

**Návrh a implementace webové aplikace  
pro telemedicínské řešení zaměřené na diabetes**

Diplomová práce

Studijní program: Biomedicínské inženýrství a informatika

Studijní obor: Biomedicínské inženýrství

Autor diplomové práce: Bc. Milan Poláček

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Mužík, Ph.D., doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**Student:** Bc. Milan Poláček

**Studijní program:** Biomedicínské inženýrství a informatika

**Obor:** Biomedicínské inženýrství

**Název tématu:** Návrh a implementace webové aplikace pro telemedicínské řešení zaměřené na diabetes

### **Pokyny pro vypracování:**

Navrhněte a implementujte webovou aplikaci, která umožní pacientům s diabetem lépe pochopit základní principy onemocnění a umožní jim zlepšit jeho kompenzaci. Aplikace rovněž umožní lékařům vzdáleně sledovat chování pacientů ve vztahu k jejich onemocnění a umožní lékařům lépe radit pacientům se zlepšováním kompenzace. Aplikace bude dále využívána v klinických studiích ověrujících využití telemedicínských prostředků k optimalizaci léčby pacientů s diabetem.

Pro vývoj aplikace použijte technologie ASP.NET MVC a napojte ji na existující databázi postavenou nad MS SQL serverem. Aplikaci optimalizujte pro použití na počítačích a tablettech.

### **Seznam odborné literatury:**

- [1] Galloway, Jon a kol. - Professional ASP.NET MVC 5 - Indianapolis, Indiana 2014
- [2] Stuttard, Dafydd; Pinto, Marcus - Web application hacker's handbook 2nd Edition - Indianapolis, Indiana 2011
- [3] Mark Burnet, James C.- Hacking the code ASP.NET web application security - Rockland, MA 2004
- [4] Iakovidis, I a kol.- E-health: current situation and examples of implemented and beneficial e-health applications - Washington, DC 2004
- [5] Lazakidou, Athina A.- Handbook of research on informatics in healthcare and biomedicine - Hershey, PA 2006

**Vedoucí diplomové práce:** Ing. Jan Mužík, Ph.D.

**Platnost zadání:** do konce letního semestru 2016/2017

L.S.

prof. Dr. Ing. Jan Kybic  
**vedoucí katedry**

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
**děkan**

## **PROHLÁŠENÍ**

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

V Praze dne \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat zejména svému vedoucímu práce Ing. Janu Mužíkovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při realizaci projektu. Také bych rád poděkoval Bc. Anně Holubové za poskytnuté konzultace a informace k problematice diabetu. Dále bych rád poděkoval doc. Ing. Lence Lhotské, CSc. za hodnocení a cenné připomínky k mé diplomové práci.

Velké poděkování náleží mé rodině, která mne nejen při psaní této diplomové práce, ale i po celou dobu mého studia podporovala.

A v neposlední řadě bych chtěl ještě poděkovat kolegovi z Albertova Ing. Davidu Gillarovi, který mě také mnoho naučil.

Rád bych také poděkoval své korektorce, která mně velice pomohla s úpravou mých textů.

## **Název diplomové práce:**

Návrh a implementace webové aplikace pro telemedicínské řešení zaměřené na diabetes

## **Abstrakt:**

V současné době existuje řada softwarových řešení pro stahování a agregaci dat z mobilních zařízení pro podporu při léčbě pacientů s diabetem. Pro využití záznamů z různých přístrojů musí tedy mít pacient či lékař přístup i k různým aplikacím. Protože tyto aplikace nebývají mezi sebou kompatibilní, lze následně vyhodnocovat přenesená data pouze separovaně, tedy z každého zařízení zvlášť, což snižuje uživatelský komfort či dokonce brání jejich praktickému využití.

Mojí snahou tedy bylo vytvořit webový portál, kam by data z různých druhů přístrojů používaných pacienty byla automaticky přenášena a zároveň by zde pacient či jeho lékař měl možnost data v celistvosti prohlížet a analyzovat.

Tato diplomová práce se zabývá webovou aplikací Diani, která umožňuje automatický přesun, uložení a hodnocení dat z různých elektronických přístrojů, jakými jsou např. hodnoty glykémie, krevního tlaku, počtu nachozených kroků, tepové frekvence aj. Kromě zobrazení grafů je možné vést i osobní kartu pacienta s informacemi jako je váha, výška, HbA1c (glykovaný hemoglobin), hodnoty sacharidů v jídle, dávky inzulínu, spánek/bdění aj. Do systému lze v libovolném časovém rozmezí manuálně nahrávat i data z kontinuálních monitorů glykémie. Uvedená data jsou přehledně graficky zobrazena na časové ose. Uživatel může také generovat výpis záznamů do přehledné tabulky a využít jej během konzultace s lékařem.

Pomocí řídící logiky v jazyce C# a také JavaScriptu je v současnosti možné data zobrazovat v denním, týdenním a měsíčním náhledu, kde měsíční náhled je obohacen o trend glykémie. Pro další statistické zpracování dat lze data stáhnout ve formátu csv.

Systém Diani je postaven na architektuře ASP.NET MVC s podporou HTML a CSS. Aplikace je dále doplněna o opensource pluginy (jako např. Highcharts, Jquery, JavaScript apod.).

Vytvořili jsme funkční webové rozhraní pro přenos, sběr, analýzu a export dat z mobilních zařízení jako je aplikace diabetického deníku pro smartphone, krokoměr, glukometr, kontinuální monitor glykémie, váha a tlakoměr. Webovou aplikaci Diani používají v testovacím módu jak pacienti, tak lékaři.

## **Klíčová slova:**

telemedicina, ASP.NET MVC, C#, diabetes, edukace pacienta, highcharts, tenký klient

## **Master's Thesis title:**

Design and implementation of web application for telemedicine solution aimed to diabetes

## **Abstract:**

Currently there are many applications for downloading and aggregating data from mobile devices to help treating patients with diabetes. To use records from various devices, patients and doctors need to use and have access to many different applications. Since these applications tend not to be compatible, data from each device can then be evaluated only separately, which makes these applications less user friendly and even prevents users from using them.

My attempt was to create a web portal where all data from the different devices that patients use would be automatically downloaded to and where both patients and their physicians could access all data in their completeness.

This thesis is about the Diani web application, which enables automatic upload, storage and evaluation of data (i.e. glycemic index, blood pressure, heartbeat frequency or step count) from different electronic devices. It also enables each patient to have his own record card with information such as: weight, height, HbA1c, amount of carbohydrates in food, insulin dosage etc.

The system allows adding data from continuous glucometers manually at any time. The data can then be clearly displayed on a timeline. The user can also generate a report for a consultation with his physician.

Routines written in C# and JavaScript enable the system to display data in daily, weekly and monthly view. Monthly view also shows glycemic trend. Data can be downloaded in \*.csv format for further statistical analysis.

The Diani system is built using the ASP.NET MVC architecture with HTML and CSS support.

Further, the functionality is enabled by Open Source plugins (i.e. Highcharts, Jquery, JavaScript, etc.)

We created a functional web UI for collection, transfer, analysis and export of data from mobile devices such as: Diabetic diary smartphone app, pedometer, glucometer, continuous Glycemic monitor, personal scales or manometer.

Testing version of the Diani web application is being used by both physicians and patients.

## **Key words:**

telemedicine, ASP.NET MVC, C#, diabetes, patient education, highcharts, thin client

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| 1. Úvod.....   | 1  |
| 1.1. Přínosy práce .....   | 2  |
| 2. Problematika a její cíle.....                                       | 3  |
| 2.1. Diabetes mellitus .....   | 4  |
| 2.2. Selfmonitoring.....   | 6  |
| 2.3. Schválení lékařskou etickou komisí .....                          | 7  |
| 3. Stav poznatků o řešené problematice .....                           | 8  |
| 3.1. Dexcom Studio .....   | 8  |
| 3.2. CareLink Personal .....   | 10 |
| 3.3. Diasend .....   | 12 |
| 3.4. SiDiary.....  | 14 |
| 3.5. Nightscout .....  | 16 |
| 3.6. Zhodnocení dostupných aplikací pro selfmonitoring diabetiků ..... | 19 |
| 4. Metodika práce.....   | 20 |
| 4.1. Použité technologie .....   | 20 |
| 4.2. Sběr dat pro aplikaci.....  | 21 |
| 4.3. Softwarové vzory.....   | 23 |
| 4.3.1. Architektura MVC.....   | 23 |
| 4.3.2. Návrhový vzor Facade.....                                       | 25 |
| 4.4. Metodika vývoje.....  | 27 |
| 4.5. Návrh projektu.....   | 27 |
| 4.6. Uživatelská oprávnění .....                                       | 28 |
| 4.7. Popis jednotlivých částí.....                                     | 30 |
| 4.7.1. Přihlášení, úvodní stránka, stránka exportů.....                | 30 |
| 4.7.2. Navigační menu.....   | 33 |
| 4.7.3. Správa uživatelů .....  | 34 |
| 4.7.4. Pacient .....   | 36 |

|  |    |
|--|----|
| 4.7.5. Fitbit .....                          | 38 |
| 4.7.6. Nastavení uživatele.....              | 41 |
| 4.7.7. Grafy.....                            | 41 |
| 4.7.8. Registrace pacienta.....              | 42 |
| 5. Výsledky a jejich zhodnocení .....        | 44 |
| 5.1.     Vyhodnocení dotazníku.....          | 44 |
| 5.2.     Aplikace poznatků z dotazníku ..... | 47 |
| 6. Diskuze.....                              | 49 |
| 7. Závěr .....                               | 50 |
| 8. Citovaná literatura.....                  | 51 |
| 9. Použitá literatura .....                  | 52 |

## **Seznam užitých zkratek a slovních spojení**

|              |  |
|--------------|--|
| HbA1c        | glykovaný hemoglobin   |
| C#           | vysokoúrovňový objektově orientovaný programovací jazyk  |
| MVC          | návrhový vzor model-pohled-řadič (model-view-controller)   |
| ASP.NET MVC  | aplikační webový framework (aplikační rámec) implementující návrhový vzor model-pohled-řadič (model-view-controller) |
| MS SQL       | Microsoft standardizovaný strukturovaný dotazovací jazyk (Structured Query Language)                                 |
| HTML         | HyperText Markup Language, značkovací jazyk pro tvorbu webových stránek  |
| CSS          | kaskádové styly, jazyk pro popis způsobu zobrazení HTML značek   |
| WHO          | World Health Organisation, Světová zdravotnická organizace   |
| MODY         | Maturity-Onset Diabetes of the Young, volně přeloženo jako diabetes dospělého typu objevující se u mladých lidí      |
| NDP          | Národní diabetologický program   |
| CGM          | kontinuální monitor glykémie   |
| GL           | glykemická nálož (glycemic load)   |
| ID           | unikátní identifikátor   |
| pdf          | Přenosný formát dokumentů (Portable document format), formát dokumentu vyvíjený firmou Adobe                         |
| csv          | data oddělená desetinou čárkou (comma separated value), formát dokumentu   |
| aktivitometr | senzor pro měření aktivity a hloubky spánku (např. náramek Fitbit)   |

# 1. Úvod

Jedním z problémů dnešní doby je nebývalý nárůst osob s onemocněním diabetes mellitus. Pacienti s tímto onemocněním jsou často nedostatečně poučeni lékařem o kompenzaci (léčbě) tohoto onemocnění a to jak z důvodu nedostatku času na pacienta, tak příležitosti sledovat pacienta průběžně mezi návštěvami lékaře.

Ve spolupráci MUDr. Janem Brožem a schválením lékařskou etickou komisí nemocnice Motol začal testovací sběr dat pro zobrazení ve webové aplikaci Diani.

V současné době není mnoho aplikací, které zobrazují graf naměřené glykémie společně s naměřenou fyzickou aktivitou (viz podkapitoly z kapitoly 3 Stav poznatků o řešené problematice). Dalším negativem v této problematice je, že uživatelé nemají dostatečnou možnost stahovat data z různých zařízení v rámci jedné aplikace.

Cílem mé diplomové práce je vytvoření webové aplikace Diani, která bude disponovat základním zobrazením naměřených veličin (glykémie, aktivity určená počtem kroků, hloubkou spánku, množstvím podaného inzulínu a množství přijatých sacharidů), ale také nahráváním vyexportovaných dat z vybraných zařízení, správou zařízení, diabetickým deníkem, exportem dat pro statistická vyhodnocení a mnoha dalšími funkcionalitami (viz kapitola 4.7).

Budoucnost webové aplikace Diani je nadějná vzhledem k tomu, že pacientů s diabetem, kteří potřebují supervizi nebo edukaci ve své léčbě a kompenzaci svého onemocnění, ubývat nebude. Takzvaný tenký klient je vhodný nejenom pro pracovníky nemocničních zařízení, ale i pro pacienty. Těmto uživatelům následně odpadá starost o aktualizaci softwaru a pořizování výkonného hardwaru, který by jim data vyhodnotil.

## 1.1. Přínosy práce

Výsledky této diplomové práce, mají pacientům s diabetem usnadnit selfmonitoring a dodržování doporučeného režimu a současně jejich lékařům zjednodušit kontrolu a dohled nad svými pacienty s diabetem. Hlavní výhodou webové aplikace jsou jednoduché kontroly dávkování inzulínu v závislosti na předpokládané aktivitě nebo příjmu sacharidů. Kontrola probíhá na základě dříve zmíněných naměřených dat v závislosti na glykémii. Další výhodou tohoto tenkého klienta je multiplatformovost, a tedy nezávislost na operačním systému nebo zařízení, na kterém jsou data zobrazována. Výhodou systému je též jednoduchý aktualizační systém, kdy při opravě chyby nebo přidávání nové funkcionality stačí aktualizovat pouze na straně serveru. Uživatelům, kteří by chtěli hledat nové korelece v datech, stačí pouze stáhnout data měrených veličin pomocí jednoho kliknutí, bez nutnosti procházet aplikace od zařízení třetích stran, aby data stáhla.

## 2. Problematika a její cíle

Pro řešení problematiky sběru a zobrazení pacientských dat se MUDr. Jan Brož obrátil na společné pracoviště Fakulty biomedicínského inženýrství a 1. lékařské fakulty. Po rešerší již existujících systémů Ing. Jan Mužík, Ph.D. došel k závěru, že neexistuje dostatečně komplexní a konfigurovatelný systém, aby vyhověl požadavkům lékaře.

V polovině roku 2013 vznikl projekt, který měl vyhovět tehdejším požadavkům MUDr. Brože. Základními požadavky bylo, aby uživatel mohl jednoduše měřit pomocí setu (aktivitometr, glukometr). Hodnoty naměřené za dobu nošení se měly následně zobrazit tak, aby bylo možné sledovat souvislosti mezi naměřenými daty, kterými byla aktivita a glykémie.

Ing. Mužík, Ph.D. navrhl systém a set, který se skládá z několika částí. Jednalo se o set, jenž obsahoval chytrý telefon, na který se data ukládala a odesílala se na server ke zpracování. Tento set rovněž obsahoval aktivitometr Fitbit a glukometr. Další částí systému bylo využití aplikace pro chytré telefony s operačním systémem Android. Aplikace DiabetesDagboka je určena především pro záznam do diabetického deníku a pro zobrazení naměřených dat. Poslední částí systému byl tzv. tenký klient s názvem Diani, kterým se zabývá tato diplomová práce.

Požadavkem na tento systém bylo, aby uživatel, kterým v té době byl jen MUDr. Jan Brož a další výzkumní pracovníci, mohl zobrazit do infografiky naměřená data pacientů a sledovat závislosti glykémie a aktivity. Dalším rozšířením funkčnosti této webové aplikace, které navrhl Ing. Mužík, Ph.D. bylo zajištění jednoduchého propojení zařízení (v té době Fitbit) s pacientem. Rovněž tak i zpřístupnit sdílení dat (tzv. Fitbit účet) se systémem Diani, spravovat karty pacientů a nahrávat data z exportů různých zařízení.

V současné době využívají systém s aplikací Diani MUDr. Brož, další výzkumní pracovníci a samozřejmě testující nemocní s diabetem.

## 2.1. Diabetes mellitus

Nebývalý nárůst pacientů postižených diabetem patří k závažným problémům současné medicíny. Počet pacientů s tímto onemocněním roste (viz [1]) nejen v České republice, ale na celém světě, a to jak ve vyspělých, tak v rozvojových státech světa. Incidence pacientů s diabetem je tak vysoká, že Světová zdravotnická organizace (WHO) hovoří o celosvětové epidemii diabetu (viz [1], [2]).

Diabetes mellitus (úplavice cukrová či též cukrovka) je souhrnný název pro heterogenní skupinu chronických onemocnění spojených s poruchou metabolismu sacharidů. Jejich společným znakem je zvýšená hladina krevního cukru (hyperglykémie). Vzniká v důsledku nedostatečného účinku inzulínu při jeho absolutním či relativním nedostatku. Dlouhodobě vysoké množství glukózy v krvi negativně působí na řadu orgánů, poškozuje malé i velké tepny, oční sítnici, nervová vlákna a ledviny. Podle příčin vzniku rozlišujeme dva hlavní typy diabetu.

Pro diabetes mellitus 1. typu je charakteristická ztráta schopnosti organismu tvorit vlastní inzulín. Zvýšená koncentrace cukru v krvi je tedy způsobena nepřítomností hormonu inzulín, v důsledku čehož jsou pacienti s tímto typem onemocnění doživotně odkázáni na podávání inzulínu. Jedná se o autoimunitní onemocnění, při kterém vlastní imunitní systém pacienta ničí beta buňky slinivky břišní produkující inzulín. Tento typ diabetu postihuje zhruba 5 – 10 % pacientů s diabetem.

Převážná část nemocných, odhaduje se 90–95 %, je postižena diabetem 2. typu, který je způsoben sníženou citlivostí tkání vlastního těla pacienta k inzulínu. Zvýšená koncentrace cukru v krvi je tedy způsobena nedostatečným účinem inzulínu na cílové tkáně. Jedná se o typickou civilizační nemoc, na jejímž vzniku se u geneticky predisponovaných jedinců podílí především obezita, nedostatek fyzické aktivity a stres.

U malé části nemocných je diabetes mellitus důsledkem geneticky (monogenně) podmíněné poruchy funkce beta-buňky (tzv. MODY a většina případů novorozeneckého diabetu).

Vysoký populační výskyt diabetu vysvětluje zvýšený zájem medicíny o toto onemocnění. Přes veškeré pokroky ani moderní medicína diabetes mellitus dosud vyléčit neumí. Jedná se o onemocnění chronické a doživotní. Diabetes sám o sobě přináší svým nositelům četné komplikace, významně snižuje kvalitu jejich života a podílí se též na jejich zvýšené úmrtnosti.

Velmi závažné jsou četné komplikace diabetu (akutní i chronické), mezi něž patří postižení zraku (diabetická retinopatie), postižení ledvin (diabetická nefropatie, případně diabetické onemocnění ledvin), postižení nervů (diabetická periferní senzitivní neuropatie, diabetická autonomní neuropatie), postižení tepen (kornatění tepen, ateroskleróza), jehož důsledkem jsou náhlá smrt, infarkt myokardu, nedokrevnost dolních končetin a cévní mozkové příhody.

Celosvětově je diabetes mellitus nejčastější příčinou slepoty a nejčastější příčinou amputace dolních končetin.

Smyslem léčby diabetu je zabránit vzniku komplikací, v případě jejich vzniku pak alespoň zpomalit jejich vývoj. Cílem léčby diabetu je tedy prodloužení života nemocných při zachování jeho kvality.

S ohledem na celospolečenský dopad zvyšování počtu nemocných diabetem je třeba vytvořit předpoklady pro kvalitní odbornou terapii diabetu, která by nejen usnadnila život diabetickým pacientům a zvýšila jeho kvalitu při pokud možno zachování jejich pracovní schopnosti, ale která by zejména snížila riziko medicinských komplikací, a tím snížila náklady na léčbu těchto pacientů, včetně související nákladů sociálních [1].

