

# **Webová služba pro sběr a vizualizaci předpovědí počasí**

Web service for collecting and visualizing weather forecasts

Jan Jelička

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Jan Janoušek

Ostrava, 2021

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit knihovnu, která bude schopna shromažďovat data o počasí z různých datových zdrojů v různých formátech (text XML, text JSON, bitmap). Agregovaná data jsou následně poskytována pomocí webové služby v jednom formátu (bitmap). Webová služba poskytuje data pro určité území v daném čase. Posledním bodem je vizualizační aplikace, která poskytuje uživateli možnost vykreslení počasí pro určité území v čase a také zobrazuje předpověď pro zadanou trasu.

## **Klíčová slova**

XML; JSON; bitmap; počasí

## **Abstract**

The aim of the bachelor thesis was to create a library that will be able to collect weather data from various data sources in various formats (XML text, JSON text, bitmap). The aggregated data is then provided using a web service in one format (bitmap). The web service provides data for a specific territory at a given time. The last point is a visualization application that provides the user with the ability to plot the weather for a certain area over time and also displays the forecast for the specified route.

## **Keywords**

XML; JSON; bitmap; forecast

## **Poděkování**

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Janouškovi, za pravidelné konzultace a poskytnutí mnoha rad a nápadů pro řešení samotné práce.

# Obsah

<b>Seznam použitých symbolů a zkratk</b>	<b>6</b>
<b>Seznam obrázků</b>	<b>7</b>
<b>Seznam tabulek</b>	<b>8</b>
<b>1 Úvod</b>	<b>9</b>
<b>2 Datové zdroje</b>	<b>10</b>
2.1 XML . . . . .	10
2.2 JSON . . . . .	11
2.3 JSON . . . . .	11
2.4 Bitmap . . . . .	12
2.5 Shrnutí použitých zdrojů . . . . .	13
<b>3 Agregace dat</b>	<b>14</b>
3.1 Škála . . . . .	14
3.2 Triangulace . . . . .	15
3.3 Interpolace . . . . .	16
<b>4 Distribuce dat</b>	<b>17</b>
4.1 API . . . . .	17
4.2 Chyba při zpracování dat . . . . .	21
<b>5 Vizualizace dat</b>	<b>22</b>
5.1 Obecné použití . . . . .	22
5.2 Mapa . . . . .	23
5.3 Počasí v bodě . . . . .	23
5.4 Počasí na trase . . . . .	23
5.5 Animace počasí . . . . .	24
5.6 Graf . . . . .	24

5.7	Nastavení a akce . . . . .	25
5.8	Chyby při zobrazování dat . . . . .	26
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>27</b>
	<b>Literatura</b>	<b>28</b>

# Seznam použitých zkratek a symbolů

XML	– Extensible Markup Language
JSON	– JavaScript Object Notation
BMP	– Bitmap

# Seznam obrázků

2.1	Ukázka bitmapy od Medard-online . . . . .	12
2.2	Ukázka snímku z radaru od Radar.bourky . . . . .	13

# Seznam tabulek

2.1	Shrnutí vlastností datových zdrojů . . . . .	13
4.1	Parametry bitmap předpovědí . . . . .	18
4.2	Parametry xml/json předpovědí . . . . .	19
4.3	Zkratky typů předpovědí . . . . .	20
4.4	Zkratky datových zdrojů . . . . .	21



# Kapitola 1

## Úvod

Informace o počasí jsou v dnešní době distribuována mnoha službami v různých podobách. Nejčastěji narážíme na textové formáty (XML/JSON) kde sprostředkovatelé dodávají kompletní výpis informací pro stát, město nebo konkrétní bod na základě zeměpisných souřadnic. Mimo textový formát narážíme i na snímky z radaru, které poskytují předpověď pro rozsáhlou plochu v konkrétním čase. Předpovědi jsou vytvářeny pro různé časové intervaly na rozdílnou dobu dopředu, můžete tedy například narazit na předpověď obsahující data na 24 hodin dopředu s hodinovými rozestupy nebo na týden s šesti hodinovými rozestupy. Vzhledem k tomu že ke změnám počasí dochází relativně pomalu tak není potřeba znát data pro každou minutu, stačí nám předpověď jednou za pár hodin.

Cílem této práce je tedy sjednotit různé datové zdroje do jednotného formátu a vytvořit předpověď počasí dle průměru těchto dat. Mimo to že každá služba může mít data ve svém formátu, je potřeba i sjednotit časy a především pozice pro které se data zjišťují.

## Kapitola 2

# Datové zdroje

V práci potřebujeme použít minimálně 3 různé datové zdroje. Jako první se tedy zvolil norský datový zdroj poskytovaný serverem yr.no, který dodává data v podobě XML. Druhým zvoleným zdrojem jsou JSON předpovědi od společností OpenWeather a WeatherUnlocked. Poslední zdroj poskytuje data ve formě bitmap reprezentujících snímky z radaru a pro tento účel byl vybrán český projekt Medard a Radar bouřky.

## 2.1 XML

### 2.1.1 Yr.no

Tímto datovým zdrojem je norská meteorologická služba zvaná Yr. Poskytují data o počasí pokrývající celý svět, lze si stáhnout data pro určité město pomocí zadání jeho názvu nebo bod založený na zeměpisných souřadnicích. Předpovědi jsou vždy od aktuálního času na 9 dnů dopředu a rozpetí mezi jednotlivými předpověďmi je 1 hodina pro následující 3 dny a 6 hodin pro zbylých 6 dnů. Předpověď vždy začíná od aktuálního času zaokrouhleného na hodiny dolů. Veškeré informace jsou v podobě XML případně JSON dokumentu. V práci se využívá XML forma pro ukázkou využití odlišných forem předání dat, i když JSON formát je praktičtější a preferovanější z důvodů jako je snazší deserializace a potřeba stáhnout objemově mnohem méně dat.

