



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Název:</b>	Mobilní aplikace Kvalita ovzduší v R
<b>Student:</b>	Bc. Jan Kabelka
<b>Vedoucí:</b>	Ing. Josef Gattermayer
<b>Studijní program:</b>	Informatika
<b>Studijní obor:</b>	Webové a softwarové inženýrství
<b>Katedra:</b>	Katedra softwarového inženýrství
<b>Platnost zadání:</b>	Do konce zimního semestru 2018/19

### Pokyny pro vypracování

Cílem práce je navrhnout a implementovat mobilní aplikaci pro opera ní systém Android. Aplikace bude vizualizovat kvalitu ovzduší na mapovém podkladu. Data bude brát z vlastního serveru, jehož návrh a implementace je také sou ástí práce. Server bude data p ípravovat na základ cizích zdroj .

1. Prove te rešerši existujících aplikací podobného zam ení.
2. Prove te rešerši datových zdroj m ení zne íšt ní.
3. Prove te rešerši ešení vizualizace dat na mapových podkladech.
4. Na základ rešerše prove te vlastní návrh a zvolte vhodné technologie.
5. Návrh implementujte, zdokumentujte a ádn otestujte.

### Seznam odborné literatury

Dodá vedoucí práce.

Ing. Michal Valenta, Ph.D.  
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Tvrdík, CSc.  
d kan

V Praze dne 18. února 2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
KATEDRA SOFTWAREVÉHO INŽENÝRSTVÍ



Diplomová práce

## **Mobilní aplikace Kvalita ovzduší v ČR**

*Bc. Jan Kabelka*

Vedoucí práce: Ing. Josef Gattermayer

8. ledna 2018



---

## Poděkování

Děkuji Ing. Josefu Gattermeyerovi za jeho vedení při tvorbě této práce, za jeho rady a cenné připomínky. Děkuji své manželce za podporu a pomoc.



---

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů, zejména skutečnost, že České vysoké učení technické v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 8. ledna 2018

.....

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta informačních technologií

© 2018 Jan Kabelka. Všechna práva vyhrazena.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí, je nezbytný souhlas autora.*

### **Odkaz na tuto práci**

Kabelka, Jan. *Mobilní aplikace Kvalita ovzduší v ČR*. Diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, 2018.



---

## Abstrakt

Tato diplomová práce se zaměřuje na téma vizualizace znečištění ovzduší na mapě. V první části zkoumá existující aplikace a způsoby znázornění, které používají. Dále popisuje možnosti vizualizace dat dle nalezených mapových balíčků pro mobilní aplikace a vyhledává zdroje nabízející data o kvalitě ovzduší. Na základě těchto informací je navržena a implementována nová aplikace s vlastním řešením zobrazení.

**Klíčová slova** mobilní aplikace, Android, znečištění ovzduší, vizualizace, mapy

---

## Abstract

This master thesis focuses on the topic of visualization of air pollution on a map. In the first part it explores already existing applications and means of depiction they use. Then it describes possibilities of data visualisation based on map development kits found and finds resources exposing air quality data. Based on this information a new application is designed and implemented with custom approach to the visualisation.

**Keywords** mobile application, Android, air pollution, visualisation, maps



---

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>1 Existující aplikace podobného zaměření</b>	<b>3</b>
1.1 Webové aplikace . . . . .	3
1.2 Mobilní aplikace . . . . .	11
1.3 Závěr . . . . .	19
<b>2 Datové zdroje měření znečištění</b>	<b>21</b>
2.1 Česká republika . . . . .	21
2.2 Další státy . . . . .	24
<b>3 Možnosti vizualizace dat na mapových podkladech</b>	<b>25</b>
3.1 Sygic Android SDK . . . . .	25
3.2 Mapbox Android Map SDK . . . . .	26
3.3 Mapzen Tangram maps . . . . .	28
3.4 Here Android SDK . . . . .	29
3.5 Mapsforge . . . . .	30
3.6 ArcGIS SDK . . . . .	31
3.7 Google Maps . . . . .	32
<b>4 Návrh</b>	<b>35</b>
4.1 Funkční požadavky back-endu . . . . .	35
4.2 Funkční požadavky aplikace . . . . .	35
4.3 Návrh aplikace . . . . .	36
4.4 Serverová část . . . . .	44
<b>5 Implementace</b>	<b>47</b>
5.1 Back-end . . . . .	47
5.2 Aplikace . . . . .	52
5.3 Dokumentace . . . . .	55

5.4	Testování . . . . .	56
<b>6</b>	<b>Nasazení</b>	<b>61</b>
6.1	Back-end . . . . .	61
6.2	Android . . . . .	62
6.3	Budoucnost vývoje . . . . .	63
	<b>Závěr</b>	<b>65</b>
	<b>Literatura</b>	<b>67</b>
<b>A</b>	<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>71</b>
<b>B</b>	<b>Obsah přiloženého CD</b>	<b>73</b>

---

## Seznam obrázků

1.1	Imisní mapy hlavního města Prahy . . . . .	4
1.2	Znečištění ovzduší v Moravskoslezském kraji . . . . .	5
1.3	Evropská kancelář životního prostředí – mapa měřicích stanic . . . . .	6
1.4	World Air Quality Index . . . . .	7
1.5	Air Quality Index . . . . .	7
1.6	BreezoMeter . . . . .	8
1.7	Čistý komín . . . . .	9
1.8	Čichová mapa Brna . . . . .	10
1.9	SmogAlarm . . . . .	11
1.10	PlumeAir . . . . .	12
1.11	Air Quality . . . . .	13
1.12	BreezoMeter mobilní aplikace . . . . .	14
1.13	Smog v ovzduší ČR . . . . .	15
1.14	Air Quality & Smog AirAQI . . . . .	16
1.15	Air Quality   AirVisual . . . . .	17
1.16	Global Air Quality . . . . .	18
2.1	Struktura JSON dat poskytovaných od ČHMÚ . . . . .	22
2.2	AIM stanice v lokalitě Praha 4 – Chodov . . . . .	23
3.1	Sygie Android SDK . . . . .	26
3.2	Mapbox Android Map SDK . . . . .	27
3.3	Mapzen Tangram . . . . .	28
3.4	HERE Android SDK . . . . .	29
3.5	Mapsforge . . . . .	30
3.6	ArcGIS . . . . .	31
3.7	Google Maps API . . . . .	32
4.1	Wireframe – základní zobrazení aplikace . . . . .	37
4.2	Wireframe – detail stanice . . . . .	38
4.3	Wireframe – zprávy a dialogová okna . . . . .	39

4.4	Diagram tříd – základní . . . . .	40
4.5	Diagram tříd – asynchronní komunikace . . . . .	42
4.6	Diagram tříd – detailní zobrazení . . . . .	43
4.7	Diagram tříd – správa oblíbených stanic . . . . .	43
5.1	Počet balíčků pro jednotlivé jazyky – zdroj <a href="http://www.modulecounts.com">www.modulecounts.com</a> . . . . .	48
5.2	Diagram databázových tříd . . . . .	50
5.3	Apiary – popis API a dokumentace . . . . .	51
5.4	Android platformy a jejich využití[1] . . . . .	52
5.5	Zobrazení reprezentativnosti stanice jako kruh . . . . .	54
5.6	Překryvné obrázky znázorňující kvalitu ovzduší . . . . .	54
5.7	Snímky obrazovky výsledné aplikace – mapa a seznam stanic . . . . .	56
5.8	Snímky obrazovky výsledné aplikace – detail stanice a informační okno . . . . .	57
5.9	Záznam o API testech z aplikace Postman . . . . .	58
6.1	Vystavená aplikace na Google Play . . . . .	63

---

# Úvod

Znečištění ovzduší je problémem mnoha zemí světa, Českou republiku nevyjímaje. Zvláště pak ve velkých městech, v okolí dopravních komunikací nebo průmyslových oblastech může být tento jev zdraví ohrožující, s dalšími faktory může vést až k úmrtí.

Tato práce chce poskytnout přehled o zdrojích informujících běžného občana České republiky o kvalitě ovzduší, které jsou dostupné na mobilním zařízení s platformou Android. Na základě zkoumání možností vizualizace dat na mapě na mobilních zařízeních, datových zdrojích a existujících aplikací si klade za cíl přinést uživatelům nový, jednodušší nebo srozumitelnější způsob znázornění kvality ovzduší na mapě, nebo přímo na místě, na kterém se zařízení nachází. Díky dostupným údajům o kvalitě ovzduší bude moci uživatel lépe plánovat své aktivity, čímž může pomoci zdraví nejen svému, ale třeba také zdraví svých dětí.

Celý životní cyklus aplikace bude prováděn s nástroji softwarového inženýrství a bude na něm prezentováno porozumění této oblasti.





---

# Existující aplikace podobného zaměření

Tato část zkoumá již existující aplikace, které pracují s daty popisující kvalitu ovzduší. Kapitola je rozdělena do 2 částí podle druhu aplikace – jestli je dostupná jako webová aplikace nebo má i vlastní mobilní aplikaci.

## 1.1 Webové aplikace

### 1.1.1 Imisní mapy hlavního města Prahy

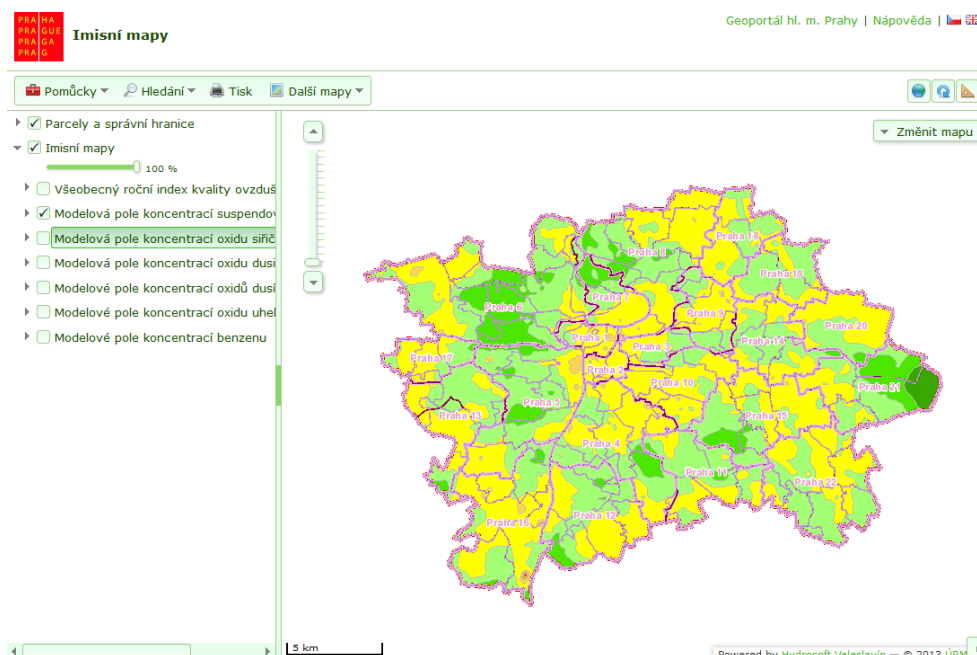
Imisní mapy hlavního Prahy<sup>1</sup> se zdají být jako možná alternativa při zjišťování znečištění ovzduší. Již na první pohled je zřejmé, že veškerá data se vztahují pouze na území hlavního města. Mapa nabízí širokou škálu možností, jak s mapou pracovat a co na ní zobrazit. Jsou to mapy zobrazující:

- Všeobecný roční index kvality ovzduší
- Modelová pole koncentrací suspendovaných částic
- Modelová pole koncentrací oxidu siřičitého
- Modelová pole koncentrací oxidu dusičitého
- Modelové pole koncentrací oxidu dusíku
- Modelové pole koncentrací oxidu uhelnatého
- Modelové pole koncentrací benzenu

---

<sup>1</sup>Dostupné na: <http://mpp.praha.eu/app/map/atlas-zivotniho-prostredi/cs/imisni-mapy>

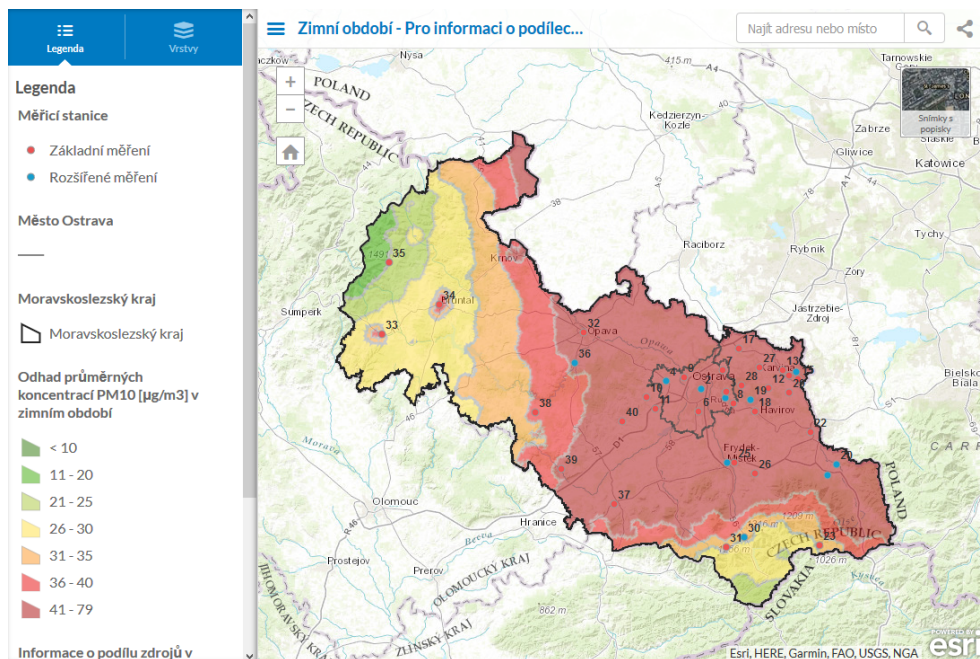
## 1. EXISTUJÍCÍ APLIKACE PODOBNÉHO ZAMĚŘENÍ



Obrázek 1.1: Imisní mapy hlavního města Prahy

Kromě toho mapa nabízí možnosti jako měření vzdálenosti mezi dvěma body nebo výpočet obsahu tvarů, které tam uživatel zadá pomocí vrcholů. Uživatel si také může vybrat mapový podklad pro vizualizaci, bonusem pak je možnost přepnout stránku do anglického jazyka.

Po krátké době s prací s touto mapou ale začnou vystupovat na povrch její nedostatky. Na některé vstupy od uživatele přestává pracovat, nezobrazuje vybraná data na mapě. Přestože se v nápovědě dočteme, že „Aplikace fungují i na mobilních zařízeních typu tablet s dostatečně velkým displayem“[2], tak zkušenost říká opak. A snad to opravdu nejdůležitější jsou data samotná. Ne-dočteme se nic o jejich aktuálnosti ani zdroji. Vzhledem k tomu, že je mapa umístěna na portále hlavního města Prahy, které mimo jiné poskytuje data o znečištění (viz kapitolu o datových zdrojích), dá se předpokládat, že budou prezentovat tato vlastní data. Tato data však nejsou nijak aktualizovaná, zdají se být jako výsledky jednoho měření, které proběhlo v roce na podzim roku 2015. Nebo ještě starší. V nápovědě k aplikaci je jako datum poslední aktualizace uvedeno 11. července 2013[2]. Pro zjištění aktuálního stavu je tedy tato aplikace nepoužitelná.



Obrázek 1.2: Znečištění ovzduší v Moravskoslezském kraji

### 1.1.2 Informační monitorovací systém průmyslového znečištění v Moravskoslezském kraji

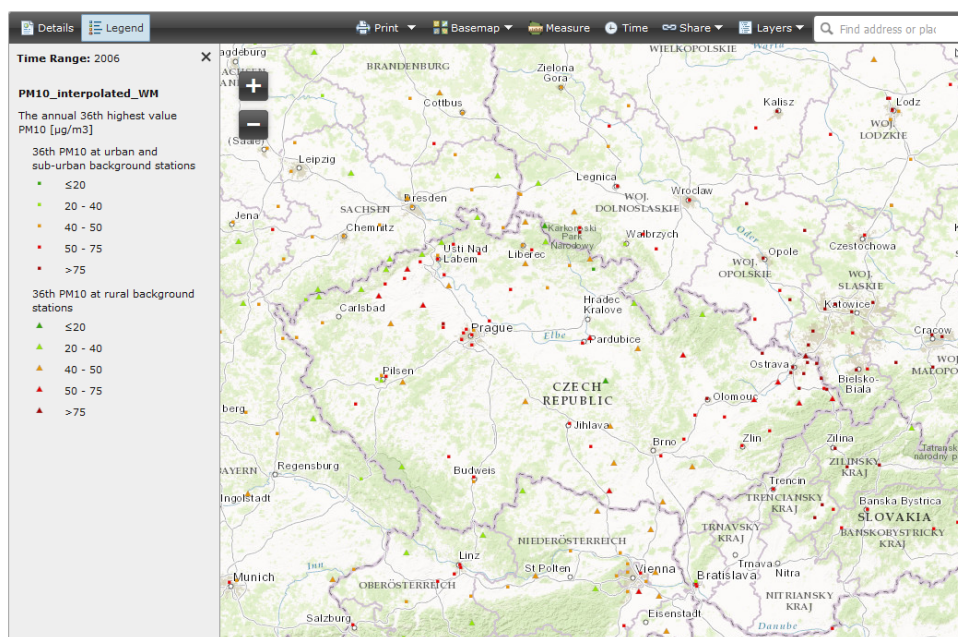
Obdobnou webovou aplikaci poskytuje Moravskoslezský kraj, také jen pro svůj region<sup>2</sup>. Aplikace má již modernější vzhled a díky responsivitě je použitelná i na mobilním zařízení. Je možné změnit mapový podklad a je možné si vybrat data, která budou na mapě zobrazena. Opět ale není možné data využít pro zjištění aktuálního stavu. Vizualizovaná data pochází z roku 2013[3] a jsou průměrována za letní a zimní sezónu. Je tedy dobře patrný rozdíl znečištění v topné a netopné sezóně. Jedná se o mapu odhadu průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> (poléťavý prach o velikosti 10 mikrometrů). Na mapě jsou zaznamenány měřicí stanice, ve kterých měření proběhlo, a u každé z nich je možné zobrazit podíly zdrojů znečištění.

### 1.1.3 Evropská kancelář životního prostředí

Evropská kancelář životního prostředí (The European Environment Agency, zkráceně EEA) je organizace v rámci Evropské unie. Jejím cílem je poskytovat spolehlivé a nezávislé informace o životním prostředí. Na jejich webových stránkách najdeme velké množství map a grafů o dlouhodobém vývoji. U každého grafu nebo mapy pak poskytují i data, která byla použita, dají se tedy

<sup>2</sup>Dostupné na: <http://www.ims-msk.cz/mapovy-server>

## 1. EXISTUJÍCÍ APLIKACE PODOBNÉHO ZAMĚŘENÍ



Obrázek 1.3: Evropská kancelář životního prostředí – mapa měřicích stanic

použit i pro vlastní účely (stránka je pod licencí Creative Commons). Udržují také starší verze dat, i ty je možné použít pro vlastní potřebu. U dat je zaznačeno, jak jsou stará. Informačním základem pro většinu map je tzv. AirBase, databáze o kvalitě ovzduší v Evropě. Databázi udržuje EEA a každý rok do ní členské státy (státy Evropské unie a další spolupracující evropské státy) přidávají data z reprezentativního vzorku měřicích stanic. Na stránce jsou data od roku 2008, ta poslední jsou jen z roku 2014. Data, která nabízí, jsou ověřená[4].

Stránka<sup>3</sup> se přizpůsobuje užším displejům, dá se použít i na telefonu. Je možné si vybrat mapový podklad a prvky, které chceme na mapě vykreslit.

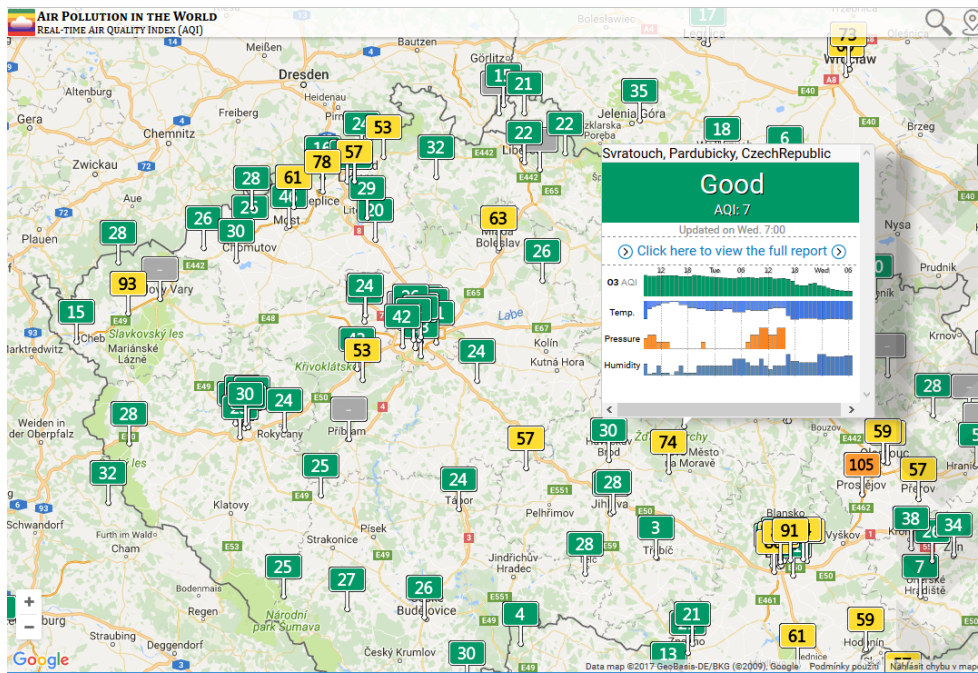
### 1.1.4 World Air Quality Index

World Air Quality Index (zkr. WAQI)<sup>4</sup> je projekt sociálního podnikání, jehož posláním je podporovat povědomí o znečištění ovzduší a poskytnout unifikované informace o kvalitě ovzduší pro celý svět. Poskytuje informace z než 70 států, 9000 měřicích stanic ve více než 600 významných městech[5]. Výsledky jsou prezentované na stránkách <http://aqicn.org/> a <http://waqi.info/>. Na jejich stránkách nalezneme odkazy na zdroje dat.

