

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

ANDROID APP - DENÍČEK SPOTŘEBY ENERGIÍ S PREDIKCÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

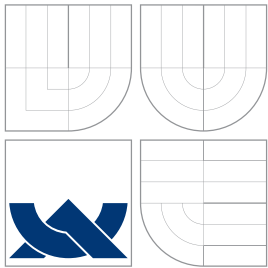
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

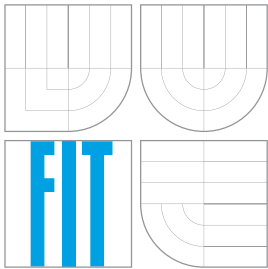
AUTHOR

TOMÁŠ JOHN

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV POČÍTAČOVÉ GRAFIKY A MULTIMÉDIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF COMPUTER GRAPHICS AND MULTIMEDIA

ANDROID APP - DENÍČEK SPOTŘEBY ENERGIÍ S PREDIKCÍ

ANDROID APP - ENERGY MONITOR WITH PREDICTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ JOHN

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. SZÓKE IGOR, Ph.D.

BRNO 2015

Abstrakt

Práce popisuje proces tvorby mobilní aplikace sloužící k záznamu a zpracování dat z přístrojů měřících energie. Aplikace cílí na zařízení s operačním systémem Android. Úkolem bylo seznámit se s podobnými aplikacemi a následně navrhnout a implementovat vlastní řešení. Obohacené o funkci predikce spotřeby, za využití znalosti historie venkovních teplot. Záznam hodnot měřících přístrojů rozšířit o možnost využití OCR (optického rozpoznávání znaků). Pro zajištění historie venkovních teplot využít internetové služby o počasí. Ze zaznamenaných dat vytvořit uživatelsky přívětivé grafy a statistiky o spotřebě.

Abstract

The thesis describes process of creation mobile application used for recording and processing data from consumption energy meters. Application targets on devices with operating system Android. The task was to study similar solutions and then design and implement own one. Enriched by the possibility of predict future energy consumption, using historical outdoor temperatures. Also bring the optional OCR (Optical Character Recognition) reading meter's values. Weather data obtain from internet weather service. And from stored data be able to make user-friendly charts and statistics showing energy consumption.

Klíčová slova

Android, energie, spotřeba, predikce, OCR, deníček

Keywords

Android, energy, consumption, prediction, OCR, diary

Citace

Tomáš John: Android app - deníček spotřeby energií s predikcí, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2015

Android app - deníček spotřeby energií s predikcí

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Igora Szókeho Ph.D..

.....
Tomáš John
18. května 2015

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Igoru Szókemu Ph.D. především za poskytnuté konzultace a vedení této práce. Také bych rád poděkoval panu Vladimíru Večeřovi za poskytnutá data historie počasí.

© Tomáš John, 2015.

Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.

Obsah

1 Úvod	2
1.1 Struktura práce	2
2 Cíle monitoringu spotřeby	3
2.1 Co by měla aplikace umožňovat?	3
2.2 Průzkum trhu	4
3 Technologie a návrh aplikace	7
3.1 Energie	7
3.1.1 Voda	7
3.1.2 Plyn	8
3.1.3 Elektřina	9
3.1.4 Dálkové vytápění	9
3.2 OCR	11
3.3 Denostupňová metoda	11
3.4 Návrh prostředí a navigace	12
3.5 Počasí	12
3.6 Uložení dat	13
4 Implementace	14
4.1 Databáze	14
4.2 Lokalizace	15
4.2.1 Stahování počasí	16
4.3 Stanovení topné sezóny	16
4.4 Predikce	19
4.4.1 Dlouhodobá predikce	19
4.4.2 Krátkodobá predikce	21
4.5 OCR	22
4.6 Import/Export dat	24
4.7 Zveřejnění aplikace	25
5 Testování a návrh dalšího vývoje	26
6 Závěr	29
A Obsah CD	31
B Plakát	32

Kapitola 1

Úvod

V podstatě každý člověk žijící v civilizované společnosti spotřebovává energie a využívá služby s nimi spojené, které jsou mu zpravidla poskytovány nějakou třetí stranou. Spotřeba těchto služeb může být ovlivněna jednak energetickou náročností spotřebních prvků, ale také například tepelnou izolací domu. A v neposledním také individuálním přístupem jednotlivce. Spolu se snižováním energetické náročnosti spotřebičů a příchodem nových technologií, dochází ze strany zákazníka k obměně jednotlivých prvků majících vliv na spotřebu. Což může být právě jeden z důvodů proč je žádoucí mít přehled o tom, kolik energií spotřebitel platí.

Tato práce se bude zabývat návrhem prostředku, potažmo mobilní aplikace, jenž tento přehled uživateli umožní získat. Cílovou platformou aplikace bude systém Android, což je operační systém většiny dnešních mobilních zařízení. Aplikace bude sloužit nejen k záznamu dat z přístrojů měřících spotřebu. Rovněž bude také uživateli poskytovat statistiky a grafické znázornění jeho spotřeby. Zároveň bude umožňovat predikci spotřeby v závislosti na získaných datech. Predikce bude založena na znalosti okolních teplot vzduchu v místě, které bude specifikováno uživatelem a také na dosavadní historii spotřebě.

1.1 Struktura práce

Samotný text práce se snaží zhruba reflektovat body zadání práce tak, jak byly stanoveny. Kapitola následující, spolu se stanovením hlavních cílů, obsahuje zejména rozbor aplikací podobného rázu. Shrnuje ale také vlastnosti, kterými takováto aplikace disponuje a porovnává výhody a nevýhody přiblížených aplikací. Jak funguje systém Android, jeho architekturu, historii vývoje, či popis konkrétních stavebních prvků tato práce neobsahuje. Není však složité tyto prvky dohledat na internetu¹, či v literatuře[3], která byla při studiu vývoje Android aplikace využita. Při popisu neznámého prvku je vždy zmíněn alespoň odlehčený pohled na to, jak prvek funguje, pro pochopení dané problematiky.

Další kapitola obsahuje popis technologií pro záznam spotřeby a těch, jenž jsou spojené s vývojem aplikace. Následně jsou pak popsány zejména hlavní problémy spojené s implementací a testováním výsledné aplikace. Dále pak ještě navrhnutý rozšíření, o které by aplikace mohla být obohacena. V závěru je popsán vlastní pohled na práci a především shrnuty jednotlivé kapitoly.

¹Zejména na oficiálním webu *developer.android.com*.

Kapitola 2

Cíle monitoringu spotřeby

Celá tato práce je věnována tvorbě prostředku pro monitoring spotřeby. A to za účelem získání přehledu o spotřebovaných energiích a případné redukce zbytečného plýtvání jimi. Stejně tak zájem o takovýto prostředek mají uživatelé ze stejných důvodů. Což je dobré vzhledem k celkovému trendu snižování energetických nároků.

2.1 Co by měla aplikace umožňovat?

Pro získání přehledu je nejprve nutné zaznamenat údaje o spotřebě. Samotnou spotřebu indikují měřící přístroje, které budou více přiblíženy v následující kapitole. Prvním bodem tedy bude umožnit vkládání záznamů o spotřebě. Tato funkce (jak bylo zmíněno v úvodu) by měla být rozšířena o možnost automatického převodu z fotografie přístroje za pomoci OCR (3.2) technologie. Jakmile budou údaje o spotřebě zaznamenány, lépe řečeno vloženy uživatelem do aplikace, lze nad nimi provádět různé akce. „Obrázek vydá za tisíc slov“ – jedním z hlavních prvků tak bude možnost zobrazení grafického průběhu spotřeby. K tomu však bude nejprve nutné převést jednotlivé záznamy na spotřebu za určitou časovou jednotku. Číselníky přístrojů zobrazují totiž vždy pouze celkový stav spotřebované energie za celou dobu jejich funkce. Aplikace tak bude muset umět přepočítat rozdíly hodnot v záznamech a následně je převést do grafického zobrazení. V grafickém zobrazení by mělo být možné se pohybovat, aby uživatel mohl detailně porovnat jednotlivé úseky pouhým pohledem. Samozřejmě bude také vhodné přesně vyčíslit spotřebu za dané období.

Stejně tak by aplikace měla být schopna zobrazit predikci spotřeby, aby uživatel měl přehled a mohl alespoň přibližně počítat do budoucna s výdaji za energie. Za tímto účelem bude muset být aplikace schopna lokalizovat místo, pro něž bude zaznamenávat informace o počasí, aby mohla zajistit predikci vývoje spotřeby. Uživateli by měla být poskytnuta možnost toto místo pohodlně nastavit. Samozřejmě také umožnit volbu, zda vůbec chce tuto službu (která bude z největší pravděpodobností vyžadovat přístup k internetu a mít tak jisté datové nároky) využívat. Lze předpokládat, že mnoho uživatelů, jenž by mělo potenciální zájem využívat tuto aplikaci, si již vede záznamy o spotřebě. Za tímto účelem by bylo vhodné v aplikaci zavést prostředek, jenž by byl schopný importu takovýchto záznamů vedených v (elektronické) textové podobě a vyhnutí se tak zdlouhavému vkládání záznamů jednoho po druhém.

2.2 Průzkum trhu

Před tvorbou jakékoli aplikace na mobilní zařízení je více než vhodné prozkoumat již existující obdobná řešení. V aktuální době je totiž aplikací na systém Android zveřejněných bezmála milion a půl. Je tak velice pravděpodobné, že minimálně nějaká podobná aplikace jenž někdo zamýšlí vytvořit, již existuje. V tomto případě tomu není jinak. Existuje již několik aplikací, zabývajících se monitoringem energií. Nicméně žádná z nich nenabízí využití OCR technologie, či predikce budoucí spotřeby. Není však na škodu detailněji prozkoumat tyto existující aplikace a případně se nechat inspirovat některými jejich prvky.

Aplikace monitoringu spotřeby

Zveřejněných aplikací sloužících pro monitoring spotřeby existuje již několik. Každá aplikace disponuje podobnými vlastnostmi – vedení měřících přístrojů, záznam jejich hodnot a zobrazení výstupů (statistik, grafů). Některé pak nabízejí možnosti jako je import/export dat, nebo jsou naopak omezeny v počtu měřidel za účelem prodeje jejich placené verze. V těchto případech se však jedná většinou o aplikace kvalitně zpracované.