### 2.1.2 Ukázka API

Ukázka odkazu který vrací XML text obsahující data o počasí pro Ostravu na následujících 9 dnů.

<https://api.met.no/weatherapi/locationforecast/2.0/classic?lat=49.820923&lon=18.262524>

## 2.2 JSON

### 2.2.1 OpenWeather

Dalším datovým zdrojem v podobě textu je OpenWeather. Tato služba poskytuje data ve formátu JSON na 5 dnů dopředu s časovým rozmezím 3 hodin. Data se dají získat pro určité město či vesnici případně pro konkrétní bod na základě zeměpisných souřadnic. Pro získání dat o počasí je potřeba vlastnit API key, který obdrží každý zaregistrovaný uživatel u této služby. Pokud používáte neplacenou verzi této služby tak jste omezeni na 60 dotazů na server za minutu. Tento limit stačí pokud zjišťujete pouze počasí pro jednotlivé body, při určování počasí na ploše (potřeba zjištění počasí na tisíce různých místech) je tento limit omezující a nutí nás čekat na stažení veškerých dat. Placené verze nám dovolují 600, 3 000, 30 000 a 200 000 dotazů na server dle koupeného balíčku.

### 2.2.2 Ukázka API

Ukázka odkazu který vrací JSON text obsahující data o počasí pro Ostravu na následujících 5 dnů.

[https://api.openweathermap.org/data/2.5/forecast?lat=49.820923&lon=18.262524&appid=MY\\_KEY](https://api.openweathermap.org/data/2.5/forecast?lat=49.820923&lon=18.262524&appid=MY_KEY)

## 2.3 JSON

### 2.3.1 WeatherUnlocked

Druhým datovým zdrojem který poskytuje json text je WeatherUnlocked. Tato služba dodává data opět na 5 dnů dopředu s časovým rozdílem 3 hodin. Data se opět dají získat pro určité body na základě zeměpisných souřadnic. Pro získání dat o počasí je potřeba vlastnit API key, který obdrží každý zaregistrovaný uživatel u této služby. Pokud používáte neplacenou verzi této služby tak jste omezeni na 75 dotazů na server za minutu. Při zakoupení určitých balíčků u služby tento limit mnohonásobně stoupá.

### 2.3.2 ukázka

Ukázka odkazu který vrací JSON text obsahující data o počasí pro Ostravu na následujících 5 dnů.

[http://api.weatherunlocked.com/api/forecast/49.820923,18.262524?app\\_id=MY\\_ID&app\\_key=MY\\_KEY](http://api.weatherunlocked.com/api/forecast/49.820923,18.262524?app_id=MY_ID&app_key=MY_KEY)

## 2.4 Bitmap

### 2.4.1 Medard

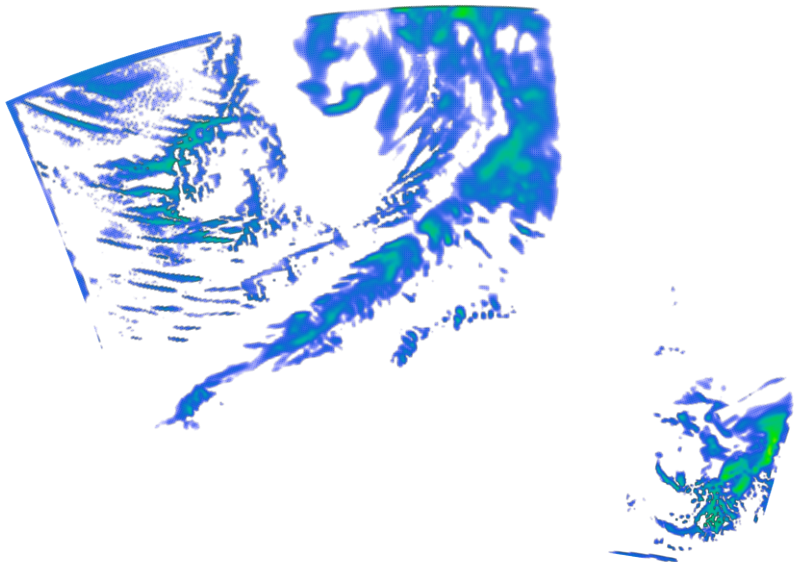
Medard je webová služba poskytující informace o počasí ve formě bitmap. Bitmapy pokrývají celou Evropu a umožňují nám zjistit počasí na 5 dnů dopředu s pouze jedno hodinovým rozestupem. Díky nízkému časovému rozestupu je možné získávat velice přesná data. Bitmapy s daty jsou uloženy vedle sebe do jednoho velkého obrázku který je následně potřeba rozdělit do jednotlivých částí.

### 2.4.2 Ukázka API a obsahu

Ukázka odkazu který vrací bitmapu obsahujícíh data o počasí Evropu v jednom aktuálním čase. Součástí ukázky je i samotná bitmapa *Medard\_bitmapa* [1].