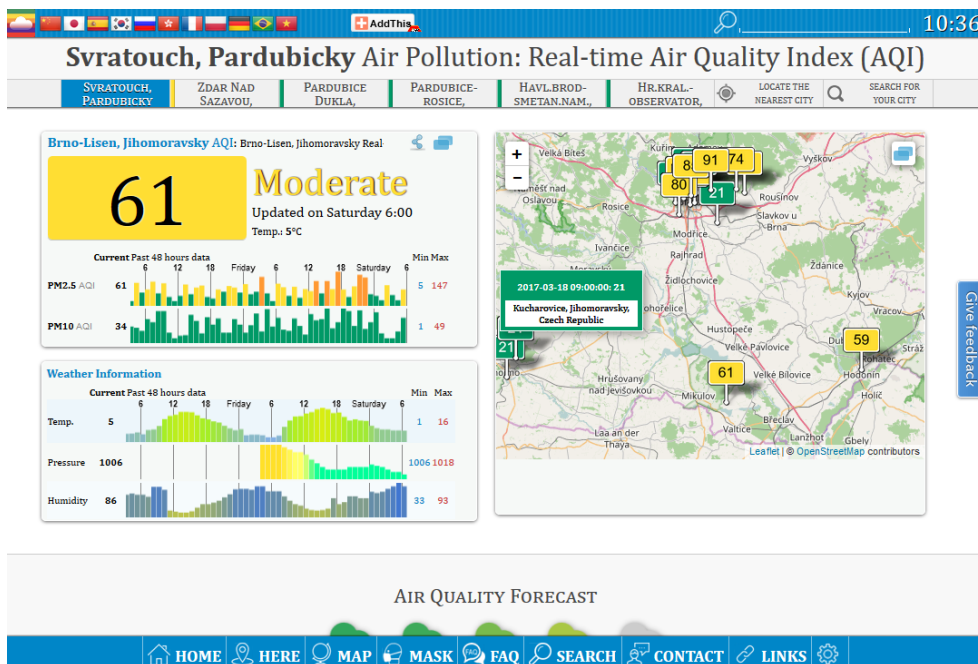
<sup>3</sup>Dostupné na: <http://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality/map/airbase>

<sup>4</sup>Dostupné na: <http://waqi.info/>

## 1.1. Webové aplikace



Obrázek 1.4: World Air Quality Index



Obrázek 1.5: Air Quality Index

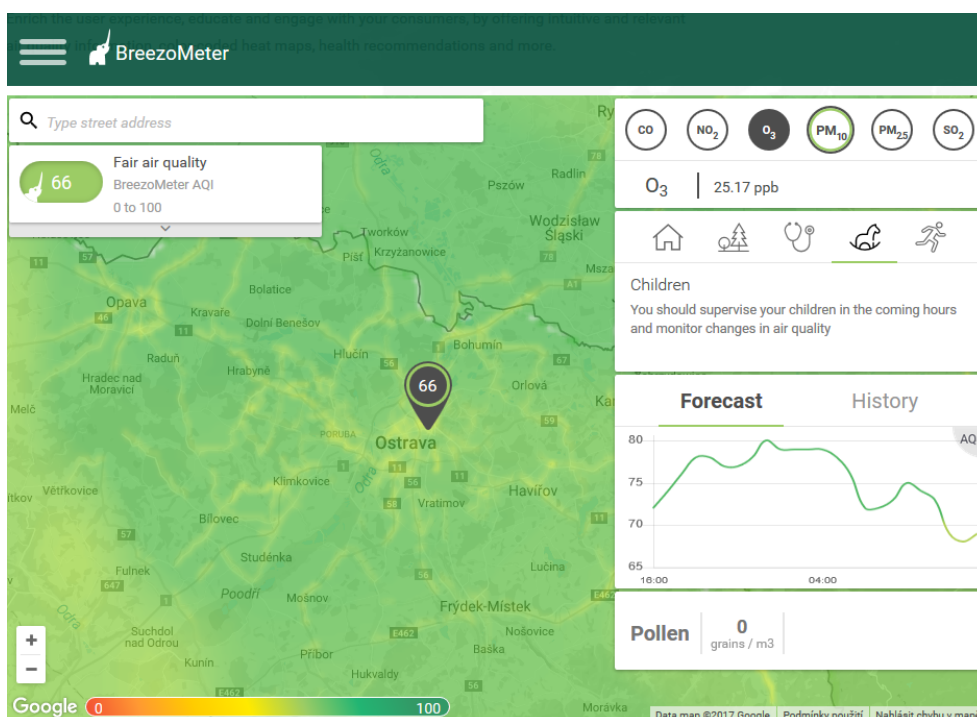
## 1. EXISTUJÍCÍ APLIKACE PODOBNÉHO ZAMĚŘENÍ

Webová aplikace má hlavní prvek mapu, na které se zobrazují značky označující měřicí stanici. Dle barvy značky a čísla na něm uvedeném je již na první pohled poznat stav ovzduší na daném místě. Po kliknutí na značku se otevře detail místa, na kterém je vidět i graf vývoje měřených veličin za posledních 48 hodin (viz obr. 1.5).

Webová stránka je zobrazitelná na telefonu, potíž je ovšem při zobrazování celosvětové mapy. Celkový počet vykreslovaných prvků na mapě je v řádu tisíců a spotřebuje velké množství výpočetního výkonu. Stránka nabízí celkem 12 překladů, čeština mezi nimi není.

Mezi speciality stránky WAQI patří 8denní předpověď kvality ovzduší. Ta je vizualizována na mapě buďto pro celý svět, nebo je možné vybrat z více než 600 měst pro podrobnější náhled.

### 1.1.5 BreezoMeter



Obrázek 1.6: BreezoMeter

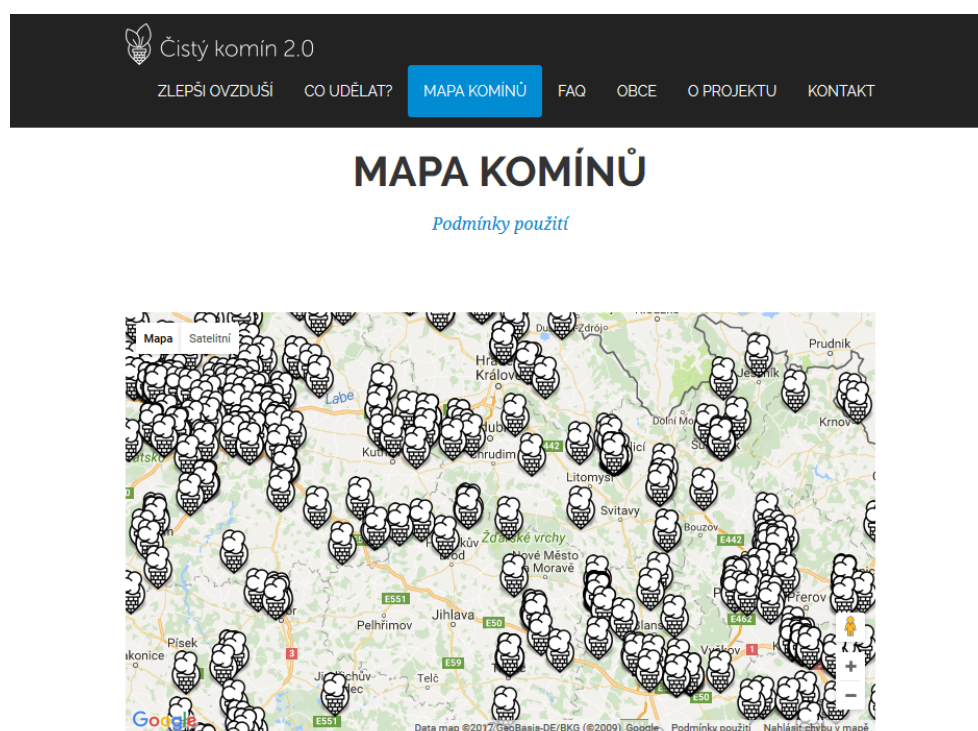
BreezoMeter<sup>5</sup> je společnost, která zpracovává data o znečištění ovzduší a nabízí tato data třetím stranám přes API. Zdarma nabízí zobrazování map s přehledem znečištění. Podle příslušného znečištění pak doporučují, jaké aktivity je ne/vhodné provozovat. Tato společnost se vyznačuje tím, že na zá-

<sup>5</sup>Dostupné na: <https://breezometer.com/>

kladě dat z jednotlivých stanic dopočítává hodnoty pro celé území. Každou hodinu tak vytvoří přes 600 milionů geografických bodů, které jsou použity jako zdroje pro další výpočty a modelování. Veškerá data analyzují a ověřují, pokud pro nějaké území nemají dostatečně kvalitní data, neposkytují dále žádné informace.[6].

Webová stránka je přístupná pro tablety a telefony se šířkou displeje 768 pixelů a více. Pak je možné mapu ovládat, vyhledávat vlastní místa, zjišťovat doporučení na aktivity. Pro užší displeje je připraveno pouze upozornění „Interagujte s mapou z desktopu“[6].

### 1.1.6 Čistý komín 2.0



Obrázek 1.7: Čistý komín

Projekt Čistý komín<sup>6</sup> má za cíl mapovat komíny, ze kterých vychází špinavý kouř, a motivovat tak veřejnost k výměně starého kotle na čistější způsob vytápění. Tato znečištění jsou lokálního charakteru, takže jejich výsledky se pravděpodobně nedostanou do oficiálních dat měření, přesto mohou produko-

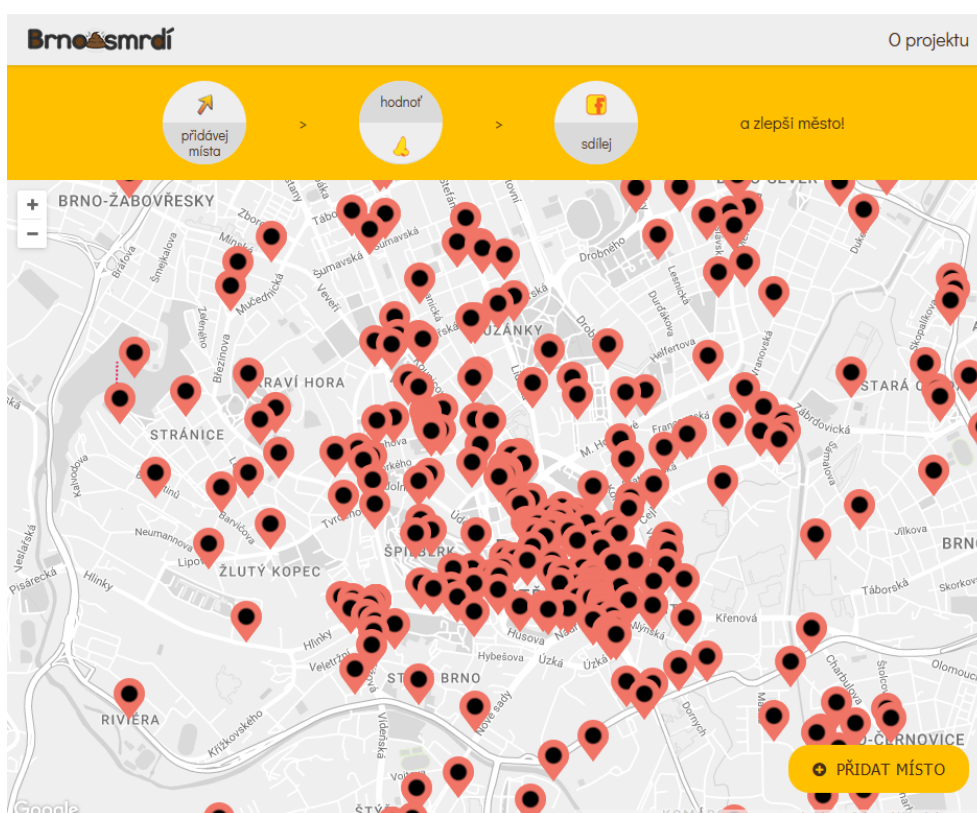
<sup>6</sup>Dostupné na: <http://cisty-komin.cz/>

## 1. EXISTUJÍCÍ APLIKACE PODOBNÉHO ZAMĚŘENÍ

vat výrazné znečištění (a kromě toho často také zápach). Iniciátorem projektu je organizace Čisté nebe[7].

Webová stránka zobrazuje mapu s komíny a informace o projektu. Stránka je přizpůsobena pro mobilní zařízení, nová místa je možné přidávat přes mobilní aplikaci, přidávají je samotní uživatelé. Data se nijak neověřují, případné změny (smazání označeného místa) se řeší přímo s administrátorem stránky. Data tedy nemusí být aktuální ani úplná, dají se použít pro orientační přehled lokálních znečišťovatelů.

### 1.1.7 Čichová mapa Brna



Obrázek 1.8: Čichová mapa Brna

Když se mluví o znečištění ovzduší, pravděpodobně nás jako první napadne znečištění ve formě prachových částic, dále pak to budou různé škodlivé plyny. Ne přímo škodlivé, ale velmi nepříjemné, mohou být různé druhy zápachů. Ty jsou ale velmi obtížně měřitelné.

Jak je uvedeno na stránkách sítě ekologických poraden: „Fyzikálně chemické a analytické postupy měření pachu klasickými analytickými metodami v současnosti již nebývá účinné, protože zapáchající látky se vyskytují ve velmi



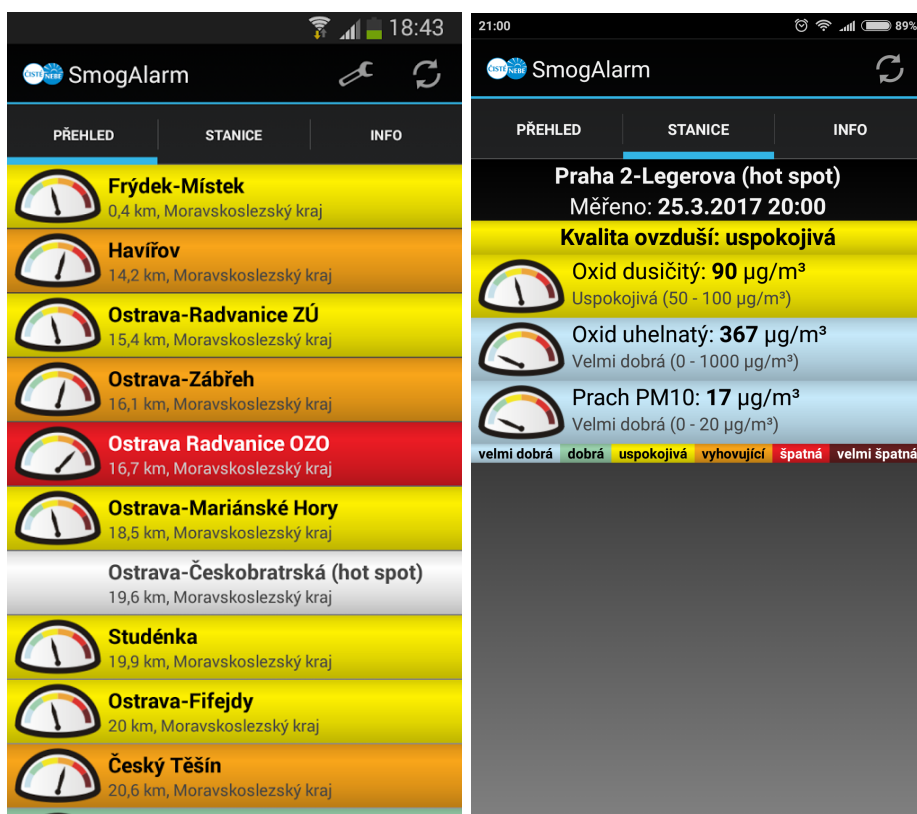
nízkých koncentracích, často pod hranicí detekce analytických přístrojů“[8]. Budto je tedy měření složité, nebo je odkázáno na subjektivní popisy lidí.

Čichová mapa Brna<sup>7</sup> je webový komunitní projekt, který shromažďuje různé druhy pachů (ať už příjemných nebo nepříjemných) na území Brna. U každého místa je zaznačen typ zápachu, intenzita, jak často je zápach cítit a jeho popis. Uživatelé pak hlasují, jestli jim je zápach příjemný, nepříjemný, nebo ho necítí.

Webové stránky jsou dobře zobrazitelné na telefonech, data nejsou pro oficiální použití moc užitečná.

## 1.2 Mobilní aplikace

### 1.2.1 SmogAlarm



Obrázek 1.9: SmogAlarm

SmogAlarm<sup>8</sup> je aplikace českého původu. Zpracovává data z ČHMÚ a zob-

<sup>7</sup>Dostupné na: <http://www.brnovoni.cz/> a <http://www.brnosmrdi.cz/>

<sup>8</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.ubik.smogalarm>

## 1. EXISTUJÍCÍ APLIKACE PODOBNÉHO ZAMĚŘENÍ

razuje je uživateli. Data jsou tedy aktuální, jejich zobrazení je omezeno na seznam. Aplikace v základním nastavení řadí stanice podle vzdálenosti od umístění telefonu, jednotlivá místa zabarvuje podle míry znečištění. Aplikace působí velmi jednoduchým a srozumitelným dojmem, chybí snad jen vysvětlivky hodnot a použité škály hodnocení škodlivosti.

### 1.2.2 Plume Air Report



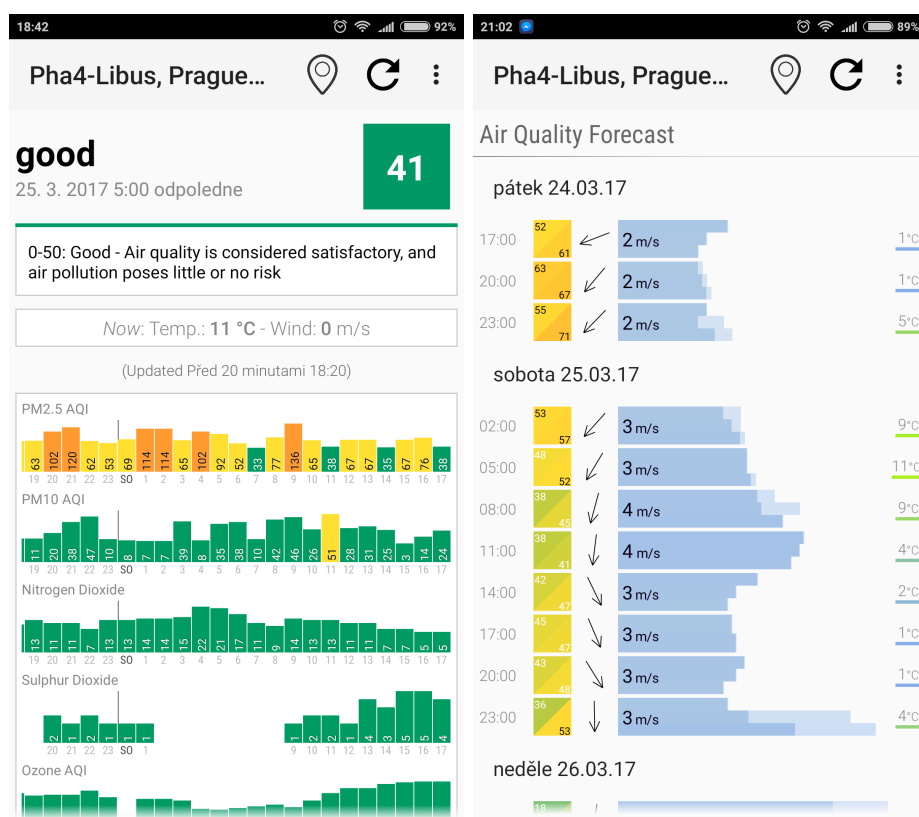
Obrázek 1.10: PlumeAir

„Byli jste zvyklí plánovat si své aktivity podle počasí, nyní můžete dělat to samé s ovzduším“<sup>9</sup>[9]. Tato mobilní aplikace<sup>9</sup> je navržena pro aktivní lidi. Podle stavu ovzduší přidává doporučení k aktivitám (venkovní sporty, jízda na kole, jít ven s dětmi, jíst venku). To vše na základě předpovědi stavu znečištění ovzduší. Tato předpověď je pro cca 18 hodin dopředu a pro různé druhy aktivit je míra znečištění odlišným způsobem důležitá. Nejcitlivější na znečištění jsou doporučení ohledně vycházek s dětmi.