Uspořádání funkčních bloků se různí. Úvodní obrazovka většinou nabízí pohled na jednotlivé měřící přístroje, ať už jeden či jejich seznam. Popřípadě menu, obsahující zpravidla výběr ze zmíněných základních akcí - čtení/zobrazení záznamů, zobrazení grafů, možnosti přidat měřící přístroj, či zobrazení nastavení. Některé aplikace mají již po nainstalování přednastavené záznamy měřidel. Což může být z jedné strany přínosné, ve smyslu ušetření zdoluhavého „klikání“. Na druhou stranu, parametry přístroje nemusí odpovídat představám uživatele. Základem aplikace je vkládání hodnot měřidel, v některých případech je možnost vložení měření hodnot všech měřidel, které jsou k dispozici zároveň. Následující výběr popisuje čtyři aplikace, dvě volně dostupné a dvě, které mají také svou placenou verzi.

Energy Consumption Analyzer *by Christoph Zens*

Tato aplikace¹ vychází někdy za doby verze Androidu 2.3. Takže je již starší. Obsahuje však přehledný seznam přístrojů, záznamů o měření grafů a statistik. Je možné přidat jednotku a její cenu u každého přístroje. Umožňuje ale i takové nastavení, jako je např. jemnost vykreslování grafů.

Při prvním měření je ale nutné uvést, že se jedná o první měření, stejně tak barva měření se musí specifikovat při každém měření. Neobsahuje tlačítko pro rychlé zapnutí zadního světla přístroje pro případné čtení hodnot za šera, kde se mohou přístroje často vyskytovat. Na druhou stranu lze přiložit i poznámku k jednotlivým měřením.

Ve statistikách zobrazuje také procentuální změnu oproti předchozímu roku v daném období. Graf nebo statistiku lze v daný okamžik na display vykreslit vždy pouze pro jeden měřící přístroj. Moc nelze rozeznat rozdíl mezi zavedením nového měřícího přístroje nebo měřícího čidla.

Umožňuje export a import interní databáze obsahující všechna data.

klady:

- zcela zdarma
- přehledné grafické statistiky

zápory:

- absence přisvícení

¹Dostupné z play.google.com/store/apps/details?id=at.topfen.ecas

Při hodnocení jsem nehodnotil prostředí aplikace (zejména po vizuální stránce), neboť bylo omezeno jednotlivými prvky tehdejšího systému Android a také stylem, jímž byly aplikace v dané době vytvářeny.

Energy Usage by ITsimple

Jedná se o aplikaci² zveřejněnou již někdy za doby verze Androidu 1.9. Takže se nejspíš jedná o ještě starší předchůzí.

Vkládání měřicího přístroje je realizováno v *Menu- > Nastavení*, kde se nachází nenachází již nic jiného než tento fixní seznam přístrojů. Tvoří jej dlouhý nevhodně uspořádaný list, ve kterém je nutnost *scrollovat*³ směrem dolů. Lze zde vybrat u každého přístroje ze čtyř typů. Pro měření elektřiny, pro měření plynu, pro měření vody a pro měření tepla. Maximální počet přístrojů je stanoven na pět. Což je ale u valné většiny uživatelů většinou dostačující, nicméně to postrádá smysl.

Při vkládání hodnot je opět použit podobný list s totožným pořadím přístrojů. Při měření je však nutné zadat hodnoty všech přístrojů. Je umožněna editace vložených záznamů. Je také zavedena položka zapnutí přisvícení, nicméně při testování nefungovala (nejspíše však z důvodu zastaralého přístupu k této akci, jenž by ve vyšších verzích nahrazen).

Některé prvky nedrží formát při zadání delších názvů.

Aplikace obsahuje pouze jednu základní charakteristiku a to spotřebu jednotek za dané období, přepočít na měnu (fixní v dolarech) nefunguje.

klady:

- zdarma

zápory:

- nepřehledné uspořádání přístrojů a záznamu hodnot
- nutnost vložit hodnoty všech měřicích přístrojů naráz
- nefunkčnost některých prvků (možná z důvodu stáří aplikace)

Meter Readings by Christian Melchior

Zde se jedná o novější aplikaci⁴, oproti předchozím dvou však chvíli trvá, vžít si uspořádání jednotlivých prvků, které je z počátku trochu nepřehledné.

Na rozdíl od předchozích obsahuje již přednastavené dva přístroje, které lze dodatečně upravit. Nabízí také možnost výměny měřicího přístroje a jejich počet je v základní neplacené verzi omezen na tři.

U vkládání hodnot je opět nutné zadat všechny hodnoty přístrojů naráz. Na druhou stranu obsahuje funkční tlačítko na přisvícení. Po vložení hodnot se automaticky otevírá obrazovka se statistikami, což může být nežádoucí nejen při vkládání více starších záznamů, ale i běžném používání.

Aplikace umožňuje zapnutí upozornění uživatele na měření v přednastavených intervalech, ovšem opět pouze v placené verzi. Stejně tak import a export databáze.

²Dostupná z play.google.com/store/apps/details?id=nl.itsimple.energyusage.

³Z angl. slova *scroll*, rolování = pohyb v nabídce, kdy obsah *připlouvá* ze strany z níž je veden pohyb.

⁴Dostupné z play.google.com/store/apps/details?id=dk.ilios.meterreadings.

klady:

- umožňuje výměnu měřícího přístroje
- přisvícení
- (upomínky na měření)

zápory:

- automatické spouštění statistik při záznamu
- omezení na 3 přístroje (v neplacené verzi)

Energy Consumption Tracker *by Swinergy*

Aplikace⁵ má ojedinělé uspořádání prvků. Na hlavní obrazovce je zobrazen vždy pouze jeden přístroj s podrobnostmi o záznamech, u kterého pak lze zobrazit graf spotřeby za den či rok. Vkládání měření je nutné vždy všech specifikovaných přístrojů. Při prvním spuštění jsou přednastaveny tři přístroje.

Je umožněn export a import databáze na Google Disk, e-mail, přes bluetooth, skype a další. Automaticky také dopočítává předpokládanou spotřebu. Pouze však dle předchozích dvou záznamů. Při vkládání nové hodnoty je vypočtená spotřeba použita jako nápověda.

klady:

- přehlednost

zápory:

- statistiky pouze za den nebo rok, nic mezi tím

Aplikací bylo prozkoumáno ještě více, tyto však nejvíce odpovídaly představám o budoucí aplikaci a zejména jejich prvky pak jsou využity při návrhu aplikace v následující kapitole.

⁵Dostupné z play.google.com/store/apps/details?id=com.swinergy.enusa.

Kapitola 3

Technologie a návrh aplikace

V této kapitole jsou popsány technologie přístrojů pro záznam spotřeby. Jakým způsobem jsou schopny měřit spotřebu, v jakých jednotkách a zejména jak jí pak dokáží zobrazit, resp. zprostředkovat pro odečet. Dále je zde vysvětlen význam zkratky OCR a popsána technika výpočtu tzv. denostupňů. Po seznámení s technologiemi následuje návrh aplikace.

3.1 Energie

Pojmem spotřební energie v domácnostech či firmách myslíme zpravidla tři položky – elektřinu, vodu, plyn a případně dálkové vytápění. Od toho se pak odvíjí samozřejmě typy přístrojů pro záznam spotřeby – elektroměry, vodoměry, plynoměry a takzvané kalorimetry.

3.1.1 Voda

Odběr vody lze ještě dále rozdělit na odběr teplé a studené vody. Spotřebu vody udává její objem, jenž proteče daným přístrojem. Cena za teplou vodu je samozřejmě větší, zpravidla několikanásobně. Objem se měří zpravidla na m^3 a nejčastěji jsou pro měření používány průtokoměry mechanické. Jejich nevýhodou je, že vody ne vždy musí být křišťálově čisté a mohou obsahovat různé nečistoty. Ty jsou pak pro tyto přístroje hlavním nepřítelem mohou způsobovat nezanedbatelné nepřesnosti v záznamu. Mechanické průtokoměry mohou být vybaveny také elektrickým registrem pro záznam hodnot do elektrického systému.



Obrázek 3.1: Vodoměry (zdroj: www.nwmeuoper.cz/img/slide-1.png)

Z důvodu klesající pořizovací ceny se začínají osazovat potrubí (především u novostaveb) průtokoměry elektrickými – indukčními a ultrazvukovými. Ty jednak nepodléhají náchylnosti na zanášení nečistotami, neboť neobsahují pohyblivé části a jsou již zpravidla vybaveny elektrickými mechanismy umožňující odečet, či záznam od externího elektronického systému za pomoci speciálních portů, či k tomu určených modulů. Ke svému chodu však vyžadují napájení, zpravidla AC/DC¹ převodník. Nové, moderní průtokoměry mohou být vybaveny také teploměry. Ty umožňují rozlišovat kvalitu vody za účelem stanovení aktuální ceny podle entalpie². U nás však zatím není zavedena žádná legislativa, která by umožňovala (upravením ceny prodávané energie) tento funkční prvek využít.

3.1.2 Plyn

Při měření odběru zemního plynu jsou také, jako u vody používány jednotky objemu. Spotřebu zaznamenávají nejčastěji membránové plynoměry. Ty se skládají ze dvou měchů, které se střídavě naplňují a vyprazdňují. Každý cyklus se pak převádí na číselníky na přední straně plynoměru. Plynoměry jsou zpravidla ve vlastnictví plynárenských společností, stejně jako rozvodné potrubí. Na majiteli je pak přenechána zodpovědnost za výměnu těchto plynoměrů ve stanovených intervalech.

Pro umístění plynoměrů jsou platné normy jenž hovoří o vzdálenosti vůči případným dalším spotřebičům a umístění od stěn a podlah, resp. stropů. Obvykle jsou umísťovány na chodbách či ve sklepních prostorách. Musí být vždy umístěny tak, aby byl umožněn co jak možno nejlehčí odpočet dat z číselníků.

Přívod do plynoměru musí být vždy „zapečetěn“ ochranou plombou. Výměna musí být provedena kvalifikovaným odborníkem, který tyto náležitosti zajistí.[5]



Obrázek 3.2: Plynoměr s elektronickým registrem
(zdroj: www.autometers.co.uk/uploads/products/images/652-thumb.jpg)

¹Značka převodu ze střídavého proudu na proud stejnosměrný.

²Fyzikální veličina označovaná písmenem H udávaná v joulech – vyjadřuje energii uloženou v termodynamickém systému.