Potřeba efektivního využití vědeckých poznatků, jejich odborně správné implementace do běžné praxe a důležitost koordinovaného postupu v boji s diabetem dala vzniknout Národnímu diabetologickému programu (dále jen NDP) 2012 – 2022, který navazuje na obdobné projekty z minulých let (NDP 1984 a NDP 2000) a definuje cíle, prostředky a kontrolní mechanismy. Jeho prosazení sníží neblahé důsledky kritické epidemie diabetu v České republice.

Národní diabetologický program má především podpořit vznik opatření pro prevenci diabetu, včasné diagnostiku diabetu, léčbu diabetu, prevenci komplikací diabetu a kontrolu systému. Aplikace programu povede ke včasnemu záchytu pacientů s diabetem, k systematické intenzivnější léčbě diabetu a ke snížení počtu komplikací diabetu, jakož i k vytvoření systému kontroly všech léčebných postupů a ke vzniku zpětné vazby z výstupů této kontroly.

## 2.2. Selfmonitoring

Kromě prevence, včasného záchytu vzniku diabetu a intenzivní terapie má nemalý význam při léčbě diabetu edukace. Nezbytnou součástí úspěšné léčby diabetu je kvalitní edukace všeobecně dostupná všem nemocným diabetem a prováděná profesionály. Edukace, ať již skupinová - formou různých edukačních programů pro cílené skupiny diabetiků či rekondičních pobytů, nebo individuální edukace – tzv. selfmonitoring by měla patřit do popředí zájmu všech subjektů zainteresovaných na provádění Národního diabetologického programu a její význam by neměl být podceňován.

Selfmonitoring by měl být nedílnou součástí každodenního života každého pacienta s diabetem. Kromě samotné kontroly glykémie zahrnuje selfmonitoring také samostatnou kontrolu krevního tlaku, hmotnosti, evidenci zkonzumovaných potravin, evidenci pohybových aktivit, případně dalších hodnot. Novější formou selfmonitoringu je tzv. kontinuální monitorace glykémií, a to buď pomocí zaslepeného senzoru, kdy zařízení pouze kontinuálně po určitou dobu snímá glykémie a výsledky jsou načteny a vyhodnoceny lékařem až po skončení monitorace, nebo pomocí tzv. „real time“ senzoru, kdy pacient vidí naměřené hodnoty glykémie kontinuálně a může na ně reagovat ihned. Předpokladem tohoto postupu je důkladná edukace pacientů. Poučení pacienti mohou svým aktivním přístupem a průběžnou kontrolou svých naměřených hodnot výrazně zmírnit následky, resp. průběh onemocnění, zejména pak minimalizovat vznik diabetických komplikací. Pravidelné samostatné měření hladiny glukózy v krvi a následná reakce nemocného jedince na naměřené hodnoty vede k její udržování glykémie, co nejblíže normálním hodnotám.

Řada studií potvrdila, že kvalitní edukace pacientů s diabetem spojená se samostatnou kontrolou a změnou režimu (zejména změna stravovacích návyků a zařazení pohybových aktivit, redukce hmotnosti) vede ke zlepšení klinického stavu pacientů a omezuje rozvoj komplikací diabetu.

Dietní režim je u diabetiků obou typů nezbytný, avšak nověji se prokazuje, že významnou roli v léčbě též hraje pohybová aktivita, podle některých odborníků dokonce větší než přísná dieta. Zvláště u diabetiků 2. typu s nadváhou či obezitou je faktor pohybu velice důležitý. Pohyb v kombinaci s dietou je v podstatě jedinou možností, jak zvýšit citlivost tkání na inzulín a obnovit tak vstup glukózy (cukru) do buněk, kde dochází k jeho spotřebě. Tím, že při pohybu dochází ke zvýšení citlivosti tkání na inzulín, mohou často pohybově aktivní pacienti, rozumí se pod dohledem lékaře, mnohdy snížit dávky inzulínu. Součástí moderní léčby diabetu je tedy fyzická aktivita.

Optimální využití monitoringu glykémií vyžaduje adekvátní frekvenci (a pravidelnost) prováděných měření, edukaci nemocného a jasná doporučení, jak reagovat na získané výsledky úpravou konzumace stravy, pohybové aktivity a dávek léčiv. Přínos selfmonitoringu je možno nalézt též v možnosti zachytit hypoglykémii před činnostmi, které vyžadují soustředěnost a plnou pozornost pacienta, neboť u téhož pacienta je možno v souvislosti s rozdíly ve stravování, intenzitě pohybu apod. zachytit v jednotlivých dnech značnou variabilitu hodnot glykémie.

Vzhledem k rozdílnému přístupu pacientů k jejich onemocnění diabetem, k různému stupni motivace k dodržování správných zásad léčby a životosprávy a vnímání nutnosti pečlivé evidence naměřených hodnot a jejich vyhodnocování, přispívá vytváření pomůcek, které usnadňují uspořádání naměřených hodnot, resp. jiných dat a jejich interpretaci, k významnému zlepšení efektivity selfmonitoringu.

Různé druhy pomůcek umožňujících zachycení naměřených hodnot a jejich následné porovnávání jsou pacienty s diabetem i jejich lékaři stále více využívány a skutečně vedou k zefektivnění léčby.

### **2.3. Schválení lékařskou etickou komisí**

Sdílení pacientských dat, před začátkem studie spojené s tímto projektem, a to včetně aplikace Diani, bylo konzultováno s lékařskou etickou komisí Fakultní nemocnice Motol. Komise schválila sdílení anonymizovaných pacientských dat pro tuto výzkumnou činnost.

### 3. Stav poznatků o řešené problematice

V této kapitole se budu zabývat aplikacemi pro selfmonitoring, které mají obdobnou funkcionalitu jako aplikace, která je předmětem této diplomové práce. Jedná se nejen o webové aplikace, ale i o aplikace pro stolní počítače a pro chytré mobilní telefony (Smartphone).

#### 3.1. Dexcom Studio

Dexcom studio je aplikace pro stolní počítače, kterou lze využívat společně s přístroji pro dlouhodobé měření a monitorování glykémie (dále jen zkráceně CGM) od výrobce Dexcom. Aplikace disponuje několika nástroji (grafickým výstupem), které mají pacienta vést ke správnému užívání inzulínu.

*Pattern Map* zobrazuje několik měření v denním náhledu ze specifického časového úseku. Pod grafem glykémie zobrazuje identifikovaná kritická místa, kde pacient pravidelně chybuje v aplikaci inzulínu.



Obrázek 1 Aplikace Dexcom Studio s grafem Pattern map

Statistika *Insights and Potential Solutions* předkládá uživateli tabulkou s pravidelnými sekvencemi (nočními a denními) nízkých (resp. vysokých) hodnot glykémie. V této infografice také poskytuje doporučení, jak výše zmíněným stavům předejít.

Další statistickou tabulkou, kterou nalezneme v aplikaci Dexcom studio je *Summary Statistics and Interpretation*. Tento přehled poskytuje informace o četnosti rozložení úrovni glykémie, standartní odchylce, četnosti kalibrace senzoru pro měření, průměrné hodnotě glykémie.

Grafy, které se v různých obměnách vyskytují ve většině aplikací zaměřených na tuto problematiku, jsou označeny jako *Hourly Stats Report*, *Daily Trends Report*, *Glucose Trends Report*. Tyto grafy zobrazují průběh glykémie po daných časových úsecích (jak názvy naznačují) a poskytují pacientovi různé informace v rozsahu svého určení.

Dalšími statistikami v grafech a infostatistikách, které mají pacienta vést, jsou *Glucose Distribution Report*, *Daily Stats Report*, *Success Report*. *Glucose Distribution Report* uvádí tzv. koláčové grafy rozložení do tří hladin (high, low, normal) a histogram rozložení hladin glykémie. *Daily Stats Report* předkládá tabulkou s cílenými hodnotami, přehledem naměřených hodnot a koláčovými grafy. *Success Report* zobrazuje infografiku, která porovnává kontrolovanou hodnotu glykémie v týdenním, měsíčním nebo čtvrtletním náhledu.

## 3.2. CareLink Personal

CareLink Personal je webová aplikace, která je dostupná uživatelům používající zařízení od firmy Medtronic.

Webová aplikace umožnuje uživateli vést si diabetický deník, propojit svá zařízení s účtem, generovat zprávy, které obsahují statistické grafy a tabulky. V předvolbách si uživatel může nastavit personalizované hodnoty dolní, resp. horní hranice glykémie a práh hypoglykémie, jednotky glykémie, sacharidové jednotky pro diabetický deník a převodní faktor pro sacharidy.

Uživatel rovněž může provést několik druhů exportu dat pro vyhodnocení svých vlastních dat. Jedním z možných exportů je tzv. denní souhrn, který obsahuje graf glykémie, výdej inzulínu, hodnoty sacharidů a tělesné aktivity z diabetického deníku a souhrnnou tabulkou statistik.

Deník je možno exportovat pro specifické časové rozmezí. Obsahuje také průměrné statistické hodnoty a pro daná časová období (snídaně, oběd, večeře, večer, spánek) hodnoty glykemické nálože (od anglického Glycemic load dále jen GL) v poměru sacharidů a bolusů.

Tabulka údajů je dalším možným exportem, který poskytuje informace o naměřených hodnotách glykémie glukometrem, datech ze senzoru, o alarmech, výdeji inzulínu a plnění pumpy. Ale zjistíme také změny nastavení, testy kontrolního roztočku a další diagnostické informace o pumpě a senzoru. Tuto tabulku je možné vyexportovat pro specifické časové období.

Dalším exportem je modální den podle intervalu, kde nalezneme graf statisticky vyhodnocených hodnot intervalů (např. po snídani) glykémie a naměřené hodnoty pro stanovené období měření. Tento export zároveň obsahuje souhrnnou statistickou tabulkou s hodnotami GL, počtem měření a počtem hypoglykemií.

Jiným exportem je modální den podle hodin, který lze vytvořit pro interval 2, 4, 8, nebo 12 týdnů. Grafy jsou podobné jako u předchozího exportu, kde je graf statisticky upravený po hodinových intervalech. Tabulka byla nahrazena koláčovým grafem doplněným tabulkou o statistickém rozložení hodnot podle nastavených hranic hypoglykémie resp. hyperglykémie a je doplněna tabulkou GL.

Export souhrnu trendů ukazuje v několika grafech a statistických tabulkách hodnoty glykémie, celkové denní dávky glykémie a sacharidů. Grafy jsou následovány souhrnnou tabulkou pro jednotlivé dny a pro vybraný časový interval.

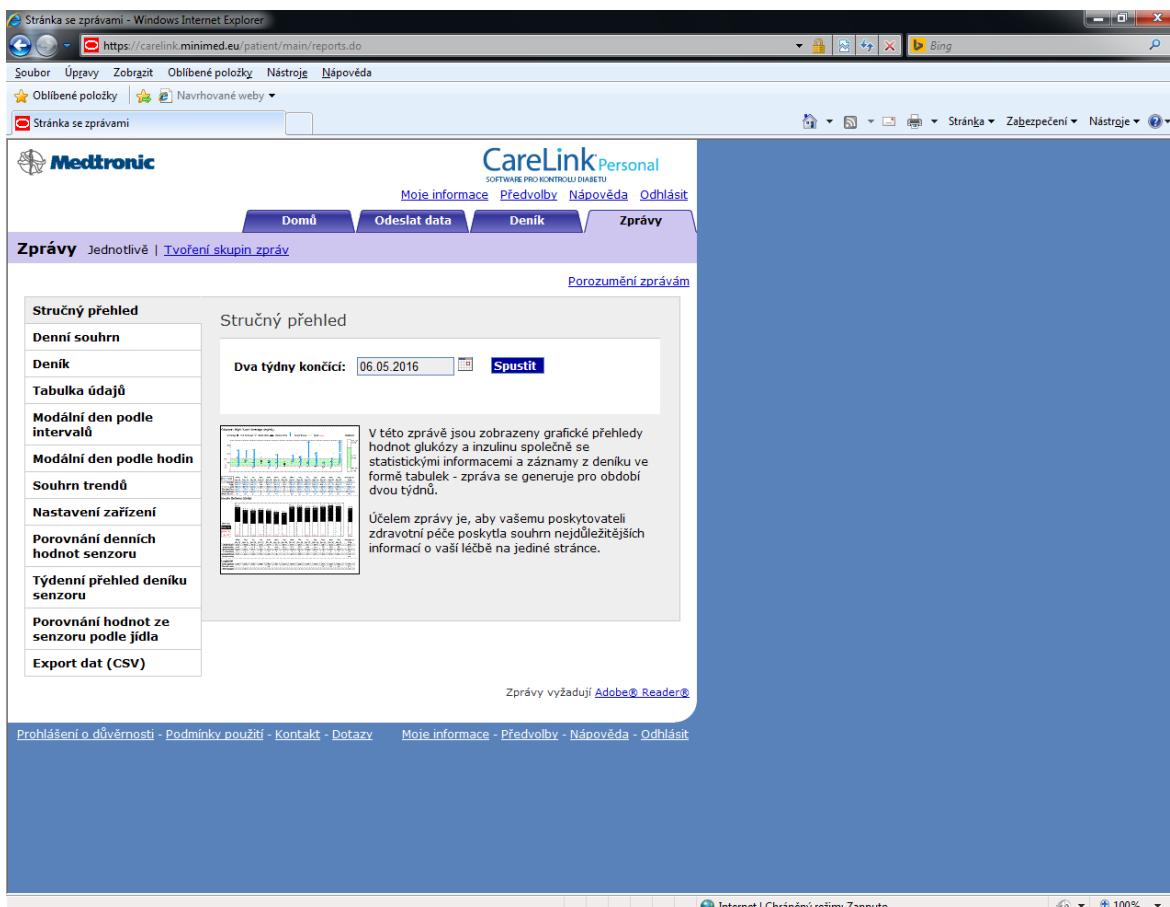
Jedním z dalších exportů je graf nastavení bazálních dávek.

Porovnání denních hodnot senzoru umožnuje uživateli vyhodnotit z grafů a tabulek průběh naměřených hodnot z CGM ve vybraném časovém intervalu v jednom grafu a zároveň v tabulkách zhodnotit korekci svých dávek inzulínu.

Týdenní přehled deníku senzoru exportuje tabulkou s daty senzoru a deníku společně s cílovými rozsahy. Uživatel tak tedy může analyzovat vlivy různých událostí na glykémii.

Porovnání hodnot ze senzoru podle jídla generuje export s grafy a tabulkami pro zhodnocení dávkování inzulínu v období hlavních jídel (snídaně, oběd, večeře).

Výše jmenované exporty jsou vytvářeny ve formátu Portable document format (dále jen pdf).



Obrázek 2 Aplikace CareLink Personal spuštěná v Internetu Exploreru 8 v rozlišení 1280 x1024

Posledním možným exportem je export ve formátu csv (data oddělená čárkou – comma separated value), který umožňuje naměřená data importovat do vlastního systému a podrobit ho vlastní analýze.

Velkou nevýhodou tohoto systému však je, že tato webová aplikace je podporována jen s určitými verzemi prohlížečů a také s učitými verzemi operačních systémů. Design je optimalizován pro dnes již zastaralé podporované rozlišení, a to 800 x 600.

### 3.3. Diasend

Diasend je všeobecnou webovou a mobilní aplikací, která umožňuje propojit několik zařízení. Já se zaměřím na webovou aplikaci. Výhodou webové aplikace Diasend je to, že podporuje českou lokalizaci.

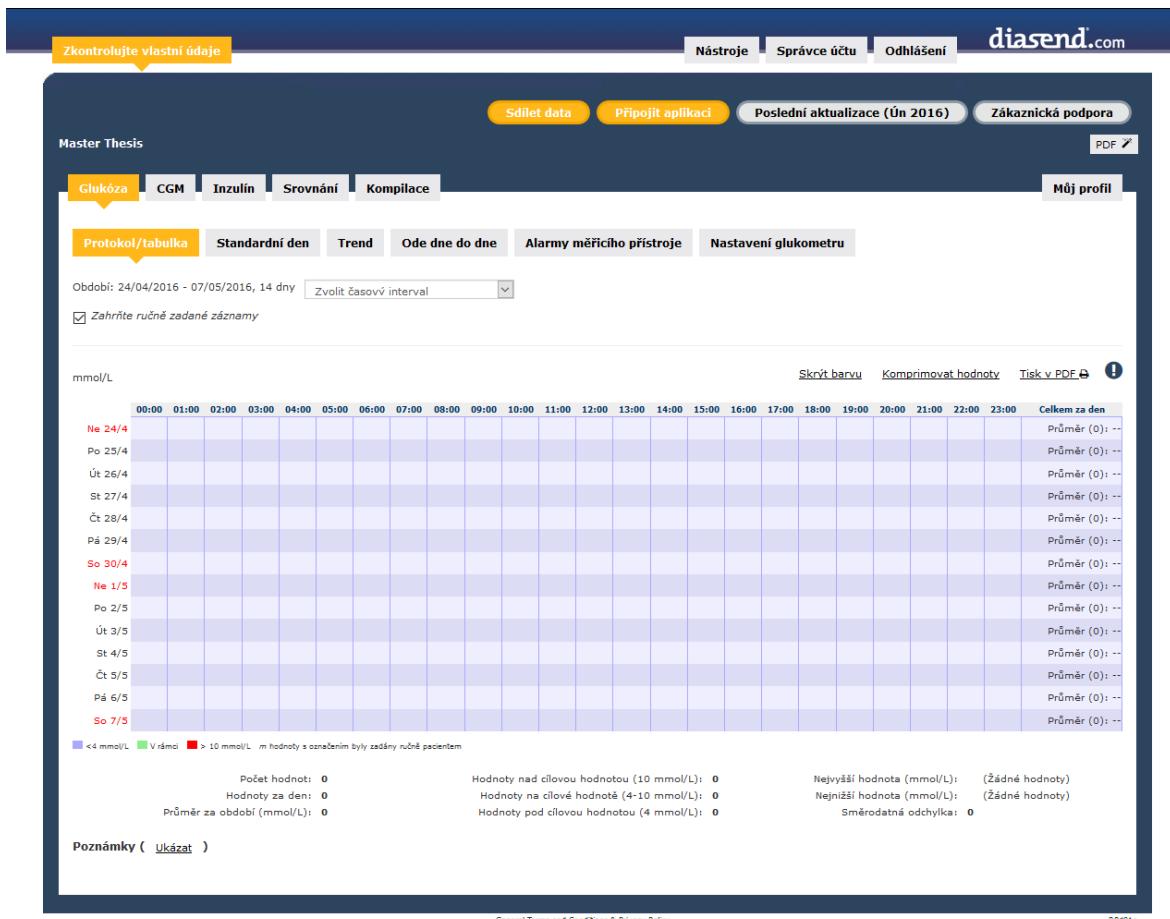
Aplikace Diasend slouží pro sběr dat z monitorů aktivity jako je Fitbit, Jawbone UP. Dále je možné aplikaci Diasend propojit s aplikacemi Moves a Runkeeper, které po instalaci na chytrý mobilní telefon umožňují monitorovat aktivitu uživatele. Pro sledování glykémie se propojuje účet Diasend s Dexcom G5 mobile, který sleduje pomocí senzoru kontinuálně stav glykémie.

Diasend ve webové aplikaci má několik základních sekcí infografik. První je sekce glukóza. V této sekci lze prohlédnout data v tabulce v různých časových intervalech (poslední týden, poslední 2 týdny, poslední měsíc a libovolný časový interval). Zároveň můžeme prohlédnout i data v grafu ve standardním dni v předdefinovaných časových intervalech s možností interval posunout od půlnoci k půlnoci druhého dne nebo od poledne k poledni druhého dne. Dalším grafem v této sekci je trend, který lze zobrazit v různých fázích dne v daném časovém intervalu. Posledními podsekci je tabulkový výpis hodnot po dni, alarmy měřicího přístroje a tabulka nastavené glukometru.