<sup>9</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=com.plumelabs.air>

Aplikace nabízí dlouhodobý vývoj znečištění. Kromě základního denního vývoje nabízí i týdenní a několikaměsíční (cca 7měsíční). V České republice nabízí data a předpověď pouze pro 4 města – Brno, Ostrava, Plzeň a Praha, celosvětově jsou data dostupná pro více než 200 měst. Uživatelské rozhraní je až na výjimky v angličtině. K měřeným hodnotám nabízí vysvětlivky, v čem jsou látky škodlivé, odkud pochází a co mohou způsobit. V aplikaci je také možné najít odkaz na zdroj dat.

### 1.2.3 Air Quality: Real time AQI



Obrázek 1.11: Air Quality

Mobilní aplikace<sup>10</sup>, která zobrazuje data ze stránky <http://aqicn.org/>. Bohužel není rozhraní mobilní verze vůbec intuitivní. Na první pohled se tedy zdá, že je oproti té webové ochuzena. V aplikaci se nezdá být žádná mapa, na které bychom si mohli vybrat měřené místo. Zobrazený vývoj měření se vztahuje pouze k posledním 24 hodinám. Oproti internetové verzi není zob-

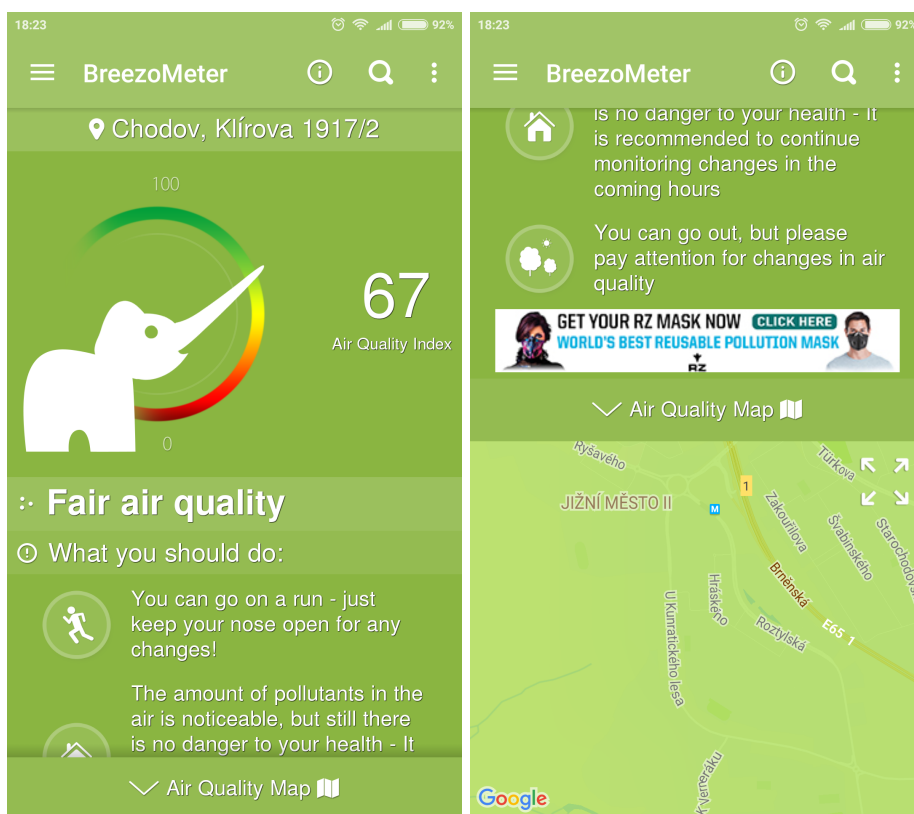
<sup>10</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=com.insdio.aqicn.airwidget.Asia>

## 1. EXISTUJÍCÍ APLIKACE PODOBNÉHO ZAMĚŘENÍ

razena ani předpověď vývoje znečištění ani vysvětlení použité škály. Rozhraní je převážně v angličtině.

Po nějaké době používání aplikace bylo zjišťováno, že se chybějící funkce v aplikaci vyskytují, jen není žádný náznak toho, že by tam byly. Grafem vývoje měření se dá pohybovat, takže nakonec můžeme zobrazit i delší historii (cca 140 hodin), než se zobrazuje na webu (cca 48 hodin). Když posuneme celou obrazovku doprava, dostaneme se na zobrazení mapy s body reprezentujícími měřicí stanice s možností jejich výběru. A když se posuneme základní obrazovku doleva, zobrazí se předpověď vývoje znečištění. Když posuneme obrazovku opět doleva, dostaneme se do nastavení, stejně jako přes odkaz v menu, a na ještě jedno posunutí doleva se zobrazí použitá škála.

### 1.2.4 Air Quality Index BreezoMeter



Obrázek 1.12: BreezoMeter mobilní aplikace

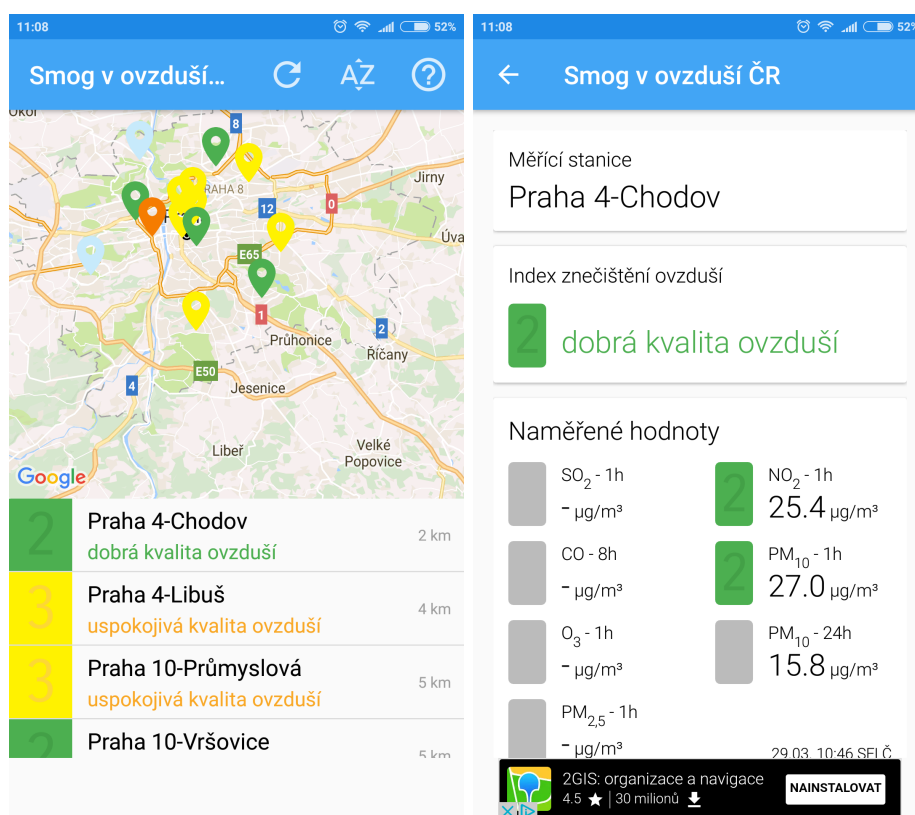
O webové službě BreezoMeter již bylo psáno. Mobilní aplikace<sup>11</sup> oproti ní nabízí omezenou funkčnost. Zatímco na webu je možné sledovat historii

<sup>11</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=app.breezometer>

i předpověď vývoje znečištění, v mobilní aplikaci nic takového nenajdeme. Webová aplikace nabízí zobrazení dat jednotlivě podle měřených veličin ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{SO}_2$ ), na telefonu vidíme pouze souhrnný index AQI. I počet doporučení na různé aktivity je v aplikaci menší než ve webové službě.

Rozhraní aplikace je celé v angličtině. Zkušenost s aplikací není velmi dobrá. Někdy přestala aplikace reagovat, jindy zobrazila jen mapu bez jakýchkoliv dat na ní apod.

### 1.2.5 Smog v ovzduší ČR

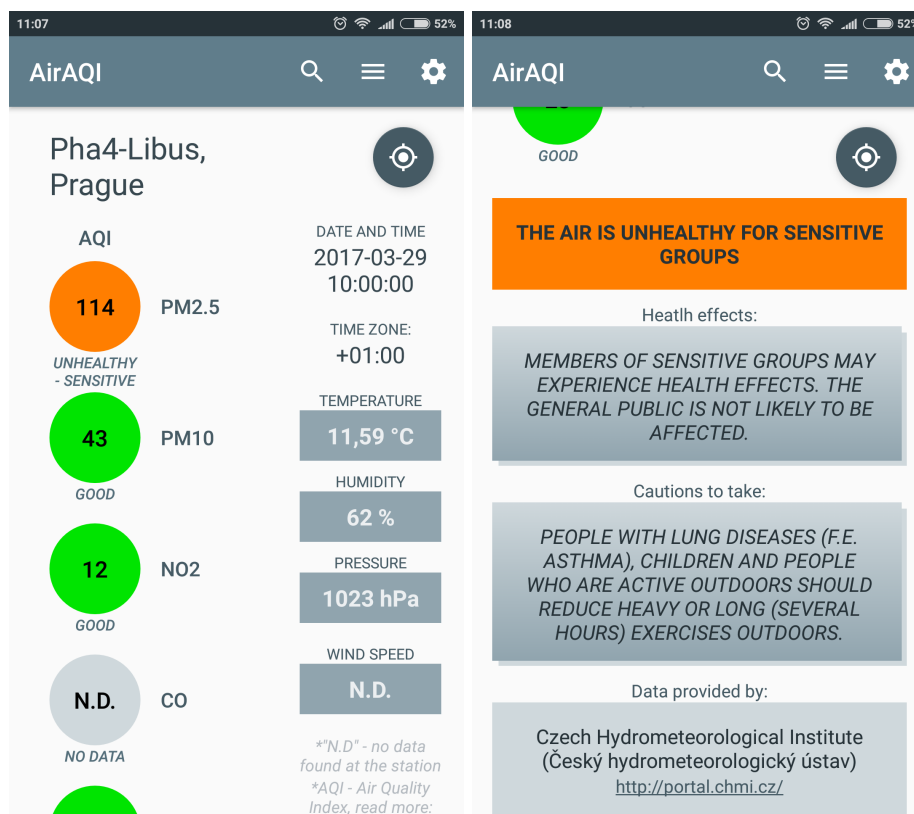


Obrázek 1.13: Smog v ovzduší ČR

Aplikace<sup>12</sup> českého původu, která cílí právě na české uživatele. Je celá v češtině a především data jsou poskytována pouze pro Českou republiku. Nabízí mapu s přehledem měřicích stanic, u detailu stanice zobrazuje aktuální index včetně naměřených hodnot i historii hodnot za posledních 24 hodin. Aplikace je velmi jednoduchá, ale o to snadněji se používá. V nápovědě jsou popsány škály měření i postup při vyhodnocování celkového indexu znečištění.

<sup>12</sup>[https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.lkruta.smog\\_stavovzdur](https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.lkruta.smog_stavovzdur)

## 1.2.6 Air Quality &amp; Smog AirAQI



Obrázek 1.14: Air Quality &amp; Smog AirAQI

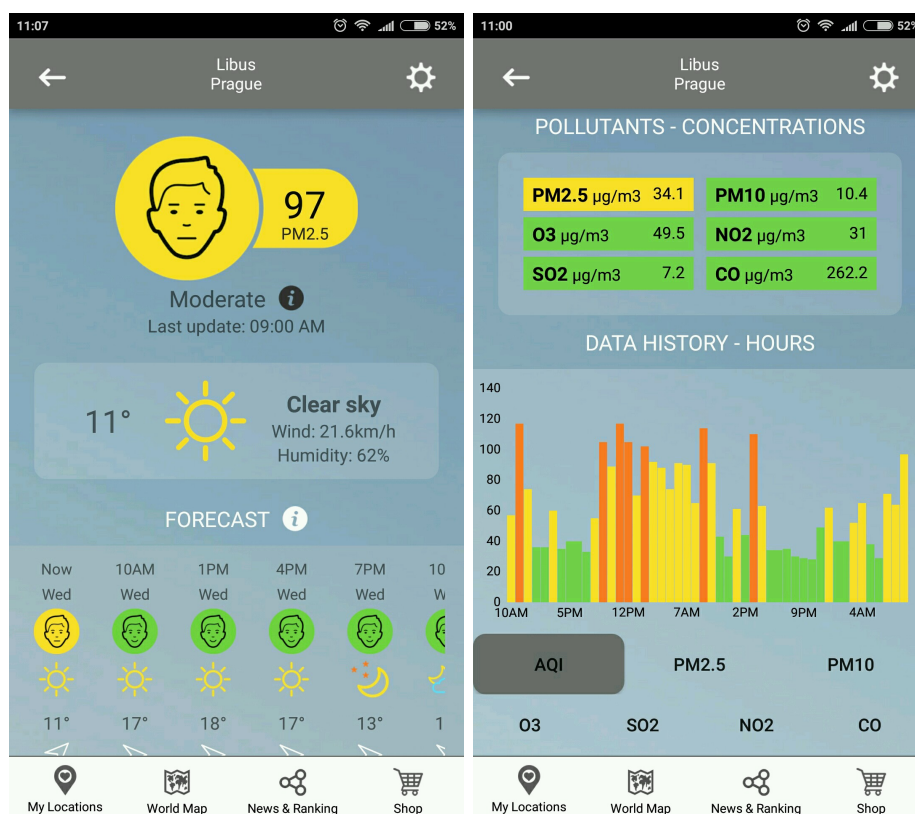
Aplikace<sup>13</sup> prezentující jednoduchým způsobem měřené veličiny (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>). Větší důraz je tu kladen na samotné hodnoty, u každé z nich je vyjádřena míra škodlivosti. Celkový stav ovzduší je až pod zlomem obrazovky, je třeba k němu obrazovku posunout. Kromě dat o znečištění poskytuje zobrazuje teplotu vzduchu, vlhkost vzduchu, tlak a rychlost větru. Na základě stavu ovzduší textově shrnuje stav a upozorňuje na možné obtíže. Jako poslední informaci poskytne odkaz na zdroj dat.

Není zde možné najít mapu, na které by si uživatel mohl vybrat měřicí místo. Jediná dostupná možnost na vybrání místa je textové vyhledávací pole, které ovšem nenabízí výsledky na základě uživatelského vstupu. Navíc je nadepsáno „Vyhledání města“. Pokud je v nalezeném městě více stanic, automaticky vybere jednu z nich. O celkovém množství stanic se uživatel také nic nedozví. Toto vyhledávací pole je tedy skoro nepoužitelné, aplikace se zdá

<sup>13</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobileallin.polskiesmogi>

být nejužitečnější v módu, který nachází nejbližší stanice na základě polohy telefonu.

### 1.2.7 Air Quality | AirVisual



Obrázek 1.15: Air Quality | AirVisual

AirVisual je společnost nabízející víc než jen data. Kromě toho, že nabízí historická a aktuální data, nabízí i předpověď do budoucna. A pro ty, kterým nestačí stávající seznam měřicích stanic, nabízí dokonce vlastní přístroj, který si může zákazník nainstalovat, kam chce. Získá tím nejpřesnější hodnoty pro žádanou oblast. Výsledky měření mohou být buďto pouze osobní nebo mohou být sdílena s ostatními a může se tím vylepšit celková síť stanic. Sdílená data jsou užitečná pochopitelně jen tehdy, když je přístroj umístěn venku.

Aplikace AirVisualu<sup>14</sup> nabízí mnoho funkcí (seznam oblíbených stanic, detaily stanice, novinky, celosvětová mapa, nejznečištěnější města, informace o látkách znečišťující ovzduší, nabídka vlastního produktu atd.), možná i díky

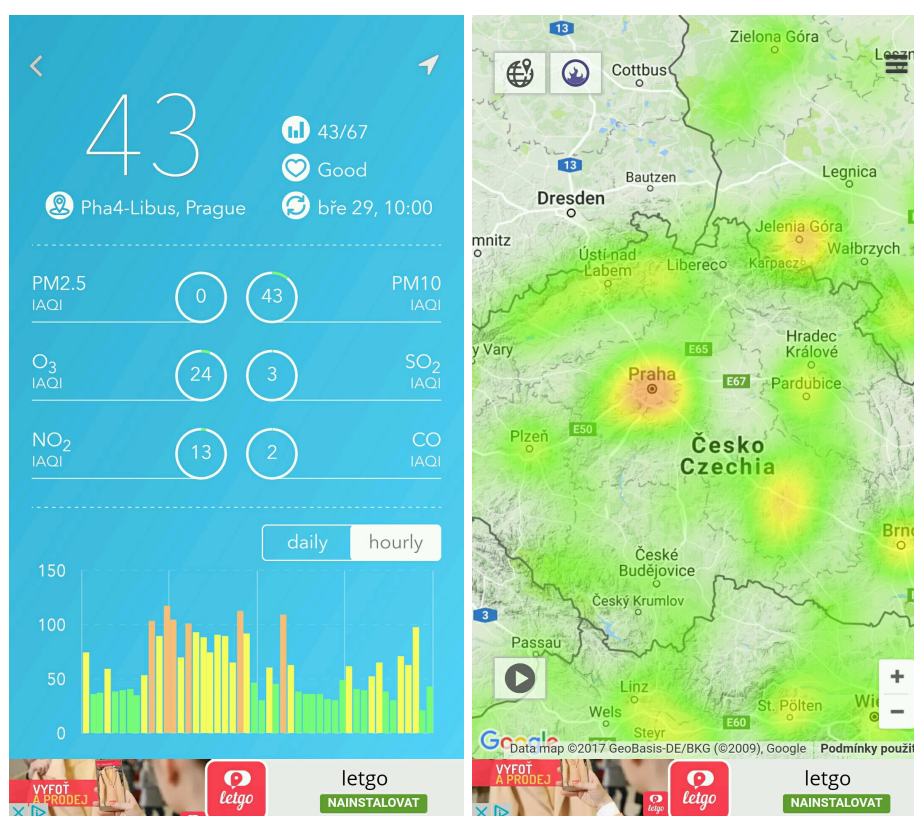
<sup>14</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=com.airvisual>

## 1. EXISTUJÍCÍ APLIKACE PODOBNÉHO ZAMĚŘENÍ

tomu působí trochu nepřehledně. V detailu měřicí stanice jsou v grafu hodnoty za posledních 48 hodin a také předpověď vývoje na 3 dny dopředu. Rozhraní je v angličtině.

Zajímavostí oproti ostatním aplikacím je jiný přístup k vlastní databázi míst. Po prvním spuštění aplikace vyskočilo okno s informací, že je možné aktualizovat databázi míst. Po schválení následovalo několik minut čekání, kdy se stahovala data z mnoha tisíc stanic. To je hodnoceno jako nevýhoda, přestože tato situace se již později neopakovala. Naopak pozitivně je hodnocena možnost zobrazení novinek z celého světa z oblasti kvality ovzduší – např. upozornění na nové studie, zákony týkající se zlepšení kvality ovzduší apod.

### 1.2.8 Global Air Quality



Obrázek 1.16: Global Air Quality

Poslední z objevených mobilních aplikací je Global Air Quality<sup>15</sup>. Tato aplikace se snaží zaujmout uživatele svými efekty. U měřených míst nabízí

<sup>15</sup><https://play.google.com/store/apps/details?id=org.cntec.aqirank>



hodinovou historii na 4 poslední dny a průměrné denní hodnoty na 3 poslední týdny. Rozhraní je spíše obrázkové než textové, co je ovšem napsáno, je v angličtině.

Užitečnou funkcí je možnost vyfotit fotku a sdílet ji spolu s údaji o znečištění ovzduší, které se vloží do fotky spolu s adresou. Další zajímavou funkcí je možnost přepínání mapových vizualizací. Jedna možnost je zobrazení měřicích stanic jako body, druhá možnost je zobrazit teplotní mapu. Jedná se o souvislou vrstvu v okolí bodu, podle míry znečištění je barva překryvu na škále od zelené do červené (viz obr. 1.16).

Zajímavostí je pak seznam měst s nejvíce znečištěným ovzduším. Údaje (hour, day, month) uvedené u těchto měst nejsou vysvětleny a v aplikaci chybí nápověda.

### 1.3 Závěr

Je překvapivé, kolik aplikací se zaměřením na kvalitu ovzduší již existuje. Mnohé z objevených aplikací používají data z jednorázových měření, některé aplikace využívají data o znečištění k pomoci uživateli s plánováním aktivit (Plume Air Report).

U existujících aplikací bylo možné zhlédnout více druhů vizualizace – jednalo se o obarvená rozdělená území (jako např. na Imisní mapě hlavního města Prahy), vizualizace bodů měřicích stanic (např. World Air Quality Index), celkový překryv mapy s proměnlivou barvou (BreezoMeter) nebo něco na způsob teplotní mapy (Global Air Quality).



# Datové zdroje měření znečištění

## 2.1 Česká republika

Společností měřících kvalitu ovzduší je v České republice několik. Některé z nich měří pouze pro vlastní potřebu a výsledky nezveřejňují. Existuje však také skupina, která poskytuje svá data veřejnosti – jsou to např. Zdravotní ústav Ostrava, ČEZ, město Brno, Český hydrometeorologický ústav (zkr. ČHMÚ) a další. Tato data jsou sdružována na webu ČHMÚ.