[http://www.medard-online.cz/apiforecast?run=210313\\_06&forecast=precip&layer=eu&step=13](http://www.medard-online.cz/apiforecast?run=210313_06&forecast=precip&layer=eu&step=13)

Obrázek 2.1: Ukázka bitmapy od Medard-online



### 2.4.3 Radar.bourky

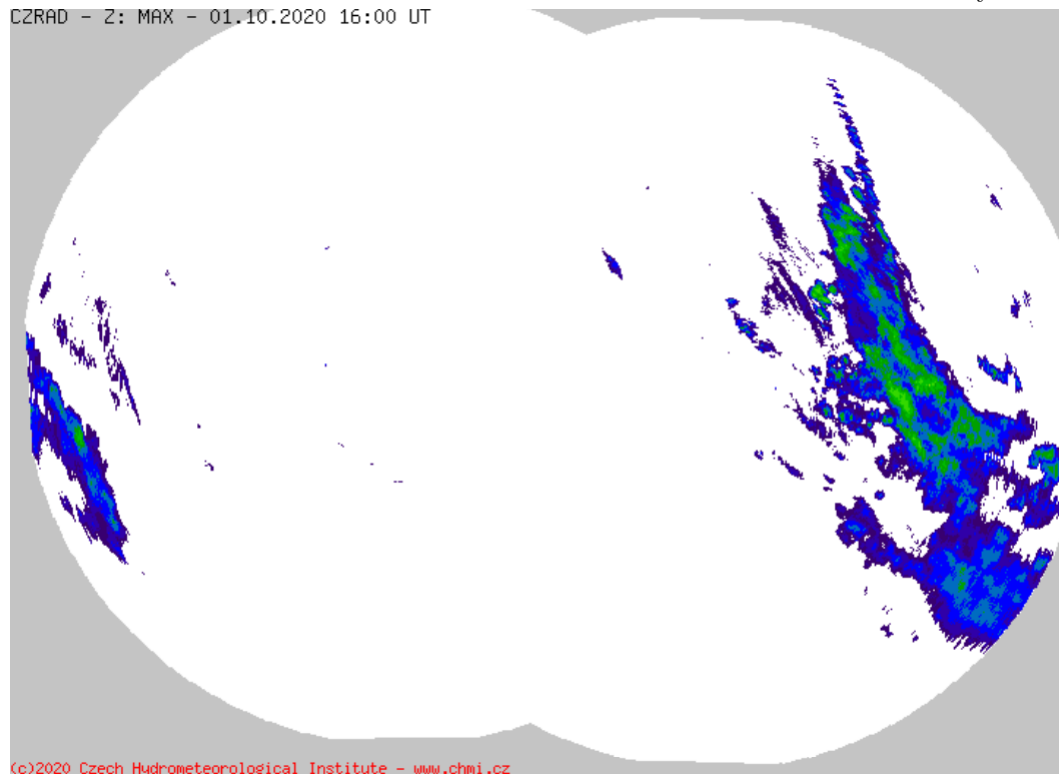
Radar.bourky je datový zdroj který poskytuje data prostřednictvím snímků z radaru, data jsou tedy ve formátu bitmap. Tento datový zdroj je prakticky nepoužitelný, protože poskytuje data pouze v aktuálním čase, respektive v čase pár hodin zpět a pokrývá jen českou republiku. Z toho důvodu se tento zdroj dá využít pouze pro zjištění aktuálního srážek v ČR a blízkém okolí.

## 2.4.4 Ukázka API a obsahu

Ukázka odkazu který vrací bitmapu obsahujícíh data o počasí Evropu v jednom aktuálním čase. Součástí ukázky je i samotná bitmapa *Radar.bourky\_bitmapa* [2].

[http://radar.bourky.cz/data/pacz2gmaps.z\\_max3d.20201001.1600.0.png](http://radar.bourky.cz/data/pacz2gmaps.z_max3d.20201001.1600.0.png)

Obrázek 2.2: Ukázka snímku z radaru od Radar.bourky



## 2.5 Shrnutí použitých zdrojů

typ = Srážky/Teplot/Tlak/Vlhkost

Tabulka 2.1: Shrnutí vlastností datových zdrojů

Název	Typ dat	Počet dnů	Hodinový rozdíl	Stažení/min	Plocha	typ
Yr.no	XML	9	1 a 6		svět	A/A/A/A
OpenWeatherMap	JSON	5	3	60	svět	A/A/A/A
WeatherUnlocked	JSON	5	3	75	svět	A/A/A/A
Medard-online	BMP	5	1		Evropa	A/A/N/N
Radar.bourky	BMP		0.16 (10 min)		ČR	A/N/N/N

## Kapitola 3

# Agregace dat

Při agregaci dat bylo zapotřebí vyřešit pár otázek. První z nich byla potřeba jednotného výstupního formátu pro různorodá vstupní data, tímto formátem byly zvoleny bitmapy obsahující data o jednom typu počasí, data jsou reprezentována pomocí barev a pokrývají určitou plochu pro určitý čas. Další otázkou bylo jak převádět barvy na číselné hodnoty a hodnoty zpět na barvy, tento problém vyřešilo využití škál. A nakonec jsme potřebovali pokrýt celou bitmapu pokud známe hodnotu počasí pro určité body, což nám vyřešila triangulace v kombinaci s interpolací.

### 3.1 Škála

Vzhledem k tomu že veškerá data o počasí jsou uložena do bitmap, ve který jsou data reprezentována barvou pixelů vzniká potřeba převádění barvy na číselnou hodnotu a naopak. Práce proto obsahuje metody, které pro určitou barvu vrátí desetinné číslo a pro určité číslo zase barvu.