U kontinuálního monitoru glykémie, můžeme zobrazit opět graf standartního dne s krabicovými grafy (boxplot), průměrnou křivkou a křivkou mediánu. Zde je možné přepnout graf do modálního režimu, kdy pro zvolený časový interval vykreslí po dni křivku do jednoho grafu. Také je zde, jako v předcházející sekci, podsekce trend a tabulkový výpis hodnot po dni. Statistika nám zde pak umožňuje pro zadaný časový interval zobrazit počet odečtu hodnot, medián a průměr hodnot z kontinuálního monitoru glykémie, minimální a maximální hodnotu, 25% a 75% kvartil.

Sekce inzulínu nabízí graf bolusu spolu s bazální dávkou, také trend, tabulkový výpis hodnot po dni, alarmy pumpy a nastavení pumpy. Grafy po dni vykreslující bolusové dávky a tabulkou dodržení bolusu.

V sekci srovnání jsou dvě podsekce. První je protokol/tabulka, kde lze porovnat dávkování inzulínu z inzulínové pumpy a bolusových dávek, příjem sacharidů, alarmy pumpy. Druhou podsekcí je *ode dne ke dni*, která sdružuje infografiku kontinuálního grafu glykémie, basální s bolusovou dávkou v průběhu dne a koláčového grafu poměru basální a bolusové dávky. Tyto grafy jsou doplněny o tabulkou výpisu hodnot basálních a bolusových dávek v čase pro daný den.



Obrázek 3 Webová aplikace Diasend, tabulka diabetického protokolu

Poslední částí s infografikou je komplikace, ve které se zobrazují tabulky průměrných hodnot glukózy, kontinuálního monitoru glykémie, inzulínu, sacharidů a aktivity. Tyto základní tabulky jsou doplněny koláčovými grafy a podrobnějšími tabulkami se statistikami glukózy, kontinuálního monitoru glykémie, inzulínu, sacharidů.

Uživatel může všechny výše zmíněné infografiky exportovat do dokumentu ve formátu pdf.

Ve správě uživatelského účtu nalezneme možnost sdílet svá data s klinikou podle ID, ale také možnost exportovat data do Microsoft Excelu. Ve správě uživatelského účtu také může propojovat svůj Diasend účet s externími účty (Fitbit, Runkeeper atd.).

V sekci nástroje může uživatel upravovat a případně exportovat svoji databázi potravin, kterou lze využít pro rychlé zadávání sacharidů v diabetickém deníku.

Systém Diasend poskytuje robustní servis pro pacienta s diabetem a umožňuje mu sledovat správné užívání inzulínu pomocí mnoha infografik.

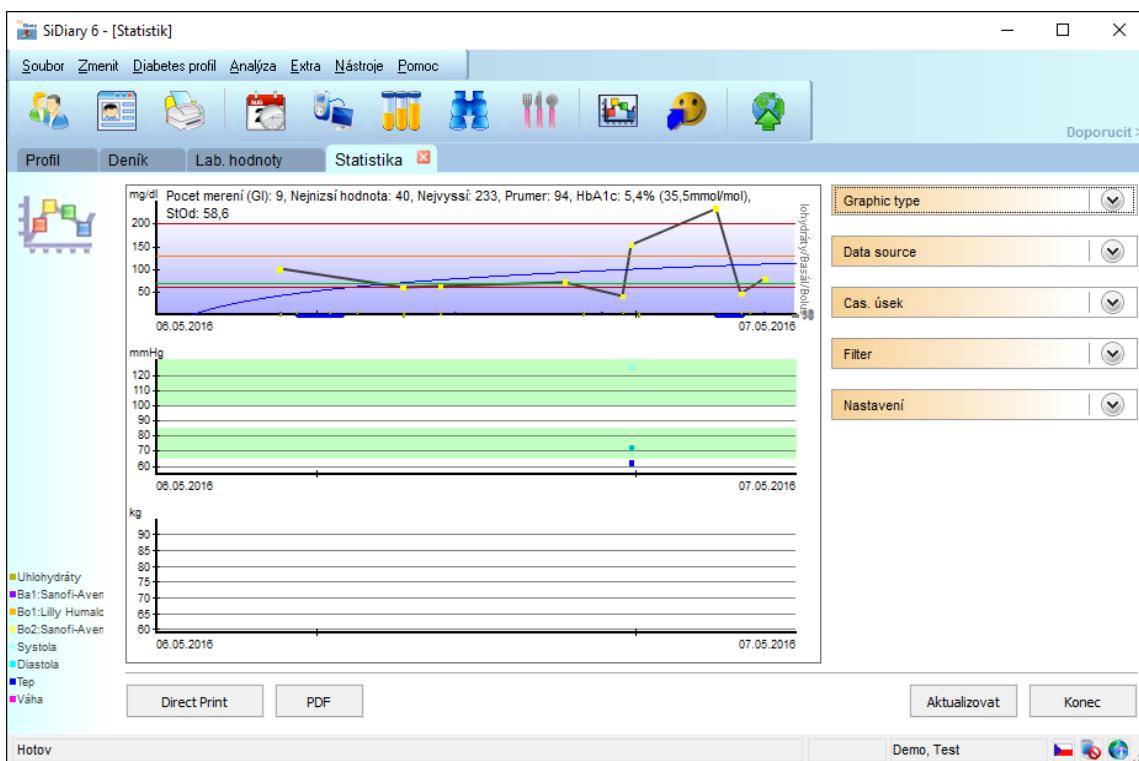
### 3.4. SiDiary

Firma Sinovo vyvíjí aplikaci, jak pro zařízení typu stolní počítač (resp. notebook), tak pro chytré telefony. Já se zaměřím na aplikaci pro počítače.

Tato aplikace umožňuje vést si diabetický deník. Disponuje sekcí se statistikami, kde uživatel může přepínat mezi několika typy grafů (kruhový, přímkový, sloupcový, modální). Pro každý z těchto typů může uživatel zvolit jen určitou množinu zobrazených dat (glykémii, bolusovou či bazální dávku, uhlohydráty, krevní tlak a tep atd.).

Sekce laboratorní hodnoty nám zprostředkovává výpis výsledků v čase se zadanými hodnotami a normální oblastí pro danou veličinu.

V sekci potravin můžeme vkládat jednotlivé potraviny. Parametry pro potravinu jsou: výrobce, typ, popis, velikost porce, uhlohydráty, tuk, bílkoviny, kalorie a glykemický index. Tato sekce je zjevně nedokončená, protože výrobce a typ jsou jen ze jmenného seznamu a nelze přidat vlastního. U několika parametrů položky potraviny nejsou dokonce vypsány jednotky.



Obrázek 4 Aplikace SiDiary verze 6

Sekce trend zobrazuje jednoduchou infografiku se šípkami a emotikony pro měřené veličiny jako jsou: intenzita měření, glykovaný hemoglobin (HbA1c), standartní odchylka a postprandiální stav. Nastavení hranic hodnocení trendů lze udělat v příslušném dialogovém okně podle tří kritérií. Čtvrté kritérium je automaticky nastaveno podle lékařských norem.

Některé z výše zmíněných sekcí umožňují uživateli zvolit období, za které se data zobrazí, respektive zpracují.

V nastaveném profilu lze měnit druh medikace (resp. kompenzace) diabetu, typ diabetu, jednotky glykémie a další standartní parametry (jméno, rok narození, hraniční hodnoty hypoglykémie a hyperglykémie, cílové hodnoty tlaku).

Aplikace SiDiary však umožňuje připojit zařízení (tlakoměr, glukometr atd.) ke stahování dat do stolního počítače pouze pomocí kabelu USB. Dalším nedostatkem této aplikace je vágní překlad do české lokalizace.

### 3.5. Nightscout

Nightscout je projekt otevřeného softwaru (tzv. open-source), který vznikl z iniciativy rodičů (tzv. do it yourself – udělej si sám). Projekt Nightscout je kompletní systém podporující stahování a ukládání dat z několika typů zařízení od výrobců Dexcom, Medtronic a FreeStyle. Na webových stránkách projektu je uveden podrobný návod s doporučeními, jak nainstalovat cloud server, kam se ukládají data. Je zde také uveden způsob propojení zařízení s chytrým telefonem a následná nastavení pro propojení celého systému. Přiblížím zde na webovou aplikaci, která zobrazuje stažená data na cloud serveru.

Po přihlášení k webové aplikaci se zobrazí klasický náhled grafu průběhu dat s infografikou trendu (šipkou) podle vybraného období náhledu. V tomto grafu lze zobrazit data v časovém úseku 3,6,12 nebo 24 hodin. Období lze zvolit jen poslední dva dny.

Možnosti hlubší analýzy naměřených dat nalezneme v sekci Report. První podsekcí je *Day to day*, která zobrazuje denní grafy pro zvolené období.

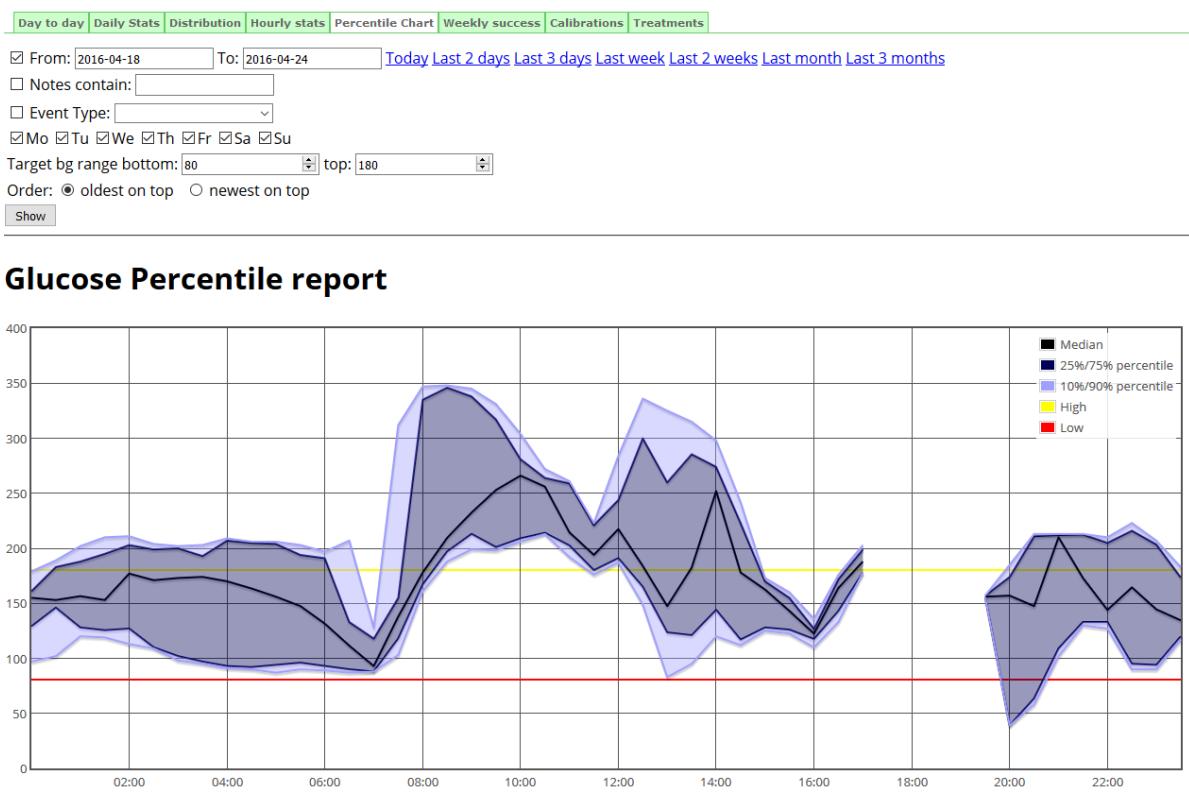


Obrázek 5 Úvodní obrazovka aplikace Nightscout, graf naměřených hodnot

Statistické výsledky pro jednotlivé dny ve zvoleném období nalezneme v *Daily Stats*. Tabulka s jednotlivými instancemi pro každý den zobrazuje procentuální rozložení naměřených dat nízké, normální nebo vysoké glykémie. Tato data jsou znázorněna také v koláčovém grafu. Rovněž zde najdeme počet načtených dat, minimální a maximální hodnotu glykémie, střední hodnotu a medián glykémie pro jednotlivé dny a horní respektive dolní quartil.

Podsekce *Distribution* zobrazuje tabulku společně s koláčovým grafem. Zde je znázorněno rozložení nízké, normální a vysoké glykémie za celé zvolené období. Také počet měření v jednotlivých třídách, průměr, medián a standartní odchylka v jednotlivých třídách.

## Nightscout reporting



Obrázek 6 Statistická sekce aplikace Nightscout, graf Percentilu

*Hourly stats* zobrazuje krabicový graf ve zvoleném období v denním náhledu po hodinových úsecích. Graf je doplněn tabulkou s hodnotami v daných hodinách.

*Percentil Chart* zobrazuje graf s průměrným průběhem ve zvoleném období. Tato křivka je ohrazena horním a dolní quartilem resp. Decilem (Obrázek 6).

Dalšími podsekci jsou *Weekly success*, *Calibrations*, *Treatments*. Ve *Weekly success* si uživatel zobrazuje tabulkou se statistikou dat podle svých přednastavených kritérií. V podsekcii *Calibrations* nalezneme graf svých kalibrační měření. Poslední podsekci je *Treatments*, kde se nalézá tabulka

s diabetickým deníkem, který obsahuje položky glykémie, inzulín, sacharidy, basální dávka, trvání, percentil, zdroj vložení a poznámka. Všechny výše zmíněné podsekce podporují zobrazení dat ve zvoleném období a umožňují vybrat uživateli jen specifické dny (např. pouze soboty a neděle). Filtrovat získané informace můžeme rovněž podle zobrazení dat dle typu události a specifické poznámky.

Systém Nightscout je robustní řešení, které však není lokalizované pro český jazyk. Pro vytváření detailnějších analýz je potřeba hlubší znalosti programování a dalších technických dovedností.

### **3.6. Zhodnocení dostupných aplikací pro selfmonitoring diabetiků**

Telemedicínské aplikace, které jsou v současné době dostupné na trhu, neumožňují uživateli ať už lékaři nebo pacientovi s diabetem jednoduše sledovat naměřené veličiny. Řada aplikací pro zobrazení naměřených dat umožňuje zobrazit data pouze z konkrétních zařízení, která jsou nejčastěji spjata s výrobcem. Nejen že uživatel je nucen v některých případech instalovat více aplikací, aby mohl zobrazit naměřená data z různých typů aplikací. Ale v těchto případech pro porovnání a hledání souvislostí v naměřených datech musí přepínat mezi okny aplikací.

Aplikace, které umožňují zobrazení dat z různých typů zařízení a různých veličin existují. Bohužel tyto aplikace také neumožňují jednoduché porovnání dat a hledání souvislostí v nich.

Řada těchto aplikací není zcela intuitivních a jejich design nepodporuje více rozlišení. A s nástupem mobilních zařízení (např. tablet) jejich design není optimalizován pro užívání na těchto typech zařízení.

## 4. Metodika práce

V této kapitole se budu zabývat použitými technologiemi, metodikami vývoje a návrhu softwaru, které jsem při vývoji na aplikace Diani využil.

### 4.1. Použité technologie

V počátcích projektu jsem na doporučení vedoucího diplomové práce začal vyvíjet aplikaci Diani v ASP.NET MVC verze 4. V této době se jednalo o poslední verzi tohoto webového aplikačního frameworku, který implementuje návrhový vzor Model-View-Controller (Model-Pohled-Řadič). V současné době je Diani vyvíjena ve verzi 6.

Samotná stránka (View - Pohled) je implementována pomocí HTML značek, kaskádových stylů CSS a značkovacího jazyka ASP.NET Razor. Kaskádové styly jsou doplněny o třídy z knihovny Bootstrap, která nabízí třídy kaskádových stylů založené na kaskádových stylech, kódu javascript a dalších podkladů.

Jedním z důvodů ke zvolení této technologie byla již existující business logika, která je postavena na technologii .NET framework.

Pro propojování uživatelských účtu Fitbit s aplikací Diani jsem využil knihovnu Fitbit .NET. Tuto knihovnu třetích stran výrobce doporučuje na svých stránkách pro vývojáře.

V zadání bylo, aby součástí aplikace bylo vykreslování grafů. Pro řešení této problematiky byla zvolena knihovna třetích stran DotNet.Highcharts, která je založena na javascriptové knihovně Highcharts.

Pro export dat do dokumentu typu Portable document format (dále jen pdf), využíváme knihovnu třetích stran PDFsharp & MigraDoc, která pomocí jednoduchých objektů umožňuje vývojáři data usporádat do (tabulek, odstavců atd.) exportovaného pdf dokumentu.

## 4.2. Sběr dat pro aplikaci

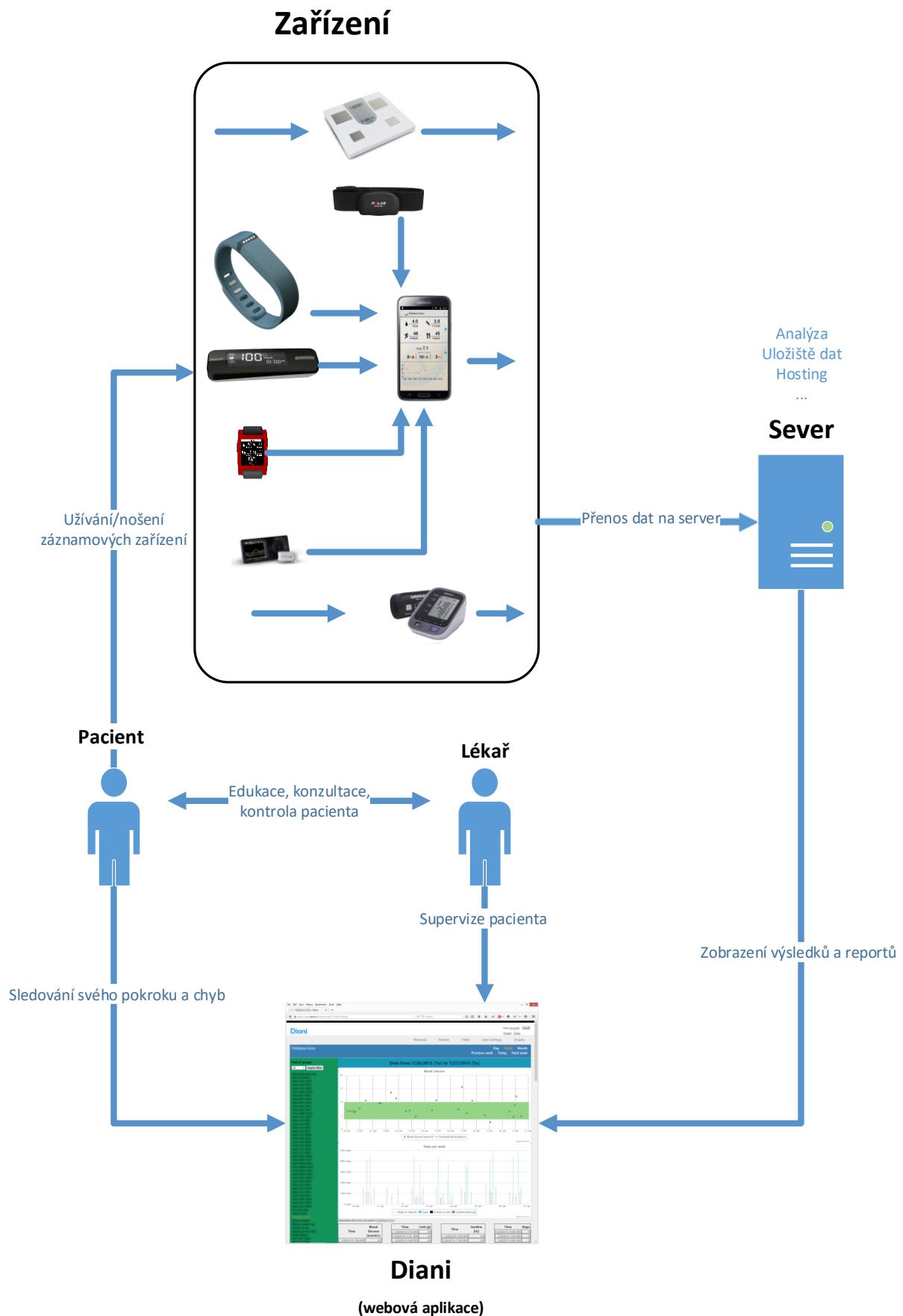
Data jsou sbírána pomocí snímače fyzické aktivity (krokoměr), kontinuálním glukometrem (CGM), mobilní aplikací jako je diabetický deník, hrudní pás snímající tepovou frekvenci, tlakoměr a váha.

| Zařízení                         | Veličina   | Režim sběru dat                             |
|----------------------------------|--|---|
| Fitbit                           | Fyzická aktivita (počet kroků), tepová frekvence, tělesná hmotnost, hloubka spánku | Automatizovaný sběr pomocí mobilní aplikace |
| Fora Diamond                     | Glykemie   | Automatizovaný sběr pomocí mobilní aplikace |
| Fora Active P30                  | Krevní tlak  | Automatizovaný sběr pomocí aplikace         |
| Freestyle Navigator II           | Kontinuální glykemie   | Manuální import reportů z aplikace výrobce  |
| Guardun REAL-Time                | Kontinuální glykemie   | Manuální import reportů z aplikace výrobce  |
| Dexcom G4 Platinum               | Kontinuální glykemie   | Automatizovaný sběr pomocí mobilní aplikace |
| Diabetesdagboka Pebble Companion | Glykemie, inzulín sacharidy, fyzická aktivita                                      | Automatizovaný sběr pomocí mobilní aplikace |
| Adidas miCoach                   | Tepová frekvence   | Manuální import reportů z aplikace výrobce  |

Tabulka 1 Zařízení pro sběr dat [3]

Některá sbíraná data jsou v průběhu měření odesílána prostřednictvím chytrého telefonu (Smartphone) přímo na server (cloud), kde jsou bezpečně ukládána a předzpracována pro pozdější analýzu.