ČHMÚ je státní podnik monitorující aktuálně 127 stanic[10], na kterých je prováděno dlouhodobé měření. Tento počet se ale mění, nové stanice vznikají a jiné jsou zavírány. Kompletní seznam stanic je k nalezení na webové stránce ČHMÚ. U každé stanice je uveden její vlastník, podrobné informace o jejím umístění, správci, reprezentativnosti a také tabulka měřených veličin za posledních 24 hodin. Naměřené údaje jsou ukládány do systému ISKO (Informační systém kvality ovzduší). Prostřednictvím tohoto systému jsou pak také prezentovány veřejnosti.

Data z měření ČHMÚ nabízí v několika formátech:

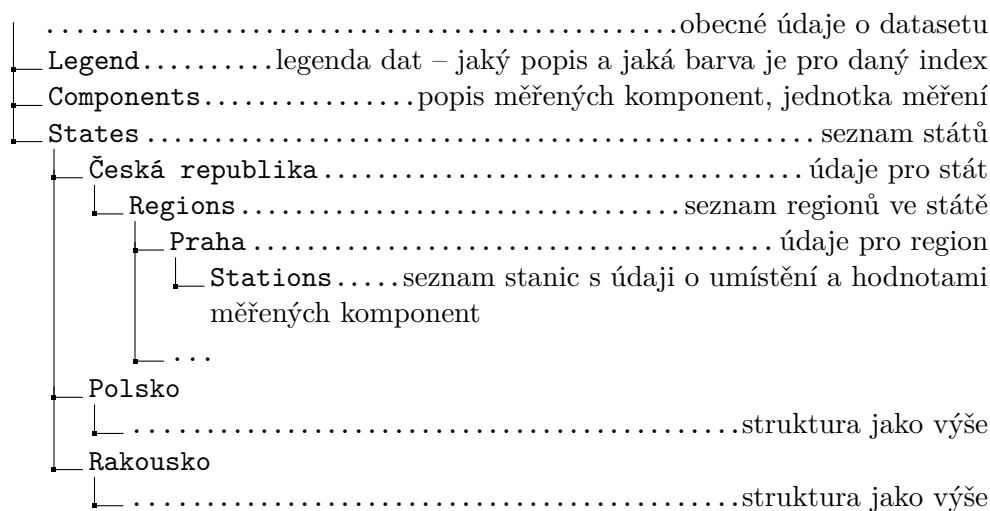
- v tabulkovém zobrazení na webu<sup>16</sup>
- skrz výběr míst na mapě<sup>17</sup>
- JSON<sup>18</sup>
- XML<sup>19</sup>

<sup>16</sup>dostupné na [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/actual\\_hour\\_data\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/actual_hour_data_CZ.html)

<sup>17</sup>dostupné na [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/actual\\_hour\\_map\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/actual_hour_map_CZ.html)

<sup>18</sup>dostupné na [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/aqindex\\_cze.json](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/aqindex_cze.json)

<sup>19</sup>dostupné na [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/AIMdata\\_hourly.xml](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/AIMdata_hourly.xml)



Obrázek 2.1: Struktura JSON dat poskytovaných od ČHMÚ

Tato data jsou nabízena pod licencí Creative Commons, konkrétně CC BY-NC-ND 3.0. To znamená, že se dílo smí rozmnožovat a jakkoliv distribuovat, není ale možné data upravovat. Je potřeba vždy uvést původ dat a není možné dílo využívat komerčně[11].

Hierarchická struktura dat usnadňuje uživatelům použití dat pro specifické účely. Strukturu je znázorněna ve schématu 2.1.

Data dostupná na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu jsou jediná veřejně dostupná aktuální data o stavu znečištění ovzduší v České republice. Veškeré aplikace zmíněné v kapitole 1 pracující s aktuálními hodnotami, mají pouze tento zdroj.

Je důležité poznamenat, že naměřená data nemusí být nutně pravdivá. I proto jsou označena jako operativní nebo neverifikovaná[10]. To znamená, že hodnoty, které jsou stanicemi naměřeny se pošlou do systému bez jakýchkoliv úprav. Systém je nabídně zájemcům pomocí veřejného rozhraní. Zhruba po měsíci pak hodnoty prochází první verifikací, ta se provádí na pobočkách ČHMÚ. Takto zpracovaná data přepíší ty původní. Proces dále pokračuje dalšími verifikacemi, během kterých se porovnávají naměřené hodnoty s dalšími stanicemi. Tento proces je označován jako druhá verifikace. Tímto způsobem ověřená data oproštěná od různých odchylek se pak vydávají v ročenkách, nejsou již dostupná na webových stránkách[12]. Je proto důležité, aby se tato data označila jako neověřena, která mohou být zkreslena. Na základě těchto dat by se neměla provádět důležitá rozhodnutí.

Dle vyjádření pracovnice ČHMÚ existují ještě další měření kvality ovzduší, která se již neprezentují. Dosud byly popsány pouze stanice AIM (mj. proto, že pouze data z těchto stanic jsou zveřejňována v reálném čase), to znamená automatického imisního monitoringu. Na těchto stanicích se kromě zveřejněných

dat měří také meteorologická data nebo dokonce  $PM_{10}$ , tedy částice o velikosti 10 mikrometru. Tyto částice jsou tak malé, že při vdechnutí mohou vniknout až do plicních sklípků, skrz které se mohou dostat do krevního řečiště až do dalších orgánů a způsobovat vážné potíže nebo napomáhat rozvinutí onemocnění – jako např. zástava srdce, rakovina plic, demence a další. Příkladem těchto částic je prach, částice vznikající při spalování, bakterie a viry[13].



Obrázek 2.2: AIM stanice v lokalitě Praha 4 – Chodov

Kromě stanic AIM existují také stanice MIM, manuálního imisního monitoringu. Na těchto stanicích se mohou měřit různé pachy, kovy,  $NO_x$  (označení oxidů dusíku NO nebo  $NO_2$ ), je možné sbírat vzorky na vyhodnocování. Tato data se zpracovávají a vyhodnocení je dostupné třeba až po měsíci, proto tato data také nejsou zpřístupněna na internetu.

Provoz jedné AIM stanice vychází řádově na miliony korun ročně[12], ukázka toho, jak stanice vypadá, je na obrázku 2.2.

## 2.2 Další státy

Data zveřejněná na stránkách ČHMÚ obsahují také hodnoty několika stanic z okolních států České republiky (jak je vidět i ze schématu 2.1). Jsou v nich zahrnuté stanice z Rakouska, konkrétně ze spolkových zemí Horní Rakousko a Dolní Rakousko a také ze čtyř polských krajů – Malopolský, Opolský, Dolno-slezský a Slezský. Data z polských stanic jsou z provozních důvodů o 2 hodiny zpožděná[10].

Pokud bychom hledali další zdroje zahraničních dat, máme 2 možnosti:

1. Vyhledávat data přímo u jejich zdroje
2. Použít API aplikací třetích stran

První možnost je složitější kvůli vyhledání odkazu na zdroj. V rámci vypracování této práce byl nalezen pouze jeden komplexnější seznam zdrojů měření (dostupný na stránce <http://aqicn.org/aqicn/cache/static/sources/>), ani ten ovšem není úplný a přesný. Odkazuje na stránky měřicích subjektů, ne přímo na samotné datové soubory nebo stránky popisující API, takže je stále nutné informace dohledat. Pokud by někdo chtěl hledat např. měřicí stanice v Polsku, nemá jinou možnost než použít vyhledávač a doufat, že najde řetězec, který ho odkáže na stránky Hlavního inspektorátu pro ochranu životního prostředí. Ty sice mají možnost přepnutí jazyka do angličtiny, ne všechny stránky ale mají přeložené (jako právě například stránka popisující API pro získání dat o znečištění ovzduší). Poskytovaná data ve formátu JSON pak již obsahují klíče v angličtině, hodnoty však obsahují opět polštinu (stejně jako česká data obsahují češtinu).

Tento způsob je tedy výhodný v získání přímého přístupu ke zdrojům dat a možnosti si data libovolně upravovat. Nevýhodou je, že je třeba psát vlastní parser na každý datový zdroj, protože struktura dat není sdílená, a nutnost pracovat s různými jazyky podle datového zdroje.

Druhá možnost využívá různých organizací a projektů, které mají zájem monitorovat stav ovzduší pro co nejvíce míst. Tyto subjekty tedy musí vyřešit nevýhody popsané v první možnosti a některé z nich nabízí již agregovaná data skrz vlastní API.

Příkladem takových aktivit je například projekt World Air Quality Index (WAQI), který nabízí data z více než 70 států[5]. Více o tomto projektu bylo napsáno v části 1.1.4 popisující jejich mobilní aplikaci. WAQI nabízí API pro mapové výstřižky, widgety, nebo právě JSON API pro stanice, geografická místa, pro konkrétní měřené komponenty atd. V budoucnu pak jejich API bude nabízet také předpověď kvality ovzduší, historická data, informace ze sousedních stanic apod[14]. Dalšími z poskytovatelů agregovaných dat jsou např. AirVisual nebo OpenAQ.

---

## Možnosti vizualizace dat na mapových podkladech

V této kapitole budou zkoumány možnosti vizualizace dat na mapových podkladech. Uvažujeme prostředí pro mobilní platformu Android. U každé alternativy bude uveden výčet možností, u některých konkrétních možností pak bude představeno případné využití pro vyvíjenou aplikaci. Důležitým kritériem pro výběr výsledné technologie bude také pochopitelně cena.

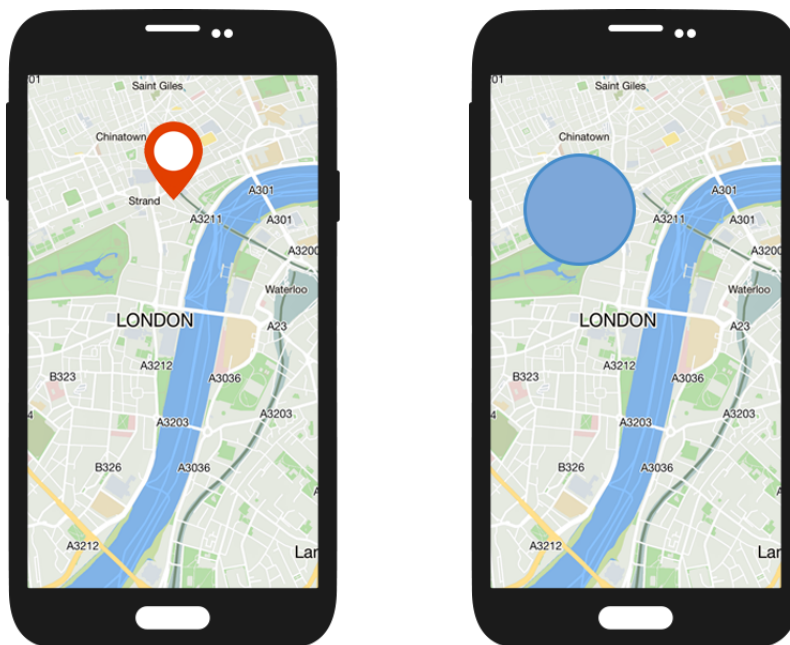
### 3.1 Sygic Android SDK

Sada vývojových nástrojů od firmy Sygic, jehož jádrem jsou mapy. Podporuje vykreslování map, hledání tras, navigaci. Při vykreslování mapy má vývojář možnost těchto nastavení[15]:

- Nastavení přiblížení
- Nastavení středu mapy
- Rotace
- Zobrazení z náklonu (mapy podporují 3D zobrazení budov)
- Různé druhy posluchačů – kamery, posunu mapy, gest prstů
- Přepínání zobrazení denního a nočního módu
- Přidávání vlastních obrázků na mapu – kruhů, lomených čar, vlastních značek
- Použití map v offline módu

### 3. MOŽNOSTI VIZUALIZACE DAT NA MAPOVÝCH PODKLADECH

---



Obrázek 3.1: Sygic Android SDK

Pokud bychom se rozhodli použít tyto mapové podklady, měli bychom dvě možnosti. První možností je přidat vlastní značky na místa měřicích stanic, druhou možností je použití vkládání kruhů na mapu. Každému kruhu je možné nastavit střed, poloměr, obrys. Při nastavování barev je možné použít schéma ARGB, což nám dovoluje vytvářet průhledné kruhy jednotlivých stanic. Ani při jedné možnosti ale není možné nastavit posluchače na události (např. na kliknutí na značku), z mapy by tedy nebylo možné se dostat na detail měřicí stanice.

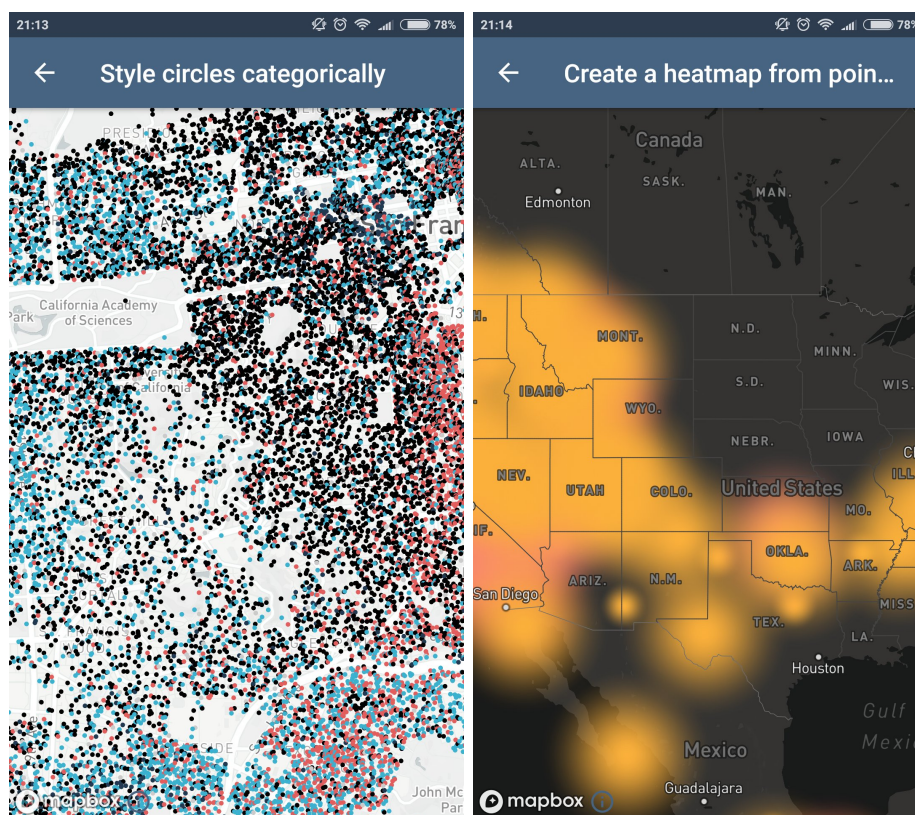
Cenovou politiku a možnosti použití API není možné na stránkách Sygicu dohledat, API klíč je možné získat pouze na základě kontaktního formuláře.

Tato firma je známá spíše v oblasti navigace a možnosti přizpůsobení tomu odpovídají. Nabídka mapových podkladů, vlastních značek a vrstev je velmi omezená. Díky tomu může být řešení jednoduché na použití, zároveň může být velmi svazující. Pro použití na vizualizaci znečištění ovzduší je Sygic sada nevhodná.

## 3.2 Mapbox Android Map SDK

Balíček od firmy Mapbox je jedinečný tím, že se jedná o open-source nástroj, který může kdokoliv dále rozvíjet. Zájemců je dostatek, takže se jedná o stále rozvíjející se produkt – poslední commity jsou jen několik dní staré[16]. Oproti





Obrázek 3.2: Mapbox Android Map SDK

řešení od Sygicu už nyní dovoluje uživateli o mnoho více možností nastavení a přizpůsobení. Již u mapových podkladů je možné vybrat ze šesti druhů:

1. Mapa ulic
2. Outdoor mapa – včetně turistických, cyklistických tras apod.
3. „Světlá a tmavá“ – jemné mapy určené právě jako podklad pro vizualizaci vlastních dat
4. Satelitní
5. Satelitní s ulicemi –satelitní mapa obohacená o popisky
6. Dopravní – zobrazující aktuální dopravní situaci

Možnosti úprav jsou opravdu rozsáhlé. Např. u vlastních značek je možné nastavit vlastní obrázek, obsah informačního okna, nastavovat animace a posluchače událostí. Podobnou škálu najdeme i u dalších objektů. Na mapu je

### 3. MOŽNOSTI VIZUALIZACE DAT NA MAPOVÝCH PODKLADECH

---

možné vkládat také vlastní vrstvy s rastrovou nebo vektorovou grafikou, geometrické objekty, můžeme zobrazovat GeoJSON soubory, je možné přidat vyhledávací pole[17].

Při použití na telefonu je možné používat bezplatné API až do výše 50 000 aktivních uživatelů za měsíc, poté je účtováno \$0,50 za každých dalších 500 uživatelů. To vše v případě nekomerčního použití.

Možnosti využití vývojového balíčku od Mapboxu jsou široké. Při uvažování využití pro vizualizaci znečištění ovzduší je možné využít budto značek pro měřicí stanice, vlastních překryvných vrstev nebo vytvoření tzv. teplotní mapy (jako je vidět na obrázku 3.2).

### 3.3 Mapzen Tangram maps



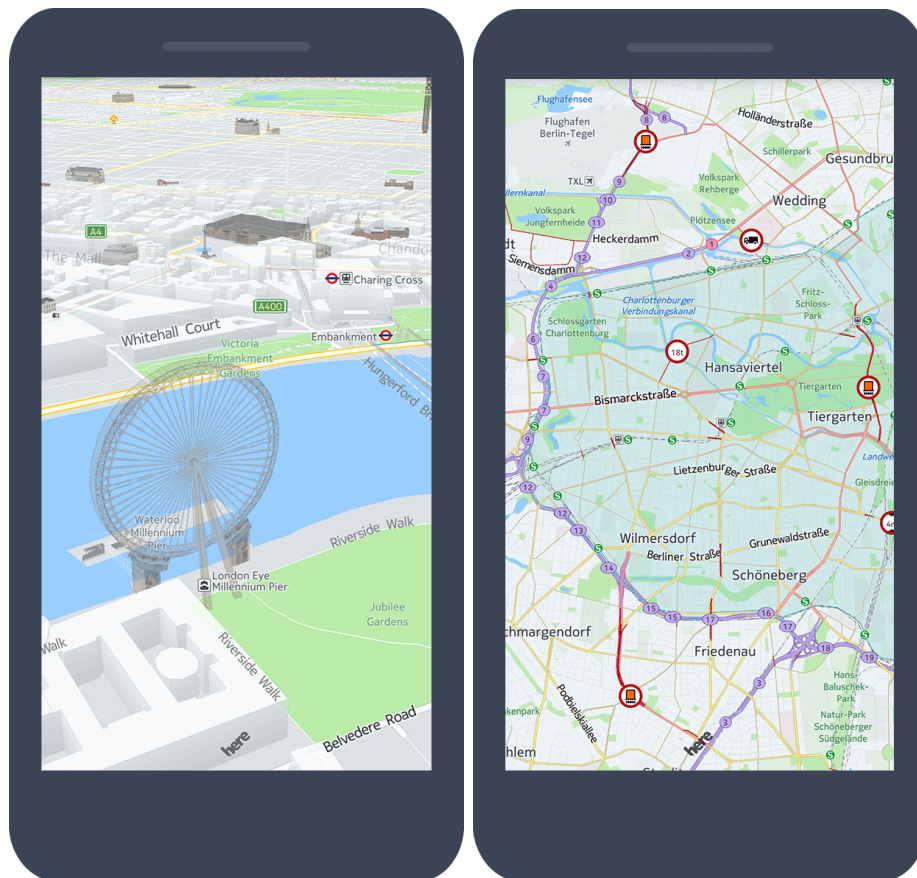
Obrázek 3.3: Mapzen Tangram

Tangram mapy (také open-source řešení) od společnost Mapzen mají od předchozích poskytovatelů odlišný přístup. Je to spíše 3D renderovací engine pro práci s mapou používající OpenGL. Základem je tzv. scene file, což je YAML soubor, který popisuje, z jakého zdroje se mají podklady brát (kromě dat od Mapzenu je možné nastavit i jiný zdroj), určí se formát vstupních dat a je možné vybrat mnoho přizpůsobení, jak vstupní data interpretovat, upravit a zobrazit. Je možné nastavit styly vykreslení (shadery, textury, typy čar, animace), parametry pro různé druhy vrstev (vodní plochy, pevninu, silnice, budovy, popisky atd.), pro kamery (pohledy na mapu), globální parametry (např. zobrazení popisků, vykreslení obrazců na mapě, definice vlastních hodnot – barev apod.), osvětlení mapy, nastavení scény (barva pozadí, animace), a mnoho dalšího[18]. Tento nástroj umožňuje velmi širokou škálu úprav, příklady jsou možné vidět na obrázku 3.3.

Při použití mapových podkladů od Mapzenu, je možné využít bezplatné API, na které je možné poslat 50 000 dotazů za měsíc. Za každých následujících 500 dotazů je účtováno \$0,05. Není rozlišeno komerční a nekomerční využití, stejně tak jako použití map (mapy je možné použít na webu nebo v mobilní aplikaci)[19].

Tangram nabízí velkou škálu možností pro úpravu a vykreslování mapových podkladů. Dále nabízí standardní možnosti přidání vlastních značek nebo geometrických obrazců, pokud bychom ale chtěli vytvářet překryvné vrstvy, bylo by třeba konfigurovat vlastní zdroj, což je pro použití aplikace vizualizující znečištění ovzduší zbytečně složité.