Nejprve tyto metody obsahovaly desítky podmínek které staticky kontrolovaly zda se jedná o konkrétní barvu, později zda barva patří do určitého rozmezí pro R, G, B složky. Tento přístup ale není vhodný, protože při potřebě změnit barvy pro určitá desetinná čísla vznikala nutnost přepsat hodnoty barev pro všechny metody ve veškerých podmínkách.

Finálním řešením se stalo využití škál, škály jsou obrázky široké přesně tolik pixelů kolik hodnot uchovávají, kde každý pixel obsahuje unikátní barvu a reprezentuje jednu konkrétní číselnou hodnotu kterou daná barva reprezentuje. Výška škály může být pouze 1 pixel. Výhodou škál je, že změna barev reprezentujících hodnoty případně změna rozsahu uchovávaných hodnot se vyměnit pouze pomocí použití nové škály která bude opět orientovaná na šířku. Další z výhod je že metody které vrací hodnotu z barvy nemusí obsahovat desítky podmínek a stačí pouze vrátit hodnotu uloženou pro pixel. V programu jsou barvy ze škály uloženy do slovníku, kde klíč reprezentuje barva a hodnotu desetinné číslo. Pro určení čísla z barvy stačí vypočítat index na kterém barva leží a tuto barvu vrátit.

## 3.2 Triangulace

Při vytváření bitmap dochází k určování hodnot počasí (teplota, srážky atp.) pro konkrétní zeměpisné souřadnice, které jsou následně převedeny na pixely bitmapy. Zjišťovat hodnotu pro každý jednotlivý pixel by bylo velice časově náročné, a protože můžeme předpokládat že v okolí pixelu budou obdobné hodnoty jako na pixelu samotné stačí nám určit hodnoty pouze pro určité množství pixelů rozložených správně po bitmapě. Následně je potřeba tyto pixely nějakým způsobem propojit, zde nám problém řeší využití triangulace.

V práci se využívá S-hull Algoritmus pro triangulaci. Konkrétně Phil Atkinova implementace pro C# *S-hull* [3]. Algoritmus nám množinu bodů, v našem případě pixelů, rozdělí na trojúhelníky. Respektive nám pro každý vrchol řekne s kterými vrcholy je spojen hranou, čímž nám vznikne síť trojúhelníků pokrývající většinu bitmapy.

S-hull algoritmus slouží pro vytvoření Delaunayovi triangulace z množiny 2D bodů s časovou složitostí  $O(n \log(n))$ . Algoritmus využívá radiálního šíření, které se postupně vytváří z radiálně seřazené množiny 2D bodů, a je zakončen převrácením trojúhelníků čímž se získá Delaunayova triangulace. Tento algoritmus ve srovnání s Q-hull algoritmem dosahuje přibližně polovičního času při vytváření triangulace pro náhodně generované množiny 2D bodů. S-hull je pro množinu unikátních 2D bodů  $x_i$  implementován následovně:

1. Vybere počáteční bod  $x_0$  z množiny bodů  $x_i$ .
2. Seřadí body dle vzdálenosti od tohoto bodu  $|x_i - x_0|^2$ .
3. Nalezne bod  $x_j$ , který je k bodu  $x_0$  nejbliž.
4. Nalezne bod  $x_k$ , který vytvoří nejmenší kružnici opsanou s body  $x_0$  a  $x_j$  současně i zaznamená střed kružnice opsané  $C$ .
5. Seřadí body  $x_0, x_j, x_k$  pro získání pravorukého systému, tohle je počáteční prvek pro convex hull.
6. Přetřídí zbývající body na základě vzdálenosti bodů od středu kružnice opsané  $|x_i - C|^2$  pro získání bodů  $s_i$ .
7. Postupně se přidávají body  $s_i$  do rostoucího 2D convex hull který je závislý na trojúhelníku vytvořeném z bodů  $x_0, x_j, x_k$ . Následně jsou přidány zkosené hrany pro 2D-hull, které jsou bodu viditelné z nově vytvořených trojúhelníků.
8. Vzájemně se nepřekrývající triangulace pro množinu bodů je nyní vytvořena. Tato metoda je velice rychlá mezi způsoby vytváření 2D triangulace.
9. Sousední páry trojúhelníků této triangulace musí být „převráceny“ aby došlo k vytvoření Delaunayovi triangulace z počáteční nepřekrývající se triangulace.

### 3.3 Interpolace

Bitmapa je pokryta sítí trojúhelníků kde známe hodnotu každého vrcholu. Nyní vzniká potřeba každý trojúhelník vyplnit barvami, které reprezentují hodnotu pixelů uvnitř trojúhelníku. Tuto práci řeší využití interpolace, neboli výpočet hodnoty uvnitř objektu na základě vzdálenosti od vrcholů.

Pro výpočet interpolace postačí jednoduchý vzorec *Interpolace v trojúhelníku* [4], který na základě hodnot vrcholů trojúhelníku a vzdálenosti od nich pro zjišťovaný bod určí jakou hodnotu sám zjišťovaný bod má.

