Movement (pomalý pohyb očí)



- ID: Identifikace / identifikační číslo
- REST: Representational state transfer
- API: Application Programming Interface (rozhraní pro programování aplikací)
- JSON: JavaScript Object Notation (JavaScriptový objektový zápis)
- OS: Operační systém
- HTML: HyperText Markup Language (hypertextový značkovací jazyk)
- CSS: Cascading Style Sheets (kaskádové styly)
- JS: JavaScript
- SDK: Software Development Kit (sada vývojových nástrojů)
- IDE: Integrated Development Environment (vývojové prostředí)
- I/O: Input/Output (vstup/výstup)
- HTTP: HyperText Transfer Protocol (protokol pro přenos hypertextových dokumentů)
- URL: Uniform Resource Locator (jednotná adresa zdroje)
- RAM: Random Access Memory (paměť s přímým přístupem)

## B Přílohy

# Analýza lidského těla


Neuroinformatická laboratoř

Jméno: .....  
Pohlaví: .....  
Věk: ..... let  
ID: .....  
Datum: .....



### Mozek a smysly reakce pohybu

ruce  
Reakční doba: .....ms  
Zmeškáno: .....  
Chyba: .....  
nohy  
Reakční doba: .....ms  
Směrodatná odchylka: .....ms  
Nejlepší čas: .....ms  
Nejhorší čas: .....ms  
Barvocit: .....




### Srdce a krev

Tlak: ..... / ..... mm Hg  
Puls: ..... puls/min

Tepová frekvence: .....  
..... puls/min  
ST segment: ..... mm  
QRS interval: ..... s


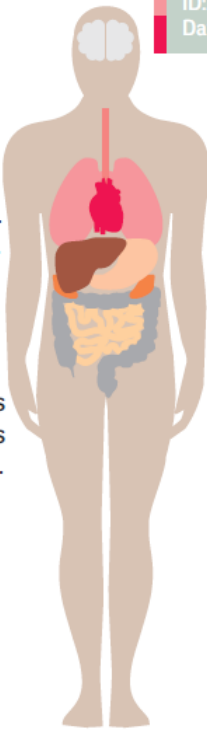
Glukóza: ..... mmol/l  
jidlo před měřením: .....



### Plíce

Vitální kapacita: ..... l  
Vydechnutý objem za první s.: ..... l  
Vrcholový výdechový průtok: ..... l/s

Výška: ..... cm  
Váha: ..... kg  
BMI: .....  
Svalová hmota: ..... %  
Voda: ..... %  
Tuk: ..... %  
Pružnost: ..... cm




BIOCLAB  
Medical Informatics:  
<http://neuroinformatics.kiv.zcu.cz/>  
[neuro@ntis.zcu.cz](mailto:neuro@ntis.zcu.cz)

<KIV> KATEDRA INFORMATIKY  
A VÝPOČETNÍ TECHNIKY

NTIS

FAKULTA  
APLIKOVANÝCH VĚD  
ZÁPADČESKÉ  
UNIVERZITY  
V PLZNI



Obrázek B.1: Formulář pro měření. Zdroj: Neuroinformatická laboratoř KIV