### 3.4 Here Android SDK



Obrázek 3.4: HERE Android SDK

Další z balíčků pro mobilní zařízení nabízející standardní možnosti přizpůsobení. Je možnost vybrat si mapový podklad (mapa ulic, satelitní, dopravní a další), nastavit posluchače na interakci uživatele, přidávat na mapu vlastní objekty (jako např. ikony, trasy, obrazce a čáry) a přidávat překryvné vrstvy. Pokročilejší funkce nabízí také vyhledávání, zobrazování informací o bodech zájmu (poskytované třetími stranami), navigace.

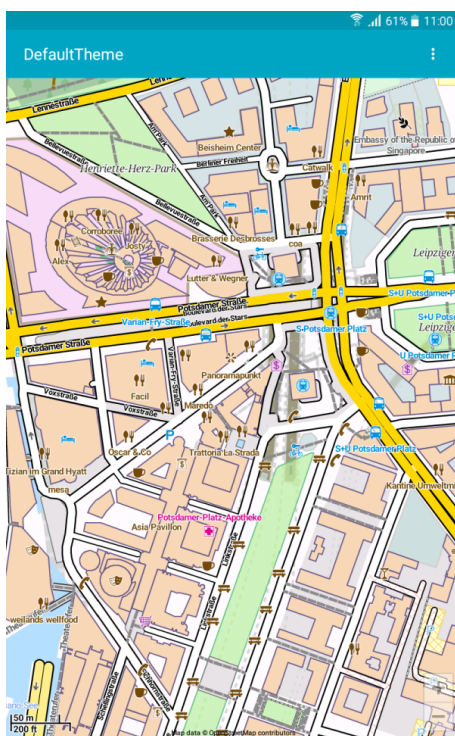
### 3. MOŽNOSTI VIZUALIZACE DAT NA MAPOVÝCH PODKLADECH

---

Od ostatních možností je tato odlišná cenovou politikou. Společnost nabízí několik plánů podle objemu transakcí. Bezplatné použití API je pouze do 15 000 operací za měsíc, za \$49 je možné si předplatit 100 000 operací, za \$119 pak 250 000 operací, další plány již nemá smysl zmiňovat. To vše platí pouze v případě využití ve veřejné aplikaci, pro interní použití ve firmě pak začínají ceny na \$199 za 50 000 transakcí[20].

Při využití pro vytvářenou aplikaci by bylo možné použít možnosti značek, obrázců na mapě nebo vytváření vlastní překryvné vrstvy.

### 3.5 Mapsforge

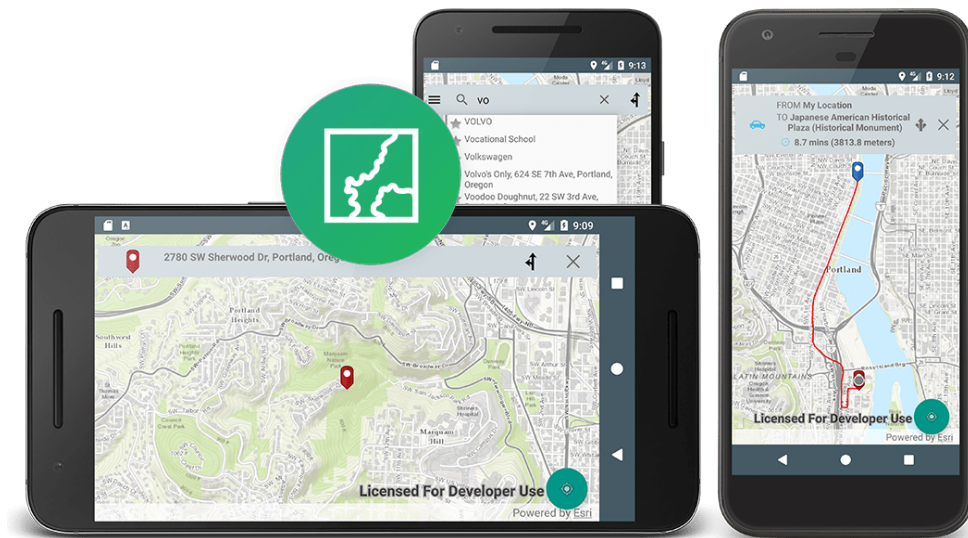


Obrázek 3.5: Mapsforge

Mapová knihovna Mapsforge nabízí vlastní engine na vykreslování map z OpenStreet. Je možné použít již vytvořené prekompilované mapy nebo je možné využít nástrojů od Mapsforge ke kompilaci vlastních map na základě vlastních pravidel. Na mapu je možné přidávat základní sadu objektů – čáry, geometrické obrazce, vlastní značky. Navíc je možné přidat kruh, jehož průměr není určen zeměpisnou vzdáleností, ale počtem pixelů, tato velikost se při přibližování nebo oddalování nemění. Také je možné zobrazit vlastní mřížku přes mapu. Není ovšem možné přidávat vlastní překryvné obrázky[21].

Díky tomu, že mapy se kompilují dopředu, není pro jejich použití nezbytné připojení k internetu. Není tedy třeba poskytovatele dat, není nutné řešit žádné API ani platby.

### 3.6 ArcGIS SDK



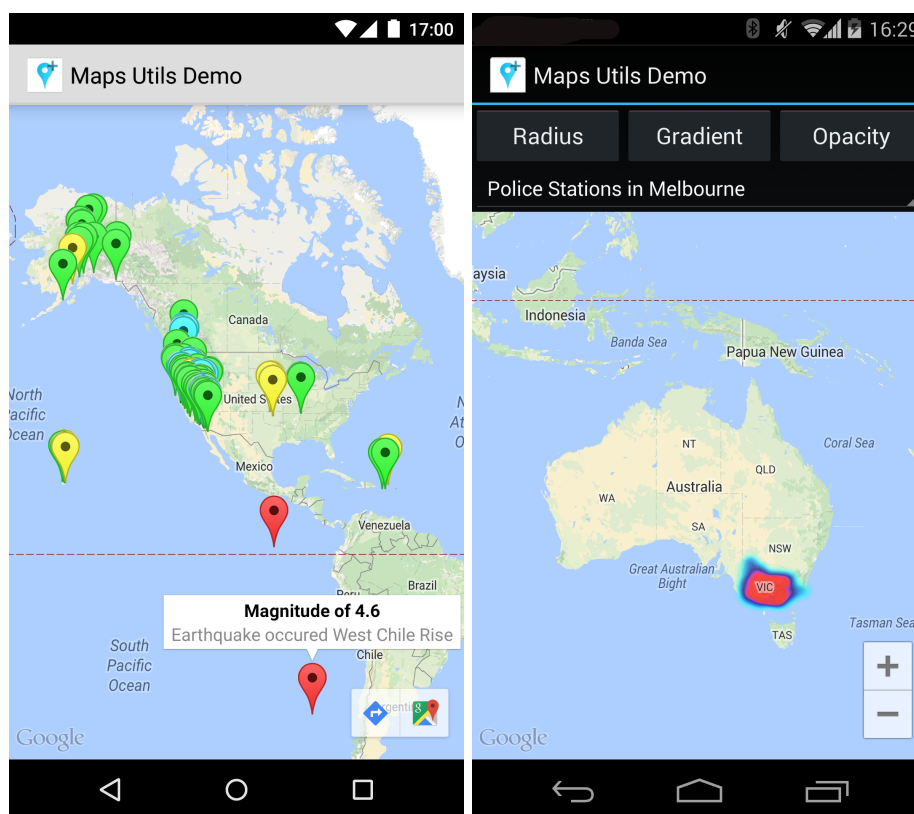
Obrázek 3.6: ArcGIS

Předposledním kandidátem je SDK od ArcGIS. Na mapový podklad umožňuje zobrazovat body, čáry, lomené čáry, mnohoúhelníky, značky, obrázkové značky. Zajímavé je, že neumožňuje vykreslit kruh, pokud ho chce vývojář zobrazit, musí vytvořit mnohoúhelník, který bude kruh simulovat. Na jednotlivé objekty je možné nastavovat posluchače událostí. SDK poskytuje možnost přidávat vlastní rastrové i vektorové překryvné vrstvy nebo také upravit pravidla pro renderování mapy. Pokročilejší funkce pak umožní použití teplotních map nebo přidávání 3D objektů (při práci s 3D mapou)[22].

Systém plateb je u ArcGIS SDK je takový, že k bezplatnému účtu dostane vývojář 50 kreditů. Za jednotlivé úkony pak platí těmito kredity. Např. za 1,2 kreditu může vykreslit 1 GB mapových podkladů, vyhledávat může bez kreditního poplatku, 25 jednoduchých výpočtů cesty je možné za 1 kredit, optimalizované výpočty cesty jsou jen 2 za kredit. Pokud by nestačilo bezplatných 50 kreditů, pak je na výběr ze sedmi možností předplatných v rozmezí 200–40000 kreditů za cenu \$20–\$4000.[23]

ArcGIS je nástroj s velmi širokou možností úprav. Z vnějšího pohledu se ale zdá, že práce s ním je obtížnější i pro jednoduchá přizpůsobení.

### 3.7 Google Maps



Obrázek 3.7: Google Maps API

Závěrečným řešením je mapové API od Google. Ve svém webovém průvodci nabízí mnoho ukázek kódu k možnostem úprav, to ocení především začátečníci. Na výběr je několik mapových podkladů – normální, satelitní, hybridní (satelitní s údaji o cestách), terénní, žádná. Na mapu je možné vkládat opět vlastní značky, informační okna, různé geometrické obrazce, je možné vkládat překryvné obrázky nebo nahrazovat mapové podklady vlastními. Možnosti nastavení jsou široké, například jen pro vlastní značku je možné upravit[24]:

- Pozice
- Ukotvení – která část značky má být umístěna na pozici
- Alfa kanál – nastavení průhlednosti
- Titulek – titulek informačního okna při kliknutí na značku
- Úryvek – text informačního okna při kliknutí na značku

- Ikona – bitmapa, která se zobrazí
- Přesunovatelnost
- Viditelnost
- Orientace – orientace vzhledem k otáčení mapy
- Rotace – otočení značky

Jaké budou finanční náklady na použití API, záleží na druhu aplikace. Google určil 4 kategorie – aplikace zdarma, placené, jen na pozvání, sledující (monitorující pozici uživatele). Při volbě aplikace zdarma je možné využít až 1000 požadavků denně. Pokud vývojář ověří svou identitu (přidáním údajů o platební kartě), je toto množství navýšeno na 150 000 požadavků denně[25].





---

# Návrh

## 4.1 Funkční požadavky back-endu

Pro back-end jsou stanoveny tyto funkční požadavky:

1. stahovat data z webu ČHMÚ
2. transformovat stažená data do vlastní struktury a uložit je do databáze
3. poskytnout veřejné rozhraní (API)

## 4.2 Funkční požadavky aplikace

Než přistoupíme k samotnému návrhu řešení, je nezbytné určit, jakých cílů chceme dosáhnout a co je k jejich dosažení potřeba.

Funkční požadavky na aplikaci jsou:

1. Zobrazení mapy s vizualizací znečištění ovzduší
2. Zobrazení mapy na základě umístění uživatele
3. Možnost vybrat na mapě měřicí stanici a zobrazit její detail
4. Zobrazení seznamu s měřicími stanicemi
5. Možnost vytvoření seznamu oblíbených stanic – funkce přidávání a odebrání
6. Aktualizace hodnot během startu aplikace
7. Možnost manuálního vyžádání aktualizace hodnot
8. Zobrazení detailu stanice s aktuálními hodnotami
9. Zobrazení historie měřených komponent v detailu stanice

10. Zobrazení informací o datovém zdroji
11. Zobrazení informací o použitém výpočtu kvality ovzduší

Některé z těchto bodů potřebují hlubší rozpracování.

### 4.2.1 Vizualizace znečištění ovzduší

#### 4.2.1.1 Problematika

Na základě analýzy datových zdrojů v kapitole 2 bylo zjištěno, že existuje pouze jeden veřejně dostupný datový zdroj s hodnotami o znečištění ovzduší pro Českou republiku, a to ČHMÚ. Na základě rešerše existujících aplikací v kapitole 1 nebyla nalezena aplikace, která by splňovala tyto 2 body:

1. Je v češtině
2. Zobrazuje na mapě víc než jen umístění stanic

Kombinaci těchto dvou bodů chceme vlastní aplikací uzavřít. Abychom pochopili, proč tato mezera vznikla, stačí analyzovat zveřejňovaná data. V seznamu stanic je u každé stanice uvedeno její umístění, index kvality ovzduší a hodnoty měřených komponent. Jaký má stanice rozsah, pro který jsou data reprezentativní, se však uživatel nedozví.

Díky rozhovoru s pracovnící ČHMÚ autor diplomové práce zjistil, že informace o reprezentativnosti hodnot stanice je uvedena na webových stránkách ČHMÚ. Díky tomuto zjištění je možné získat další údaje o měřicí stanici, než jsou zveřejněna JSON soubory. A díky nim je možné vytvořit českou aplikaci, která bude vizualizovat více než jen umístění stanic.

Zahraniční společnosti, jejichž aplikace takovouto vizualizaci umí (některé z nich byly uvedeny v kapitole 1, spoléhají na vlastní výpočty a dopočítávání hodnot pro nepokrytá území. Dle rozhovoru na ČHMÚ ale tyto výpočty jsou velmi náročné a jsou za hranicemi rozsahu této DP.

#### 4.2.1.2 Závěr

Zveřejňovaná data neobsahují informaci o reprezentativnosti uvedených hodnot. Proto české aplikace nezobrazují na mapě víc než umístění jednotlivých stanic. Přesto je tato informace dohledatelná, proto její získání přidáme do cílů naší aplikace.

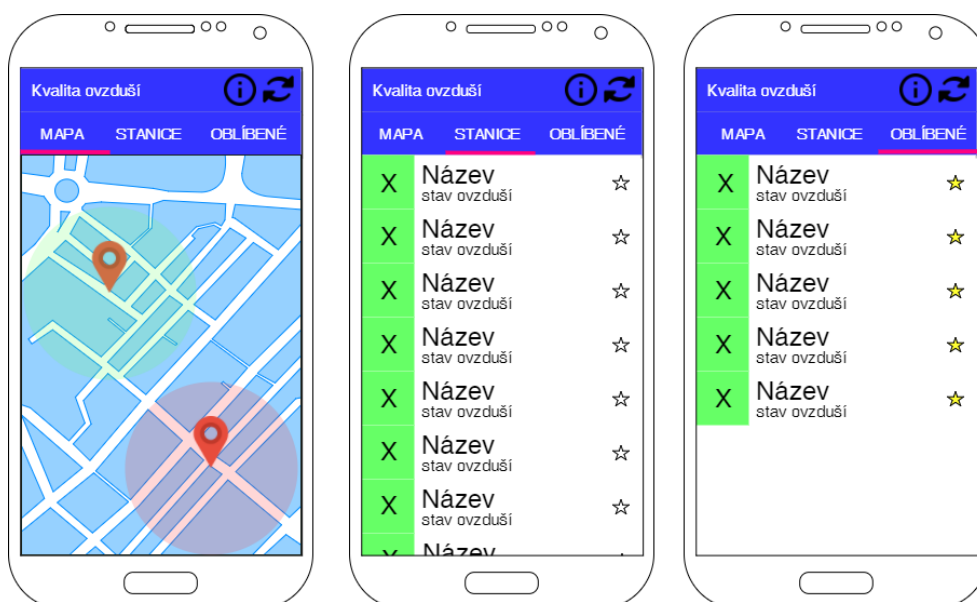
## 4.3 Návrh aplikace

Požadavky od aplikace na Android jsou popsány v úvodu této kapitoly. Cílem návrhu aplikace je vytvořit aplikaci, která bude snadná na porozumění a ovládání. Našimi nástroji budou tedy především základní nástroje operačního systému Android.

### 4.3.1 Wireframe

Wireframe (překládáno jako drátěný model nebo skica) označuje návrh modelu zjednodušující výsledné grafické zobrazení. Není nijak funkční, pouze určuje, které části budou ve výsledném produktu, na jakém místě, jak velké apod. Tento model nemusí obsahovat ani konkrétní obrázky (často je možné vidět jen rámečky s křížem uvnitř ilustrující plochu pro obrázek), vše je schematické. Naopak se v něm pracuje s vazbami jednotlivých částí.

#### 4.3.1.1 Základní rozhraní



Obrázek 4.1: Wireframe – základní zobrazení aplikace

Základní zobrazení aplikace je znázorněno na obrázku 4.1. Hlavním cílem aplikace má být vizualizace znečištění ovzduší, proto na hlavní obrazovce zabírá mapa nejvíce prostoru. Pokud bude chtít uživatel detailnější informace, může buďto kliknout na bod (značku) v mapě, která mu zobrazí jednak slovní popis kvality ovzduší, nebo po druhém klepnutí ho přenesse na obrazovku detailu stanice.

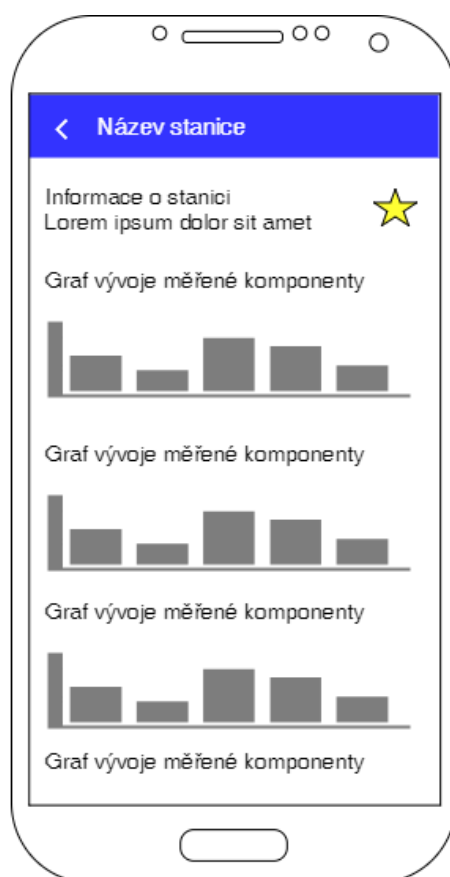
Druhou možností na zobrazení podrobnějších informací je v seznamu přepnout zobrazení mapy na zobrazení Stanice. V seznamu stanic je viditelná jednak kvalita ovzduší dle barvy políčka, jednak je slovně napsaná. Uživatel má možnost klepnutím na hvězdičku vložit stanici mezi své oblíbené, jejichž seznam zobrazí při klepnutí na odkaz Oblíbené.

## 4. NÁVRH

---

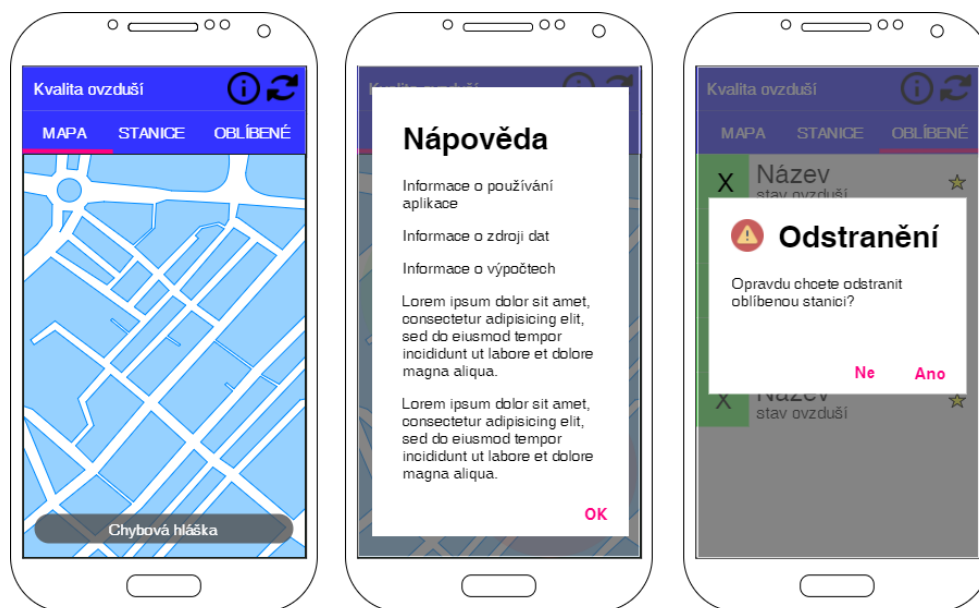
Pokud aplikace zůstává dlouho běžet na pozadí a při přenesení do popředí se data neaktualizují, má uživatel možnost požádat o aktualizaci dat klepnutím na ikonu aktualizace.

### 4.3.1.2 Detailní obrazovka



Obrázek 4.2: Wireframe – detail stanice

Detailní obrazovka (náhled na obr. 4.2) zobrazí některé základní údaje ke stanici, hlavní část pak tvoří grafy vývoje měřených komponent. Počet těchto grafů se bude u jednotlivých stanic lišit právě podle toho, jaké komponenty se na ní měří. Je na ní možnost stanici přidat nebo odebrat z oblíbených. Pro návrat na základní zobrazení (mapy nebo seznamu) uživatel klikne na šipku v záhlaví nebo na tlačítko zpět na telefonu.



Obrázek 4.3: Wireframe – zprávy a dialogová okna

#### 4.3.1.3 Zprávy a dialogová okna

Po kliknutí na ikonku informací, je zobrazeno uživateli okno popisující ovládání aplikace, informace k datovému zdroji, způsobu výpočtu.