V prvním kroku výpočtu je zapotřebí spočítat vzdálenost *Distance* zjišťovaného bodu  $P$  od všech tří vrcholů trojúhelníku  $V_1, V_2, V_3$ .

$$Distance_{v1} = \sqrt{(X_{v1} - P_x)^2 + (Y_{v1} - P_y)^2}$$

$$Distance_{v2} = \sqrt{(X_{v2} - P_x)^2 + (Y_{v2} - P_y)^2}$$

$$Distance_{v3} = \sqrt{(X_{v3} - P_x)^2 + (Y_{v3} - P_y)^2}$$

Následně se určí váha každého vrcholu  $W$ , neboli inverzní hodnota jeho vzdálenosti od zjišťovaného bodu.

$$W_{v1} = \frac{1}{Distance_{v1}}$$

$$W_{v2} = \frac{1}{Distance_{v2}}$$

$$W_{v3} = \frac{1}{Distance_{v3}}$$

Ve finální části výpočtu se určí hodnota našeho zjišťovaného bodu  $Value_p$ , která je úměrná podílu součtu součinná váh a hodnot jednotlivých vrcholů trojúhelníku se seoučtem jednotlivých váh.

$$Value_p = \frac{W_{v1}Value_{v1} + W_{v2}Value_{v2} + W_{v3}Value_{v3}}{W_{v1} + W_{v2} + W_{v3}}$$



## Kapitola 4

# Distribuce dat

Shromážděné a zprůměrované předpovědi počasí je potřeba nějakým způsobem dodávat klientovi. Tuto úlohu nám splní webová služba, která pro různé dotazy ve formě url API vrací agregovaná data o počasí v požadovaných formátech. Služba se implementovala jako MVC aplikace pro C# a využívá pro svou práci knihovnu pro agregaci dat z předešlé sekce. Vzhledem k tomu že jsou data o počasí uložena do bitmap, lze informace o počasí poskytovat i bez připojení k internetu, musíme však mít pro dané časy bitmapy dopředu vytvořené. Služba volá požadavek o vytvoření bitmap vždy při spuštění a následně každou další hodinu běhu, jednotlivé datové zdroje si následně zjistí kdy byly bitmapy naposledy vytvořeny a pokud již uplynul minimální čas dojde k vytváření bitmap nových, tento čas se může u každého datového zdroje lišit.

### 4.1 API

Při práci se službou se využívá vytvořeného API které pro správně zadané vstupní parametry vrátí požadovanou předpověď. Webová služba vrací data ve třech formátech xml, json a bitmapa. Nakonec je možné získat jednotlivé škály, které služba využívá pro správu dat o počasí v bitmapách.

#### 4.1.1 Bitmap předpověď

Tato předpověď se získává požadavkem bmp a vždy vrací bitmapu o rozměrech 728x528 pixelů pokrývající určitou plochu. Plocha je vymezená body zeměpisných souřadnic, konkrétně levým horním  $p1$  a pravým dolním  $p2$  rohem. Pokud nedojde k zadání těchto bodů je bitmapa určená pro Českou republiku. Při určování této předpovědi je zapotřebí rovněž i čas pro který se má předpověď určitě *time*, tento čas musí být ve formátu ISO 8601 a pokud není zadán nebo je místo něj vyplněna hodnota 0 určí se předpověď pro aktuální čas požadavku předpovědi. Následně je potřeba zadat typ předpovědi *type*, který má bitmapa reprezentovat tyto typy jsou 2 typy prec reprezentuje srážky v mm a typ temp teplotu ve stupních Celsia. Nakonec se zadávají datové zdroje *loaders*, takzvané loadery, ze kterých má služba získávat data. Je potřeba zadat zkratky loaderů oddělené čárkami pro každý

loader který má služba využít pokud není zadán žádný loader použijí se všechny dostupné současně.

adresaserveru/bmp?type={typ}&time={čas}&loaders={datové zdroje}&p1={bod1}&p2={bod2}

Tabulka 4.1: Parametry bitmap předpovědí

Název	Povinnost	Význam
type	ANO	Typ předpovědi, určuje druh vykreslených informací. Například typ <i>prec</i> reprezentuje srážky v milimetech a typ <i>temp</i> teplotu ve stupních Celsia.
time	NE	Čas předpovědi, pokud je zadán musí být ve formátu ISO 8601. Pokud zadán není nebo je zadána hodnota 0 provede se předpověď pro aktuální čas.
loaders	NE	Datové zdroje které se mají použít. Výběr datových zdrojů se provede zadáním zkratk jednotlivých zdrojů oddělených čárkami. Pokud je parametr prázdný použijí se veškeré datové zdroje služby.
p1	NE	Levý horní roh vymežující plochu bitmapy. Bod reprezentuje zeměpisné údaje v pořadí zeměpisná šířka a délka (latitude a longitude), údaje jsou odděleny čárkou. Pro oddělení celé a desetinné části souřadnice se používá tečka. Pokud bod <i>p1</i> a <i>p1</i> není zadán, bitmapa se vykreslí pro celou možnou plochu.
p2	NE	Pravý dolní roh vymežující plochu bitmapy. Bod reprezentuje zeměpisné údaje v pořadí zeměpisná šířka a délka (latitude a longitude), údaje jsou odděleny čárkou. Pro oddělení celé a desetinné části souřadnice se používá tečka. Pokud bod <i>p1</i> a <i>p1</i> není zadán, bitmapa se vykreslí pro celou možnou plochu.

Příklady požadavků:

- Požadujeme bitmapu s daty o teplotě pro aktuální čas, která pokrýváající celou možnou plochu a využívá veškeré datové zdroje.