3.1.3 Elektřina

V případě měření elektrické energie jsou využívány elektroměry elektromechanické, tzv. *Ferrarisovy* a elektroměry elektronické. U elektromechanických se opět nesetkáváme s výstupem pro elektronický systém moc často. Naopak u čistě elektronických elektroměrů je tato vlastnost téměř samozřejmostí. Elektromechanické přístroje jsou založeny na měření za pomoci indukce a skládají se z těchto prvků:

- 1) napěťové cívky – mnoho závitů mědi připojeny paralelně k zátěži
- 2) proudové cívky – několik málo závitů sériově s zátěží
- 3) statoru (statická magnetická část)
- 4) hliníkového rotoru (pohyblivá část)
- 5) uhlíkových magnetů
- 6) vřetenka pro převod
- 7) zobrazovačů (ciferníky v desítkové soustavě) otočných/rotujících

Zobrazovače jsou pak zpravidla v desítkové soustavě, v poměru vždy $\frac{1}{10}$ k předchozímu. Avšak reálnou spotřebu může udávat navíc také násobitel **kH**, jenž je uveden na krytu přístroje. Z pravidla jsou to hodnoty 1.8, 3.6 nebo 7.2 (z důvodu počtu vteřin v hodině – 3600). Ty jsou použity pro výpočet aktuální reálné spotřeby za jednotku času. Odebíraný množství energie pak lze stanovit za pomoci vzorce $P = \frac{3600 * kH}{t}$, kde t je čas, za který se protočí ciferník nejmenšího řádu.



Obrázek 3.3: Třífázový elektronický elektroměr
(zdroj: www.schrack.cz/eshop/digitalni-elektromer-3faz-65a-1t-mgdiz065.html)

3.1.4 Dálkové vytápění

Pojmem dálkové vytápění je myšlena situace, kdy je daný objekt vytápěn zdrojem tepla, jenž je umístěn mimo něj. K přenosu od zdroje na místo určení je využívána teplotonosná látka – voda. Tento způsob řešení vytápění se používá ve velkých městech. Zdroj tepla pro ohřev přenosového média je specializován na produkci minimálního množství emisí a je využíváno hoření za vyšších teplot.

Při dálkovém vytápění však vznikají problémy s rozdělením poplatků. Ještě před nedáv-
nem byla vyčíslována energie na vytápění pouze v rámci celého objektu (např. paneláku)
a následně rozpočítána mezi jednotlivé plátce pouze na základě plochy jejich bytů. Tento
princip však nezohledňoval individuální přístup a byla zavedena jistá opatření[4]. Za účelem
motivace k omezení plýtvání.

Kalorimetry jsou měřidla tzv. *stanovená*, jenž dokáží přesně (s minimální odchylkou)
změřit poskytnutou energii. Využití přímo v bytových jednotkách lze pouze za předpokladu,
že je vytápění řešeno horizontálně. Při existenci vertikálního vytápění – lidově „*stoupač-
kového*“ ztrácí jejich použití smysl. Dalším záporem pro jejich použití je jejich pořizovací
cena, jenž se pohybuje v řádu několika tisíc korun.

Od 1. ledna letošního roku je povinné opatření bytových jednotek s dálkovým vytápěním
pomocí přístroje pro záznam spotřeby energie na vytápění. Jedná se však pouze o nutnost
opatření takzvanými indikátory topných nákladů (IRTN). Ty nejsou schopny měřit spotřebu
přímo (v jednotkách), ale pouze poměrem tepla. Jejich naměřené hodnoty také však nejsou
využity pro zúčtování nákladů v plné výši. Náklady na vytápění se v takovýchto obytných
domech (panelácích) počítá ze 40% celkových nákladů z poměru metrů čtverečních plochy
bytu a zbylých 60% se až teprve rozpočítává na základě naměřených hodnot indikátorů.
Indikátory jsou dnes již zpravidla digitální, či digitální s možností dálkového odečtu (není
nutnost návštěvy technika). Od tzv. *odpařovacích* se již z důvodu jejich nepřesnosti opouští.

Jednotky

Pro měření velikosti spotřeby jsou využívány vesměs tři základní jednotky – Watt, Joule
a kubický metr.

kWh- „Kilowatthodina“, je jednotka používána v zásadě při měření energie elektrické,
avšak někdy se používá její násobek *mWh* i ve spojení s měřením zemního plynu, resp. se
jedná přepočítává kolik energie vydá jeden m^3 plyn vydá při exotermické reakci)

m^3 - „Kubický metr“ je jednotkou objemu, která se využívá zpravidla při měření spotřeby
vody a zemního plynu. Spotřeba plynu se ale také často přepočítává z *kubických metrů* na
megawatthodiny, kde $1m^3 = 0.011MWh$.

GJ - „Gigajoule“ je jednotka práce a energie odvozená ze základních jednotek vztahem
 $J = kg * m^2 * s^{-2}$ nebo také $J = N * m$, kde *kg* je kilogram, *m* metr, *s* sekunda a *N*
newton (jednotka práce). Používá se především u záznamu spotřeby dálkového vytápění.
Jeden *gigajoule* je roven přibližně 278 *kilowatthodinám*.

3.2 OCR

Tato technologie vznikla za účelem digitalizace tištěného textu. Přepisování textů a následující opravování překlepů totiž znamenalo vždy zdlouhavou a neefektivní práci.

Samotná zkratka OCR vyjadřuje česky optické rozpoznávání znaků (z anglického *Optical Character Recognition*) a představuje zpravidla prostředek (program) jenž dokáže zpracovat (popř. i snímat) obraz tištěného textu a extrahovat z něj jednotlivé znaky jenž obsahuje. Výsledkem je text jemuž rozumí elektronické zařízení.

Důležité je zde zachování kvality textu a úhel pod kterým je obraz snímán. Od toho se pak odvíjí také úspěšnost rozpoznání znaků a slov.

Tato technologie bude využita ve výsledné aplikaci za účelem snímání číslic z měřících přístrojů.

3.3 Denostupňová metoda

Je jedním z prostředků sloužících k návrhu, vyhodnocení a porovnávání zdrojů a spotřebičů tepelné energie. Hlavní prerekvizitu k použití této metody představuje znalost historie venkovních teplot v místě kde se nachází objekt, pro nějž je výpočet realizován.

Vzoreček výpočtu

Vzorec výpočtu je založen na průměrných denních teplotách venkovního vzduchu.

$$D^{\circ}(t_{is}) = d * (t_{is} - t_{es}) \quad (3.1)$$

$D^{\circ}(t_{is})$ - Počet denostupňů za dané období pro určitou lokalitu vypočítaný k určité průměrné vnitřní teplotě zdi.

d - Délka topné sezóny (počet otopných dnů v závislosti na t_{em}).

t_{is} - Průměrná teplota zdi na vnitřní straně během topné sezóny.

t_{es} - Průměrná teplota zdi na vnější straně během topné sezóny.

Počet otopných dnů

Hodnota denostupňů charakteristických příslušnou vnitřní teplotou je dána součinem topných dnů a rozdílu průměrné vnitřní a vnější teploty objektu.

Otopné období je čas, kdy jsou zdroje dodávající teplo do objektu ve stavu bdělosti a mohou začít ihned dodávat teplo. V našem podnebí toto období začíná 1. zářím a končí 31. květnem následujícího roku.

Mezní teplota t_{em} udává hraniční hodnotu pro výpočet otopných dnů d . Pokud se teplota venkovního vzduchu dostane pod tuto hranici znamená to signál pro zahrnutí těchto dnů do výpočtů. Tato mezní teplota je udávána klimatickou oblastí. V české republice existují čtyři klimatické oblasti udávající různou mezní teplotu pro výpočet.

3.4 Návrh prostředí a navigace

Je nutné stanovit co by měla výsledná aplikace umět a jakým způsobem to bude uživateli zprostředkovávat. Cílem je vytvořit aplikaci v níž nebude problém se okamžitě zorientovat již při prvním spuštění. Za tímto účelem by bylo vhodné volit jak nejpřívětivější formu navigace. V existujících řešeních byla navigace téměř vždy řešena odlišným přístupem. Nám půjde hlavně o přehlednost a jednoduchost, za tímto účelem bude vhodné zvolit navigaci skrytou, ale za to přehlednou a přístupnou z jednoho místa. Aby bylo možné nezávisle na tom v jakém stavu se aplikace bude právě nacházet zobrazit nabídku a přejít na jinou obrazovku.

Po průzkumu možností se jeví nejlepší možností použití *vyusunovací navigace*. Z boku obrazovky. Ta by měla být možná zobrazit z jakékoli místa s tím, že by aktuální kontext obrazovky zůstával stále vykreslen pod ní. Obsahovat by pak měla položky, jenž budou představovat jednotlivé obrazovky. Kontext obrazovky by nemusel nutně zůstat statický, přechody by se však měly týkat jedné konkrétní problematiky. Například v položce *statistik* by mohly být zobrazeny buďto písemné či grafické statistiky. Použití skryté navigace má výhodou v tom, že zůstává volná celá plocha obrazovky. Odpadá tak nutnost umísťování dalších navigačních prvků do plochy obrazovky. To pak můžeme využít při zobrazování grafů a statistik přes téměř celou plochu displaye zařízení.

Na základě získaných poznatků z průzkumu aplikací (viz. 2.2) jsem navrhl následující obrazovky:

- obrazovka obsahující měřící přístroje + přechod na záznam
- obrazovka obsahující záznamy o měření
- obrazovka obsahující statistiky a grafy
- obrazovka zobrazující predikci spotřeby
- obrazovka nastavení

První z vyjmenovaných by měla obsahovat list jednotlivých vedených měřících přístrojů a jakousi minimální informaci o nich. Měla by samozřejmě umožňovat přidávání, úpravu a mazání existujících přístrojů. Mělo by z ní být také možné přejít ke snadnému vytvoření záznamu o měření, formou zadání hodnot z klávesnice, nebo za využití OCR.

Druhá obrazovka by měla zobrazovat list o záznamech měření. Umožňovat by však měla snadnou editaci/mazání záznamů a případnou filtraci v jejich zobrazení. Třetí obrazovka pak uživatelsky přívětivě zobrazit statistiky o spotřebě jednotlivých přístrojů v jejich jednotkách či v přepočtu na peníze v daném období. Obrazovka predikce by měla být schopna na základě vložených hodnot a hodnot z počasí být schopna predikovat kolik uživatel s největší pravděpodobností asi spotřebuje např. do konce topné sezóny, či v daném intervalu jenž zadá.

Pro vytvoření jednotlivých obrazovek bude vhodné využít k tomu určených stavebních prvků – takzvaných *fragmentů* (viz. [3] str. 367-385). Přepínání mezi nimi bude řídit hlavní *Aktivita* (viz. [3] str. 83-86) jenž by měla představovat jádro aplikace a obsahovat neměnný vysouvací *fragment* s navigací.

3.5 Počasí

Pro své výpočty a následnou predikci aplikace musí mít přístup k datům o počasí. Bude tak nutné vyhledat službu která je schopna poskytovat záznamy o počasí přímo v textové

podobě, aby z ní mohla být vyjmuty potřebné čísla. Zajímá nás pouze historické teploty. V ideálním případě by tak bylo mít přístup k databázi s dlouhodobou historií, která by umožňovala výběr stanice, která by byla pro potřeby uživatele nejvhodnější. Následně vytvořit prostředek jenž by komunikoval se serverem počasí a byl schopný stahovat tuto historii. Případně také předpověď, ze které by pak aplikace podle předešlých záznamů mohla predikovat následující spotřebu.