Naměřená data může lékař a pacient průběžně sledovat a generovat reporty pro detailnější analýzu ve specializovaných nástrojích. Data lze exportovat také buď předzpracovaná, nebo bez úprav do formátu dat oddělných desetinou čárkou (csv – comma separated value) s uniformním vzorkováním.



Obrázek 7 Schéma sběru dat

## 4.3. Softwarové vzory

### 4.3.1. Architektura MVC

Jak je uvedeno v dostupné literatuře softwarová architektura Model-View-Controller (Model-Pohled-Řadič dále jen MVC) není žádnou novou myšlenkou v softwarovém inženýrství. Poprvé byla použita firmou Xerox na projektu Smalltalk někdy v roce 1978. Dnes je tato softwarová architektura spojována zejména s webovými aplikacemi.

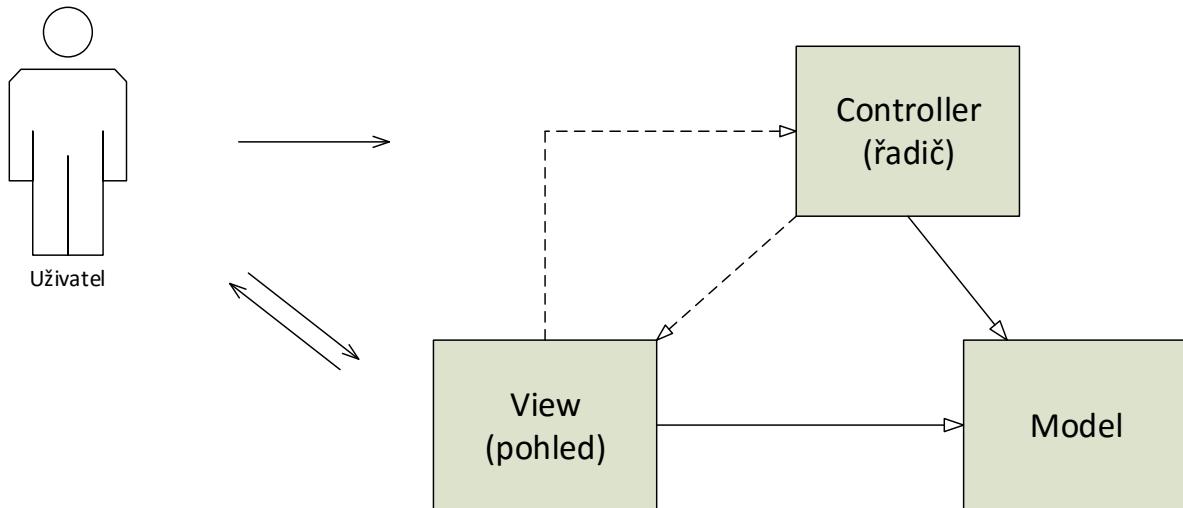
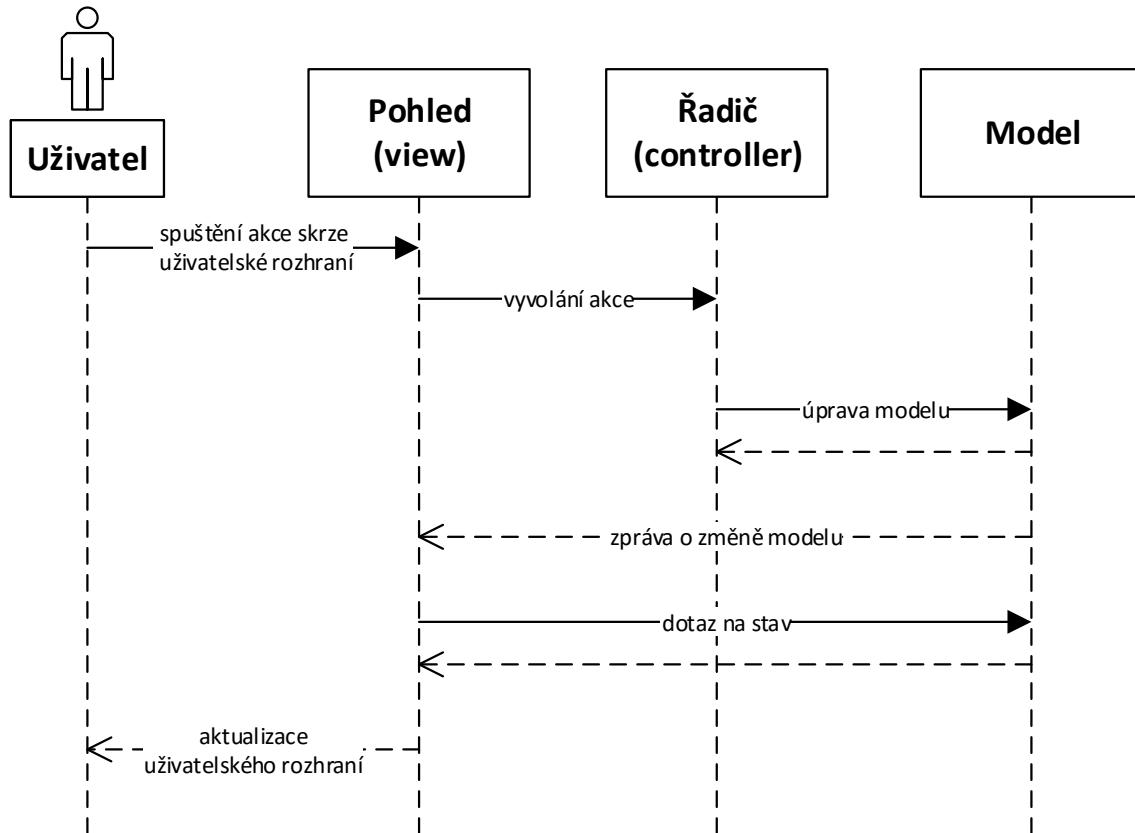


Diagram 1 Obecný diagram architektury MVC [4]

Využití architektury MVC pro webové aplikace je příhodné. Rozdělí totiž kód aplikace podle jejich vlastností. Uživatel odešle požadavek pro vykonání akce, kterou zpracuje Controller (řadič) a vrátí patřičná data View (pohled). V některých případech může být součástí těchto dat Model, který obsahuje data.



Jak je vidět na diagramu (Diagram 1), přímá vazba je jen mezi řadičem a modelem, aby ho mohl měnit. Přímý odkaz má také pohled, aby mohl data zobrazit.

Využití architektury MVC je vhodné pro webové aplikace, které se snaží oddělit programovou logiku od výstupu. A tedy nekombinovat HTML kód s programovým kódem a databázovou logikou (Business Logic).

Jedná se tedy o standardizovaný model tří aplikačních vrstev, a to vrstvy datové, funkční a prezentační.

Model je tedy vrstvou, která zastává úlohu datové logiky aplikace. Často je však programátoři ze starší literatury chápán jen jako jakýsi prostředník, který je datovým objektem (obrazem) například tabulkou v databázi. V současné době se zdůrazňuje fakt, že se nejedná jen o objekt pro přenos dat, ale i pro jeho validaci, výpočty, databázové dotazy apod.

View (pohled) zajišťuje prezentaci výstupu ve webovém prohlížeči. Tento výstup je nejčastěji nějakou stránkou, která je založena na HTML a na značkách jiného značkovacího jazyka. To umožňuje zobrazovat předaná data z řadiče (Controller) pomocí modelu a provádět cykly a další potřebné operace.

Controller (řadič) je poslední částí této architektury. Úkolem řadiče (Controller) je být prostředníkem, se kterým uživatel komunikuje a propojuje model (model) i view (pohled). Uživatel tedy prostřednictvím view (pohledu) vyvolá akci v řadiči (controller). Ten okamžitě reaguje a na základě volané akce rozhoduje jaký pohled (view) odeslat a na základě jakých událostí naplnit případný model pro tento pohled (view).

Tento princip je využit v frameworku vytvořeném Microsoftem a to ASP.NET MVC a je dnes běžnou součástí jejich vývojářského nástroje Visual Studio.

#### 4.3.2. Návrhový vzor Facade

Návrhový vzor Facade se používá pro řešení v případě, že je třeba rozsáhlý kód zjednodušit. Při vývoji aplikací se často potýkáme s problémem, kdy programátor (vývojář) vytvoří velice rozsáhlou (rozvětvenou) a komplexní třídu (resp. metodu), která řeší „vše“. V tomto případě by se kód měl tzv. refaktorizovat na dílčí metody, které pak nejlépe řeší právě jeden problém.

Třída typu Facade je rozhraním, které slouží ke zjednodušení komunikace mezi různými částmi systému. Nejdňá se však o tradiční rozhraní (interface), protože objekt je podle návrhového vzoru Facade implementován jako třída.

Třída disponuje metodami na vyšší úrovni, a odprošťuje uživatele (resp. vývojáře) této třídy od složitých vnitřních vazeb.

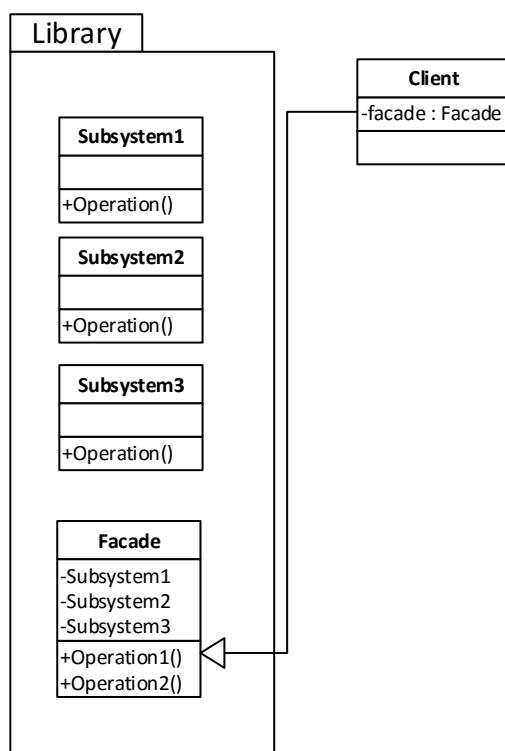


Diagram 3 Obecná ukázka návrhu tříd a metod podle návrhového vzoru Facade [5]

Využití tohoto návrhového vzoru můžete vidět na diagramu (viz Diagram 4), na kterém je příklad internetového obchodu, kde vývojář (programátor) vytvořil třídu (Nákup) typu Facade pro obecné akce obchodu a vnitřní strukturu oddělil od rozsáhlejších mechanizmů akcí obchodu.

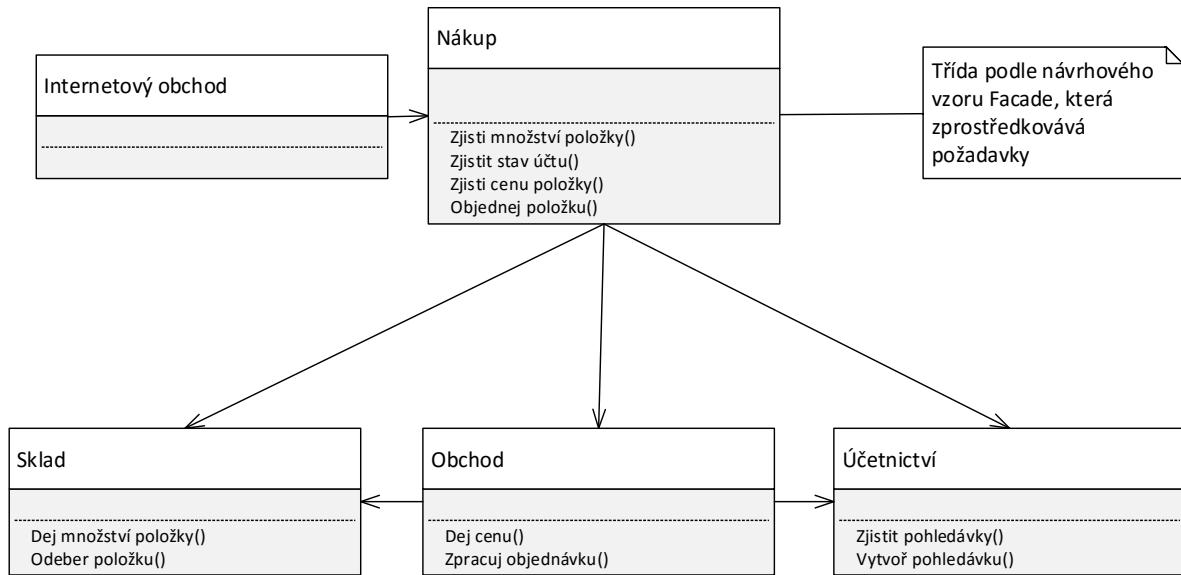


Diagram 4 Užití návrhového vzoru Façade [6]

Úkolem Façade není rozšiřování funkcionality již existujících metod, ale naopak má již existující metody převzít do své struktury a pomoci tak zjednodušit kód. Façade by se však neměl stát tzv. všemohoucím objektem. Tento přístup k návrhu softwaru by pak mohl zvyšovat počet malých tříd, které mohou snižovat flexibilitu. Účelem vzoru Façade je zvýšení přehlednosti, udržovatelnosti a tzv. čistoty kódu.

## 4.4. Metodika vývoje

Pro vývoj tohoto softwaru jsem využil metodiku Vodopádového modelu s úpravou zpětných vazeb pomocí tzv. Sašimi modelu. Vodopádový model je sekvenční vývojový proces, ale jeho nevýhodou je možnost zahrnout požadavky zadavatele na změnu vyvíjeného produktu vzniklé v průběhu vývoje až v novém běhu modelu. Proto se tento model používá více s modifikacemi jako je například Sašimi model (se zpětnými vazbami a překrývajícími se částmi).

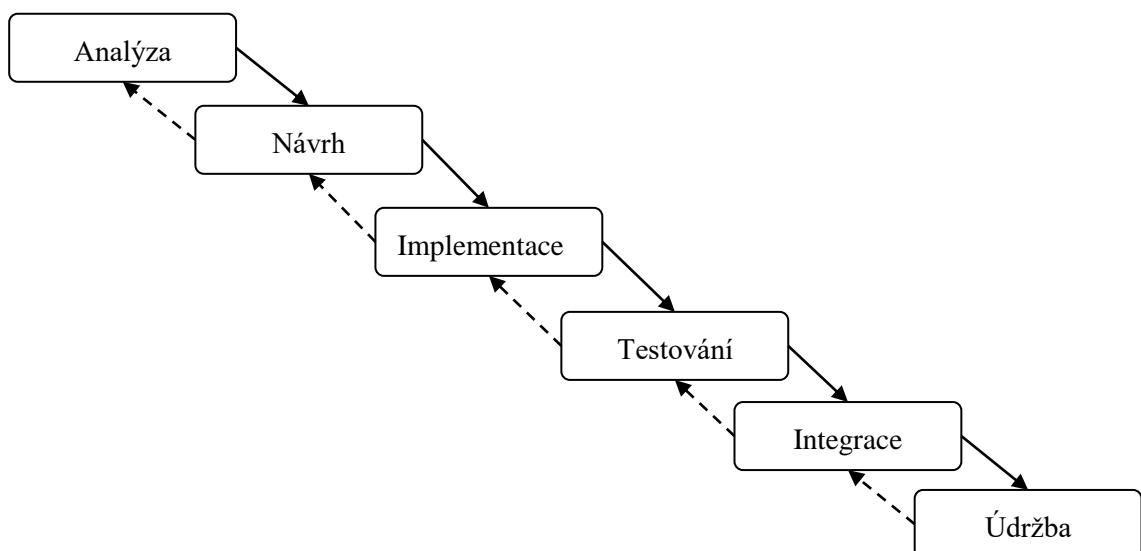


Diagram 5 Sašimi model

## 4.5. Návrh projektu

Architektura MVC je doplněna o skupinu tříd podle návrhového vzoru Facade (ControllersFacade), které se využívají pro přenos dat mezi řadičem (controller) a pohledem (view) plnění základních operací, jako jsou například získávání dat z databáze, přípravy seznamů pro rozbalovací seznam (drop-down list) a další. Jejich využití bylo zvoleno pro zpřehlednění kódu v řadičích (controllers) a modelech. To umožnilo odstínění složitější struktury modelů a přesunutí aplikační logiky (business logic) s databázovými dotazy. Dodrží se tak pravidlo softwarové architektury MVC pro oddělení databázových operací, které se nemají nacházet v řadiči (controller) a zároveň se zjednoduší jeho vlastní logika.

Protože některé operace se využívají ve více akcích řadičů (controllers), byly kromě tříd podle návrhového vzoru Facade vytvořeny další třídy patřící mezi pomocné funkce (App\_Helpers), které obsahují struktury a třídy pro vytváření seznamu pacientů, grafy a další.

## 4.6. Uživatelská oprávnění

Na základě zadání a konzultace s vedoucím diplomové práce jsem systém postavil na základě tří rolí.

První rolí je role pacienta (v systému označen jako PATIENT). Tato role má přístupová práva k prohlížení svých dat a k akcím, které jsou znázorněny na diagramu případu užití (viz Diagram 6)

Role lékař (v systému uvedena jako DOCTOR) agreguje akce pro roli pacienta s tím rozdílem, že všechny operace související s pacientem může dělat pro skupinu pacientů, která mu byla přiřazena k nahlížení a správě. Další akce, které tato role opravňuje dělat je správa pacientů (vytváření a správa jejich karet) a přiřazování zařízení pacientům.

Poslední rolí je administrátor (v systému označena jako ADMIN), který aggreguje všechna oprávnění od role lékaře a dále navíc může přiřazovat uživatelským účtům role, schvalovat registrace, přidělovat práva k nahlížení datům pacientů nebo pacientských skupin a vytváření pacientských skupin.