– adresaserveru/bmp?type=temp

- Požadujeme bitmapu s daty o srážkách pro 26. 5. 2021 18:30, která pokrýváající celou možnou plochu a využívá datové zdroje od služeb OpenWeatherMap a Yr.No.

– adresaserveru/bmp?type=prec&time=2021-05-26T18:30:00&loaders=owm,yrno

- Požadujeme bitmapu s daty o srážkách pro aktuální čas, která pokrýváající město Olomouc a využívá datový zdroj od služby Medard-Online.

– adresaserveru/bmp?type=prec&p1=49.621559,17.1507294&p2=49.5211889,17.4213141&loaders=mdrd

### 4.1.2 XML a JSON předpověď

Tento požadavek nám dovoluje získat data o počasí pro určitý bod v zadaném čase, případně lze určit data o počasí pro více časů za sebou s konstantním hodinovým rozdílem. Při získávání XML nebo JSON dat potřebujeme zadat stejně jako u bitmap předpovědí zadat parametr požadovaného času *time* a datové zdroje které tento čas zpracovávají *loaders*. Dále musíme zadat požadovaný typ dat XML/JSON *data* a zeměpisný bod pro který chceme počasí určit, bod se skládá z parametrů *lon* a *lat*. Pro získání více časových oken v jedné předpovědi musíme přidat parametr reprezentující počet předpovědí *numOfFcs* a hodinový rozdíl mezi těmito předpověďmi *hourDif*.

adresaserveru/data?time=čas&lat=zeměpisná\_šířka&lon=zeměpisná\_délka&loaders=datové\_zdroje

adresaserveru/data?time=čas&numOfFcs=počet\_předpovědí&hourDif=hodinový\_rozdíl\_mezi\_předpověďmi&lat=

Tabulka 4.2: Parametry xml/json předpovědi

Název	Povinnost	Význam
data	ANO	Formát v jakém mají být data o počasí zpracována. Rozlišujeme dva typy a to <i>xml</i> a <i>json</i> .
lon	ANO	Longitude, parametr reprezentující zeměpisnou délku požadované souřadnice. Desetinná a celá část souřadnice jsou odděleny tečkou.
lat	ANO	Latitude, parametr reprezentující zeměpisnou šířku požadované souřadnice. Desetinná a celá část souřadnice jsou odděleny tečkou.
time	NE	Čas předpovědi, pokud je zadán musí být ve formátu ISO 8601. Pokud zadán není nebo je zadána hodnota 0 provede se předpověď pro aktuální čas.
loaders	NE	Datové zdroje které se mají použít. Výběr datových zdrojů se provede zadáním zkratk jednotlivých zdrojů oddělených čárkami. Pokud je parametr prázdný použijí se veškeré datové zdroje služby.
numOfFcs	NE	Počet časových oken které má předpověď obsahovat. Pokud není tento parametr zadán, v předpovědi bude právě jedno časové okno pro zadaný čas.
hourDif	NE	Hodinový rozdíl mezi jednotlivými časovými okny v předpovědi. Pokud není tento parametr zadán, v předpovědi bude právě jedno časové okno pro zadaný čas.

Příklady požadavků:

- Požadujeme předpověď o počasí pro aktuální čas v Ostravě zpracovanou všemi datovými zdroji ve formátu xml.

– adresaserveru/xml?lon=18.262524&lat=49.820923

- Požadujeme předpověď o počasí pro datum a čas 14.03.2021 18:35 v Ostravě zpracovanou všemi datovými zdroji ve formátu json.

– adresaserveru/json?lon=18.262524&lat=49.820923&time=2021-03-14T18:35:00

- Požadujeme předpověď o počasí pro datum a čas 14.03.2021 18:35 v Ostravě zpracovanou datovými zdroji OpenWeatherMap a WeatherUnlocked ve formátu xml.

– adresaserveru/xml?lon=18.262524&lat=49.820923&time=2021-03-14T18:35:00&loaders=owm,weun

- Požadujeme předpověď o počasí v Ostravě pro 5 časových oken s 3 hodinovými rozestupy počínaje aktuálním časem.

– adresaserveru/json?lon=18.262524&lat=49.820923&time=2021-03-14T18:35:00&numOfFcs=5&hourDif=3

### 4.1.3 Využívané škály

Služba nám umožňuje stažení jednotlivých škál, které používá při zpracovávání bitmap s daty o počasí. Stačí znát zkratku typu počasí a služba nám vrátí využívanou škálu.

Příklady požadavků:

- Požadujeme škálu pro teploty.

– adresaserveru/scale?type=temp

- Požadujeme škálu pro srážky.

– adresaserveru/scale?type=prec

### 4.1.4 Zkratky typů počasí

Zkratky pro jednotlivé typy předpovědí které se využívají v parametru type.

Tabulka 4.3: Zkratky typů předpovědí

Typ počasí	Jednotka	Zkratka pro API
Srážky	mm	prec
Teplota	°C	temp
Tlak	hPa	pres
Vlhkost	%	humi

### 4.1.5 Zkratky datových zdrojů

Zkratky pro jednotlivé datové zdroje které se využívají v parametru loaders. Při použití více zkratek za sebou oddělených čárkou dojde k použití více zdrojů současně.