3.6 Uložení dat

Uložení dat nutných k zajištění chodu aplikace se využívá několika přístupů. Objemné data, v našem případě tabulky s přístroji, záznamy měření, daty o počasí atd. je vhodné ukládat do SQLite databáze. Což je upravená verze klasické SQL dotazovací databáze. Pro uložení nastavení aplikace slouží *SharedPreferences*. Které jsou v systému Androidu od API 3 zavedeny právě za účelem uchování perzistentních dat o nastavení. Tento způsob uložení se bude hodit například pro stanovení, zda si uživatel bude přát využívat data o počasí. Jako poslední přístup (nepočítáme-li běžné proměnné) jsou zavedeny proměnné typu *SavedInstanceState* jenž uchovávají stav aktuálního běhu spuštění aplikace skrze jednotlivé funkční prvky, ty tak můžeme využít například pro zaznamenání aktuální pozice grafů a ostatních funkčních prvků při jejich znovu-zobrazení.

Kapitola 4

Implementace

Před samotnou implementací bylo nutné stanovit minimální podporovanou verzi systému Android. Což mi usnadnilo oficiální vývojové prostředí (Android Studio). Neboť při vytváření projektu vyjadřuje procentuální poměr kolik uživatelů bude schopno, teoreticky, spustit aplikaci při výběru daného minimálního API. Při volbě Androidu verze 4.0 (zveřejněného 16. listopadu 2011) by tak teoreticky mělo být momentálně schopno spustit okolo 94% uživatelů. Spolu s tímto API navíc přichází velké množství novinek a funkčních prvků, jenž by bylo škoda při aplikaci nevyužít. Jako minimální verzi jsem tak volil API právě verze 4.0.

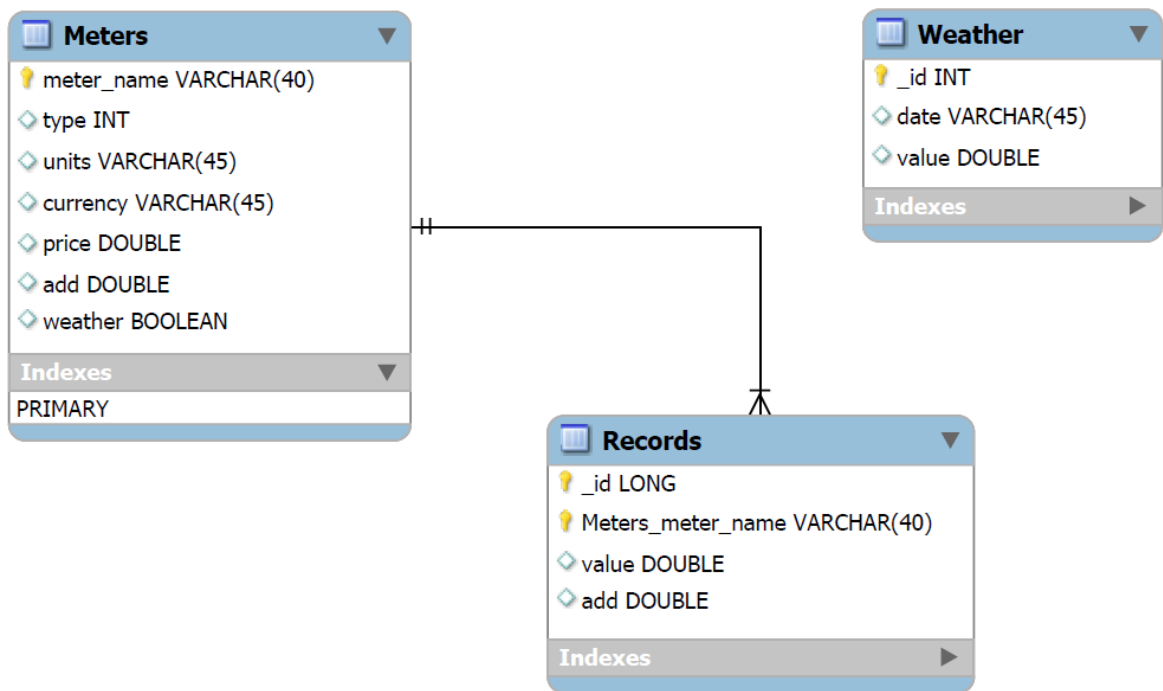
4.1 Databáze

K uložení dat získávaných v průběhu chodu aplikace jsem navrhl řádky celkem tří tabulek, viz. 4.1. Za zmínku stojí položka *add* v tabulce měřících přístrojů. Která hraje roli při výměně měřícího přístroje (do této doby je nulová). K výměně může dojít například při vypovězení služby současného přístroje, nebo třeba modernizaci. Položka *add* pak uchovává rozdíl mezi stavem počítačidla předchozího a aktuálního přístroje.

Tento rozdíl je pak použit při vkládání dalších záznamů o měření. Úprava této hodnoty se provede s každou další výměnou a umožňuje náhradu aktuálního přístroje, přístrojem s jakoukoli hodnotou počítačidla.

Položka *weather* udává zda se jedná o přístroj se spotřebou ovlivněnou venkovní teplotou, či nikoli. Což slouží k určení jakým způsobem se bude aplikace k danému přístroji stavět (vykreslovat grafy apod.).

Pro uložení dat výpočtů pro křivky predikce byla navrhnutá ještě jedna tabulka která uchovávala průměrné hodnoty spotřeby v daných dnech. Ukládání dat do této tabulky je popsáno v sekci predikce (4.4).



Obrázek 4.1: diagram MySQLite databáze

4.2 Lokalizace

Pro zajištění venkovních teplot bylo nejprve potřeba lokalizovat polohu, resp. najít nejbližší dostupnou meteorologickou stanici. Za tímto účelem jsou implementovány dva způsoby lokalizace. První využívá GPS polohu zařízení. Druhá hledá stanici podle názvu města.

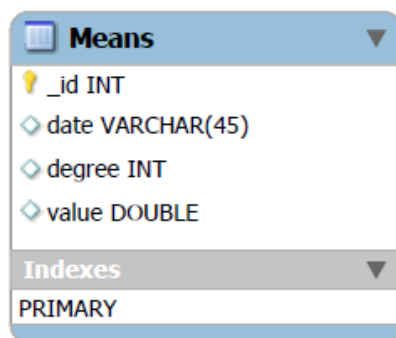
Knihovna *WeatherLib*¹ jenž byla pro vývoj aplikace využita je schopna vyhledávat v databázích čtyř internetových služeb poskytující data o počasí:

- Yahoo! Weather
- Openweathermap
- Weatherunderground
- Forecast.io

Po přijetí odpovědi od serverů se pak buďto zobrazí dialog s výběrem lokace (v případě, že bylo nalezeno více stanic). A nebo se automaticky ukládá jediná přijatá poloha stanice. Její identifikační číslo a název. Identifikační číslo je pak následně využíváno při jednotlivých dotazování se na informace o počasí. Název lokace je zobrazován v nastavení u možnosti jeho přenastavení. Tyto dvě informace jsou uloženy ve *Shared Preferences*.

V případě že není nalezena žádná stanice, se zpětně zobrazí dialog s možností nového hledání. A to i v případě, že zařízení nemělo přístup k internetu, či se vyskytla chyba při zpracování dotazu. Spolu s neúspěchem se zobrazí na obrazovce hláška s odpovídajícím sdělením.

¹Dostupné z github.com/survivingwithandroid/WeatherLib



Obrázek 4.2: pomocná tabulka pro uložení výpočtů

Lokalizace není v aplikaci využívána pouze za účelem sběru dat o počasí. Je třeba znát lokalizaci zařízení ve smyslu jazyku zadávání textu. A to za účelem zvolení jednotky měny a také pro zobrazení dat (kalendářních) ve formátu takovém, jaký je používán na dané lokalitě. Měna je zobrazována u grafů zobrazující přepočtení na peníze a u výpočtů predikce. Měna není samozřejmě pevně dána dle lokality. Slouží spíše jako nápověda. Ovšem v případě, že uživatel sám jednotku nezadá, uloží se do databáze, jako jednotka měny, právě tato „nápopvěda“.

4.2.1 Stahování počasí

Jako bylo zmíněno v předchozích odstavcích, data o počasí se mohou stahovat z jedné ze čtyř služeb. Záleží na tom, ve které z nich bude nalezena (pro uživatele polohou nejpřívětivější) meteorologická stanice. Z té pak budou stahovány záznamy o počasí vždy jednou za den.

Aby mohla být zajištěna tato funkce, bylo potřeba implementovat toto stažení dat na pozadí, nezávisle na tom, zda aplikace právě běží či nikoli. Pro tento účel slouží tzv. *Service* (viz. [3] str. 475-487), která umí zprostředkovat danou akci bez potřeby běhu aktivity.

Stahování dat periodicky jednou za den nebylo zvoleno cíleně. Mnohem lepším řešením by bylo stahování dat zpětně v době, kdy se zařízení připojí k internetu. Výše zmíněné (ani žádné jiné volně dostupné) služby však neposkytují zdarma historii počasí. Myšleno v řádech dnů a více. Vždy jsou dostupné pouze informace o aktuálních hodnotách na dané stanici. Maximální doba na kterou se lze zpětně podívat je 24 hodin. Z tohoto důvodu jsem volil zmíněnou „službu“, jenž se připojí jednou za den (přibližně o půlnoci) a stáhne záznamy z uložené stanice o posledních 24 hodnotách. Ty se zprůměrují a uloží do databáze jako průměrná venkovní teplota pro uplynulý den.