Všechny akce, které by měl vykonávat řadič (controller), vyžadují autorizaci, kromě akcí jako je přihlášení a vše týkající se registrace (registrace, potvrzování emailu).

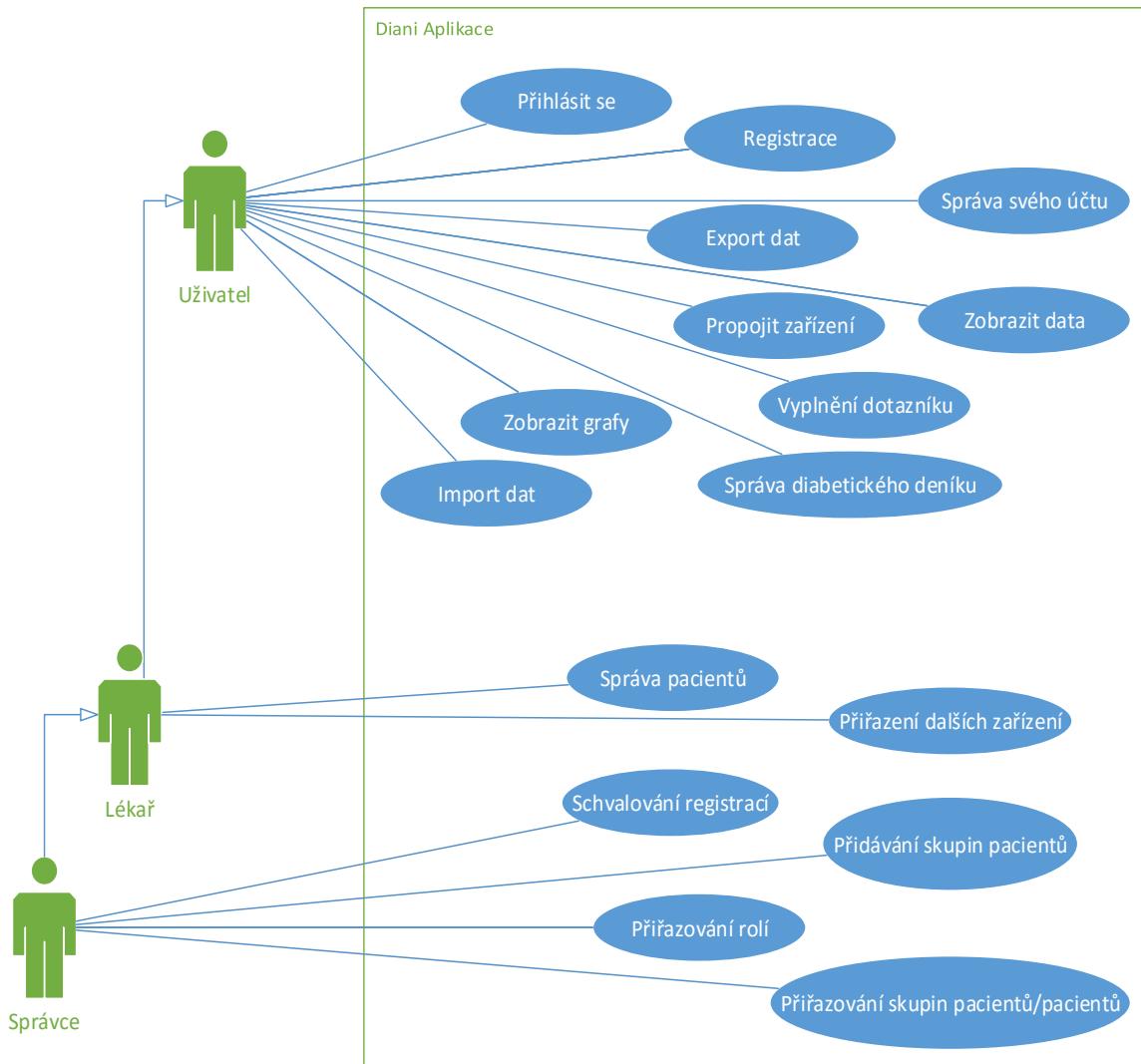


Diagram 6 Diagram případu užití pro jednotlivé role

## 4.7. Popis jednotlivých částí

### 4.7.1. Přihlášení, úvodní stránka, stránka exportů

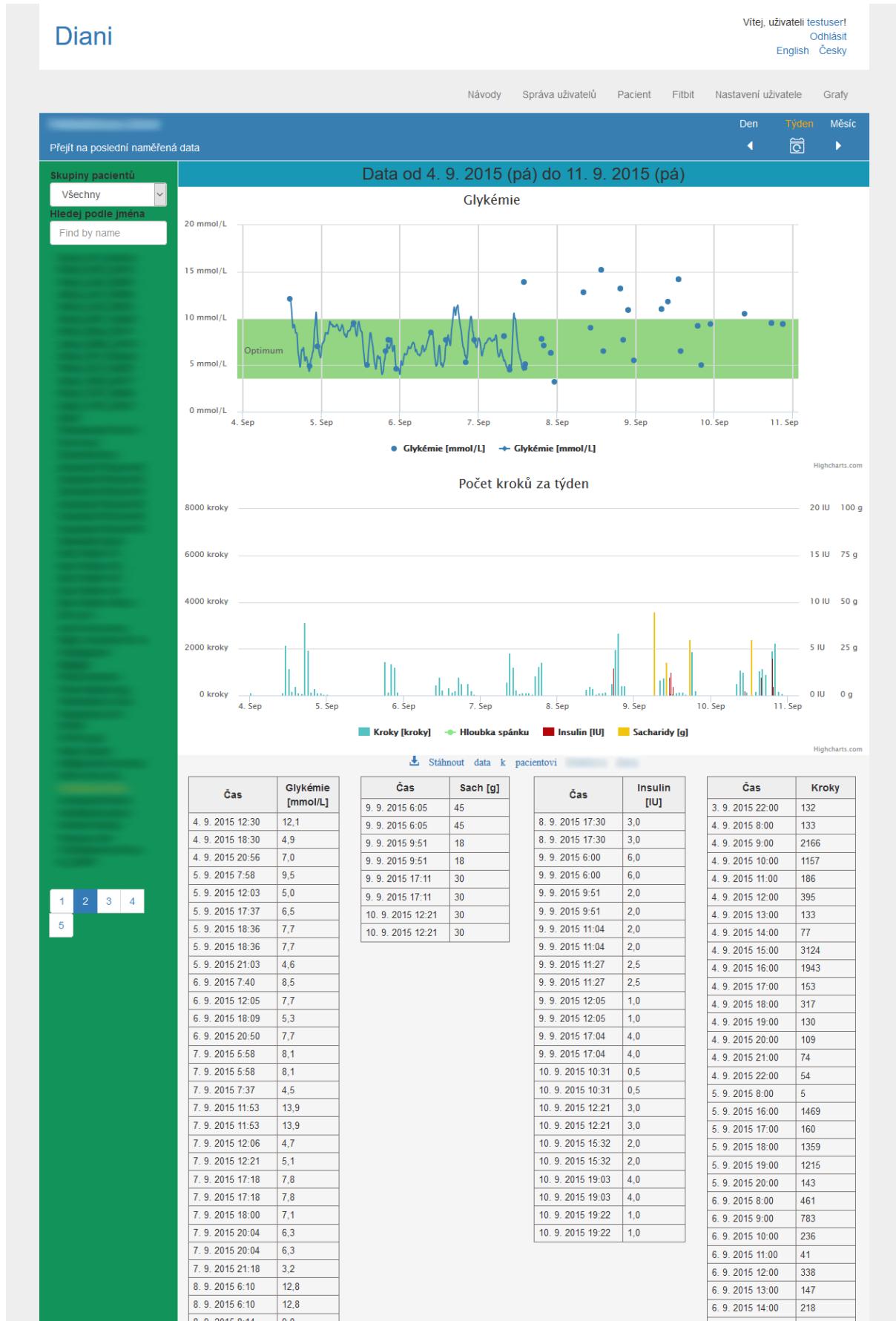
Po přihlášení do aplikace Diani, vás systém přesměruje na úvodní stránku s grafy a tabulkami. Tato stránka umožňuje, jak je vidět na obrázku (viz Obrázek 8), zobrazit graf glykémie a graf aktivity, v němž jsou vyznačeny též hodnoty sacharidů, aplikovaného inzulínu a hloubky spánku.

V grafu glykémie lze sledovat naměřená data z glukometru a z kontinuálního monitoru glykémie, a to v intervalech den, týden nebo měsíc. Při zvolení intervalu měsíc se navíc zobrazí v grafu glykémie trend naměřených hodnot glykémie, což uživateli usnadní posoudit, zda u pacienta dochází ke zlepšení či zhoršení úrovně glykémie v průběhu dne.

V grafu aktivity lze sledovat aktivitu pacienta, a to v krocích, tzn. že v grafu se zobrazí počet kroků za časový interval. K měření se používá senzor pro měření aktivity a hloubky spánku (tzv. aktivitometry) v podobě náramku. V závislosti na zvoleném časovém intervalu (den, týden, měsíc) se zobrazí součet kroků po každých 15 minutách, 1 hodině nebo po celém dni. Dále v grafu aktivity můžeme sledovat aktivitu spánku, množství podaného inzulínu a příjem sacharidů.

Najedeme-li kurzorem myši na libovolnou jednotlivou hodnotu ve výše popsaných grafech, zobrazí se bublina s popisem, kdy byla data naměřena, o jaká data se jedná a hodnotu v daném bodě.

Pod grafy se nachází odkaz na stránku, kde lze stáhnout data pro export pro zvoleného pacienta (uživatele). Export lze vygenerovat bez úprav, kdy tento export dat uživateli nabídne ke stažení zip archiv s jedním souborem csv (comma separated values), který obsahuje všechny naměřené parametry (glykémie, aktivita v krocích, inzulín atd.). Nebo lze vygenerovat export dat v tzv. předzpracované formě, která nabídne uživateli ke stažení zip archiv s několika soubory csv, kde každý obsahuje jeden z měřených parametrů (glykémie, aktivita v krocích, inzulín atd.).



Obrázek 8 Úvodní stránka s infografikou aplikace Diani (role administátor)

Naměřené hodnoty v dříve popsaných grafech jsou na úvodní stránce též přehledně zobrazeny v tabulkách naměřených dat v čase (glykémie, sacharidy, inzulin a aktivita v krocích).

Pohyb po datech nám umožňuje menu pro časová nastavení, které se nachází pod navigačním menu. Toto menu umožňuje zvolit časový interval (den, týden měsíc), ve kterém budou data zobrazena. Interval také určuje, zda se uživatel při navigaci v čase (na časové ose) bude pohybovat o den, týden nebo měsíc dopředu či zpět. Dále v tomto menu lze využít funkcionality pro přechod na poslední naměřená data, která vyhledá poslední naměřená data z kontinuálního monitoru glykémie od posledního uživatelem zvoleného časového intervalu. Lišta s informací o zvoleném časovém intervalu pro zobrazení dat je umístěna nahoře nad grafy.

Vlevo od grafů je menu pro volbu pacienta, pro kterého jsou data zobrazena. Tento seznam pacientů je možno filtrovat podle uživatelských skupin. Pacienti nezařazení do žádné skupiny tvoří samostatnou položku. Také je možno zobrazit všechny pacienty bez filtru. Vyhledávací pole usnadňuje vyhledávání u rozsáhlejších skupin. Navigace pro výběr pacienta se zobrazuje pouze pro role lékař (DOCTOR) a administrátor (ADMIN). Pro roli pacienta (PATIENT) je výběr omezen pouze na konkrétního pacienta, pro kterého má uživatel přístup. Uživatel v roli lékaře zde taktéž vidí jen pacienty, ke kterým mu byl udělen přístup.

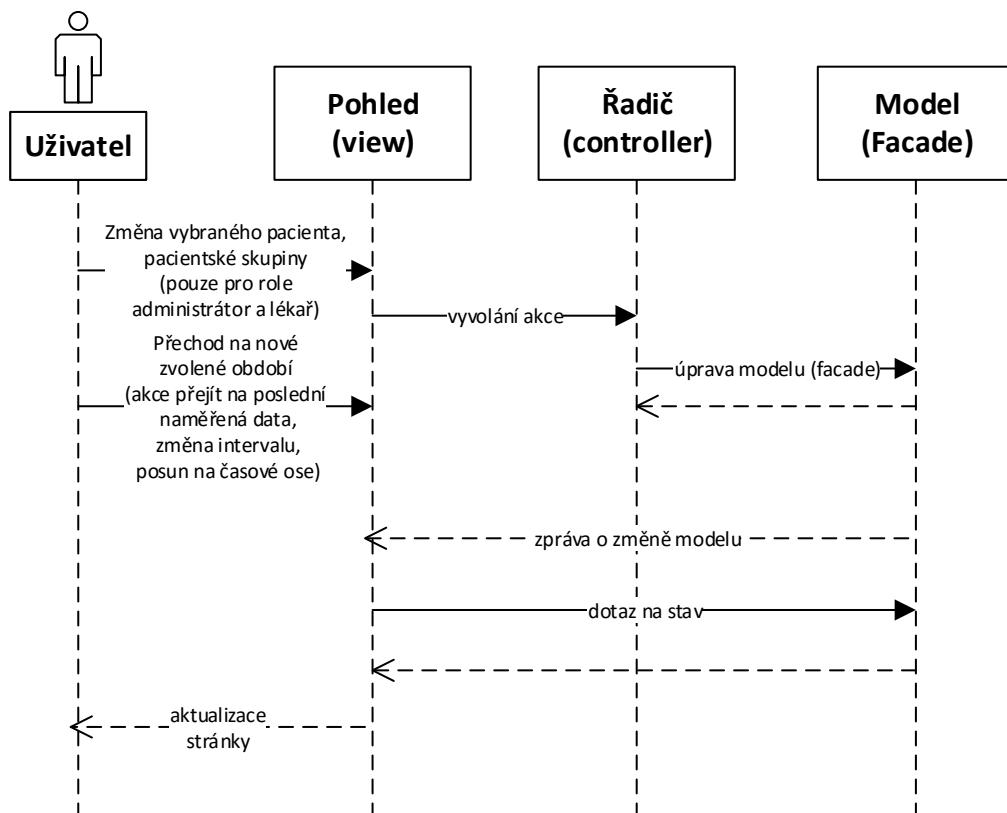


Diagram 7 Sekvenční diagram akcí na úvodní stránce grafů aplikace Diani

#### 4.7.2. Navigační menu

Navigační menu je také řízeno podle role uživatele.

Pro roli administrátor menu vypadá následovně:

- Návody
  - Návod pro připojení Fitbitu
- Správa uživatelů
  - Seznam uživatelů
  - Přidat uživatele
- Pacient
  - Seznam pacientů
  - Přidej nového pacienta
  - Nahraj soubor
  - Dotazník
  - Krevní tlak
  - Diabetický deník
- Fitbit
  - Tabulka posledních přiřazení Fitbitů k pacientům
  - Tabulka historie přiřazení Fitbitů k pacientům
  - Propojit účet s Fitbitem
- Nastavení uživatele
  - Kdo mě vidí
  - Změnit heslo
- Grafy
  - Grafy
  - Diagram glykémie za období

Pro uživatele v roli lékaře jsou nepřístupné (v navigačním menu nejsou vidět) položky týkající se správy uživatele (seznam uživatelů a přidání uživatele). Role pacienta má více omezení, jak bylo vidět v diagramu případu užití pro jednotlivé role (viz Diagram 6). Pro uživatele v roli pacienta nejsou přístupné, stejně jako pro roli lékaře, položky týkající se správy uživatele a dále položky pro seznam pacientů a přidávání nového pacienta. Ze sekce *Fitbit* má nepřístupné položky *Tabulka posledních přiřazení Fitbitů k pacientům* a *Tabulka historie přiřazení Fitbitů k pacientům*.

### 4.7.3. Správa uživatelů

Následující stránky s akcemi jsou přístupné pro roli administrátora.

Na stránce *Seznam uživatelů* nalezneme tabulkou se všemi vytvořenými uživateli (viz Obrázek 9). Tabulka kromě uživatelských jmen obsahuje také údaj o tom, zda je uživatelský účet aktivní, emailovou adresu k uživatelskému účtu, poznámku k uživatelskému účtu, datum registrace, stav registrace a roli uživatele. Dále jsou zde akce, mezi které patří: přiřadit přístup, upravit, schválit registraci, smazat a obnovit.

| Uživatelské jméno | Zrušit     | Emailová adresa | Poznámka | Datum registrace | Stav registrace | Role uživatele | Akce  |
|-------------------|------------|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| [REDACTED]        | [REDACTED] | [REDACTED]      |          | [REDACTED]       | [REDACTED]      | [REDACTED]     | <button>Upravit</button><br><button>Schválit registraci</button><br><button>Přiřadit přístup</button><br><button>Smazat</button> <button>Obnovit</button> |
| [REDACTED]        | [REDACTED] | [REDACTED]      |          | [REDACTED]       | [REDACTED]      | [REDACTED]     | <button>Upravit</button><br><button>Schválit registraci</button><br><button>Přiřadit přístup</button><br><button>Smazat</button> <button>Obnovit</button> |
| [REDACTED]        | [REDACTED] | [REDACTED]      |          | [REDACTED]       | [REDACTED]      | [REDACTED]     | <button>Upravit</button><br><button>Schválit registraci</button><br><button>Přiřadit přístup</button><br><button>Smazat</button> <button>Obnovit</button> |
| [REDACTED]        | [REDACTED] | [REDACTED]      |          | [REDACTED]       | [REDACTED]      | [REDACTED]     | <button>Upravit</button><br><button>Schválit registraci</button><br><button>Přiřadit přístup</button><br><button>Smazat</button> <button>Obnovit</button> |
| [REDACTED]        | [REDACTED] | [REDACTED]      |          | [REDACTED]       | [REDACTED]      | [REDACTED]     | <button>Upravit</button><br><button>Schválit registraci</button><br><button>Přiřadit oficielu</button>  |

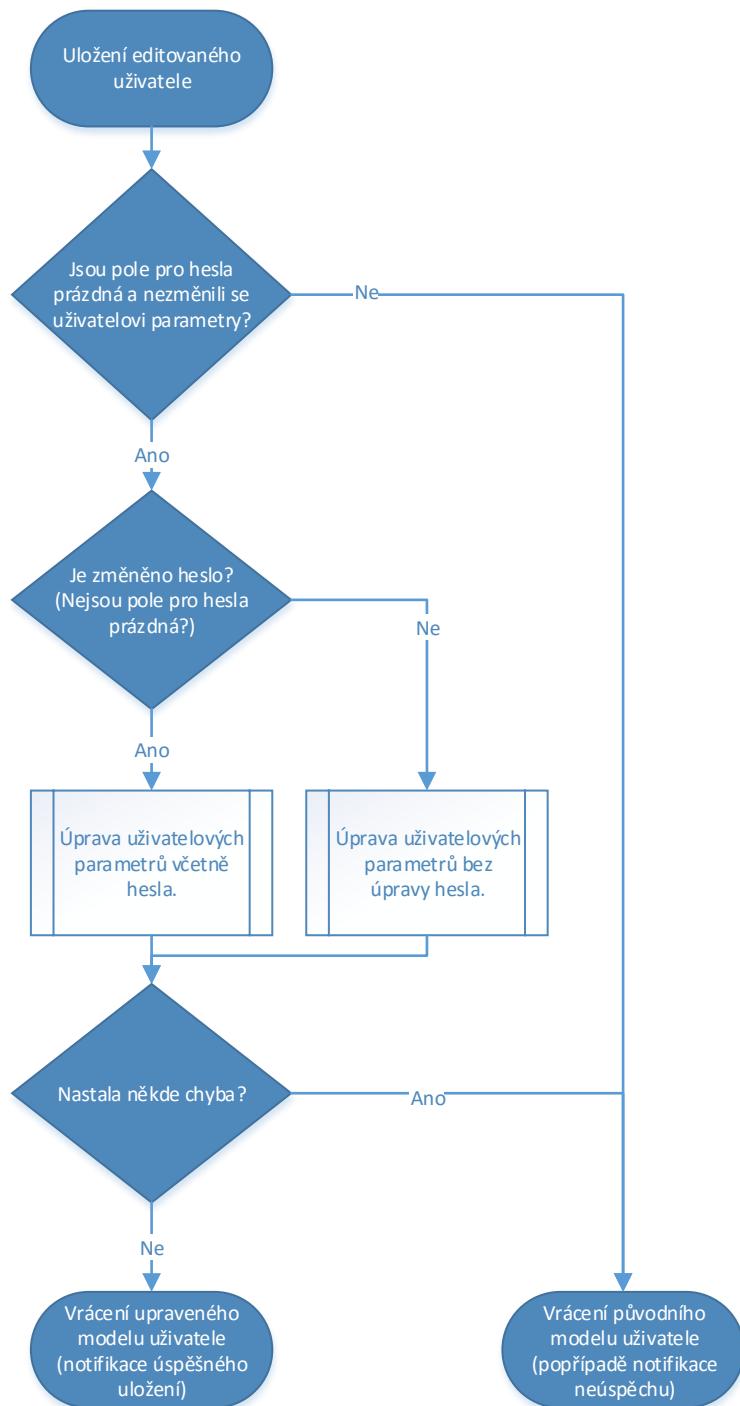
Obrázek 9 Stránka seznamu uživatelů aplikace Diani

Akce *Smazat* umožňuje uživatelský účet nastavit jako zrušený. Daný uživatel se nepřihlásí, ale jeho přístupové údaje stále existují pro případnou obnovu pomocí akce *Obnovit*.