Tabulka 4.4: Zkratky datových zdrojů

Celý název datového zdroje	Zkratka pro API
Radar.bourky	rb
Medard-online	mdrd
OpenWeatherMap	owm
Yr.no	yrno
WeatherUnlocked	weun

## 4.2 Chyba při zpracování dat

Při požadavku o dodání dat může dojít k chybě, nejčastěji při chybném zadání parametrů v API, případně i při požadování dat pro čas který ještě bitmapami není zpracován. Pokud tato situace nastane služba místo požadovaných dat vrátí json text obsahující jediný parametr *message* obsahující informace proč k pádu došlo a jak parametry upravit aby se chyba neopakovala a bylo možné nějaké informace o počasí získat.

## Kapitola 5

# Vizualizace dat

Část vizualizace dat je realizována prostřednictvím desktopové aplikace Bude-hezky napsané v C# Windows Forms. Aplikace umožňuje uživateli zobrazit informace o různých typech počasí v bodě či na trase pro zvolený čas. Předpověď je zároveň tvořena grafem a bitmapou barev pokrývající zobrazenou plochu. Data jsou distribuována webovou službou a uživatel si může zvolit které datové zdroje chce pro své předpovědi používat.

### 5.1 Obecné použití

Aplikace je tvořena několika vzájemně propojenými částmi mapou reprezentující plochu pro kterou chceme znát počasí, lištou času pro který nebo od kterého chceme počasí určit, radio buttony reprezentující typ předpovědi, comboboxy pro volbu datových zdrojů, grafem zobrazující počasí pro více časových intervalů, tlačítkem pro přehrání animace počasí společně s nastavitelnými parametry této animace a nakonec meníčkem pro nastavení aplikace případně volby určitých akcí.

Při používání aplikace si uživatel zvolí který typ počasí chce zobrazit vybráním patřičného radio buttonu a které z datových zdrojů si přeje používat zakliknutím požadovaných check boxů. Následně je potřeba zvolit čas první předpovědi reprezentovaný spodní lištou. Při každé změně času, typu počasí nebo datového zdroje dojde k vykreslení bitmapy na mapu. Bitmapa reprezentuje počasí na ploše a při změně pozice na mapě nebo změně přiblížení se bitmapa patřičně překreslí.

Typy počasí odpovídají veškerým typům poskytovaným webovou službou, jedná se tedy o srážkym, teplotu, tlak a vlhkost. Pro datové zdroje se rovněž používají veškeré datové zdroje které služba poskytuje. Lišta dat a časů je pokryta časy od šesti hodin zpět po 5 dnů dopředu od aktuálního času a krokuje se po deseti minutách.

Při určování číselných hodnot z bitmap se využívají totožné škály které webová služba používá při vytváření samotných bitmap. Tyto škály si vizualizační aplikace dokáže stáhnout a přepsat pokud dojde k jejich změně na straně webové služby.

## 5.2 Mapa

Pro vykreslení a práci s mapou se nejprve používala komponenta MapWinGIS která poskytovala veškeré potřebné vlastnosti, naneštěstí bylo zapotřebí tuto komponentu nejdříve na zařízení nainstalovat a až poté ji mohla aplikace využívat. Tento důvod způsobil nutnost výměny komponenty za konkurenci schopnou alternativu.

Pro práci s mapou se nakonec využívá komponenta GMap.NET, která je volně dostupná pro rozšíření vlastností Windows Forms. Tato komponenta nám umožňuje vykreslit mapu po které se může uživatel pohybovat, přibližovat a oddalovat ji. Komponenta dokáže určit zeměpisné souřadnice bodu ve kterém se nachází kurzor myši, takže není problém určit souřadnice požadovaného místa a ani plochy pro kterou data určujeme protože ta je vyhrazena levým horním a pravým dolním rohem mapy. Komponenta nám dovoluje přidat značky s popisky na mapu pokud máme za potřebí vyznačit zjišťovaný bod či body na trase, pro trasu se krom bodů vykreslí i křivka reprezentující celou cestu. Do mapy máme také možnost přidat bitmapu což se využívá při nakreslení dat.

Na samotné mapě se vždy při změnách času, typu a zdrojů vykresluje bitmapa reprezentující počasí, průhlednost této bitmapy má uživatel možnost nastavit prostřednictvím nastavení v menu.

## 5.3 Počasí v bodě

Při určování počasí v bodě stačí dvakrát kliknout do mapy na místo kde chceme zjistit přesnou hodnotu počasí. Následně se na tomto bodě vykreslí značka s popiskem reprezentujícím hodnotu počasí v tomto bodě. Při opětovném kliknutí na značku dojde k jejímu odstranění. Součástí předpovědi je i zobrazení grafu pod mapou, graf reprezentuje počasí v zvoleném bodě od počátečního času, teda času nastaveném na liště a každý další sloupec grafu zobrazuje počasí pro stejný bod v čase inkrementovaném o hodinu. Počet sloupců je nastavitelný.

Při zjišťování počasí v bodě se využívají data z bitmapy kterou si aplikace stáhla z webového serveru a chvíli co byl zvolen typ počasí, datový zdroj a čas. Z této bitmapy se určí pixel obsahující data o počasí pro požadovaný bod a pomocí škály je RGB hodnota převedena na desetinné číslo.