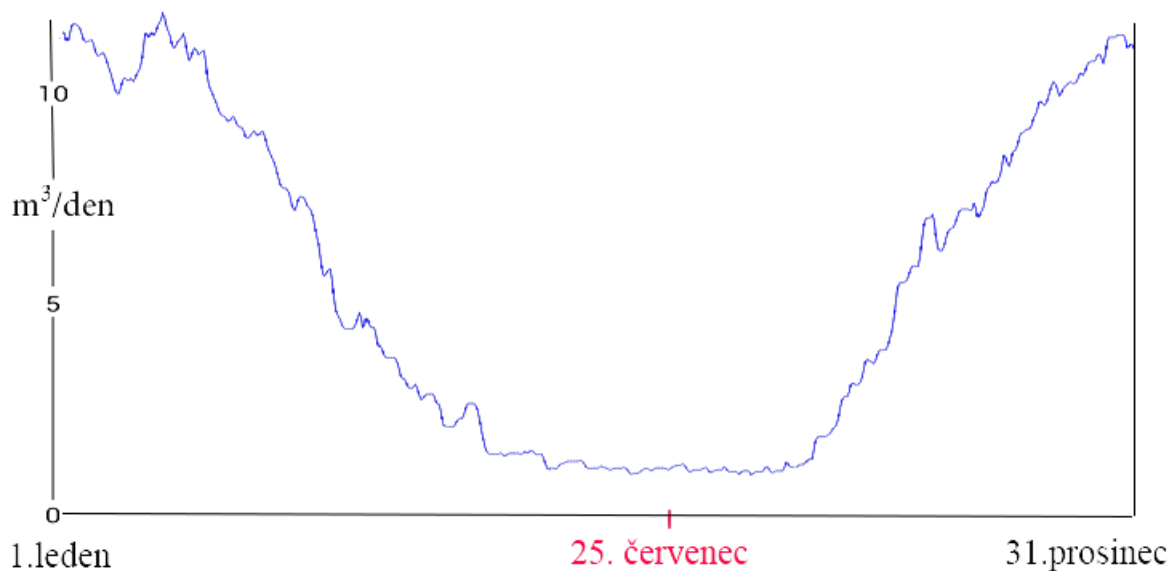
Jelikož je aplikace směřována na manuální odečet, nepředpokládá se, že by uživatel v jeden den prováděl více odečtů. Rozlišení teplot tak bylo voleno v rámci jednotlivých dnů.

4.3 Stanovení topné sezóny

Pro stanovení počtu otopných dnů vychází řešení denostupňů (3.3) z předpokladu, že pro výpočet známe *mezní teplotu* pro dané území v němž se nachází objekt zájmu. Tuto teplotu by však musel zadat aplikace buďto sám uživatel, nebo by musela být předdefinována.

V tom případě by však nastal problém, že neznáme typ klimatické oblasti v níž se uživatel (resp. objekt zájmu) nachází. A nelze ani předpokládat, že by uživatel sám byl s touto problematikou obeznámen.

Z tohoto důvodu se tak jako daleko přívětivější jeví určení otopných dnů, potažmo dny počátku a konce topné sezóny matematicky z průběhu křivky spotřeby.



Obrázek 4.3: Průběh roční spotřeby zemního plynu

Na křivce spotřeby zemního plynu (obr. 4.3) v průběhu roku lze pozorovat dvě místa zájmu. Místo **počátku nárůstu hodnot** a místo **návratu** na úroveň bazální spotřeby. Tyto místa pak lze považovat za reálný počátek a reálný konec topné sezóny pro daný objekt. Zemní plyn je v tomto případě využíván pro vytápění a zároveň ohřev vody. Tudíž nikdy neklesá na nulovou hodnotu. Což je právě případ jenž chceme řešit. Při spotřebě přístrojů, které jsou využívány pouze pro vytápění tak víceméně odpadá nutnost stanovení těchto hraničních dnů.

Následující postup tak bude aplikován v případě každého přístroje jenž uživatel označí jako závislý (z hlediska nárůstu spotřeby) na venkovní teplotě. Pro zjištění těchto dat (*datumů*), lze rozdělit průběh křivky do tří částí.

1. dobou od počátku roku do konce sezóny
2. dobou mezi koncem sezóny a počátkem nové
3. dobou od počátku sezóny do konce roku

Na jednotlivé části je pak použita lineární regrese², kde se snažíme vhodně proložit tyto části patřičnými funkcemi. Na křivce je sice průběh spotřeby (modrá křivka) spojitý, ve skutečnosti jej ale tvoří jednotlivé body hodnot spotřeby v daném čase.

²Hledání nejpřijatelnější aproximace při existenci určitého počtu bodů – v našem případě bodů hodnot spotřeby v daném čase.

Body prostřední části se snažíme proložit rovnicí přímky³

$$y = a + bx \quad (4.1)$$

kde vypočítáme koeficienty a a b z pomoci jednotlivých bodů jako

$$a = \frac{n \sum_{i=0}^n x_i y_i - \sum_{i=0}^n x_i \sum_{i=0}^n y_i}{n \sum_{i=0}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=0}^n x_i\right)^2} \quad (4.2)$$

$$b = \frac{\sum_{i=0}^n y_i - a \sum_{i=0}^n x_i}{n}$$

kde n je počet bodů. Body v první a třetí části pak aproximujeme za pomoci polynomické (mnohonásobné lineární) regrese druhého řádu – kvadratickou rovnicí⁴

$$y = a + bx + cx^2 \quad (4.3)$$

kde koeficienty a, b a c vypočítáme ze soustavy rovnic

$$a(n+1) + b \sum_{i=0}^n x_i + c \sum_{i=0}^n x_i^2 = \sum_{i=0}^n y_i$$

$$a \sum_{i=0}^n x_i + b \sum_{i=0}^n x_i^2 + c \sum_{i=0}^n x_i^3 = \sum_{i=0}^n x_i y_i \quad (4.4)$$

$$a \sum_{i=0}^n x_i^2 + b \sum_{i=0}^n x_i^3 + c \sum_{i=0}^n x_i^4 = \sum_{i=0}^n x_i^2 y_i$$

Hledání počátku a konce sezóny současně by bylo složité. Proto probíhá odděleně, každé ve „svém“ intervalu. Období jednoho roku je rozděleno na část ve které se hledá konec a ve které počátek sezóny. Pro *rozpůlení* na tyto dvě části bylo stanoveno datum **25. červenec**. Toto datum totiž nejlépe vystihovalo střed mezi koncem jedné topné sezóny a počátkem následující.

Hledání samotné je pak založeno na výpočtu velikosti chyby⁵ při aproximacích. U přímky pak platí pro výpočet chyby individuálního bodu

$$e_i = y_i - y(x_i) = y_i - bx_i - a \quad (4.5)$$

u kvadratické funkce pak

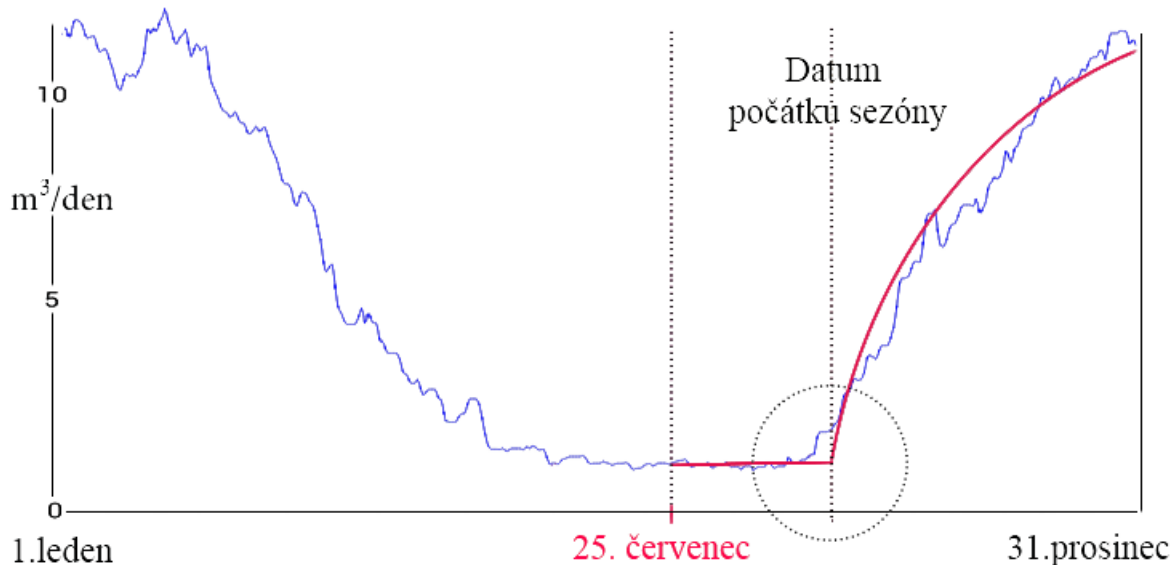
$$e_i = y_i - y(x_i) = y_i - cx_i^2 - bx_i - a \quad (4.6)$$

Cyklus následně prochází interval a hledá místo s nejmenší chybou při proložení částí těmito funkcemi. Na obrázku 4.4 lze pozorovat červeně vyznačené funkce jenž leží v nejpříjatelnějším místě. V místě s nejmenší chybou při aproximaci. Při hledání tohoto místa se

³Viz. http://matika.umat.feec.vutbr.cz/inovace/texty/INM/CZ/INM_plna_verze_CZ.pdf strany 98-102.

⁴Viz. http://matika.umat.feec.vutbr.cz/inovace/texty/INM/CZ/INM_plna_verze_CZ.pdf strany 103-104.

⁵Chyba určuje velikost odchylky bodů od výsledné funkce aproximace.



Obrázek 4.4: Stanovení počátku sezóny

postupně procházely hodnoty mezi 25. červencem a 31. prosincem. První interval od 25. července do aktuálně testovaného dne byl aproximován pomocí přímky. A od aktuálního dne do konce roku parabolou. Pokud chyba při proložení intervalu byla menší než u předchozích výpočtů, přepsala se minimální hodnota chyby tou aktuální a uložily funkce rovnic. Po skončení cyklu se položí rovny funkce přímky a funkce paraboly a vybere vhodný průsečík, jenž leží v okně grafu. Tak získáváme datum počátku sezóny.

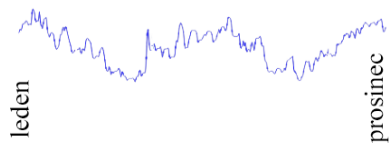
Jelikož nám jde o nalezení určitého dne, pro průchod intervalem byl zvolen krok o délce jednoho dne.

4.4 Predikce

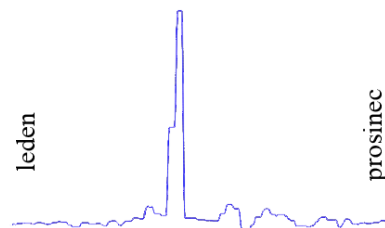
Z mého pohledu hlavním funkčním prvkem aplikace je predikce spotřeby. Ta byla realizována dvěma způsoby. Jako dlouhodobá, založena na historii spotřeby v daných dnech a jako krátkodobá, je stanovena za pomoci předpovědi počasí a prezentována tak pouze u přístrojů, jenž jsou ovlivňovány venkovními teplotami.

4.4.1 Dlouhodobá predikce

Dlouhodobá předpověď vychází z periody jednoho roku. Jak bylo znázorněno v předchozí sekci, spotřeba energií je v případě vytápění ovlivněna venkovní teplotou, kde se během roku opakuje obdobný průběh křivky. Tento průběh však nebyl charakteristický pouze pro přístroje, jenž zaznamenávali spotřebu energie na vytápění. Nýbrž i u elektřiny a vody měl roční průběh svůj specifický charakter.