Akce *Přiřadit přístup* se zobrazí jen u uživatelů, kteří mají roli pacient nebo lékař. Po stisku tlačítka pro tuto akci je administrátor přesměrován na formulář pro přiřazení přístupu k pacientovi nebo skupině pacientů. Pokud přiřazuje přístup uživateli v roli pacient, zobrazí se pouze seznam pacientů se zaškrťávacími polí. V případě, že administrátor přiřazuje přístup uživateli s rolí lékař, zobrazí se dva seznamy se zaškrťávacími polí, a to seznam pacientů a seznam pacientských skupin.

Akce *Schválit registraci* umožňuje administrátorovi schválit uživatelovu registraci uživatelského účtu pro užívání.

*Upravit (uživatele)* je akce, která přesměruje administrátora na stránku s formulářem s daty k uživatelskému účtu a umožňuje mu upravit uživatelské jméno, heslo, emailovou adresu a roli uživatele.



Na stránce *Přidat uživatele*, je formulář pro vytvoření nového uživatele. Formulář obsahuje pole uživatelské jméno, heslo a pole pro potvrzení hesla, dále pole pro emailovou adresu a volbu mezi rolemi (administrátor, lékař a pacient).

Další stránka vyhrazená administrátorovi umožňuje vytváření pacientských skupin. Stránka obsahuje jednoduchý formulář s jedním zadávacím polem pro název skupiny a tlačítkem pro odeslání.

#### 4.7.4. Pacient

*Seznam pacientů* je stránka, ke které mají přístupová práva pouze administrátor a lékař. Administrátor zde vidí všechny skupiny pacientů. Lékař pouze ty pacienty, ke kterým mu byl přidělen přístup. Na stránce se zobrazuje tabulka s pacienty a jejich základními údaji. Zobrazované jméno, které se může lišit od jména a příjmení, datum narození, pohlaví, název skupiny, do které může být zařazen, krátká poznámka k pacientovi, jméno posledního přiřazeného zařízení Fitbit a datum jeho užívání (od do) a akce, kterými jsou: nahraj soubor, dotazník, krevní tlak a diabetický deník. Tabulku se seznamem pacientů lze filtrovat podle skupin pacientů a kromě nich lze zobrazit všechny pacienty a ostatní pacienty (ti, kteří nejsou zařazeni do žádné skupiny nebo ke kterým lékař dostal přístup z jiné skupiny) a neaktivní pacienty, ti kteří byli zrušeni ale uživatel má k nim přístup. V seznamu pacientů lze také vyhledávat pomocí vyhledávacího pole podle zobrazovaných jmen.

The screenshot shows the 'Seznam pacientů' (Patient List) screen of the Diani application. At the top, there is a header with the user's name 'Diani', a greeting 'Vítej, uživateli testuser!', and links for 'Odhádat' and language selection ('English' or 'Česky'). Below the header, a navigation bar includes links for 'Návody', 'Správa uživatelů', 'Patient', 'Fitbit', 'Nastavení uživatele', and 'Grafy'. The main content area is titled 'Seznam pacientů' and features a search bar with dropdown filters for 'Skupiny pacientů' (set to 'Všechny') and 'Hledaj podle jména:' (with placeholder 'Hledané jméno'), along with a 'Hledej' button and a 'Nahraj soubor' (Upload file) button. A large table lists patient data across multiple rows. The columns are: 'Zobrazované jméno', 'Datum narození', 'Pohlaví', 'Název skupiny', 'Poznámka k pacientovi', 'Jméno Fitbitu', 'Používáno od', 'Používáno do', and 'Akce'. The 'Akce' column contains repeated entries for each row, such as 'Nahraj soubor', 'Dotazník', 'Krevní tlak', and 'Diabetický deník'. The entire table has a light gray background.

Obrázek 10 Stránka Seznamu pacientů aplikace Diani

Po kliknutí na zobrazované jméno lze přejít na stránku karty pacienta, kde jsou editovány pacientovy osobní údaje (jméno, příjmení zařazení do skupiny, datum narození, zobrazované jméno, poznámka k pacientovi a pohlaví). Pro účely studie lze datum narození nevyplnit a pohlaví má kromě volby muž a žena, volbu navíc, a to nespecifikováno. V tabulce přiřazených zařízení lze sledovat historii přiřazených zařízení (aktivitometr, kontinuální monitor glykémie atd.). V další tabulce se zobrazují naměřené veličiny (váha, výška a glykovaný hemoglobin) v čase. Poslední položkou je formulář pro přidání měřené veličiny (váhu, výšku a glykovaný hemoglobin) v nastaveném čase.

Další akce, která se nachází v nabídce pacientské sekce je *Nahraj soubor*. Pro role administrátor a lékař lze vybrat ze seznamu pacientů, kde uživatel v roli lékař má v nabídce jen jemu přiřazené pacienty. Uživatel v roli pacienta smí nahrát soubor jen ke svému účtu. Pro nahrání souboru je nutno zvolit formát souboru, ostatní parametry jako jazyková verze souboru, to v jaké časové zóně byla data nasbírána, pro jaký časový úsek (od do) se mají data importovat, a to jestli se mají data importovat s časovým posunem, jsou volitelné parametry. Jazyková verze a časová zóna se předvolí podle nastavení, v jakém jazyce uživatel aplikaci Diani prohlíží a podle časové zóny, kterou vrátí webový prohlížeč.

Poslední stránkou ze sekce *Pacient* je *Přidej nového pacienta*. Přístup k této stránce má pouze lékař a administrátor. Formulář má pole pro jméno, příjmení pacienta, zařazení do skupiny, datum narození, zobrazované jméno poznámku k pacientovi a pohlaví. Jako při editaci pacienta povinnými poli jsou jen příjmení a zobrazované jméno. Pro možnost vytvářet karty pacienta pro klinické studie, není nutné vyplnit datum narození a pohlaví lze zvolit jako nespecifikováno. Vytvořením pacienta se vytvoří karta tohoto pacienta a po jejím úspěšném vytvoření je uživatel přesměrován na stránku *Edituj pacienta*.

#### 4.7.5. Fitbit

Stránka *Tabulka posledních přiřazení Fitbitů k pacientům* je dostupná pouze pro role administrátora a lékaře. Tabulka obsahuje všechny zařízení typu Fitbit, která byla přiřazena. Obsahuje informaci o jméně zařízení, jméně pacienta, kterému bylo naposledy přiřazeno, časové období (od do), kdy bylo zařízení uživateli přiřazeno, poslední časový údaj, kdy bylo synchronizováno. Další akce umožňují ukončit přiřazení zařízení Fitbit a prodloužit přiřazení užívání.

| Poslední přiřazení |                |              |              | Poslední synchronizovaná data | Akce       |         |
|--------------------|----------------|--------------|--------------|-------------------------------|------------|---------|
| Jméno Fitbitu      | Jméno pacienta | Používáno od | Používáno do |                               | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 1           | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 2           | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 3           | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 4           | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 5           | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 6           | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 7           | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 8           | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 9           | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 10          | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |
| Fitbit 11          | Diana          | 2021-01-01   | 2021-01-01   | 2021-01-01 00:00:00           | Prodloužit | Ukončit |

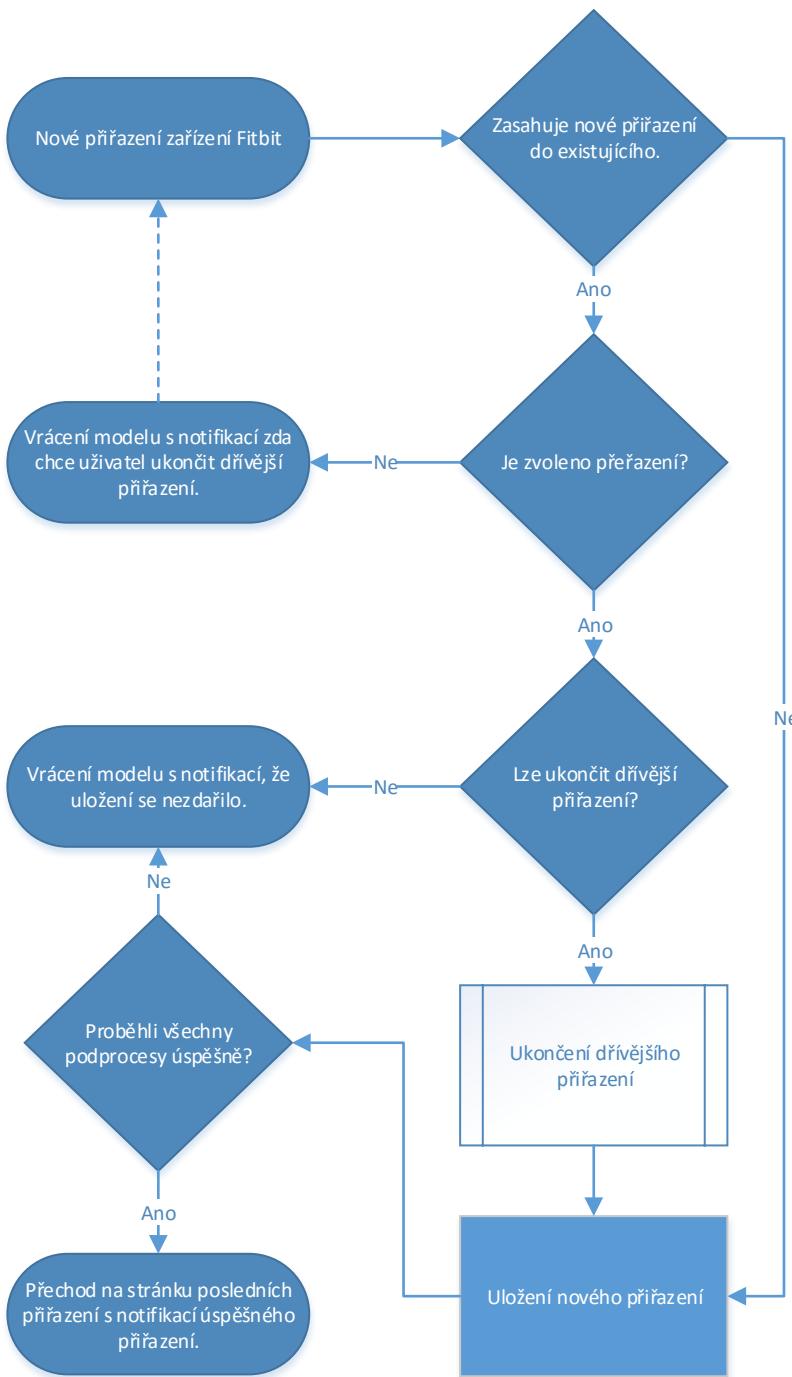
Obrázek 11 Stránka Tabulky posledních přiřazení Fitbitů aplikace Diani

Akce *Prodloužit* přesměruje na formulář, který je předvyplněný pro danou položku podle údajů položky z tabulky posledních přiřazení Fitbitů k pacientům. Předvyplněnými údaji je jméno Fitbitu,

jméno pacienta a datum, odkdy je zařízení Fitbit přiřazeno. Jediná vyplnitelná položka je datum, do kterého lze zařízení Fitbit přiřadit. Pokud tato položka zůstane nevyplněna, je přiřazení neomezené a platí do doby, dokud ho někdo nezruší.

Akce *Ukončit* ukončí období užívání zařízení pro daného uživatele.

Akce *Nové přiřazení* je nad tabulkou posledních přiřazení Fitbitů k pacientům. Formulář je přístupný jen rolím administrátora a lékaře. Formulář obsahuje seznam zařízení Fitbit, seznam pacientů, a pole pro přiřazení *od do*. Pokud tato pole zůstanou nevyplněna, užívání *od* není stanoveno a je přiřazeno od počátku do doby bez omezení. Akce přiřazení obstarává kontrolu, zda uživatel nepřiřadil zařízení jinému pacientovi v období užívání dalším pacientem (viz Diagram 9). V případě, že je možnost dobu užívání ukončit, nabídne systém změnu přiřazení zařízení Fitbit. Přiřazení *od* se nastavuje od půlnoci následujícího dne, který byl zvolen. Přiřazení *do* se nastavuje na 23:59 zadанého dne.



Na stránce *Tabulka historie přiřazení Fitbitů k pacientům* je zobrazen seznam všech přiřazení zařízení Fitbit. Tabulka obsahuje jméno Fitbitu, dobu používání a jméno pacienta, ke kterému bylo zařízení Fitbitu přiřazeno. Seznam je seřazen podle data vytvoření záznamu descendently. Tato akce je dostupná pouze rolím lékař a administrátor.

Poslední stránkou ze sekce Fitbit je *Propojit účet s Fitbitem*, který nabízí seznam zařízení Fitbit v případě rolí administrátor a lékař. Pro uživatele v roli pacient se nabídne pouze ta zařízení Fitbit, která mu byla přiřazena. Pomocí tlačítka *Přejít na stránky Fitbit* je uživatel přesměrován na stránky

Fitbit, kde vyplní přihlašovací údaje a schválí přístup k datům pro vybrané zařízení. Následně je přesměrován zpět na stránky Diani, kde je mu sdělen výsledek, zda se podařilo úspěšně propojit účet Diani s účtem Fitbit k vybranému zařízení Fitbit.

Návod na připojení Fitbitu se nalézá v sekci navigačního menu *Návody*.

#### 4.7.6. Nastavení uživatele

Na stránce *Kdo mě vidí* uživatel může zjistit, kteří další uživatelé mají přístup k jeho uživatelským datům a v jaké roli tito uživatelé jsou.

Na stránce *Změnit heslo* je běžný formulář pro změnu hesla uživatele s poli pro zadání původního hesla, nového hesla a pro potvrzení.

Všechny tyto stránky jsou dostupné všem rolím.

#### 4.7.7. Grafy

Aplikace Diani kromě úvodní stránky s grafy nabízí *Diagram glykémie za období*. Tato stránka obsahuje dva grafy glykémie. První zobrazuje data z kontinuálního monitoru glykémie, druhý data z glukometru. Vybrat data do grafu je možné pro různá časová období od 1 do 7 dnů. Data se vykreslí ve 24 hodinovém náhledu. Každý den v samostatné řadě. Pro graf z kontinuálního glukometru se zobrazí navíc křivka průměrných hodnot za toto období. Uživatel takto může porovnat naměřená data glykémií ve vybraném období a sledovat trendy v jednotlivých denních dobách.



Obrázek 12 Stránka grafů glykémie za zvolené období aplikace Diani

#### 4.7.8. Registrace pacienta

Na přihlašovací stránce se nalézá odkaz na *Vytvoření nového účtu.*, jehož pomocí se zobrazí formulář s poli: přihlašovací jméno, heslo a potvrzení hesla, emailová adresa, jméno a příjmení, datum narození a pohlaví. Na konci formuláře kromě tlačítka pro odeslání je odkaz pro přesměrování na stránku přihlášení. Po vyplnění všech těchto údajů a zvolením unikátního uživatelského jména je budoucímu uživateli aplikace Diani zaslán email pro potvrzení jeho identity. V emailové zprávě nalezně odkaz pro potvrzení identity. Po potvrzení uživatelské identity pomocí odkazu je aplikací Diani odeslán email administrátorům, aby potvrdili registraci danému uživateli. Postup registrace je uveden v diagramu dole (viz. Diagram 10).

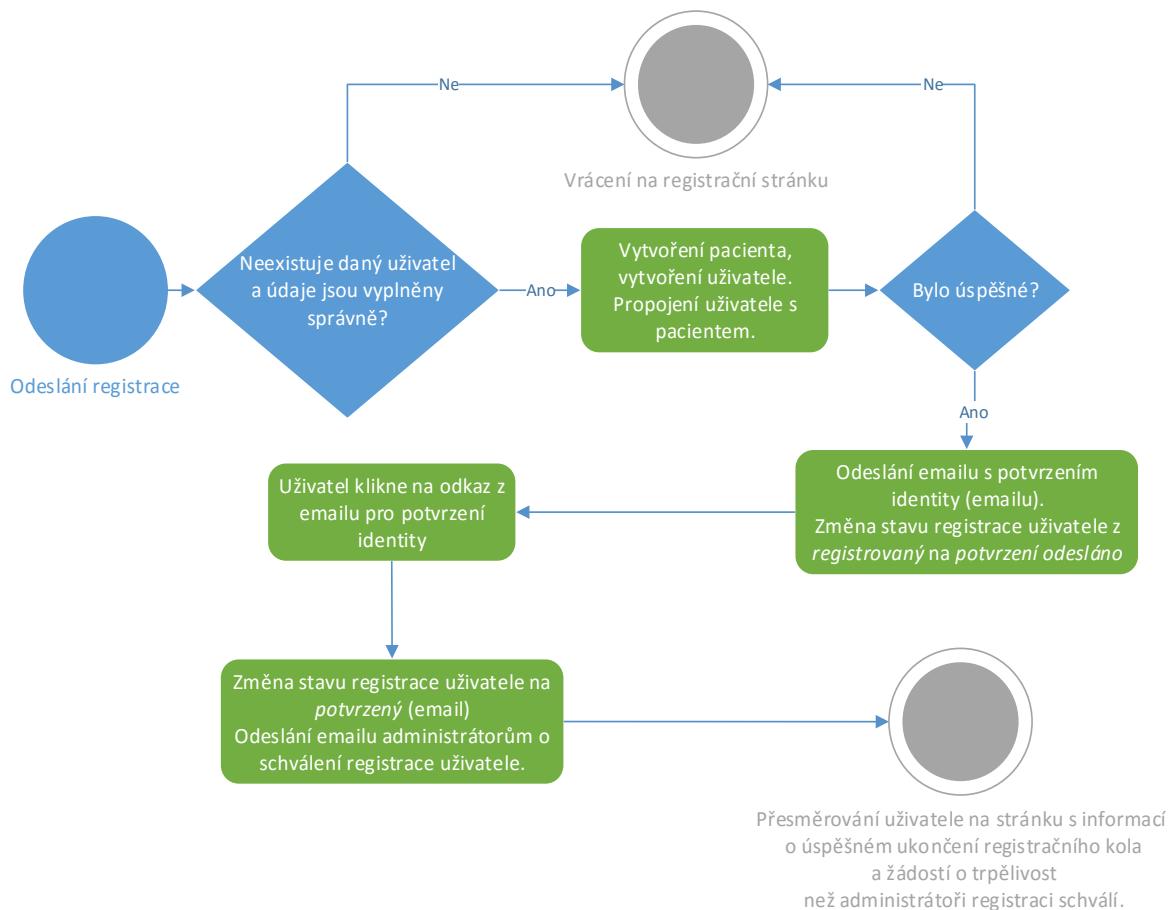


Diagram 10 UML diagram stavů registrace pacienta

V případě, že se uživatel pokusí přihlásit dříve, než je jeho email potvrzen, je z přihlašovací stránky přesměrován na jinou stránku, na které se dozví, že je registrovaný a v případě potřeby může administrátory kontaktovat na přiložené adresy.