Pokud uživatel přidává nebo odebírá oblíbené stanice, změna se musí ihned projevit v seznamu na stránce Oblíbené. Pokud uživatel zobrazuje právě tento seznam a odznačí některou ze stanic, pak by dokončení této změny stanic ze seznamu odebralo. Tato změna by byla vratná pouze tak, že by stanice byla dohledána v seznamu všech stanic nebo na mapě. Aby se předešlo nechtěným odstraněním oblíbených stanic, bude při odebírání zobrazeno okno s žádostí o potvrzení operace – pouze pokud je akce prováděna v seznamu oblíbených stanic, pouze tam je změnu obtížné vrátit.

Poslední z oken, které s uživatelem interagují nebo ho o něčem informují, jsou tzv. toast zprávy. Tato funkcionality Androidu umožňuje zobrazit uživateli dočasnou zprávu. Na výběr jsou jen 2 možnosti času: 2 sekundy a 3,5 sekundy. Tento typ zpráv se bude v aplikaci používat při zobrazení chybových hlášek – jako například chybějící internetové připojení nebo chyba při stahování dat.

#### 4.3.2 Diagramy

Návrh aplikace bude vycházet ze seznamu funkčních požadavků definovaných na začátku této kapitoly. Pro jednoduchost a lepší porozumění bude funkč-

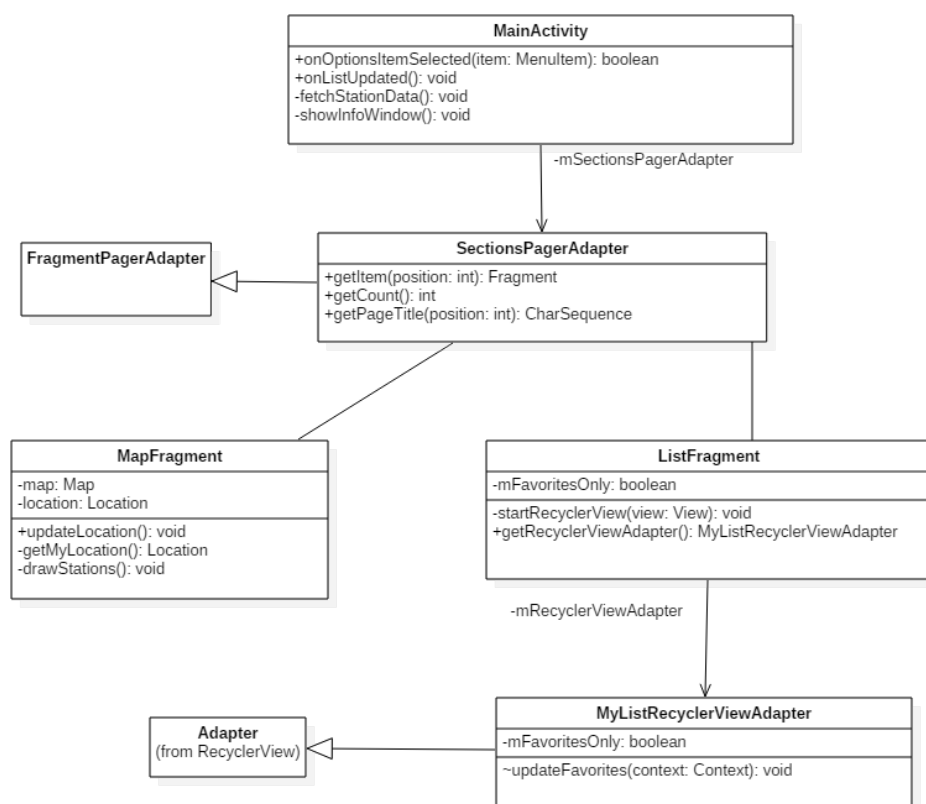
## 4. NÁVRH

---

nost rozdělena do logických celků. Diagramy budou tedy vždy popisovat část z celku.

Výsledná aplikace bude tvořena na platformu Android, proto již při návrhu bude zacházeno s třídami dle znalostí tohoto prostředí. Na druhou stranu model nebude zobrazovat funkce a metody Androidu, které bude nutné implementovat z důvodu například uchování dat při otočení obrazovky. Návrhy se tedy soustředí pouze na požadované funkce.

### 4.3.2.1 Diagram tříd základního pohledu



Obrázek 4.4: Diagram tříd – základní

Základem bude hlavní aktivita. Tato aktivita se bude starat o zobrazení vykreslená na obrázku 4.1. Bude to základní obrazovka při spuštění aplikace. Abychom dosáhli tzv. tabů (záložek), mezi kterými bude možné přepínat, vytvoříme si vlastní třídu `SectionPagerAdapter`. Ten bude poděděný z obecného `FragmentPagerAdapter`, který tuto funkcionalitu nabízí. Díky němu mů-

žeme spravovat jednotlivé fragmenty se samotným obsahem a nastavit jejich název.

První položka Mapa bude obsahovat instanci `MapFragment`. Tento fragment bude vyplněn mapou, na které bude vykreslena kvalita ovzduší (metoda `drawStations`). Kromě toho bude zahrnovat metody na získání polohy uživatele a aktualizace středu mapy na základě této polohy.

Druhá a třetí záložka (tab) bude obsahovat `ListFragment`. Tento fragment bude tvořen z `MyListRecyclerViewAdapter`, což je potomek `Adapter` z `RecyclerView`. Tento adapter se používá pro implementaci seznamů (v našem případě seznam stanic). Je to vylepšená verze `ListView`, která je schopná pracovat s velkým množstvím položek seznamu při zachování malého počtu spravovaných `View`. Toho docílí právě tím, že recykluje ty `View`, které nejsou viditelné.

Druhá a třetí záložka se liší v tom, jestli zobrazují všechny stanice, nebo jen ty oblíbené. K tomu slouží privátní proměnná `mFavoritesOnly`.

Poslední funkcí `ListFragment` bude metoda na aktualizaci seznamu oblíbených stanic `updateFavorites`. Tento seznam bude možné měnit na několika místech, tímto bude poskytnuto rozhraní, jak dát fragmentu o této aktualizaci vědět. Volání bude probíhat z metody `onListUpdated` na hlavní aktivitě.

Hlavní aktivita obsahuje metodu `onOptionsItemSelected`, ta slouží k klepnutí na některou z položek v menu. Na základě identifikace položky pak buďto požádá o aktualizaci dat nebo zobrazí informační okno.

#### 4.3.2.2 Diagram tříd asynchronní komunikace

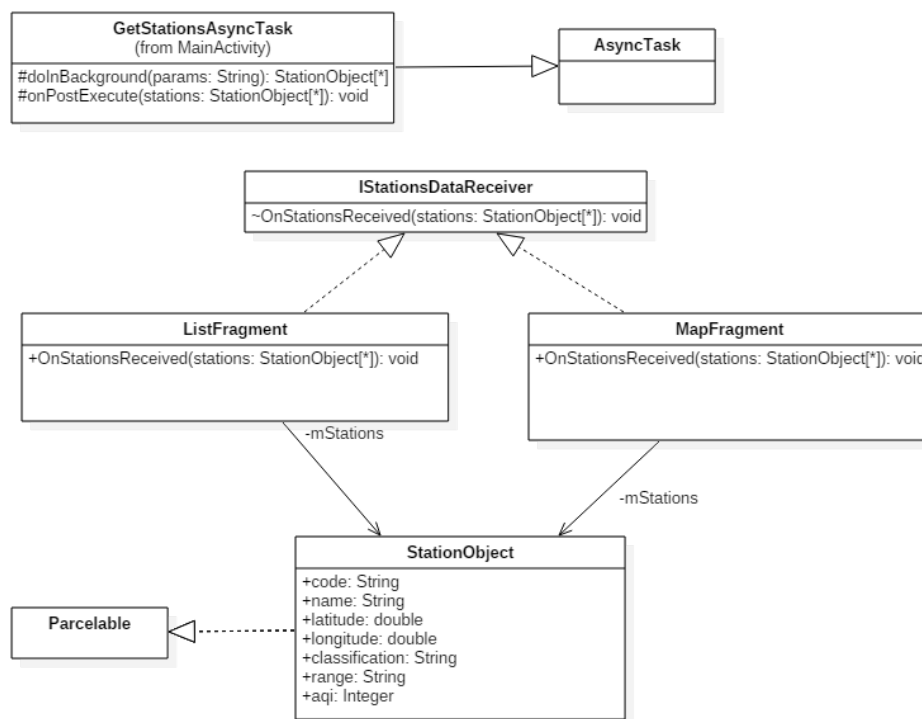
Vykreslením základní obrazovky ještě nebylo zajištěno vykreslení dat. Abychom bylo možné zobrazit aktuální data, je nezbytné tato data získat. Pro toto stažení není vhodné použít hlavní vlákno, protože to má na starosti vykreslování UI, zpracování vstupu od uživatele a další. Proto je třeba využít asynchronního stažení dat pomocí `AsyncTask`, který spustí blokující operaci ve vedlejším vlákne a výsledek operace předá do hlavního vlákna.

Vytvoření asynchronního volání bude mít na starosti hlavní aktivita, po dokončení stažení předá data do spravovaných fragmentů. To bude možné díky tomu, že fragmenty implementují interface `IStationsDataReceiver`. V případě, že fragmenty obdrží prázdný seznam stanic, bude to znamenat nedostupnost serveru nebo prázdná data. V takovém případě nebude možné nic vykreslit a uživateli o tom bude informován (jako je zobrazeno na obrázku 4.3).

Samotný objekt s daty, `StationObject`, bude sloužit jen jako kontejner, sám nebude obsahovat žádnou funkčnost. Bude implementovat interface `Parcelable`, aby bylo možné objekt serializovat v rámci vnitřních operací.

Diagram tříd asynchronní komunikace je zobrazen na obrázku 4.5.

## 4. NÁVRH



Obrázek 4.5: Diagram tříd – asynchronní komunikace

### 4.3.2.3 Diagram tříd detailního zobrazení

Aktivita detailního zobrazení se stará o vykreslení grafů. Stejným způsobem jako hlavní aktivita vytvoří asynchronní vlákno na stažení dat o stanicích. Při získání dat pak bude vytvářet fragmenty s grafy podle počtu měřených komponent.

Objekt `StationHistoryObject` je datový kontejner pro jeden záznam měřené komponenty. Obsahuje identifikátor stanice, časovou známku, identifikátor komponenty a její hodnotu.

Metoda `toggleStar` se zavolá při kliknutí na obrázek hvězdičky a přidá nebo odebere stanici ze seznamu oblíbených.

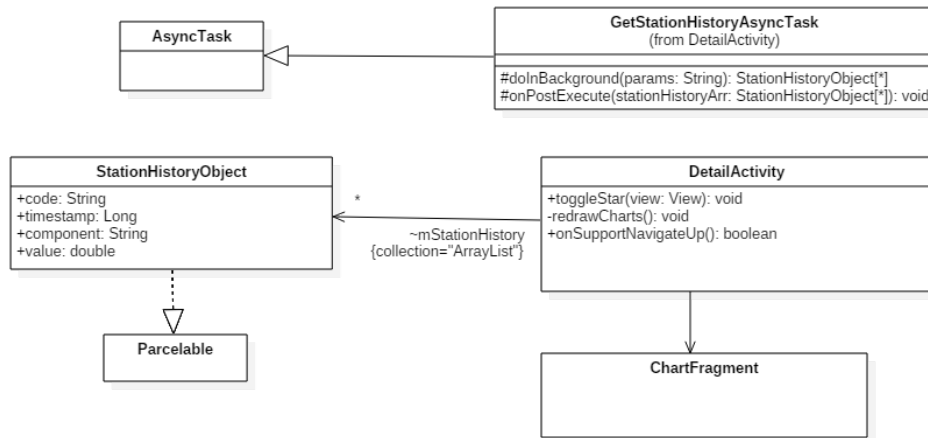
Metoda `onSupportNavigateUp` se zavolá při klepnutí na tlačítko zpět (šipka doleva) v listě nástrojů – viz obr. 4.2.

### 4.3.2.4 Diagram tříd správy oblíbených stanic

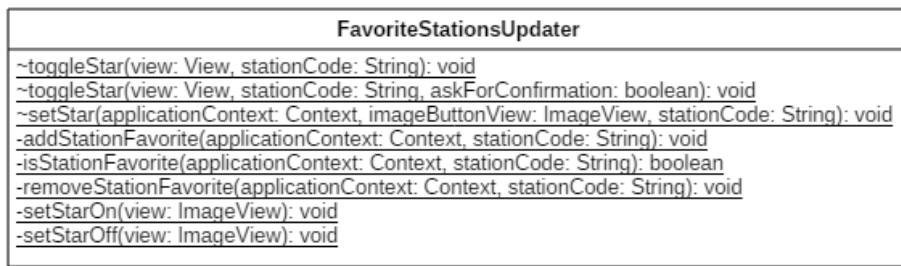
Android nabízí tyto možnosti na ukládání dat:

1. Sdílená nastavení – jednoduché ukládání klíč-hodnota





Obrázek 4.6: Diagram tříd – detailní zobrazení



Obrázek 4.7: Diagram tříd – správa oblíbených stanic

2. Vnitřní úložiště – ukládání osobních dat v paměti zařízení
3. Vnější úložiště – ukládání veřejných dat v externí paměti
4. SQLite databáze – ukládání dat v databázové struktuře
5. Síťové úložiště – ukládání dat na vlastním síťovém serveru

Pro správu oblíbených stanic stačí uložit seznam kódů stanic, proto byla vybrána první možnost. Třída toto zajišťující bude nabízet statické metody pro volání z jakékoliv části aplikace. Aby bylo možné získat instanci sdílených nastavení, je nezbytné mít vždy dostupný `Context`, proto se objevuje v seznamu parametrů.

Metody `toggleStar` budou volány při kliknutí na ikonku hvězdičky. Signatura s parametrem `askForConfirmation` bude volána při odebírání oblíbené stanice z obrazovky se seznamem pouze oblíbených.

Zbylé privátní metody slouží pro zpřehlednění a zjednodušení kódu.

### 4.4 Serverová část

#### 4.4.1 Datové struktury

Datové objekty vychází ze struktury, v jaké jsou vystaveny na stránkách ČHMÚ.

##### 4.4.1.1 Komponenta

Objekt komponenty zůstane v takovém stavu, jak ho zveřejní ČHMÚ. Bude obsahovat:

- Kód (např. CO)
- Plný název
- Jednotka

Tento seznam se bude měnit velmi zřídka.

##### 4.4.1.2 Index kvality

Index kvality také zůstává v nezměněném stavu obsahujícím:

- Index kvality (rozmezí -1 až 6)
- Popis kvality (slovní ohodnocení indexu)

U tohoto seznamu se také neočekávají změny, velmi snadno by se mohlo jednat o změnu, která způsobí nefunkčnost závislých systémů.

##### 4.4.1.3 Stanice

Objekt stanice, jak je již zřejmé z obrázku 4.5, bude obsahovat tyto informace:

- Kód stanice (identifikátor)
- Název
- Zeměpisná šířka
- Zeměpisná délka

- Klasifikace stanice
- Reprezentativnost
- Kvalita ovzduší

Kromě reprezentativnosti se jedná o informace, které vystavuje ČHMÚ, toto pole bude nutné zjistit z jiného zdroje.

Kvalita ovzduší je jediná položka, která se bude pravidelně měnit. Na rozdíl od předchozích struktur zde není možné se spolehnout na existující stanice, uložit si jeho seznam a používat jej.

#### 4.4.1.4 Historie měřené komponenty

U každé stanice budou existovat záznamy o měření. Tento objekt není poskytnutý z dat, je výsledkem jejich agregace. Jeho součástí bude:

- Kód stanice
- Časovou známku
- Kód měřené komponenty
- Hodnota komponenty v čase uvedeném časovou známkou

#### 4.4.2 API

Navržené API odpovídá celkovému využití aplikace. Vzhledem k tomu, že server slouží pouze pro poskytnutí dat, uživatel nepotřebuje posílat požadavky na vytváření, aktualizaci nebo mazání. Vše, co bude server poskytovat, bude rozhraní pro čtení dat. Získávání a aktualizaci dat bude mít implementovanou jako neveřejné rozhraní.

U veškerých volání API bude tedy použita HTTP metoda **GET**. API bude obsahovat tyto přístupové cesty:

- /legend – vysvětlení AQI indexů používaných v API
- /components – seznam měřených komponent s popisem
- /stationList – seznam měřících stanic se základními údaji
- /{station\_code}/info – základní údaje o měřící stanici na základě jejího kódu
- /{station\_code}/history – historické naměřené údaje na měřící stanici na základě jejího kódu

#### 4. NÁVRH

---

Při dotazování historie měřených údajů budou pro účely mobilní aplikace postačovat data za posledních 48 hodin. Tato hodnota bude použita tedy i na serverové straně, není nutné posílat více dat.

Formát dat pro vrácené hodnoty je vybrán JSON, aby nebylo nutné data transformovat z jednoho formátu do jiného.

---

# Implementace

Implementace bude založena na návrhu, bude se věnovat jednotlivým částem. U každé části proběhne výběr technologie, která bude použita pro implementaci.

## 5.1 Back-end

Pro implementaci funkčních požadavků stanovených v předchozí kapitole a nasazení na serveru bude vybíráno z těchto možností:

- PHP
- Node.js
- Java

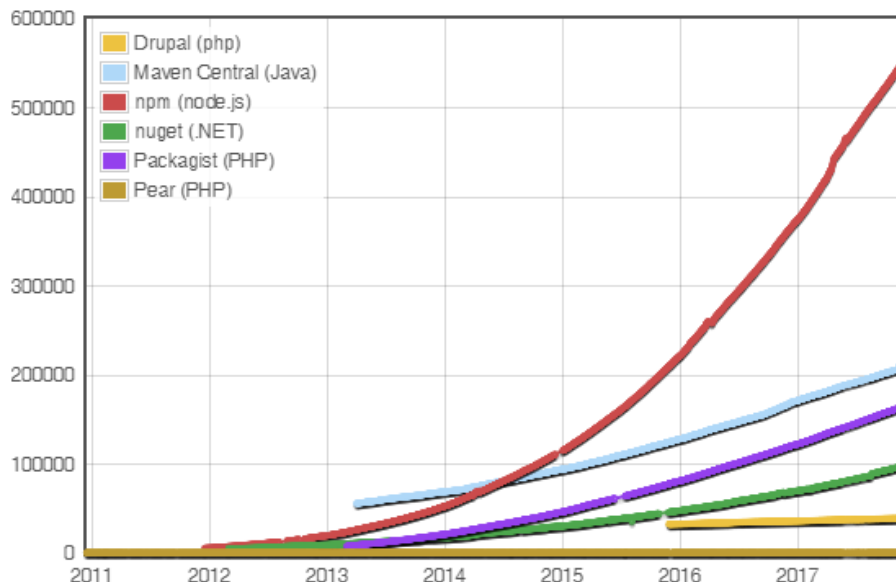
Java a PHP nabízí velmi solidní historický základ, oba jazyky mají za sebou velmi dlouhý vývoj.

PHP je skriptovací jazyk pro vývoj webových aplikací z roku 1994. Pro jeho běh je potřeba mít nastavený webový server (většinou Apache) s nainstalovanými PHP. Jeho výpočetní model je blokující, jeho použití je jednoduché.

Node.js nabízí lehkost použití, rychlé napsání jednoduché aplikace. Je to asynchronní prostředí pro síťové aplikace vytvořené v roce 2009. Je založené na jazyku JavaScript. Díky balíčkovacímu systému `npm` má programátor k dispozici statisíce modulů (viz obr. 5.1), které za něj mohou vyřešit mnoho starostí. Jeho použití je jednoduché, systém se postará o všechny závislosti. Jeho rychlý vývoj nabízí široké možnosti, někdy je však rychlost vývoje cenou za horší dokumentaci nebo kvalitu kódu.

Díky mnoha neblokujícím voláním a předávaným callbackům může být nepřehledný na čtení. Jeho výhodou je jednoduchá práce s formátem JSON.

## Module Counts



Obrázek 5.1: Počet balíčků pro jednotlivé jazyky – zdroj [www.modulecounts.com](http://www.modulecounts.com)

Java nabízí velmi solidní základ pro velké a robustní aplikace. Má velmi dobré možnosti debugování a podporu ve vývojových prostředích. Možnosti využití Javy jsou velmi široké. Oproti PHP a JavaScriptu je to jazyk typovaný. Jeho nevýhodou je velké množství zbytečného kódu (tzv. boilerplate).

Všechny jazyky je možné použít zdarma. Bylo by možné najít testy, ve kterých každá ze zmíněných technologií zvítězí. Pro použití v aplikaci byla vybrána technologie Node.js. Důvodem je především zmíněná práce s JSON soubory, bezstavovost back-endu a chuť naučit se něco nového.

### 5.1.1 Node.js moduly

V následujících sekcích budou popsány jednotlivé balíčky, které řeší jednotlivé požadované funkčnosti.

#### 5.1.1.1 express

Balíček express je nástroj pro vytváření jednoduchých webových stránek nebo pro vytváření veřejného API. Lze v něm snadno definovat API včetně HTTP metod, proměnných v rámci URL. Díky němu vytvoříme rozhraní, jak bylo definováno v sekci 4.4.2.