Obrázek 4.5: Křivka roční spotřeby elektřiny



Obrázek 4.6: Křivka roční spotřeby vody

Spotřeba elektřiny může být lehce ovlivněna většinou délkou dne. V kratších dnech se více svítí a spotřeba tak logicky stoupá. U vody může odlišnost tvořit např. napouštění bazénu v letním období, jak lze pozorovat na obrázku 4.6.

U přístrojů, kde není spotřeba závislá na teplotě a není tak zapotřebí stanovovat sezónu, jsem volil možnost výběru data k němuž se bude zobrazovat předpokládaná spotřeba. Tyto data bylo nejprve potřeba do grafu nějak vyznačit. A jelikož knihovna *AChartEngine*⁶ nepodporuje vkládání vertikálních čar do grafu přímo, musely být vytvořeny ručně. Byly tak vytvořeny série hodnot nejen pro samotnou křivku spotřeby, ale i pro označení dat počátku sezóny, konce sezóny případně data, ke kterému se má vypsát předpokládaná spotřeba. Po vykreslení grafu se pak registruje zda uživatel klikl do prostoru grafu. V tom případě se získá hodnota souřadnice na ose x (datum), přepíšou se hodnoty dané série podle toho v jakém místě byl registrován dotek. Následně se spustí překreslení grafu. Bohužel překreslování spolu s tažením dotyku knihovna nepodporuje. Funkce pro přepočítání na reálné souřadnice v grafu se vypočítává pouze při stisku. Spolu s překreslením grafu se přepočítají a znovu-zobrazí také nové hodnoty predikce.

Pro sestavení ročních křivek bylo nutné nejprve ověřovat roční periodu. Z důvodu, že se jedná o dlouhodobou predikci, jsem volil rozlišení jednoho dne. Tudíž databázová tabulka obsahovala 366 položek. Den přestupného roku zde má také svůj vlastní záznam a je do něj ukládáno pouze pokud máme k dispozici data z přestupného roku.

Vypočtení křivky až při jejím zobrazení jsem volil z důvodu, že nemusí být vždy dodrženo chronologické vkládání hodnot přístrojů. Na úkor toho mít korektní hodnoty, se tak výpočet provádí až při zobrazení grafu.

Samotné naplnění tabulky *Mean* (viz. strana 16) je vyjádřeno následujícím způsobem. V případě zápisu první hodnoty pro daný den se pouze zapíše hodnota spotřeby *value* a stanoví stupeň *degree* na 1. Následující záznamy se pak vkládají za použití tohoto výpočtu:

$$v_{i+1} = \frac{dv_i + h}{d + 1} \quad (4.7)$$

Kde v_{i+1} je nová hodnota, jenž se následně zapíše k danému dni pro který se aktualizace provádí. v_i je aktuálně uložená hodnota v tabulce a h je příchozí hodnota spotřeby v daný den nějakého roku. Hodnota h se získává jako podíl rozdílu hodnot počítadel a rozdílu doby

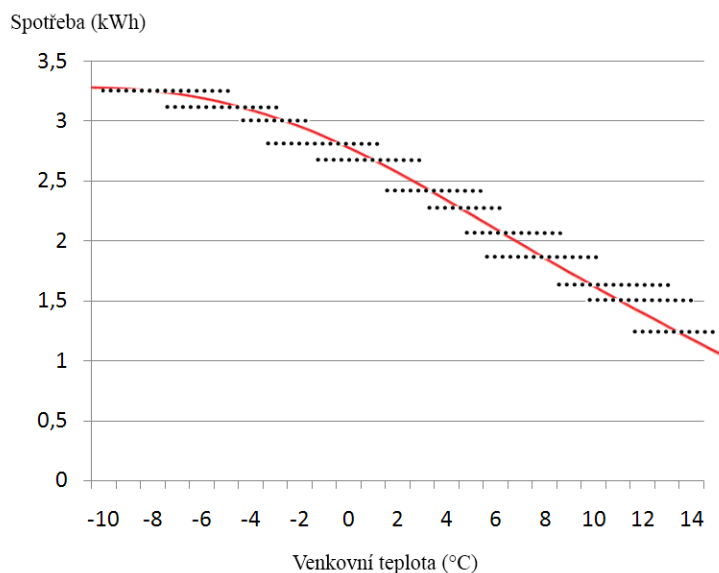
⁶Dostupná z achartengine.org.

mezi jednotlivými záznamy měření. Spolu s aktualizací nové hodnoty se vždy inkrementuje *degree* o hodnotu 1.

Po výpočtu a naplnění tabulky lze vytvořit křivku spotřeby (viz. modrá křivka v předchozích grafech).

4.4.2 Krátkodobá predikce

Krátkodobou predikci určuje předpovídaný vývoj počasí. Ze serverů o počasí se vždy stáhne aktuální 14ti denní předpověď. Z historie o počasí v době topné sezóny se pak vypočítá křivka závislosti spotřeby na počasí. Obdobným způsobem kreslení křivek pro stanovení topné sezóny. Ze záznamů spotřeby vypočítáme vždy průměrnou denní spotřebu v daném časovém rozpětí. Například od pravého poledne 1.1.2015 do středy 3.1.2015 8:00 je spotřeba jednoho kubíku plynu za den rovna pěti. V tom případě pak úterý 2.1.2015 bude náležet hodnota 5 s váhou 1. Pondělí pak hodnota 5 s váhou 0.5 a středě také hodnota 5 s váhou $\frac{2}{3}$. Tímto způsobem se prochází celým intervalem stanovené sezóny. Po nasbírání všech bodů s jejich váhami se aplikuje regrese třetího řádu a získáváme graf podobný následujícímu.



Obrázek 4.7: Ilustrační křivka závislosti spotřeby na teplotě

Jakmile máme sestrojený tento graf⁷, resp. funkci, jsme schopni na základě počasí predikovat jakou spotřebu je možno očekávat v následujících 14-ti dnech. Pro každý následující den lze vzít jeho průměrnou předpokládanou denní teplotu a tou pak jednoduše získat hodnotu spotřeby (za den) dosazením do vypočtené rovnice.

V obrazovce s predikcí pak u přístrojů jejichž spotřeba je ovlivňována teplotou se sečte těchto získaných 14 hodnot a vypíše spolu s vypočtenou cenou jednotky.

⁷Černé tečky ilustrují body spotřeby při dané denní teplotě.

Přestupný rok

Aby nedocházelo k odchylkám při výpočtu predikované spotřeby bylo nutné stanovit zda se v aktuálním roce nebo sezóně, kterou chceme predikovat vyskytuje den přestupného roku.

4.5 OCR

Prostředek pro převod

Pro extrakci hodnoty z číselníků, bylo nutné nejprve zvolit prostředek, jenž dokáže realizovat OCR převod. Řešení bohužel není mnoho.

1. open-source⁸ (neplacená) knihovna *Tesseract* od Google Inc.
2. komerční knihovny společností ABBYY, Adobe apod.
3. převod na vzdáleném serveru za pomoci online služby

Knihovna *Tesseract* však není oficiálně distribuována na platformu Android. Je totiž psána v jazyce C a C++. Kdežto systém Android je postavený na programovacím jazyce Java. Z toho důvodu není možné jednoduše importovat knihovnu do projektu. Existuje však řešení tohoto problému. A tím je Android NDK⁹. Pomocí něj lze přeložit projekty psané v jazyce C/C++ a vytvořit knihovny typu *Shared Objects* (koncovka *.so). Ty pak importovat jako modul do projektu spolu se samotnými zdrojovými kódy.

Online OCR službami rozumíme takové, jenž provádí převod na vzdáleném serveru a následně zprostředkující výstup již ve formě elektronického textu. Existují řádově desítky takovýchto služeb a zpravidla jsou zdarma. Nicméně pro naše účely nejsou dostačující služby samotné. Obsahují totiž vždy uživatelské rozhraní a je nutné „obsloužit“ tento proces převodu. Naštěstí některé z těchto služeb poskytují API¹⁰ pro komunikaci na úrovni protokolu HTML¹¹.

Vybíral jsem tak mezi knihovnou *Tesseract* a online překladem. Pro srovnání byly nakonec odzkoušeny oba přístupy a pro finální aplikaci zvolena knihovna *Tesseract*. Před rozpoznáváním totiž umožňuje specifikaci znaků, jenž nemají a naopak mají, být rozlišovány. Což žádná z volně dostupných online API neumožňuje. Při testování tak knihovna *Tesseract* byla schopná rozpoznat znaky (čísla) daleko věrohodněji.

Výřez z obrazu

Jelikož kryty měřících přístrojů obsahují různá výrobní čísla a další znaky, jenž nebylo v našem zájmu překládat – bylo nutné nejprve provést ořezání. A zachovat pouze část s číselníky (resp. pouze čísla LCD displaye). Samotná lokalizace číselníků však již nebyla v obraze automatizována a je přenechána na uživateli – viz. následující odstavec.

Systém Android v základním vybavě disponuje prostředkem *camera*, jenž je zavedena v základním systému. Ta představuje aplikaci fotoaparátu a je možné ji spouštět za pomoci *intent-ů*¹². Existuje *intent* jenž zprostředkuje zapnutí této *kamery* za účelem získání foto-

⁸Vývojářský model s otevřenou licenci, kde se na vývoji mohou podílet lidé širší veřejnosti.

⁹*Native Development Kit* – sada pro převod na *Shared Libraries* soubory.

¹⁰*Application Programming Interface* – sada různých prostředků usnadňujících implementaci daného problému.

¹¹*HyperText Transfer Protocol* – zprostředkovává datovou komunikaci v *World Wide Web-u* (internetu)

¹²*Česky záměr* – představuje akci, jenž se má vykonat, či na kterou můžeme patřičně reagovat když v systému naskytne nějaká situace.

grafie pro následné zpracování. Stejně tak existuje funkce pro ořezání získané fotografie. Nicméně se jedná o dvě různé akce, které nemohou být provedeny zároveň a je vždy nutné nejprve získat fotografii a následně provést ořez. Tato forma se tak jevila jako zdlouhavá a neefektivní.

Využil jsem tak možnosti, že systém Android nabízí tvorbu vlastní *kamery*. Za cílem vytvořit *kameru*, jenž by zobrazovala navíc okno ohraničující část, která by se následně použila pro získání čísel. Za tímto účelem bylo nutné zobrazit samotný náhled snímání kamery a přes něj vykreslit toto okno. Aby bylo možné upravovat velikost okna výběru, bylo nutné znát pozici čtyř rohů obdélníkového výběru. Registrovat dotek v místech rohů a spustit překreslování při změně pozice bodu. Ošetřit maximální velikost okna a minimální možnou velikost výběru. Pozice rohů je ukládána do *Shared Preferences* a při spuštění se okno vykreslí na poslední použité pozici.