Všechny výše zmíněné stránky nevyžadují přihlášení.

## 5. Výsledky a jejich zhodnocení

Jako metodu pro zhodnocení aplikace Diani jsem si vybral dotazník, který je jedním z nejběžnějších nástrojů pro sběr dat v případě průzkumu. Současní uživatelé (pacienti) měli vyplnit dotazník, který obsahoval demografickou část, část o délce a účelu užívání aplikace a frekvenci návštěv. Další část dotazníku se zaměřovala na to, jaké parametry uživatelé nejčastěji sledují. Podle odpovědi na otázku, zda sledují data nejčastěji pomocí aplikace Diani nebo pomocí aplikace pro sběr dat na chytrém telefonu (Smartphone), pak zodpověděli otázku, proč nevyužívají častěji aplikaci Diani. V závěrečné části měli uživatelé zhodnotit, co se jim na aplikaci Diani líbí a co by naopak zlepšili (změnili).

Uživatelé hodnotili standartní stabilní verzi aplikace Diani, která neobsahovala některé úpravy a funkcionality jako například responsivní design (optimalizace designu pro mobilní zařízení), grafy pro analýzu glykémie ve zvoleném časovém intervalu atd.

Plné znění dotazníku, jak byl předkládán respondentům k vyplnění, tak i odpovědi respondentů jsou součástí přílohy této diplomové práce. Dotazník jsem vytvořil na základě konzultací s vedoucím této diplomové práce.

### 5.1. Vyhodnocení dotazníku

Aplikaci Diani v současné době používá 8 uživatelů s různým typem diabetu. Anketa se zaměřovala na znalosti analýzy dat uživatelů a ověření hypotéz nového řešení infografik. Dotazník vyplnilo 5 respondentů.

| Číslo res. | Pohlaví | Věk   | Jaký typ diabetu Vám byl diagnostikován? | Léčba diabetu                                | Jak dlouho aplikaci Diani používáte |
|------------|---------|-------|--|--|-------------------------------------|
| 1          | Muž     | 50-69 | Typ 2                                    | Orální medikace (tablety, pilulky)           | 3 měsíce                            |
| 2          | Muž     | 18-29 | Typ 1                                    | Aplikace inzulínu využitím kontinuální pumpy | >3měsíce                            |
| 3          | Žena    | 18-29 | Typ 1                                    | Aplikace inzulínu využitím kontinuální pumpy | cca. 2 roky                         |
| 4          | Muž     | 18-29 | Typ 1                                    | Aplikace inzulínu využitím kontinuální pumpy | 8-9 měsíců                          |
| 5          | Žena    | 18-29 | Typ 1                                    | Aplikace inzulínu využitím kontinuální pumpy | 1 měsíc                             |

Tabulka 2 Vybrané odpovědi z demografické části dotazníku

Z výsledků dotazníku (viz Tabulka 2) vyplývá, že respondenti aplikaci využívají různě dlouhou dobu. Převážně jim byl diagnostikován diabetes 1. typu a jsou ve věku mezi 18-29 lety.

V hodnocení, jak často sledují určitý parametr v aplikaci Diani, respondenti měli hodnotit na škále od 1 do 5 (1 – vůbec nesleduji, 5 – zajímá mne nejvíce) sledování konkrétního parametru (viz Tabulka 3). Průměrné hodnocení jednotlivých parametrů je vidět viz Tabulka 4. Z dat je patrné (viz Tabulka 2 a Tabulka 3), že vzorek uživatelů je ovlivněn zřejmě dobou užívání zařízení a aplikace Diani a také typem diabetu.

| Číslo res. | Glykémie měřená glukometrem | Glykémie měřená kontinuálním monitorem | Aplikované inzulinové dávky | Přijaté sacharidy | Fyzická aktivita | Hloubka spánku |
|------------|-----------------------------|--|-----------------------------|-------------------|------------------|----------------|
| 1          | 5                           | 1                                      | 1                           | 3                 | 3                | 3              |
| 2          | 4                           | 5                                      | 3                           | 3                 | 3                | 2              |
| 3          | 5                           | 5                                      | 2                           | 2                 | 4                | 2              |
| 4          | 3                           | 2                                      | 2                           | 3                 | 3                | 1              |
| 5          | 5                           | 4                                      | 4                           | 4                 | 3                | 3              |

Tabulka 3 Odpovědi z dotazníku, část: jak často sleduje uživatel vybrané parametry

| Sledovaný parametr                     | Průměrné hodnocení [-] | Rozptyl hodnot hodnocení [-] |
|--|------------------------|------------------------------|
| Glykémie měřená glukometrem            | 4,4                    | 0,8                          |
| Glykémie měřená kontinuálním monitorem | 3,4                    | 3,3                          |
| Aplikované inzulinové dávky            | 2,4                    | 1,3                          |
| Přijaté sacharidy                      | 3                      | 0,5                          |
| Fyzická aktivita                       | 3,2                    | 0,2                          |
| Hloubka spánku                         | 2,2                    | 0,7                          |

Tabulka 4 Zhodnocení jednotlivých sledovaných parametrů dle atraktivity pro uživatele (zprůměrována Tabulka 3)

Otzáka *Aplikaci Diani nepoužívám často, protože umožňovala vybrat více odpovědí a také doplnit vlastní odpověď*. Tato otázka byla určena pro respondenty, kteří v otázce *Naměřená data sledují zejména pomocí vybrali jinou možnost než aplikaci Diani*. V odpovědích respondenti uvedli ve dvou ze třech případů, že aplikace zobrazuje to samé nebo téměř to samé, co aplikace DiabetesDagboka pro sběr dat (aplikace na chytrého telefonu – Smartphone). V jednom případě byla

odpověď, že uživateli se data špatně zobrazují a v jednom případě, že uživatel nemá potřebu analyzovat data.

Aplikaci Diani využívají respondenti nejčastěji podle výsledků (ve 4 z 5 případů) ke sledování souvislostí mezi daty. Ve 3 z 5 případů aplikaci používají k statistickému vyhodnocení, k tisku diabetického deníku a k přípravě na kontrolu u lékaře.

Protože většina respondentů používá systém pro sběr dat a aplikaci Diani krátkou dobu (méně než 12 měsíců), nelze potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, že používání systému pro sběr dat a aplikace Diani má vliv na zlepšení kompenzace onemocnění diabetem na základě vyhodnocení hodnot glykovaného hemoglobinu uživatelů.

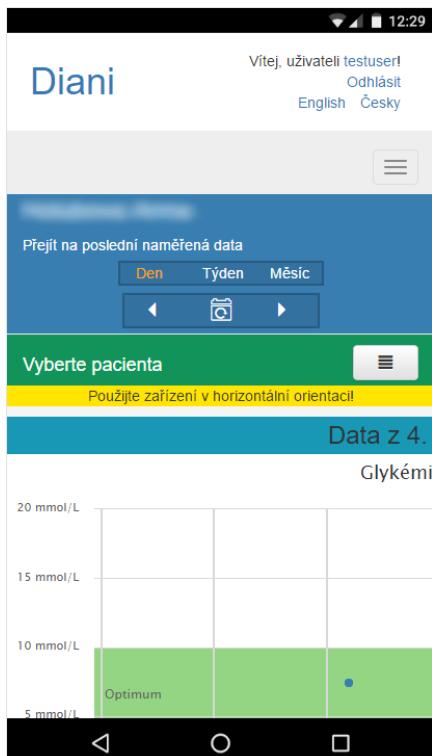
Respondenti kladně hodnotili na aplikaci Diani možnost propojit a zobrazit data z více zařízení (4 z 5). Tři respondenti z pěti kladně hodnotí export dat pro další analýzu a diabetický deník. Přehlednost tabulek a zpracování grafů kladně ohodnotili jen 2 respondenti.

Dotazovaní uživatelé v otázce *Co byste na aplikaci zlepšili vyplnili nejčastěji odpověď Infografiku (grafy, tabulky)*, a to 4 z 5 respondentů. Tři dotazovaní uživatelé se k nevyhovující infografice dále vyjádřili v poli *Jiné* nebo textovém poli pro další návrhy na zlepšení (volná odpověď). První respondent postrádá v náhledu dat pro časové období den zobrazení celé periody spánku. Druhým podnětem od uživatelů je rychlejší navigace po datech na časové ose. Uživatelé dále ve 3 případech byli pro zlepšení optimalizace designu aplikace pro mobilní zařízení a pro zlepšení struktury aplikace (jiné designové uspořádání). V otevřené odpovědi pro další návrhy na zlepšení se jeden uživatel vyjádřil pro spojení tabulek s jednotlivými naměřenými parametry, aby mohl sledovat například závislosti inzulinu na glykémii.

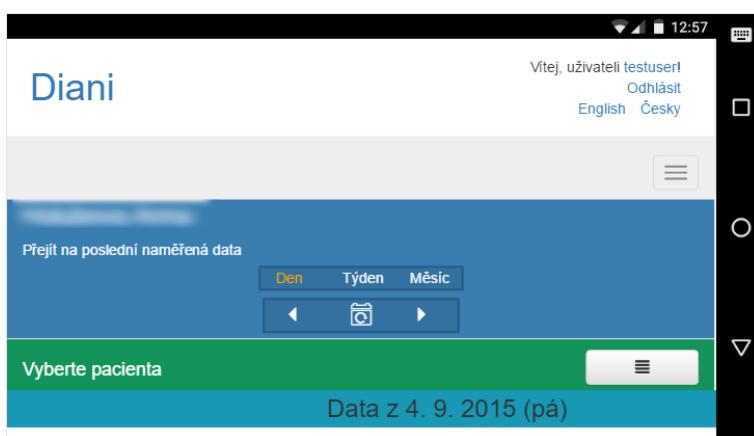
Všichni respondenti odpověděli, že jsou pokročilými uživateli osobního počítače. Všichni uživatelé používají chytrý telefon (Smartphone) nejen na telefonování a psaní zpráv. Používají aplikace a další funkce chytrého telefonu a 4 z nich využívají připojení k internetu.

## 5.2. Aplikace poznatků z dotazníku

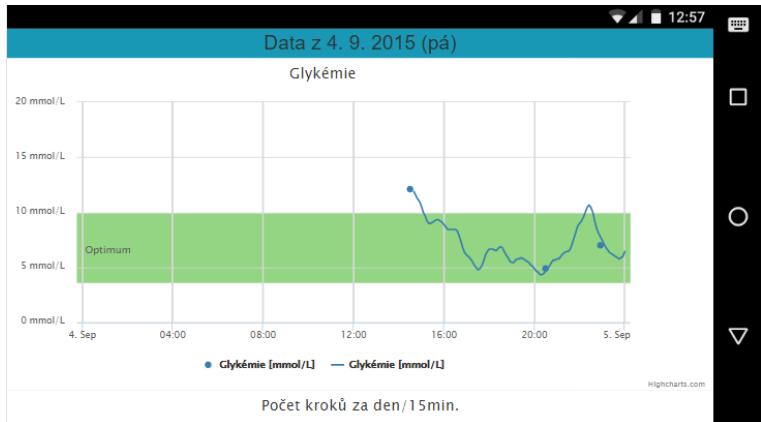
Po vyhodnocení ankety jsem přistoupil k nejaktuálnější problematice zmiňované respondenty, a to k úpravě aplikace pro pohodlnější využívání na mobilních zařízeních (chytrý telefon a tablet), resp. zařízeních s různou úhlopříčkou displeje (responzivní design). Pro tyto účely bylo využito kaskádových stylů a knihovny pro styly Bootstrap. Řešení dokládají následující obrázky (Obrázek 13, Obrázek 14, Obrázek 15).



Obrázek 13 Úvodní stránka grafů aplikace Diani zobrazená na mobilním zařízení ve vertikálním rozložení (role administrátor)



Obrázek 14 Úvodní stránka grafů (část navigace) aplikace Diani zobrazená na mobilním zařízení v horizontálním rozložení (role administátor)



Obrázek 15 Úvodní stránka grafů (část grafů) aplikace Diani zobrazená na mobilním zařízení v horizontálním rozložení (role administátor)

Další úpravy navrhované respondenty ankety budou využity v průběhu následujícího vývoje aplikace.

## 6. Diskuze

Webová aplikace Diani, která je předmětem této diplomové práce umožňuje přímé porovnání naměřených hodnot a to glykémie, pohybové aktivity (počet kroků), podaného inzulínu a přijmutých sacharidů ve dvou grafech. Tyto funkce společně neobsahuje žádná jiná z uvedených aplikací. Tím lze dosáhnout přímého vyhodnocení souvislostí mezi naměřenými hodnotami a to jak uživatelem, tak i lékařem. Při použití setu zařízení, která podporují bezdrátový přenos dat, uživatelé mohou data stahovat téměř v reálném čase a ihned je zobrazit ve webové aplikaci Diani. Lékař může sledovat a vyhodnocovat stav pacienta průběžně a nemusí čekat na další kontrolu pacienta, kdy mu pacient přinese naměřená data.

Aplikace Diani podporuje připojení různých typů zařízení od různých výrobců, změní-li uživatel (pacient) typ přístroje, nemusí si zvykat na nové ovládání jiné aplikace. Lékař nemusí se seznamovat více aplikacemi pro různé typy přístrojů a tím získá více času na sledování a hodnocení zdravotního stavu pacienta. Lékař může při nenadálých výkyvech naměřených hodnot kontaktovat pacienta a poradit pacientovi jak vzniklé problémy řešit.

Výše uvedené skutečnosti shledávám jako hlavní přednosti Diani oproti ostatním aplikacím tohoto typu.

## 7. Závěr

Dle pokynů pro vypracování diplomové práce jsem navrhl a implementoval webovou telemedicínskou aplikaci, která umožnuje pacientům s diabetem lépe pochopit principy jejich onemocnění. Jedná se především o vztahy mezi fyzickou (resp. spánkovou) aktivitou, aplikovanými dávkami inzulínu, glykémií a příjemem sacharidů. Aplikace umožňuje lékařům vzdáleně sledovat chování pacientů ve vztahu k jejich onemocnění a to téměř v reálném čase. Kromě zobrazení grafů je možné vést i osobní kartu pacienta. Uživatel si může také vygenerovat výpis záznamů do přehledné tabulky a využít jej během konzultace s lékařem. Při vývoji byla použita technologie ASP.NET MVC založená na jazyce C#, a proto mohla být jednoduše napojena na již existující databázi MS SQL. Aplikace Diani je optimalizována pro použití na počítačích a tablettech. Ovšem z důvodu neustálého technologického vývoje těchto zařízení bude nutno tuto optimalizaci aplikace nadále přizpůsobovat pro nové typy těchto zařízení.

Aplikaci Diani v současné době testuje vyhrazená skupina testujících pacientů s diabetem (8 osob). Prozatím byla aplikace nejvíce využívána Bc. Annou Holubovou, která spravovala pomocí aplikace data pro studii ve fakultní nemocnici Motol. S webovou aplikací Diani se seznámila a ověřila funkčnost aplikace pro správu pacientů, importu dat, přiřazování zařízení pro měřená období, exportu dat a správu zařízení.

V září roku 2015 bylo třeba urychlit vývoj některých částí aplikace Diani a na vývoji se začal podílet rovněž Bc. Marek Dokšanský. Výsledkem jeho práce je sekce s dotazníkem, krevní tlak a diabetický deník. Nyní se Bc. Dokšanský spolupodílí na vývoji designu pro mobilní zařízení a registraci nových uživatelů.

Aplikace Diani bude v budoucnu nadále vyvíjena ve spolupráci s MUDr. Brožem a uživateli s onemocněním diabetes, s cílem dosáhnout lepších kompenzačních výsledků u pacientů trpících tímto onemocněním. V budoucím vývoji bude do aplikace zahrnuta monitorace i dalších parametrů, jako například tepová frekvence. Pro individuálnější přístup k pacientům je plánován také vývoj aplikace, která bude sledovat závislost kompenzace diabetu na typologii osobnosti. Připomínky uživatelů, které byly získány z dotazníku, budou rovněž zohledněny během vývoje.

Současné výsledky vývoje aplikace Diani jsem prezentoval v posterové části na 52. Diabetologických dnech v Luhačovicích, které proběhly v květnu tohoto roku (2016). V příloze jsou bibliografické údaje k publikacím, kterých jsem autorem, resp. spoluautorem.

## 8. Citovaná literatura

ZVOLSKÝ, Miroslav. Činnost oboru diabetologie, péče o diabetiky v roce 2013. In: *Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR* [online]. Česká republika: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2015 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/rychle-informace/cinnost-oboru-diabetologie-pece-diabetiky-roce-2013>

WORLD HEALTH ORGANIZATION KOLEKTIV, . *Global Report on Diabetes: 1. Diabetes Mellitus – epidemiology. 2. Diabetes Mellitus – prevention and control. 3. Diabetes, Gestational. 4. Chronic Disease. 5. Public Health.* I. 1. Francie: WHO Press, 2016. ISBN 9789241565257.

MUŽÍK, Jan, Anna HOLUBOVÁ, Miroslav MUŽNÝ et al.. Telemedicínská infrastruktura pro sběr a zpracování dat pacientů s diabetes mellitus – krok k možnosti jejich automatizovaného zpracování. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: magazine for postgraduate education*. Praha: TIGIS Spol. s.r.o, 2015, **18**(1), 61-62. ISSN 1211-9326.

JEŽEK, David. *Využití architektury MVC na platformě .NET*. Praha, 2012. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Doc. Ing. Alena Buchalcevová, Ph.D.

BISHOP, J. M. *C#: návrhové vzory*. 2010. Brno: Zoner Press, 2010. ISBN 9788074130762.  
5]

Vysoká škola ekonomická - Katedra informačních technologií - Návrhové vzory (design patterns): Návrhové vzory (design patterns) [online]. Praha: Vysoká škola ekonomická Praha, 2005 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://objekty.vse.cz/Objekty/Vzory>

## 9. Použitá literatura

FREEMAN, Adam a Steven SANDERSON. *Pro ASP.NET MVC 3 framework*. 3rd ed. New York: Distributed to the book trade worldwide by Springer Science+Business Media, c2011. Expert's voice in .NET. ISBN 1430234040.

LAZAKIDOU, Athina A. *Handbook of research on informatics in healthcare and biomedicine*. Hershey, PA: Idea Group Reference, c2006, 1 v. (various pagings). ISBN 9781591409830.

JOHNSON, Jeff. *Designing with the mind in mind: simple guide to understanding user interface design rules*. Amsterdam: Morgan Kaufmann, c2010, xiv, 186 s. ISBN 9780123750303.

IAKOVIDIS, I, P WILSON a Jean Claude HEALY. *E-health: current situation and examples of implemented and beneficial e-health applications*. 1. Washington, DC: IOS Press, c2004, xvi, 251 p. ISBN 1586034480.

MARK BURNETT, James C. *Hacking the code ASP.NET web application security*. [Online-Ausg]. Rockland, MA: Syngress Publ, 2004. ISBN 9781932266658.

GALLOWAY, Jon. *Professional ASP. NET MVC 5*. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, Inc., 2014, 1 online zdroj (622 pages). ISBN 9781118794760.

STUTTARD, Dafydd a Marcus PINTO. *Web application hacker's handbook: finding and exploiting security flaws*. 2nd ed. Indianapolis: John Wiley & Sons, c2011, xxxiii, 878 s. ISBN 9781118026472.