### 5.1.1.2 cheerio

Jak již bylo zmíněno dříve, součástí dat poskytovaných od ČHMÚ není údaj o reprezentativnosti stanice, tedy na jak velké okolí se dají uvedené hodnoty vztáhnout. Tyto hodnoty jsou dostupné na webu Českého hydrometeorologického ústavu, je ovšem nutné je z něj získat. K tomu nám poslouží balíček cheerio.

Díky tomuto balíčku je možné procházet HTML kódem a pomocí parsování najít hledaný údaj. Tomuto postupu se říká „web scraping“. Lze tak zautomatizovat proces hledání i pro případně nově přidané stanice.

To vše je možné i díky struktuře webu ČHMÚ. Příklady kódů jednotlivých stanic jsou: AKALA, ALEGA, AREPA, ARIEA atd. Příklad URL, na které je možné informaci dohledat, je `http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/locality/pollution_locality/loc_AKAL_CZ.html`

Díky kódu stanice v URL je tedy možné vždy získat adresu, ze které lze stáhnout data. Dalším krokem je nalezení reprezentativnosti stanice. Stránka se skládá z HTML tabulky, do které jsou vepsány parametry a vlastnosti stanice. Mezi nimi je i hledaná reprezentativnost. ČHMÚ ovšem nepoužívá žádné sémantické značky a popisky, kterým by usnadnil zacílení hledané informace. Je proto nutné projít tabulku, najít buňku s textem „Reprezentativnost:“ a zkopírovat hodnotu jejího následníka.

### 5.1.1.3 request

Pro samotné stažení zveřejněných dat nebo stažení HTML kódu stránky s informacemi o měřicí stanici je použit balíček request.

### 5.1.1.4 moment

Data zveřejněná na webu ČHMÚ obsahují vždy časovou známku o své aktuálnosti. Pro usnadnění načtení této hodnoty byl vybrán balíček moment. Ten slouží právě pro parsování dat, jejich manipulaci a formátování. Pro zadané URL a parametry HTTP požadavku pak získá odpověď a pomocí callbacku pracuje s vráceným výsledkem.

### 5.1.1.5 mongoose

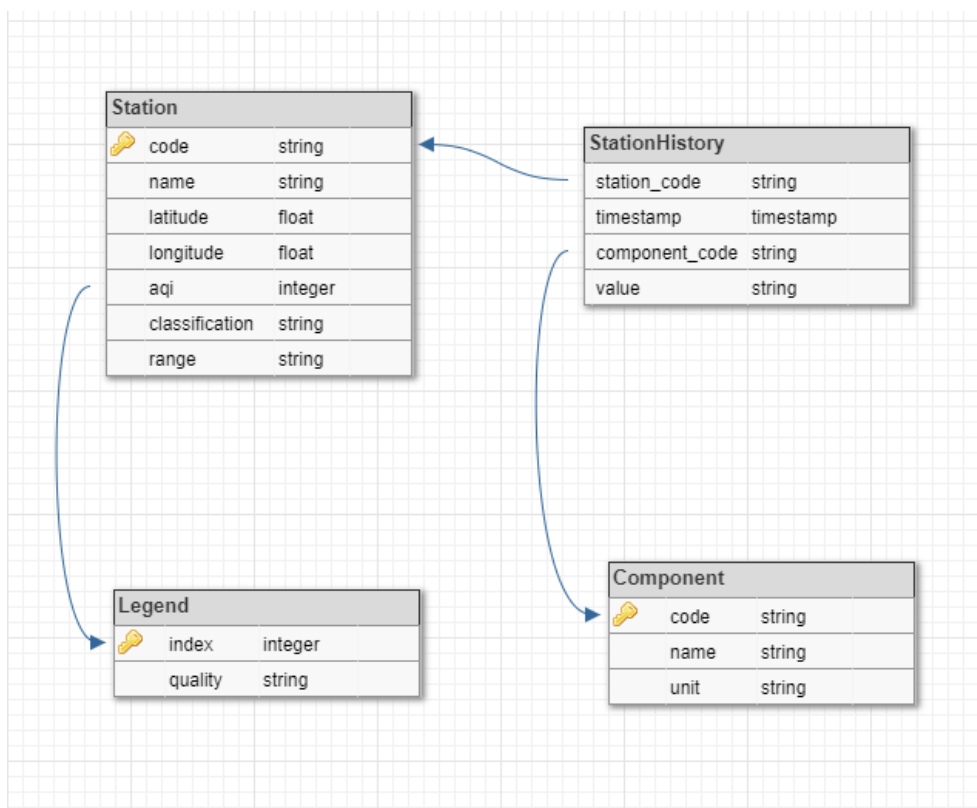
Základní balíček celé pro uchovávání dat. Balíček mongoose slouží pro modelování objektů nad MongoDB. Tento typ databáze byl vybrán pro jednoduchou správu a přístup k datům, který je velmi blízký formátu JSON, tedy hlavnímu formátu aplikace.

MongoDB je dokumentová NoSQL databáze, která ukládá data ve formátu podobnému JSONu. Ukládá celé objekty, je tedy snadné, i díky balíčku mongoose, definovat schémata databáze a namapovat údaje ze stažených dat na pole těchto objektů.

## 5. IMPLEMENTACE

Dotazování probíhá nad jednotlivými objekty a výsledky jsou zpracovány v předaném callbacku.

Implementace datových struktur vychází z podrobného návrhu v sekci 4.4.1. Po stanovení datových typů, primárních a cizích klíčů vypadá návrh jako na obrázku 5.2.



Obrázek 5.2: Diagram databázových tříd

### 5.1.1.6 node-schedule

Aby bylo možné nabídnout vždy aktuální data, je potřebné v pravidelném intervalu kontrolovat zveřejněná data a jejich časovou známku. K tomu slouží balíček node-schedule, jehož použití je opět velmi snadné – přidání volání funkce v pravidelném intervalu je záležitost jedné řádky kódu, ve které se nastaví perioda spuštění určitého kódu.

Tento balíček bude také využit pro automatické mazání dat. Stažená data, která jsou uložena v databázi, již po určité době ztrácí pro aplikaci význam. Databáze roste a dotazování v ní pak trvá déle. Proto budou data pravidelně (každé 3 dny) promazávána.

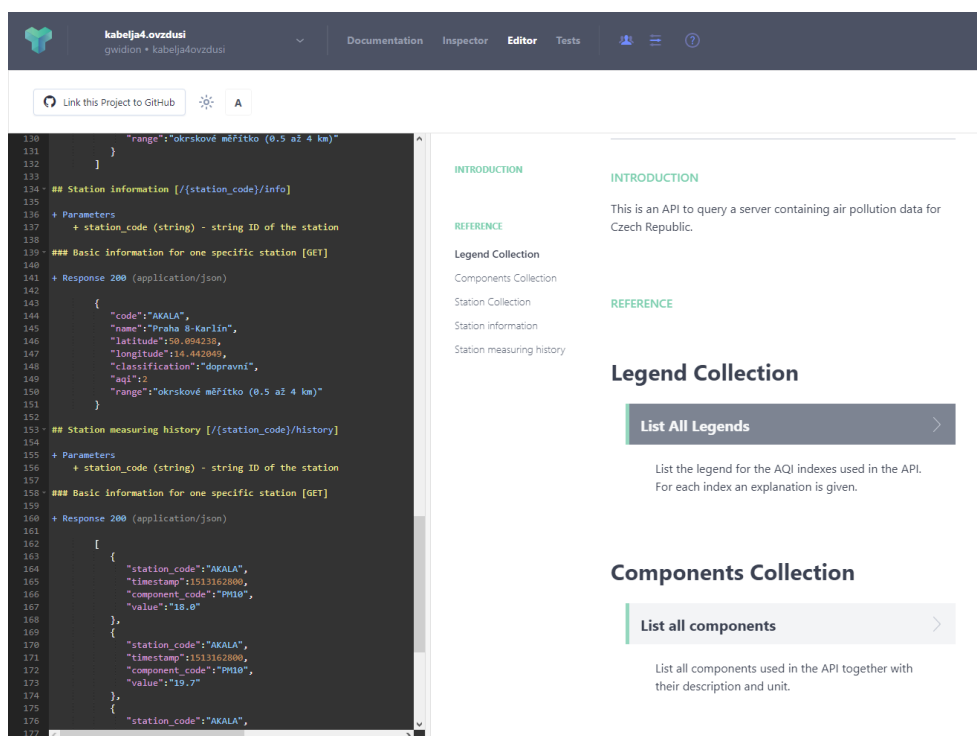


### 5.1.1.7 config

Poslední z balíčků je config, který byl použit pro správu různých nastavení pro lokální nasazení a pro nasazení na server.

### 5.1.2 API

API bylo implementováno dle návrhu v sekci 4.4.2. Pomocí služby Apiary pak byl vytvořen tzv. blueprint soubor, který slouží nyní především k popisu a dokumentaci API. Službu by bylo možné použít i na návrh a vytvoření prototypu API. API Blueprint je open-source formát popisující API. Je jednoduchý, srozumitelný pro čtení, zobrazuje příklady volání a odpovědí, povinné nebo volitelné parametry, objekty používané v API.



Obrázek 5.3: Apiary – popis API a dokumentace

Náhled vytvořené dokumentace je zobrazen na obrázku 5.3. Celý API Blueprint soubor je přiložen na CD.

## 5.2 Aplikace

Již zadáním této diplomové práce bylo určeno, že mobilní aplikace má být vytvořena na platformu Android. V této sekci bude nejdříve popis výběru podporované verze Androidu, dále bude vybrán mapový engine a bude popsána implementace samotné aplikace.

### 5.2.1 Výběr verze Androidu

Version	Codename	API	Distribution
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	0.4%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	0.5%
4.1.x	Jelly Bean	16	2.0%
4.2.x		17	3.0%
4.3		18	0.9%
4.4	KitKat	19	13.4%
5.0	Lollipop	21	6.1%
5.1		22	20.2%
6.0	Marshmallow	23	29.7%
7.0	Nougat	24	19.3%
7.1		25	4.0%
8.0	Oreo	26	0.5%

Obrázek 5.4: Android platformy a jejich využití[1]

Na obrázku 5.4 je znázorněno, jaké verze Androidu jsou používány. Tato tabulka je z období 5.–11. prosince 2017. Vzhledem k nízké náročnosti aplikace není třeba využívat pokročilé funkce novějších Android API. Zároveň

není třeba za každou cenu podporovat všechna zařízení. Jako kompromis byla vybrána verze 16. Ta dovoluje použití na Androidech verze 4.1 a vyšší. Verze 4.1 přinesla různá výkonová vylepšení, zároveň je tím pokryto zhruba 99 % používaných zařízení.

## 5.2.2 Výběr mapového engine a vizualizace

Díky podrobné rešerši možných zdrojů mapových podkladů spolu s možnostmi vizualizací, které nabízejí, je poskytnut solidní základ pro výběr vhodného mapového engine.

Představa o tom, jak bude znečištění na mapě vizualizováno, se během vytváření práce měnila.

Původní představa byla, že by znečištění bylo znázorněno jako teplotní mapa. Ta je podporována minimálně pomocí ArcGIS SDK, Mapbox SDK nebo Google Maps. Tento předpoklad ovšem nevycházel z podrobnějšího porozumění teplotním mapám. Teplotní mapy má definovanou barevnou škálu a na základě četnosti jednotlivých bodů pak vykresluje určitou barvu. Tento model by byl vhodný třeba na vizualizaci zalidnění České republiky nebo se používá třeba na monitorování, kam uživatelé nejčastěji klikají na webové stránce. Data, se kterými je pracováno, mají ale jiný charakter, a proto byla tato myšlenka opuštěna.

Model podobný teplotní mapě je používán pravděpodobně v aplikaci Global Air Quality, alespoň to tak vypadá (viz obr. 1.16). Pokud je ale na některé z měřicích stanic naměřena špatná kvalita ovzduší, pak čím víc se od této stanice vzdálím, tak to v žádném případě nemusí znamenat zlepšení ovzduší. A přesně tak to v této aplikaci vypadá.

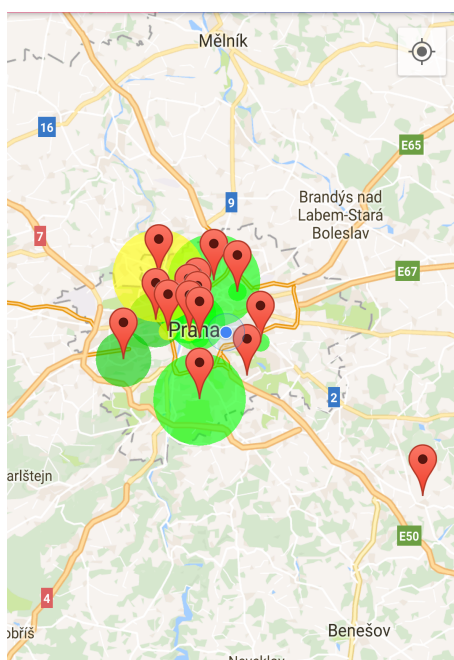
Druhá z možností, která byla uvažována (a v prvních verzích aplikace i implementována) je vkládání geometrických obrazců na mapu. Tato funkcionálnost je poskytnuta ve všech zkoumaných mapových enginech, její použití je snadné. Poskytovatelé umožňují pro obrazec nastavit také průhlednost, bez tohoto nastavení by byla tato možnost pro naše účely nepoužitelná. Je třeba mapu překrýt jen částečně, aby bylo možné rozeznat, na jaké území na hodnoty vztahují.

Po vyzkoušení této možnosti od ní bylo ovšem upuštěno. Dle názoru autora je nevhledná, ukázka je zobrazena na obrázku 5.5 (uvedená ukázka nepoužívá reálné reprezentativnosti stanic, jedná se jen o příklad vizualizace). Uvedený příklad nezobrazuje skutečné hodnoty pro reprezentativnost jednotlivých stanic, je ovšem dostatečný pro představu, jak by to později vypadalo.

Další nevýhoda tohoto zobrazení je, že vytváří představu o tom, že v celém uvedeném rozsahu platí uvedená hodnota. Reprezentativnost stanice je ovšem vždy uvedena jako rozmezí. Zároveň lze předpokládat, že čím blíže stanici, tím je hodnota přesnější, dál od ní už může ztrácet na vypovídající hodnotě. Kvůli tomu bylo zvoleno výsledné řešení, které tuto problematiku řeší.

## 5. IMPLEMENTACE

---



Obrázek 5.5: Zobrazení reprezentativnosti stanice jako kruh

Výsledné řešení využívá možnosti vytváření vlastních překryvných vrstev. Pro jednotlivé kvality ovzduší byly vytvořeny překryvné obrázky ve vlastní barevné škále. Každý obrázek je jako kruh, který směrem od středu ztrácí na intenzitě (stává se průhlednější). Toto grafické vyjádření nejlépe odpovídá reálnému modelu a vypadá lépe než předchozí možnost.



Obrázek 5.6: Překryvné obrázky znázorňující kvalitu ovzduší

Náhled překryvných obrázků je zobrazen na obr. 5.6.

Grafická škála byla vytvořena vlastní, protože škála poskytnutá a používaná ČHMÚ pro reprezentaci velmi dobré kvality ovzduší používá světle modrou barvu. Při kombinaci s ostatními barvami není dle autora dostatečně zřejmé, že se jedná o nejlepší možnou kvalitu ovzduší. Proto byla zvolena škála od zelené (reprezentující velmi dobrou kvalitu ovzduší) přes oranžovou (dostačující kvalita) až po sytě rudou (velmi špatná kvalita).

Překryvnému obrázku je nastavena ještě dodatečná průhlednost, aby byla zřejmá oblast, na kterou se vztahuje.

Nevýhoda zvoleného řešení je zřejmá na místech, kde se dosahy jednotlivých stanic překrývají. Pokud je těchto vrstev přes sebe víc, pak i přes nastavenou průhlednost přestává být mapa pod překryvy viditelná.

### 5.2.3 Zobrazení grafů

Aby bylo možné prezentovat historická data v jednoduché a srozumitelné formě, jsou zobrazena v grafu.

Graf je použit sloupcový, protože se jedná o diskrétní hodnoty, nikoliv spojitě. Zároveň je od grafu očekáváno, aby z něj bylo zřejmé, k jaké kvalitě se historické hodnoty váží. Toto zadání například nesplňuje aplikace Smog ovzduší popsána v sekci 1.2.5, která umísťuje hodnoty všech naměřených komponent do jednoho grafu, přestože každá komponenta má vlastní škálu škodlivosti.

Z mnoha možných placených i volně dostupných knihoven pro grafy byla vybrána knihovna HelloCharts<sup>20</sup>. Díky možnostem této knihovny je každému sloupci v grafu nastavena taková barva, jaké kvalitě ovzduší odpovídá. Díky tomu je zřejmé, že přestože se např. množství polévatého prachu zvyšuje, přesto je stále zdraví neškodící.

Každému grafu je tedy nastavena vlastní škála pro osy. Osa X znázorňuje časovou osu, osa Y zobrazuje naměřené hodnoty (včetně jednotek).

Během implementace aplikace byl zjištěn malý nedostatek v knihovně. Je v ní sice možné nastavit vlastní popisky na ose Y. Při zapnutí zobrazení pomocných vodicích čar se ovšem použijí takové hodnoty, které knihovna vybere jako užitečné. Výběr pak zpravidla neodpovídá vlastním vybraným popiskům, pro které by bylo žádoucí vodicí čáry zobrazit.

### 5.2.4 Snímky obrazovky z aplikace

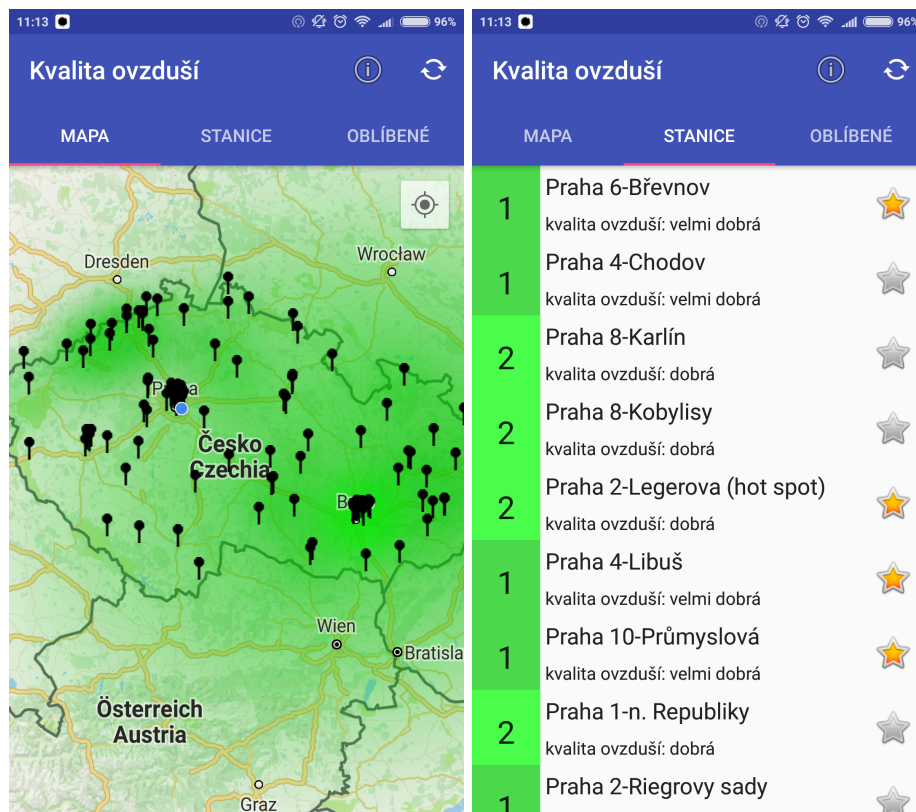
Pro ilustraci výsledné implementované aplikace jsou přidány snímky z aplikace, jsou na obrázcích 5.7 a 5.8.

## 5.3 Dokumentace

Veškeré části implementovaného řešení byly zdokumentovány. Jedná se o zdrojový kód Android aplikace (dokumentovaný pomocí Javadoc), zdrojový kód Node.js serverového řešení (dokumentovaný pomocí JSDoc) a API Blueprint soubor dokumentující API rozhraní. Všechny tyto části jsou součástí příloženého CD, kde je možné tyto informace ověřit.