Obrázek 4.8: Obrazovka vlastní kamery

Korekce výřezu

Následné testování však někdy neposkytovalo moc validní výstupy. Při převodu fotografie digitálních čísel vesměs nebyl problém a převod proběhl bez problému i spolu s desetinnou čárkou. Při převodu fotografie mechanický číselníků však nebyly výsledky moc přesné. Za účelem zlepšení převodu tak byly aplikovány následující úpravy:

- převedení na stupně šedi
- zvýšení kontrastu a jasů
- aplikace threshold¹³ filtrace
- zvýšení dpi¹⁴ výřezu na hodnotu 300

Samozřejmě nejvíce záleželo již na pořízení snímku. V kameře tak je možnost zapnutí přisvícení a zavedena funkce automatického zaostřování. Obrázek výřezu i obrázku po korekci je ukládán na interní úložiště telefonu.

¹³Kategorizace pixelů.

¹⁴*Dots Per Inch* – počet bodu (pixelů) jenž se vejde do délky jednoho palce (jednotky délky).



Obrázek 4.9: Výřez z fotografie



Obrázek 4.10: Po aplikaci filtrů

Na obrázcích 4.9 a 4.10 lze pozorovat rozdíl mezi původním výřezem a výřezem po aplikaci zmíněných úprav. U originálního zdroje nebyly čísla správně rozpoznána. V upravené verzi pak OCR vrátilo číslo „29272108“. Kde bohužel ohraničení desetinných míst na počítadle způsobuje rozpoznání jedničky na místo desetinné čárky.

4.6 Import/Export dat

Neboť si lidé často archivují záznamy o měření v různých tabulkových procesorech (např. *Microsoft Excel*) vytvořil jsem možnost importování těchto záznamů. Je však nutné mít data ve stanoveném formátu. Soubor, který aplikace přijme a vytvoří z něj přístroj spjatý se záznamy o měření, musí splňovat následující:

- musí být zachováno formátování stylu CSV (položky odděleny čárkou)
- na prvním řádku musí být název přístroje (nepovinné jsou pak postupně následující položky – jednotky, měna, cena/jednotku)
- následující řádky pak obsahovat položky ve stylu „datum,odečtená hodnota“

Počítá se s možností, že hodnoty nebudou pouze z jednoho měřidla. A mělo by tak být schopno zpracovat i data jenž obsahují výměnu měřidla. Při výměně jsou zpravidla následující hodnoty číselníků menší. Kontroluje se tak, zda následující hodnota není menší oproti předchozí. Předpokládá se, že jednotlivé záznamy jsou seřazeny podle data od nejstaršího postupně k méně starým. Pokud takováto situace nastane, je nutné naplnit hodnotu *add* tabulky *Meters* z databáze na obrázku 4.1. Při průchodu bylo nutné ukládat dvě předcházející data.

$$add = v_1 - \left(v + \left(\frac{v_1 - v_2}{d_1 - d_2} \right) * (d - d_1) \right) \quad (4.8)$$

Poté se podle vzorce 4.8 vypočítá hodnota položky *add*. Kde *d* je datum s nižší hodnotou (záznam nového přístroje), *d*₁ datum předcházejícího záznamu (starého přístroje) a *d*₂ datum záznamu předcházejícího záznamu s datem *d*₁. Proměnné *v*, *v*₁, *v*₂ jsou pak hodnoty počítadel v těchto datech. Při načítání dalších záznamů se pak připočítává vypočtená hodnota *add* stejně jako po výměně přístroje při normálním používání aplikace.

Při exportu je opět dodržen tento formát, aby bylo možné data zpětně nahrát do aplikace.

4.7 Zveřejnění aplikace

Aby výsledná aplikace spatřila světlo Světa bylo součástí zadání práce také její zveřejnění na oficiální portál pro distribuci aplikací *Google Play* (původně *Android Market*) od společnosti *Google Inc.*. Existují i další služby podobné této oficiální, avšak využití oficiální skýtá své výhody:

- nachází se na většině Android zařízeních již předinstalovaná
- lze v ní filtrovat aplikace (podle uživatele, API systému apod.)
- umožňuje kromě volné distribuce také prodej/koupi aplikací
- umožňuje nahrávání a automatické stahování vyšších verzí aplikací
- pyšní se puncem nejméně nebezpečného obchodu

Jedinou podmínkou pro svévolné nahrávání aplikací na *Google Play* je nutnost vlastnit vývojářský účet. Následně je nutné nahrát *podepsaný* instalační soubor aplikace s příponou *.apk*. Pojmem podepsaný je myšleno zabezpečený za pomoci speciálního souboru jenž slouží jako klíč a musí být zabezpečen vlastním heslem. Samotný klíč pak navíc obsahuje souhrnné informace o vlastníkově a společnosti. Ty se pak zobrazují ve službě *Google Play* což lze pozorovat již u zmíněných volně stažitelných aplikací v kapitole 2.2. *Obchod* poskytuje pro snadné vkládání nových aplikací *vývojářskou konzoli*, která zprostředkovává jednak vložení aplikace, ale také možnost vložení *alfa* a *beta* verze aplikace. Při vkládání nové aplikace je tento přístup rozhodně přínosem, neboť umožňuje postupné dotvoření aplikace a zároveň specifikovat výběr těch kdo aplikaci budou moci vyzkoušet již v této fázi. V ostrém vydání je totiž publikována všem a očekává se, že bude plně funkční a mohla by tak být zbytečně hodnocena negativně. Na druhou stranu je možné získat alespoň nějakou zpětnou vazbu a dle ní pak případně modifikovat aplikaci za účelem ať už větší intuitivnosti či naopak větší specifičnosti.

Nutností při zveřejňování také bylo přiložení snímků obrazovky aplikace, hlavní ikony ve velikosti 512x512 pixelů a logo velké 128x128 pixelů. Kromě obrázků také popis aplikace – souhrnný a rozsáhlý. Dále specifikovat umístění v kategorii a cílovou skupinu v případě alfa/beta verze. A samozřejmě název aplikace včetně požadovaných překladů.

Alfa verze aplikace byla zveřejněna na počátku letošního roku. Do skupin pro testování byly zahrnuty různé okruhy komunit sociální sítě *Google+*. Bohužel se však až do konce tvorby této práce nikdo nezúčastnil a testování proběhlo pouze za pomoci několika oslovených lidí mimo obchod *Play*. Hodnocení od široké veřejnosti tak lze očekávat až po zveřejnění finální verze.

Kapitola 5

Testování a návrh dalšího vývoje

Vývojové prostředí

Finálnímu testování aplikace předcházelo *debuggování*¹ kódu a jednotlivých funkčních bloků. To probíhalo za vývoje aplikace v nyní již oficiálním vývojovém prostředí pro tvorbu aplikací na systém Android – *Android Studio*. Sestavená aplikace za pomoci systému *Gradle*², jenž je součástí vývojového prostředí *Android Studio* byla spouštěna ve virtuální mechanice *Genymotion*³ jenž využívá ke svému chodu program pro tvorbu virtuálních mechanik *VirtualBox*⁴. Vestavěný emulátor byl pomalý a nevyužíval hardwarové akcelerace. I tak testování a odlaďování chyb kódu zabralo díky nutnosti emulace a složitosti překladu nemalou část práce na projektu.

Cílová skupina

Testování finální aplikace pak proběhlo formou zpětné odezvy od uživatelů. Po zveřejnění alfa verze na *Google Play* se bohužel nikdo k testování nepřihlásil. Skupina oslovených testujících byla tvořena pouze několika málo účastníky. K testu byly přidány data záznamů jenž poskytl vedoucí práce. V aplikaci pak byly vloženy záznamy o historii počasí jenž byly poskytnuty Vladimírem Večeřou, provozujícím *Napajedlaci.cz*. V obojích případech se jednalo o data z let 2008 až 2012, tudíž nebyly aktuální.

Uživatelé měli možnost podívat se na grafy, statistiky a predikci spotřeby z těchto dat. Pro získání vlastních dat a otestování aplikace nad nimi by bylo třeba používat aplikaci nejlépe alespoň po dobu jednoho roku. Zejména pro funkci predikce. Pro získání základní odezvy však posloužil i tento menší test.

Tabulka 5.1 udává spokojenost s daným prvkem vyznačenou hodnocením od jedné do pěti. Kde 5 naprosto nespokojen a 1 naprosto spokojen. Zkoušející si převážně stěžovali na dlouho dobu vykreslování grafu predikce a nepřesnost čtení OCR. Naopak problém neměli s průvodcem nastavení lokality a složitostí importu dat. Data pro import však byla poskytnuta již ve stanoveném formátu. Těžko tedy soudit, zda by jej hodnotili kladně i v případě, když by museli sami převádět data z nějakého tabulkového procesoru (např. *Microsoft Excelu* a podobně).

Zdlouhavé vykreslování grafů predikce je dáno tím, že se hodnoty průměrují až před samotným vykreslením. Stejně jako hledání hraničních dnů sezóny. Toto řešení však bylo

¹Postupné nalézání a odstraňování chyb.

²Dostupný z gradle.org.

³Dostupné z genymotion.com.

⁴Dostupné z virtualbox.org.

Prvek	hodnocení
Orientace v aplikaci	1,8
Editace přístrojů/záznamů	2,2
Záznam hodnot	2,2
OCR samotné	3,4
Odezva	3,2
Nastavení (import/export, lokalizace, notifikace)	1,5

Tabulka 5.1: Tabulka průměrů hodnocení

voleno záměrně. Neboť při aplikaci výpočtů již při vkládání hodnot by byl problém, když by uživatel chtěl vložit záznamy starší. Pokud by byly všechny záznamy vkládány chronologicky, nebyl by žádný problém zároveň průměrovat hodnoty a naplňovat při tom dané tabulky. Otázkou je, zda bude někdo využívat vkládání dat nechronologicky. Nicméně nyní to aplikace umožňuje.

Hodnocení OCR rovněž nedopadlo nejlépe. To bylo dáno zejména z důvodu číselníků přístrojů, nad nimiž se zkoušející snažili tuto funkci použít. Spousta přístrojů totiž nemá mechanické číselníky řešené moc kvalitně. Jednotlivé čísla jsou posunuty nahoru či dolů a neleží na jedné lince. Lze tak vidět i na obrázcích filtrace v předchozí kapitole 4.10. A pokud se neprovede výřez kvalitně, často do něj zasahují čísla následující, či předcházející právě zobrazovanému.