# Přílohy

## Vlastní publikace

**POLÁČEK, Milan**, Jan MUŽÍK, Marek DOKSANSKÝ, Anna HOLUBOVÁ, Jan BROŽ, et al. Webový portál pro ukládání, správu, zobrazování a vyhodnocování dat pacientů s diabetes mellitus 1. typu. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: magazine for postgraduate education*. Praha: Tigris, spol. s.r.o., 2016, **19**(1), 59. ISSN 1221-9326.

HOLUBOVÁ, Anna, Jan MUŽÍK, Miroslav MUŽNÝ, **Milan POLÁČEK**, Dominik FIALA, Eirik ÅRSAND, et al. Dlouhodobé používání mobilních elektronických zařízení pro monitoraci a vyhodnocování glykémie, obsahu sacharidů, dávek inzulínu a pohybové aktivity u pacienta s diabetem 1. typu vede ke zlepšení metabolické kompenzace – kazuistika. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: magazine for postgraduate education*. Praha: Tigris, spol. s.r.o., 2016, **19**(1), 57. ISSN 1221-9326.

FIALA, Dominik, Jan MUŽÍK, Anna HOLUBOVÁ, Marek DOKSANSKÝ, **Milan POLÁČEK**, Jan BROŽ, et al. Synchronizační modul pro automatizovaný přenos hodnot glykémie, dávek inzulínu, množství sacharidů v jídle a nachozených kroků mezi mobilními a webovými aplikacemi u pacientů s diabetes mellitus 1. typu usnadňuje využívání příslušných elektronických aplikací. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: magazine for postgraduate education*. Praha: Tigris, spol. s.r.o., 2016, **19**(1), 58-59. ISSN 1221-9326.

MUŽÍK, Jan, Anna HOLUBOVÁ, Marek DOKSANSKÝ, **Milan POLÁČEK**, Jan BROŽ, et al. Telemedicínský nástroj pro automatizované generování diabetických deníků. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: magazine for postgraduate education*. Praha: Tigris, spol. s.r.o., 2016, **19**(1), 58. ISSN 1221-9326.

MUŽÍK, Jan, Anna HOLUBOVÁ, Jan BROŽ, Marek DOKSANSKÝ, **Milan POLÁČEK**, Miroslav MUŽNÝ, et al. Telemedicine tools for automated generation of diabetes diary. *Diabetes Technology & Therapeutics: Abstracts From Attd 2016 9Th International Conference On Advanced Technologies*. 2016, **18**(S1), A-137. DOI: 10.1089/dia.2016.2525. ISSN 1520-9156. Dostupné také z: <http://online.liebertpub.com/doi/10.1089/dia.2016.2525>

BROŽ, Jan, Anna HOLUBOVA, Jan MUŽÍK, Martina OULICKÁ, Miroslav MUŽNÝ, **Milan POLÁČEK**, Dominik FIALA, et al. An average daily number of steps negatively correlates with an average glycemic value in type 1 diabetic patients: Comparisons between CGM and pedometer records. *Diabetes technology & therapeutics: Abstracts from ATTD 2016 9th International Conference on Advanced Technologies*. 2016, **18**(S1), A-70. DOI: 10.1089/dia.2016.2525. ISSN 1520-9156.

HOLUBOVÁ, Anna, Denisa JANÍČKOVÁ ŽDÁRSKÁ, Martina OULICKÁ, Jan MUŽÍK, Miroslav MUŽNÝ, Milan POLÁČEK, Jana JAGEROVÁ, et al. Kroková zátěž u pacientů s diabetes mellitus 1. typu a hodnocení vlivu míry a intenzity chůze na hodnotu glykemie. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: magazine for postgraduate education*. Praha: Tigris, spol. s.r.o., 2015, **18**(1), 52-53. ISSN 1221-9326.

OULICKÁ, Martina, Denisa JANÍČKOVÁ ŽDÁRSKÁ, Anna HOLUBOVÁ, Miroslav MUŽNÝ, Jan MUŽÍK, Milan POLÁČEK, et al. Systém pro on-line telemonitoring základních faktorů ovlivňujících kontrolu terapie u pacientů s diabetes mellitus 1. typu: Ověřovací provozní studie. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: magazine for postgraduate education*. Praha: Tigris, spol. s.r.o., 2015, **18**(1), 62. ISSN 1221-9326.

MUŽÍK, Jan, Anna HOLUBOVÁ, Miroslav MUŽNÝ, Milan POLÁČEK, Dominik FIALA, et al. Telemedicínská infrastruktura pro sběr a zpracování dat pacientů s diabetes mellitus – krok k možnosti jejich automatizovaného zpracování. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: magazine for postgraduate education*. Praha: TIGIS Spol. s.r.o, 2015, **18**(1), 61-62. ISSN 1211-9326.

MUŽNÝ, Miroslav, Jan MUŽÍK, Eirik ÅRSAND, Meghan BRADWAY, Gunnar HARTVIGSEN, Martina OULICKÁ, Anna HOLUBOVÁ, Milan POLÁČEK, et al. Využití chytrých hodinek (smartwatch) při self-managementu diabetu. *Diabetologie - Metabolismus - Endokrinologie - Výživa: magazine for postgraduate education*. Praha: TIGIS Spol. s.r.o, 2015, **18**(1), 62-63. ISSN 1211-9326.

MUŽÍK, Jan, Jan BROŽ, Martina OULICKÁ, Miroslav MUŽNÝ, Milan POLÁČEK, et al. Integration platform for diabetes related biosignals. *Diabetes Technology & therapeutics: Abstracts from ATTD 2016 9th International Conference on Advanced Technologies*. 2015, **17**(S1), A-176. DOI: 10.1089/dia.2015.1525. ISSN 1520-9156. Dostupné také z:  
<http://online.liebertpub.com/doi/10.1089/dia.2015.1525>

VLASÁKOVÁ, Martina, Jan MUŽÍK, Denisa JANÍČKOVÁ ŽDÁRSKÁ, Anna HOLUBOVÁ, Miroslav MUŽNÝ, Milan POLÁČEK, et al. Online telemonitoring system of diabetes - supervision and management of patient treatment for type 1 diabetes. *The International Journal on Biomedicine and Healthcare*. Praha: EuroMise s.r.o., 2015, **3**(3), 31-34. ISSN 1805-8698.

## Dotazník

### Dotazník užívání webové aplikace Diani

Vážená paní, vážený pane,

byl/a jste požádán/a o účast ve studii zabývající se možností telemonitorování pacientů s diabetem. Projekt je zaměřen na výzkum telemonitorovacího systému s možností dlouhodobého online monitorování těchto parametrů za účelem optimalizace péče a zlepšení metabolické kontroly kvality života pacienta.

Cílem tohoto dotazníkové šetření je zjistit potřeby a nároky uživatelů, které kladou na navrhovaný telemonitoringový systém a míru spokojenosti s užíváním tohoto systému. Získané informace budou využity při inovaci a optimalizaci systému.

\*Povinné pole

### Demografické údaje

---

#### 1. Pohlaví \*

Označte jen jednu elipsu.

- Muž  
 Žena

#### 2. Věk \*

Označte jen jednu elipsu.

- 18-29  
 30-49  
 50-69  
 70 a více

#### 3. Nejvyšší dosažené vzdělání \*

Označte jen jednu elipsu.

- Základní  
 Vyučen v oboru (bez maturity)  
 Střední (bez maturity)  
 Střední (s maturitou)  
 Vyšší odborné  
 Vysokoškolské – bakalářský studijní program  
 Vysokoškolské – magisterský studijní program  
 Vysokoškolské – doktorský studijní program a vyšší

**4. Jaký typ diabetu Vám byl diagnostikován? \***

Označte jen jednu elipsu.

- Typ 1
- Typ 2
- Nejsem diabetik

**5. Jaký byl Váš poslední glykovaný hemoglobin \***

V případě, že ho nevíte, napište "nevím"

---

**6. Léčba diabetu \***

Označte jen jednu elipsu.

- Orální medikace (tablety, pilulky)
- Aplikace inzulínu diabetickým perem
- Aplikace inzulínu využitím kontinuální pumpy
- Orální medikace + inzulín
- Jiné: \_\_\_\_\_

**7. Použití počítače \***

Označte jen jednu elipsu.

- Nepoužívám
- Uživatelské (odesílání pošty, prohlížení web. stránek...)
- Pokročilejší užívání než v předchozích případech

**8. Použití chytrého telefonu (Smartphone) \***

Označte jen jednu elipsu.

- Nepoužívám
- Používám zejména k volání a psaní zpráv
- Využívám aplikace a další funkce telefonu bez využití internetu
- Využívám aplikace a další funkce telefonu včetně využití internetu

## Užívání aplikace Diani

**9. Jak dlouho aplikaci Diani používáte \***

V případě, že používáte aplikaci jiné časové období doplňte tento údaj do jiné Označte jen jednu elipsu.

- týden
- měsíc
- 3 měsíce
- Jiné: \_\_\_\_\_

**10. Jak často aplikaci Diani navštěvujete \***

Označte jen jednu elipsu.

- 1x týdně
- 2x týdně
- 3x a vícekrát týdně
- 1x měsíčně
- Aplikaci nepoužívám
- Jiné: \_\_\_\_\_

**11. Aplikaci Diani využívám \***

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- Ke sledování souvislostí mezi naměřenými daty
- K statistickému vyhodnocení naměřených dat
- Neshledal jsem ji ničím užitečnou k používání
- K tisku diabetického deníku
- K přípravě na kontrolu u lékaře
- Jiné: \_\_\_\_\_

**Jak často sledujete v aplikaci Diani následující parametry**

**12. glykémie z glukometru \***

Označte jen jednu elipsu.

1      2      3      4      5

Vůbec nesleduji

Zajímá mě nejvíce

**13. glykémie z kontinuálního monitoru \***

Označte jen jednu elipsu.

1      2      3      4      5

Vůbec nesleduji

Zajímá mě nejvíce

**14. insulinové dávky \***

Označte jen jednu elipsu.

1      2      3      4      5

Vůbec nesleduji

Zajímá mě nejvíce

**15. sacharidové dávky \****Označte jen jednu elipsu.*

1      2      3      4      5

Vůbec nesleduji

Zajímá mě nejvíce

**16. fyzická aktivita dávky \****Označte jen jednu elipsu.*

1      2      3      4      5

Vůbec nesleduji

Zajímá mě nejvíce

**17. hloubka spánku \****Označte jen jednu elipsu.*

1      2      3      4      5

Vůbec nesleduji

Zajímá mě nejvíce

**18. Naměřená data sleduji zejména pomocí \****Označte jen jednu elipsu.* Diani      *Přeskočte na otázku 20.* chytrý telefon (Smartphone)      *Přeskočte na otázku 19.* Možnost 3 Jiné: ..... *Přeskočte na otázku 19.*

## Užívání aplikace Diani

**19. Aplikaci Diani nepoužívám často, protože \****Zaškrtněte všechny platné možnosti.* zobrazuje to samé co aplikace DiabetesDagboka na chytrém telefonu (Smartphone). nemám potřebu analyzovat data. data z Diani se mi špatně zobrazují. nejsem schopen analyzovat data. Jiné: .....

## Zhodnocení a požadavky na inovaci aplikace Diani

### 20. Co se vám na aplikaci Diani líbí \*

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- Zpracování grafů
- Možnost propojit a zobrazit data z více zařízení
- Přehledné tabulky
- Exporty dat
- Diabetický deník
- Jiné: \_\_\_\_\_

### 21. Co byste na aplikaci zlepšili \*

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- Optimalizaci designu pro mobilní zařízení
- Nic
- Infografiku (grafy, tabulky)
- Strukturu aplikace (jiné designové uspořádání)
- Jiné: \_\_\_\_\_

### 22. Návrhy na zlepšení

V případě, že Vám nevyhovoovaly předešlé odpovědi napište nám Vaše vlastní komentáře, popřípadě další návrhy na zlepšení systému Diani

---

---

---

---



## Výsledky dotazníku

| Pořadové č.<br>respondenta | Pohlaví | Věk   | Nejvyšší dosažené vzdělání                         | Jaký typ diabetu<br>Vám byl<br>diagnostikován? |
|----------------------------|---------|-------|--|--|
| <b>1</b>                   | Muž     | 50-69 | Vysokoškolské – doktorský studijní program a vyšší | Typ 2  |
| <b>2</b>                   | Muž     | 18-29 | Vysokoškolské – magisterský studijní program       | Typ 1  |
| <b>3</b>                   | Žena    | 18-29 | Vysokoškolské – bakalářský studijní program        | Typ 1  |
| <b>4</b>                   | Muž     | 18-29 | Střední (s maturitou)                              | Typ 1  |
| <b>5</b>                   | Žena    | 18-29 | Vyšší odborné                                      | Typ 1  |

| Pořadové č.<br>respondenta | Jaký byl Váš<br>poslední<br>glykovaný<br>hemoglobin | Léčba diabetu                                | Použití počítače                                 |
|----------------------------|---|--|--|
| <b>1</b>                   | 55  | Orální medikace (tablety, pilulky)           | Pokročilejší užívání než v předchozích případech |
| <b>2</b>                   | 41  | Aplikace inzulínu využitím kontinuální pumpy | Pokročilejší užívání než v předchozích případech |
| <b>3</b>                   | 65  | Aplikace inzulínu využitím kontinuální pumpy | Pokročilejší užívání než v předchozích případech |
| <b>4</b>                   | 58  | Aplikace inzulínu využitím kontinuální pumpy | Pokročilejší užívání než v předchozích případech |
| <b>5</b>                   | 65  | Aplikace inzulínu využitím kontinuální pumpy | Pokročilejší užívání než v předchozích případech |

| Pořadové č.<br>respondenta | Použití chytrého telefonu (Smartphone)                             | Jak dlouho aplikaci Diani<br>používáte |
|----------------------------|--|--|
| <b>1</b>                   | Využívám aplikace a další funkce telefonu včetně využití internetu | 3 měsíce                               |
| <b>2</b>                   | Využívám aplikace a další funkce telefonu bez využití internetu    | >3mesice                               |
| <b>3</b>                   | Využívám aplikace a další funkce telefonu včetně využití internetu | 2 roky?                                |
| <b>4</b>                   | Využívám aplikace a další funkce telefonu včetně využití internetu | 8-9 měsíců                             |
| <b>5</b>                   | Využívám aplikace a další funkce telefonu včetně využití internetu | měsíc                                  |

| Pořadové č.<br>respondenta | Jak často aplikaci Diani<br>navštěvujete  | Aplikaci Diani využívám   |
|----------------------------|---|---|
| <b>1</b>                   | 3x a vícekrát týdně   | Ke sledování souvislostí mezi naměřenými daty, K statistickému vyhodnocení naměřených dat   |
| <b>2</b>                   | 1x měsíčně  | Ke sledování souvislostí mezi naměřenými daty, K tisku diabetického deníku, K přípravě na kontrolu u lékaře   |
| <b>3</b>                   | čistě z pohledu diabetika a stavu webu bych možná dala 1x měsíčně, ale je to bohužel zavádějící, protože s tím prcuju denně, ale ne vždy jako uživatel diabetik | Ke sledování souvislostí mezi naměřenými daty, K statistickému vyhodnocení naměřených dat, K tisku diabetického deníku, K přípravě na kontrolu u lékaře |
| <b>4</b>                   | 1x měsíčně  | K tisku diabetického deníku, K přípravě na kontrolu u lékaře  |
| <b>5</b>                   | 3x a vícekrát týdně   | Ke sledování souvislostí mezi naměřenými daty, K statistickému vyhodnocení naměřených dat   |

| Pořadové č.<br>respondenta | glykémie z<br>glukometru | glykémie z<br>kontinuální<br>ho monitoru | insulinové<br>dávky | sacharidové<br>dávky | fyzická<br>aktivita | hloubka<br>spánku |
|----------------------------|--------------------------|--|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| <b>1</b>                   | 5                        | 1  | 1                   | 3                    | 3                   | 3                 |
| <b>2</b>                   | 4                        | 5  | 3                   | 3                    | 3                   | 2                 |
| <b>3</b>                   | 5                        | 5  | 2                   | 2                    | 4                   | 2                 |
| <b>4</b>                   | 3                        | 2  | 2                   | 3                    | 3                   | 1                 |
| <b>5</b>                   | 5                        | 4  | 4                   | 4                    | 3                   | 3                 |

| Pořadové č.<br>respondenta | Naměřená data<br>sleduji zejména<br>pomocí | Aplikaci Diani nepoužívám často, protože  |
|----------------------------|--|---|
| <b>1</b>                   | Diani                                      |   |
| <b>2</b>                   | chytrý telefon<br>(Smartphone)             | Zobrazuje skoro to samé co DD na chytrém telefonu. Dívám se cca 1x za měsíc, plus když je senzor.               |
| <b>3</b>                   | Diani                                      |   |
| <b>4</b>                   | chytrý telefon<br>(Smartphone)             | Zobrazuje to samé, co aplikace DiabetesDagboka na chytrém telefonu (Smartphone), nemám potřebu analyzovat data. |
| <b>5</b>                   | chytrý telefon<br>(Smartphone)             | Data z Diani se mi špatně zobrazují.  |

| Pořadové č.<br>respondenta | Co se vám na aplikaci Diani líbí   |
|----------------------------|--|
| <b>1</b>                   | Zpracování grafů, Možnost propojit a zobrazit data z více zařízení   |
| <b>2</b>                   | Diabetický deník, Možnost propojit a zobrazit data z více zařízení   |
| <b>3</b>                   | Diabetický deník, Exporty dat, Možnost propojit a zobrazit data z více zařízení                                      |
| <b>4</b>                   | Přehledné tabulky, Exporty dat   |
| <b>5</b>                   | Zpracování grafů, Přehledné tabulky, Diabetický deník, Exporty dat, Možnost propojit a zobrazit data z více zařízení |

| Pořadové č.<br>respondenta | Co byste na aplikaci zlepšili  |
|----------------------------|--|
| <b>1</b>                   | Infografiku (grafy, tabulky), pri zobrazeni "DEN" neni videt cela perioda spanku   |
| <b>2</b>                   | Strukturu aplikace (jiné designové uspořádání), Infografiku (grafy, tabulky), Optimalizaci designu pro mobilní zařízení  |
| <b>3</b>                   | Strukturu aplikace (jiné designové uspořádání), Infografiku (grafy, tabulky), Optimalizaci designu pro mobilní zařízení, velmi časově náročné je překlikávání na konkrétní den, zaměřila bych se do budoucna na možnost zadat od-do nebo konkrétní den pro rychlejší orientaci |
| <b>4</b>                   | Strukturu aplikace (jiné designové uspořádání), Infografiku (grafy, tabulky)   |
| <b>5</b>                   | Optimalizaci designu pro mobilní zařízení  |

| Pořadové č.<br>respondenta | Další návrhy na zlepšení   |
|----------------------------|--|
| <b>1</b>                   |  |
| <b>2</b>                   |  |
| <b>3</b>                   | viz předchozí bod  |
| <b>4</b>                   | <p>-Uvítal bych "spojení" tabulek glykémie a ostatních aktivit (kroky,sacharidy,inzulín,...) do jedné tabulky (grafu), kdy by šly jednotlivé hodnoty filtrovat. např hodnoty inzulínu a jejich vliv na glykémie by byly graficky jasné a přehledné. tedy je nutné obě tabulky "porovnávat". tahle úprava by pro mě osobně byla "lákadlem" pro větší používání webové aplikace, protože tohle dagboka neumí</p> <p>-v přehledech grafů bych uvítal možnost zadat zobrazení konkrétního dne, tedy možnost zadat datum a/nebo možnost zobrazit kalendář</p> <p style="margin-left: 20px;">- možná i trochu hezčí grafika stránek...</p> <p style="margin-left: 20px;">- jinak ale perfektní práce :-)</p> |
| <b>5</b>                   |  |