<sup>20</sup><https://github.com/lecho/hellocharts-android>

## 5. IMPLEMENTACE



Obrázek 5.7: Snímky obrazovky výsledné aplikace – mapa a seznam stanic

### 5.4 Testování

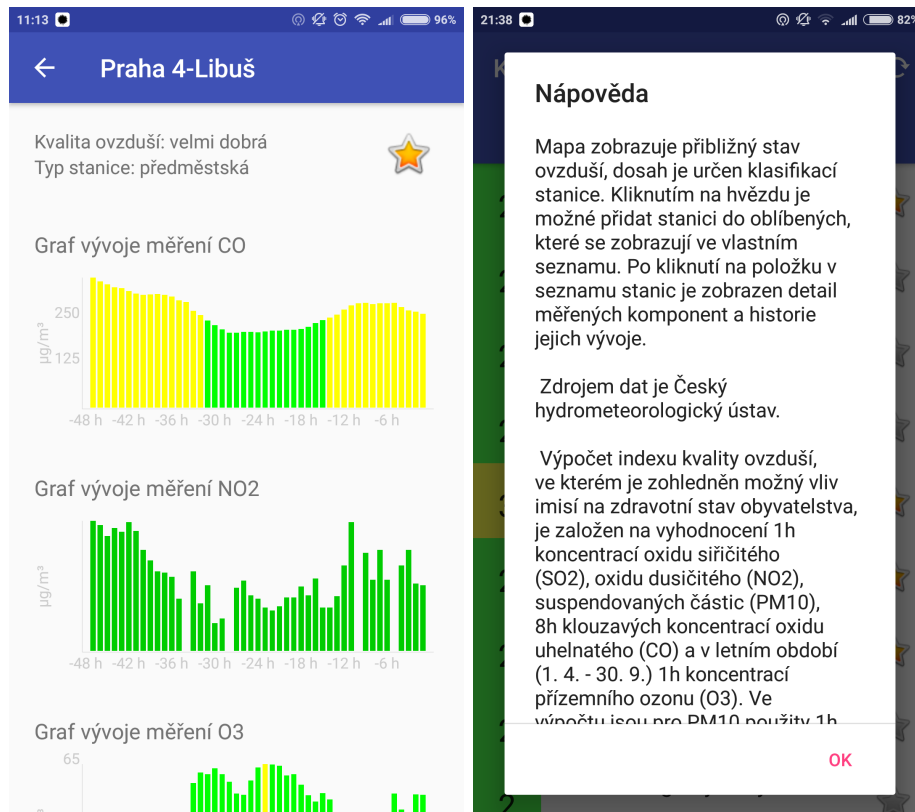
Celý back-end je navržen kvůli výslednému API. Proto testování funkcionality back-endu je obsaženo v testech API.

#### 5.4.1 API

Veškeré funkce dostupné na API byly důkladně otestovány pomocí programu Postman<sup>21</sup>. Byly otestovány:

- Stavové kódy HTTP odpovědi serveru – 200 pro úspěšný dotaz, 400 pro špatný parameter (např. špatný kód stanice)
- Formát těla odpovědi serveru – JSON pro úspěšné dotazy, jinak řetězec
- Datové typy jednotlivých polí všech struktur – čísla, řetězce

<sup>21</sup>Dostupný na: <https://www.getpostman.com>

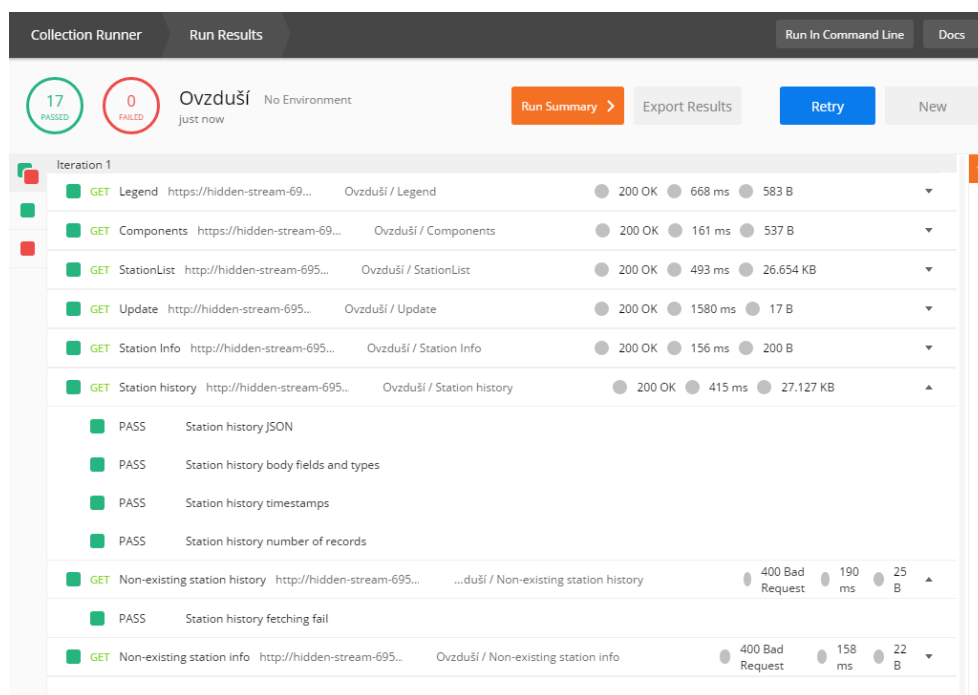


Obrázek 5.8: Snímky obrazovky výsledné aplikace – detail stanice a informační okno

- Aktuálnost časových známek – žádná časová známka u historie měření není starší než 2 dny
- Odpovědi serveru pro vícenásobnou vlastní aktualizaci hodnot – první dotaz může být úspěšný, druhý vždy odpoví, že nová data nebyla nalezena
- Množství vrácených dat – počet stanic je mezi 100 a 200, počet historických měření u vybrané stanice rozmezí je mezi 100 a 300 (graf v Android aplikaci znázorňuje až 48 záznamů pro každou měřenou komponentu)

Náhled záznamu z testů a jeho výsledků je zaznamenán na obrázku 5.9, podrobnější zpráva z Postmana je přiložena na CD.

## 5. IMPLEMENTACE



Obrázek 5.9: Záznam o API testech z aplikace Postman

### 5.4.2 Android aplikace

Funkce aplikace, které nepoužívají Android kontext nebo UI prvky, byly otestovány pomocí unit testů frameworku JUnit<sup>22</sup>.

Funkčnost grafického rozhraní byla ověřena pomocí frameworku Espresso. V něm je možné interagovat přímo s prostředím aplikace a ověřit tak provázanost jednotlivých oken na základě uživatelského vstupu. Byl vytvořen komplexní test skládající se z těchto kroků:

1. Načtení hlavní obrazovky, stažení dat na pozadí
2. Přepnutí na panel s oblíbenými stanicemi a uložení počtu položek v seznamu
3. Přepnutí na panel se všemi stanicemi, ověření, že jich je více než 100
4. Kliknutí na jednu z položek, čímž se spustí nová aktivita
5. V nové aktivitě načíst data o historii, klepnout na ikonku hvězdičky (čímž se stanice přidá nebo odebere z oblíbených stanic)

<sup>22</sup><http://junit.org/>



6. Návrat klávesou zpět do seznamu všech stanic
7. Přepnutí na seznam oblíbených stanic
8. Ověření, že počet stanic se liší o jedna (dle přidání nebo odebrání)

Do programu byly také přidán analytický nástroj Firebase. Díky nastaveným metrikám je možné sledovat, jak uživatelé interagují s grafickým rozhraním a na základě těchto dat případně aplikaci vylepšovat. Kromě ukládání těchto dat jsou také sledovány pády aplikace. Nástroj zaznamená výpis zásobníku, název výjimky a informace o zařízení, na kterém k pádu došlo. Díky záznamům je možné chyby opravovat nebo třeba sledovat chybovost jednotlivých verzí aplikace napříč všemi uživateli. Tímto způsobem je možné aplikaci testovat a ladit na základě použití reálných uživatelů aplikace.



## Nasazení

Po implementaci byla aplikace nasazená a momentálně je dostupná komukoliv pro použití. V této kapitole bude rozepsáno, jaké prostředky byly pro nasazení vybrány a jaké jsou možnosti rozvoje aplikace do budoucna.

### 6.1 Back-end

Autor práce nemá přístup k vlastnímu serveru, na který by bylo možné nasadit back-endový Node.js. Proto bylo nutné vybírat z veřejně dostupných serverů.

Nároky na aplikaci nejsou vysoké. Není nutné zajišťovat trvalý běh, který zajišťují placené služby. Pro nasazení na bezplatné službě bude nezbytné přijmout nějaká omezení.

Služby, na kterých je možné hostovat vlastní Node.js server, byly nalezeny dvě – OpenShift<sup>23</sup> a Heroku<sup>24</sup>.

OpenShift v rámci bezplatného účtu nabízí jeden projekt, který má k dispozici 1 GiB diskového prostoru a 1 GiB paměti. Jeho omezení je ve hibernace serveru po 30 minutách neaktivity. Zároveň s tím platí omezující podmínka, že server musí být hibernován vždy 18 hodin během 72 hodin. Po čtvrtinu času tedy musí být server neaktivní. Přestože toto omezení zatím není platné (momentálně označeno jako **Coming soon**[26]), tak z dlouhodobého hlediska je toto omezení příliš velké. Server totiž potřebuje být v pravidelných intervalech probouzen, aby stáhl aktuální data z webu ČHMÚ. Pokud se k tomu přičte půlhodinový interval neaktivity potřebný pro hibernaci a občasné použití aplikace na řádově desítkách přístrojů, pak už bude podmínka porušena a bude nutné zakoupit placený produkt, jehož cena je od \$50 za měsíc.

Přístup Heroku je podobný. Své servery uspává po 30 minutách neaktivity nebo v případě vyčerpání volných `dyno-hours`. `Dyno` je linuxový kontejner pro běh aplikace. Heroku jich rozlišuje několik druhů, pro účely této práce postačí

---

<sup>23</sup>[www.openshift.com](http://www.openshift.com)

<sup>24</sup>[www.heroku.com](http://www.heroku.com)

popsat typ, který je nabízen zdarma. Při založení účtu každý uživatel dostane 550 hodin běhu bezplatného `dyno`. Postupně jsou odčerpávány za čas, kdy server aktivně běží. Toto množství by bylo také ještě nedostatečné, Heroku však nabízí jeho navýšení o 450 hodin měsíčně při zadání údajů k platební kartě. Vzhledem k tomu, že tyto údaje je nutné zadat v každém případě, protože bez toho by nebylo možné používat MongoDB modul na Heroku, aplikace tak dostává dostatečné prostředky na běh.

Bezplatný účet na Heroku má k dispozici 512 MB RAM. Při přečerpání volných hodin je možné zakoupit další druhy `dyno`, za které se platí měsíčně \$7–500.

I zde je ale nutné vyřešit problém usínání serveru. Aplikace je navržena tak, že po spuštění vždy zkontroluje aktuálnost svých dat. Stačí tedy v pravidelném intervalu poslat jakýkoliv požadavek na server, díky kterému se server probudí a stáhne případná nová data.

Tento problém by se dalo vyřešit mnoha způsoby. Vybraný způsob je funkční, ač ne příliš elegantní. Jedná se o službu IFTTT (if-this-then-that)<sup>25</sup>, která každou hodinu stáhne část obsahu běžícího serveru. To je dostatečné pro start serveru a získání dat pro vykreslení historie měření v grafech. Dále tyto informace můžou být aktualizovány při startu aplikace na telefonu. Toto řešení bylo vybráno pro jednoduchost a rychlost nastavení.

V případě, že se mobilní aplikace snaží stáhnout data z Heroku serveru, který je uspán, trvá požadavek déle právě o čas nutný ke startu serveru. Aplikace však s případným čekáním počítá a nevyhodnotí jej jako chybu.

Adresa serveru je <http://hidden-stream-69509.herokuapp.com/>.

## 6.2 Android

Pro distribuci aplikací na platformě Android se používá formát APK (Android Package Kit). Je to archiv založený na formátu JAR. Obsahuje zkompileovaný kód a další potřebné soubory – obrázky, certifikáty, vlastní soubory a soubor manifest. Manifest soubor obsahuje základní metadata o aplikaci, jako je např. unikátní identifikátor, oprávnění, která může aplikace požadovat, minimální API level pro běh aplikace.

APK balíčky je možné na Androidu spustit a tím aplikaci nainstalovat. Kromě toho, že je tento způsob nepohodlný, tak může být také zdrojem škodlivého kódu. Uživatel nemusí mít záruku o bezpečnosti zdroje a instalační balíček může znamenat bezpečnostní riziko. Proto je na telefonech možnost instalace vlastních aplikací v základním nastavení vypnuta a je povolena instalace z oficiálního Google Play.

Google Play je oficiální distribuční služba pro aplikace na platformu Android. Obsahuje miliony aplikací všech možných druhů. Vývojář si může založit účet pro vystavování vlastních aplikací za poplatek \$25.

---

<sup>25</sup>[www.ifttt.com](http://www.ifttt.com)



Obrázek 6.1: Vystavená aplikace na Google Play

Aplikace byla tedy po registraci zveřejněna a je komukoliv dostupná ke stažení a použití. Náhled na obr. 6.1. Během dopisování diplomové práce již měla aplikace počet stažení v řádu desítek a získala jedno pozitivní hodnocení od neznámého člověka. Aplikace je dostupná ke stažení na adrese <https://play.google.com/store/apps/details?id=cz.cvut.fit.kabelja4.ovzdusi>.

### 6.3 Budoucnost vývoje

Aplikace je již v použitelném stavu, dostupná komukoliv k využití. Server běží spolehlivě a dlouhodobě udržitelně na službě dostupné zdarma. Dokud

nezmění ČHMÚ formát svých dat nebo adresu, na které je zveřejňuje, může vše spolehlivě fungovat. Přesto je možné ji dále rozvíjet a přidávat funkčnosti, které by rozšířily možnosti jejího použití.

První z funkcností, která by mohla být pro uživatele příjemná, je možnost seřadit seznam stanic podle vzdálenosti od umístění uživatele. Aplikace momentálně používá řazení podle kódu stanice. První písmeno pak označuje kraj, ve kterém se stanice nachází, jsou tedy řazeny podle krajů a podle abecedy.

Další možností by bylo přidání widgetu zobrazující informaci o kvalitě ovzduší na nejbližší měřicí stanici. Toto rozšíření bylo navrženo neznámým uživatelem v rámci hodnocení aplikace na Google Play.

Aplikace využívá základní grafické prvky používané na Androidu. Případným vylepšením by bylo využití některých pokročilých technik nebo úprava vzhledu dle návrhu zkušeného grafika.

---

## Závěr

V rámci vytváření diplomové práce bylo nalezeno mnoho již existujících aplikací, které nějakým způsobem znázorňují kvalitu ovzduší na mapě. Přesto nebyla nalezena aplikace, která by byla dostupná v češtině a zároveň by vizualizovala více než jen umístění měřicích stanic.

Díky pracovníci Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) ochotné k rozhovoru a jejímu úvodu do problematiky znečištění ovzduší bylo možné přijít s novým řešením a způsobem vizualizace, který nepoužívá žádná z nalezených existujících aplikací.

Data ČHMÚ poskytovaná na jejich stránkách jsou jediná veřejně dostupná data, která jsou pravidelně aktualizována a poskytnuta bezplatně.

V rámci práce byl navrhnout a implementován vlastní systém skládající se z back-endového serveru a mobilní aplikace. Server byl implementován pomocí Node.js, stahuje veřejně dostupná data, ukládá je a nabízí je pomocí vlastního API. Mobilní aplikace pro platformu Android využívá tohoto API a data zobrazuje buďto na mapě, nebo pomocí grafu v detailu měřicí stanice.

Jednotlivé části výsledného systému byly zdokumentovány a otestovány. Nová aplikace byla přidána na Google Play, kde je veřejně dostupná pro používání. Díky tomu je možné sbírat data o používanosti a dále aplikaci rozvíjet.





---

## Literatura

- [1] Google: Platform versions [online]. 2017, [cit. 20. 12. 2017]. Dostupné z: <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html#Platform>
- [2] Hl. m. Praha: Náповěda k aplikace Imisní mapy | Atlas životního prostředí [online]. 11. července 2013, [cit. 17. 3. 2017]. Dostupné z: <http://mpp.praha.eu/app/map/atlas-zivotniho-prostredi/cs/napoveda/imisni-mapy/o-aplikacich>
- [3] Moravskoslezský kraj: Kvalita ovzduší v Moravskoslezském kraji [online]. 2013, [cit. 17. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.ims-msk.cz/mapovy-server>
- [4] European Environment Agency: Validated monitoring data and air quality maps [online]. 27. 1. 2017, [cit. 18. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality/map/airbase>
- [5] World Air Quality Index: Contacting the World Air Quality Index team [online]. 27. 1. 2017, [cit. 18. 3. 2017]. Dostupné z: <http://aqicn.org/contact/>
- [6] BreezoMeter: BreezoMeter [online]. 2017, [cit. 20. 3. 2017]. Dostupné z: <https://breezometer.com/>
- [7] Čisté nebe: Čistý komín 2.0 [online]. 2016, [cit. 20. 3. 2017]. Dostupné z: <http://www.cisty-komin.cz/>
- [8] Síť ekologických poraden České republiky (STEP): Jak se měří zápach [online]. 20. 3. 2015, [cit. 20. 3. 2017]. Dostupné z: [http://wiki.ekoporadna.cz/index.php?title=Jak\\_se\\_měří\\_zápach%3F](http://wiki.ekoporadna.cz/index.php?title=Jak_se_měří_zápach%3F)
- [9] Plume Labs: Plume Air Report [online]. 2017, [cit. 25. 3. 2017]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.plumelabs.air>

- [10] Český hydrometeorologický ústav: Informace o kvalitě ovzduší v ČR [online]. 2017, [cit. 24. 11. 2017]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/actual\\_hour\\_data\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/actual_hour_data_CZ.html)
- [11] Creative Commons: CC BY-NC-ND 3.0 [online]. 2017, [cit. 10. 4. 2017]. Dostupné z: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/cz/>
- [12] Ing. Alena Sieglarová: Rozhovor s pracovnící ČHMÚ. [rozhovor], 12. 4. 2017.
- [13] Camfil: PM1 – the new focus to protect human health [online]. 2017, [cit. 25. 11. 2017]. Dostupné z: [https://www.camfil.com/FileArchive/Brochures/Standards/PM1\\_is\\_most\\_harmful\\_EN.pdf](https://www.camfil.com/FileArchive/Brochures/Standards/PM1_is_most_harmful_EN.pdf)
- [14] World Air Quality Index: API - Air Quality Programmatic APIs [online]. [cit. 24. 11. 2017]. Dostupné z: <http://aqicn.org/api/>
- [15] Sygic: Maps | Mobile SDK | Sygic Developers [online]. 2017, [cit. 29. 10. 2017]. Dostupné z: <http://www.sygic.com/developers/mobile-sdk/android/maps>
- [16] Mapbox: Mapbox GL Native [online]. 2017, [cit. 17. 11. 2017]. Dostupné z: <https://github.com/mapbox/mapbox-gl-native/tree/master/platform/android>
- [17] Mapbox: Map SDK | Android Documentation | Mapbox [online]. 2017, [cit. 30. 10. 2017]. Dostupné z: <https://www.mapbox.com/android-docs/map-sdk/overview>
- [18] Mapzen: Tangram [online]. 2017, [cit. 17. 11. 2017]. Dostupné z: <https://mapzen.com/documentation/tangram/Android-API/>
- [19] Mapzen: Mapzen pricing [online]. 2017, [cit. 17. 11. 2017]. Dostupné z: <https://mapzen.com/pricing/>
- [20] Here Android SDK: Pricing and Plans [online]. 2017, [cit. 17. 11. 2017]. Dostupné z: <https://developer.here.com/plans>
- [21] Mapsforge: Mapsforge [online]. 2017, [cit. 19. 11. 2017]. Dostupné z: <https://github.com/mapsforge/mapsforge>
- [22] ArcGIS: ArcGIS Runtime SDK for Android [online]. 2017, [cit. 22. 11. 2017]. Dostupné z: <https://developers.arcgis.com/android/>
- [23] ArcGIS: Pricing [online]. 2017, [cit. 22. 11. 2017]. Dostupné z: <https://developers.arcgis.com/pricing/>

- [24] Google: Maps Android API [online]. 2017, [cit. 22. 11. 2017]. Dostupné z: <https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/>
- [25] Google: Pricing and Plans [online]. 2017, [cit. 22. 11. 2017]. Dostupné z: <https://developers.google.com/maps/pricing-and-plans/>
- [26] OpenShift: OpenShift Pricing [online]. 2017, [cit. 22. 12. 2017]. Dostupné z: <https://www.openshift.com/pricing/index.html>



---

## Seznam použitých zkratk

- AIM** Automatický imisní monitoring
- API** Application Programming Interface – Rozhraní pro programování aplikací
- AQI** Air Quality Index – Kvalita ovzduší
- ARGB** Barevný model vycházející z modelu RGB, rozšiřuje jej o tzv. alfa kanál, tedy informaci o průhlednosti konkrétního pixelu
- CO** Oxid uhelnatý
- ČHMÚ** Český hydrometeorologický ústav
- EEA** The European Environment Agency
- ISKO** Informační systém kvality ovzduší od ČHMÚ
- MIM** Manuální imisní monitoring
- NO<sub>2</sub>** Oxid dusičitý
- O<sub>3</sub>** Ozon
- OpenGL** Standard specifikující API pro počítačovou grafiku
- PM<sub>2.5</sub>** Polévatý prach o velikosti 2,5 mikrometrů
- PM<sub>10</sub>** Polévatý prach o velikosti 10 mikrometrů
- RGB** Barevný model reprezentující barvu na základě míchání červené, zelené a modré
- SDK** Sada vývojových nástrojů
- SO<sub>2</sub>** Oxid siřičitý

## A. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

---

**URL** Adresa zdroje, např. webové stránky

**WAQI** World Air Quality Index – světový index kvality ovzduší

**YAML** Formát pro serializaci datových struktur

---

## Obsah přiloženého CD

readme.txt.....	stručný popis obsahu CD
android .....	zdrojové kódy Android aplikace
nodejs-server .....	zdrojové kódy Node.js serveru
thesis-src.....	zdrojová forma práce ve formátu $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$
apiary.apid .....	Apiary Blueprint soubor popisující API
Ovzduší.postman_test_run.json....	záznam o testování API v aplikaci Postman
DP_Kabelka_Jan_2018.pdf .....	text práce ve formátu PDF