Návrh rozšíření - klimatizace

Výsledná aplikace se zaměřuje na naše klimatické podmínky a jim podobné. Tudíž když mluvíme o spotřebě energií ovlivněných teplotou, je tak dáno vždy venkovní teplotou nižší než pokojovou. Naopak v některých zemích blíže rovníku je problém spíše opačný. Většinou nemusí řešit vytápění v období zimy, avšak mohou využívat klimatizace pro snížení pokojových teplot. Spotřeba energie, tak může být ovlivňována vyšší venkovní teplotou. Od jisté úrovně se tak mohou pouštět klimatizace, za cílem tyto teploty snížit.

Z faktu, že v některých letních měsících by se teploty pohybovaly výše, než v jiných, můžeme opět podobně jako v případě vytápění, stanovit roční periodu. Úprava aplikace, resp. zavedení tohoto rozšíření by zahrnovalo následující:

- zavést označení měřících přístrojů sloužících pro snižování teploty
- rozšířit položku *weather* v databázi
- upravit hledání počátku a konce sezóny
- upravit obrazovku s predikcí spotřeby

Problém by však byl, pokud by na jednom zařízení měřící spotřebu byl napojen jak spotřebič na vytápění, tak pro zajištění klimatizace. V tom případě by pak implementace tohoto rozšíření ztrácela smysl.

Návrh rozšíření - automatický odečet a záznam hodnot

Výsledná aplikace sice umožňuje pohodlné vkládání hodnot rozšířené o možnost zpracování hodnoty číselníků za pomoci OCR. Stále je však stavěno na zapojení se člověka a výsledná

kvalita statistik odpovídá frekvenci sběru dat.

Dnešní moderní přístroje (jak bylo popsáno v kapitole 3) disponují možností elektronického odečítání hodnot. Některé jsou navíc schopny měřit další vlastnosti jako je teplota vody, či tlak. Elektronický systém odečtu hodnot je vždy individuálně zabudovaný uvnitř přístroje a závisí na druhu technologie, jenž je pro přístroj vlastní. Získávání samotných hodnot je však zpravidla umožněno dvojím způsobem.

- Druhým komplexnějším řešením jsou pak přístroje jenž vysílají tzv. pulzy – diskrétní analogové signály. Ty jsou přenášeny bezdrátově a mohou být následně zaznamenávány v zařízeních určených pro jejich sběr. Zařízení však musí obsahovat zdroj energie pro vysílání těchto pulzů. Na druhou stranu odpadá nutnost připojování dalších modulů pro převod a také nutnost připojování modulů přímo do zařízení. Objevují se však negativní názory spojené se zaváděním těchto přístrojů. A to právě z důvodu, že přístroje neustále vysílají zmíněné pulzy. A objevují se zprávy o škodlivosti těchto *Smart Meters* (chytrých přístrojů) a existuje již řada jejich odpůrců.
- Prvním z řešení odečtu (nevyžadujících přímý zásah člověka) je zápis stavu na elektronický registr. Ten je pak vyveden na port přístroje. Port popř. porty jsou umístěny na dobře dostupném místě přístroje. Umožňují pak připojit specializovaný modul, či záznamové zařízení, které se stará o zápis hodnot, nebo případné předávání hodnot. Výhodou těchto přístrojů je, že pro přenesení hodnot na port zpravidla nepotřebují dodatečné napájení a moc se tak neliší od mechanických. S tím, že všechna obsluha práce je přenechána (na místo od člověka) na přídavném modulu. Nevýhodou však může být rozmanitost portů jednotlivých zařízení. Pro automatizovaný záznam hodnot by tak bylo třeba k zařízením přistupovat individuálně.

V obou případech by tak nejprve bylo potřeba zprostředkovat převod a uložit data v určitém formátu. Samotné převedení záznamů do aplikace by se dalo řešit úpravou stávajícího systému pro import dat. Teoreticky pokud bychom zajistili totožný formát stačilo by při importu pouze odstranit zavádění nového přístroje. Lepším řešením by však bylo automatizovat import dat a vytvořit *službu* jenž by sama přistupovala k úložišti nasbíraných dat a provedla import automaticky. Následně navrhnout spouštění této služby pravidelně v daných intervalech.

Jedno z řešení automatizovaného sběru dat bylo představeno již v roce 2009 v rámci konference *Advances in Recent Technologies in Communication and Computing*[2]. To nabízí jak drátové tak bezdrátové řešení zabezpečeného přenosu sbíraných dat. Využívá k tomu existující domácí komunikační síť. Dalším řešením, které se objevilo na konferenci [1] v roce 2011, se již zaměřuje na využití zařízení se systémem Android. Nejen za účelem sběru ale i zprostředkování zaznamenaných dat. Jejich řešení lze také využít nejen k sběru dat z přístrojů záznamu spotřeby.

Kapitola 6

Závěr

V rámci práce byly rozděleny a popsány přístroje sloužící k záznamu spotřeby energií. Charakterizovány některé jejich technologické principy a odečítání hodnot. Dále práce reflektuje zadání zhruba tak, jak bylo stanoveno. V počátku byl zdokumentován průzkum existujících řešení záznamu spotřeby a shrnuty jejich kladné a negativní vlastnosti. Následně spolu se studiem problematiky a získanými postřehy z průzkumu pak navrhnutá vlastní aplikace. Poté, co byly stanoveny cíle a popsány plánované technologie, se přešlo k samotné implementaci řešení. Jednotlivé prvky řešení, převážně ty problematické, byly uvedeny v kapitole implementace.

Výsledkem snažení je aplikace spustitelná na zařízeních se systémem Android 4.0 a vyšší. Umožňuje spravovat přístroje měřící spotřebu a zpracovávat záznamy jejich měření. Záznamy je možné zadávat i zpětně, do jakéhokoli data. Pro vytvoření záznamu je možné využít automatizovaný převod fotografie číselníku na číslo za pomoci OCR technologie, jež při kvalitních číselnících a celkově dobré kvalitě fotografie nemá problém s rozpoznáním číslic. Za účelem zjednodušení obsluhy OCR funkce byla vytvořena vlastní vnořená aplikace *kamery*, která umožňuje jedním kliknutím pořídit fotografii, vyříznout ohraničenou část a předat výsledek z OCR převodu. Neboť vestavěné funkce systému Android toto neumožňovaly. Na pořízený výřez byly aplikovány fotografické filtry, které mírně zlepšily výsledky převodu. Ze získaných dat aplikace dokáže vykreslit grafy a statistiky spotřeby v čase. V momentě kdy aplikace obsahuje dostatek nasbíraných dat, dokáže z nich predikovat budoucí spotřebu. Dlouhodobou a krátkodobou z předpovědi počasí.

Úkolem zadání bylo také vytvořit zhruba půlminutové video a plakát formátu A2 prezentující výsledky práce. Video i obrázek plakátu jsou uloženy na přiloženém CD. Spolu se zdrojovými soubory a programy pro zajištění jejich překladu a sestavení instalačního *.apk* balíčku aplikace.

K alfa testování aplikace v rámci zveřejnění na *Google Play* se nikdo z oslovených skupin nepřihlásil. Testování a hodnocení výsledné aplikace tak bylo provedeno pouze formou několika oslovených účastníků. Hodnocení a poznatky poskytly alespoň základní odezvu a přehled o místech pro zlepšení. Nyní, po zveřejnění finální verze, bude snad možné zaznamenat širší hodnocení a usměrnit tak další vývoj aplikace.

V rámci práce byly také navrženy další možnosti vývoje. Konkrétně automatizovaný sběr dat z novějších elektronických přístrojů a rozšíření pro využití v klimatických oblastech, které postihuje spíše než topná sezóna, sezóna spouštění klimatizace.

Literatura

- [1] Android/OSGi-based Machine-to-Machine context-aware system. Telecommunications (ConTEL), Proceedings of the 2011 11th International Conference on, Graz: IEEE, 27-28. listopad 2009, ISBN 978-3-85125-161-6, s. 869–.
- [2] Wireless Communication System for Energy Meter Reading. Advances in Recent Technologies in Communication and Computing, 2009. ARTCom '09. International Conference on, Kottayam, Kerala: IEEE, 27-28. listopad 2009, ISBN 978-3-85125-161-6, s. 869–898.
- [3] Allen, G.: *Android 4: průvodce programováním mobilních aplikací*. Brno: Computer Press, první vydání, 2013, 100–656 s., iISBN 978-80-251-3782-6.
- [4] Bohumil, P.: *Tepló: vytápění a teplá užitková voda: jejich regulace, měření a rozúčtování v bytových objektech*. Praha: ŠEL, první vydání, 2002, 124 s., iISBN 80-86426-07-6.
- [5] Jaroslav, M.; Lahula, K.: *Plynomery*. Bratislava: Alfa, první vydání, 1979, 254 s., edícia energetickej literatúry (Alfa).

Dodatek A

Obsah CD

Přiložené CD obsahuje:

- adresář `software` s instalačními soubory aplikací pro překlad zdrojových souborů
- adresář `src` s podadresáři `res` se zdrojovými soubory, `java` se zdrojovými kódy a `lib` s knihovnami
- adresář `doc` se zdrojový text písemné zprávy ve formátu $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$
- soubor `2015-xjohnt00-denicek-energii-plakat.png` s obrázkem přiloženého plakátu
- soubor `2015-xjohnt00-denicek-energii-video.wmv` s video ukázkou aplikace
- soubor `2015-xjohnt00-bp-text.pdf` s textem zprávy ve formátu PDF
- soubor `README.txt` s návodem pro vytvoření projektu (ze souborů v adresáři `src`) ve vývojovém prostředí *Android Studio*

Dodatek B

Plakát

DENÍČEK ENERGIÍ

S PREDIKCÍ A OCR

- * ENERGIE: VODA, TEPLA, ELEKTŘINA, PLYN
- * PŘIDÁVÁNÍ PODŘÍŽNÝCH PŘÍSTROJŮ DANÉ ENERGIE
- * NASTAVENÍ JEDNOTKY A CENY ZA JEDNOTKU VČETNĚ MĚNY
- * MOŽNOST PŘIDÁNÍ ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ

PREDIKCE PŘEHLEDNĚ V GRAFU *
STATISTIKA A PREDIKCE SPOTŘEBY *
NASTAVENÍ TOPNÉ SEZONY Z KŘIVKY SPOTŘEBY *

* ČTENÍ HODNOT POMOCÍ OCR JEDNÍM KLIKUTÍM

VÝPIS PŘESNÝCH HODNOT A CEN V DANÉ DOBĚ *
STATISTIKA PRŮBĚHU SPOTŘEBY V ČASE *

DALŠÍ FUNKCE:

- * AUTOMATICKÉ STAHOVÁNÍ DAT O POČASÍ
- * PŮHODLNĚ NASTAVENÍ LOKACE
- * NOTIFIKACE O PROVEDENÍ ODEČTU
- * IMPORT/EXPORT CSV SOUBORŮ



ANDROID APP ON
Google play