## 5.4 Počasí na trase

Mimo počasí pro jeden bod v různých časech máme možnost vykreslit i počasí na učitě trase, tedy na více různých bodech v rozdílných časech na základě rychlosti pohybu. Trasa se zadává pomocí předem vytvořeného GPX souboru obsahujícího body reprezentující samotnou trasu. Při zobrazování trasy je potřeba zjistit jakou rychlostí se po trase postupuje pro možnost zjištění postupu času na následující bodech zvolené cesty. Tato rychlost se v aplikaci může určit dvěma způsoby. Prvním je zadání počátečního času a dopravního prostředku, každý dopravní prostředek má svou vlastní předem nastavenou rychlost a při výpočtu uplynulé vzdálenosti od počátku dokážeme určit i čas v

tomto uplynulém bodě. Druhým způsobem určení času na trase je zadání času začátku cesty a času konce cesty, díky těmto dvěma informacím dokážeme určit jak dlouho trvá urazit celou cestu a tím pádem dokážeme spočítat i rychlost, když známe délku cesty.

Při požadavku o zobrazení počasí v trase musí uživatel vybrat možnost *Akce* z menu a v něm zakliknout *Nahrát trasu z GPX souboru*. Poté si uživatel vybere jednu z možností určení rychlosti dopravy, zadá tedy počáteční čas a dopravní prostředek případně počáteční a koncový čas. Nakonec vybere cestu k samotnému GPX souboru. Pokud během toho procesu dojde k jakékoliv chybě proces se ukončí a uživateli se vypíše co přesně neproběhlo správně.

Po úspěšném zadání všech parametrů a zpracování souboru je na mapě nakreslena křivka reprezentující trasu. Na této křivce je zobrazeno 10 bodů oddělených rovnoměrně od sebe, každý bod obsahuje popis informací o počasí v tomto bodě. Součástí zobrazení trasy je i vykreslení grafu pod mapou, graf obsahuje 10 sloupců kde každý sloupec reprezentuje jeden z vyznačených bodů na trase. Určování dat pro počasí v těchto bodech se provádí stejně jako v určování informací o počasí v bodě. Pro každý vykreslený bod na trase s rozdílným časem se stáhne nová bitmapa na které se najde pixel reprezentující danou zeměpisnou souřadnici a pro tento pixel se určí hodnota počasí převodem RGB hodnoty na desetinné číslo prostřednictvím škály.

## 5.5 Animace počasí

Uživatel má možnost zobrazit si animaci předpovědí pro zvolený typ počasí od zvoleného počátečního času. Při kliknutí na tlačítko pro přehrání animace dochází k vykreslení bitmap předpovědí pro zvolený typ počasí, čas počasí pro animaci začíná od zvoleného času na liště, následně se v animaci vykreslují nové bitmapy pro následující čas inkrementovaný o zvolený interval. Intervaly se pohybují v hodnotách 10min, 30min, 1h, 3h a 6h. Počet kroků animace je rovněž nastavitelný a dodává nám možnost zobrazit průběh počasí pro dlouhé či krátké úseky času. Při běhu animace můžeme vidět v jakém časovém úseku se právě nacházíme a kolikátý snímek z celkového počtu je aktuálně zpracováván.

Při zpracování animace dochází k cyklickému stahování bitmap z webové služby. Hranice bitmapy jsou ohraničeny souřadnicemi rohů mapy a čas této předpovědi je vždy o hodinu vyšší než měla předpověď předešlá. Typ počasí ani datové zdroje se u animace neliší ty jsou pro celou animaci stejné.

## 5.6 Graf

Součástí aplikace je i graf obsahující informace o předpovědích pro jednotlivé časy. Šířka grafu se dynamicky mění při změně rozměrů okna aplikace. Graf má na ose *y* sloupce ukazující hodnotu daného typu počasí v rozmezí od minima do maxima, na ose *x* se nachází čas předpovědi pro daný sloupec. Graf je vykreslován na panel pomocí základních metod knihovny `System.Drawing`,



nevyužívají pro tento účel se žádné externí knihovny. Barva sloupců společně s jejich počtem v grafu je nastavitelná.

Při vykreslování grafu pro bod reprezentují všechny sloupce stejné místo s rozdílným časem. Časy jsou od sebe posunuté o hodinu a počet vykreslených sloupců lze změnit v nastavení.

Pro tuto předpověď nám graf vykresluje počasí pro 6 rovnoměrně vzdálených míst na trase. Proto počet sloupců v tomto grafu je vždy 6. Na rozdíl od grafu pro předpověď v bodě nám tento graf na ose  $x$  reprezentuje čas sloupce v aktuálním bodě a vzdálenost tohoto bodu od počátku cesty.

Zobrazený typ jednotek předpovědi na ose  $y$  se mění dle zvoleného typu počasí v radio buttonech. Každý typ předpovědi zdá své jednotky a mimo to i minimální a maximální hodnotu počasí pro tuto jednotku. Hodnota předpovědi pro každý sloupec se tedy určí jako procentuální hodnota v rozmezí od minima po maximum.

Pokud graf aktuálně nevykresluje žádné informace tak je v poli určeném pro sloupce vypsán text popisující co pole reprezentuje a kdy zde dojde k vykreslení dat. Nejprve bylo pole úplně prázdné a neobsahovalo žádný text čímž v aplikaci vznikla velká bílá plocha bez účelu, takto uživatel na první pohled ví k čemu tam tato plocha je. Tento text v poli je vždy vypsán při startu aplikace a následně spuštění animace nebo při vymazání zobrazené předpovědi.

## 5.7 Nastavení a akce

Součástí aplikace je i menu nacházející se v horní liště. Menu je rozděleno do části nastavení pro individuální změny aplikace a akce pro rychlé volby.

V části nastavení lze nastavit adresu webové služby poskytující data o počasí. Dále se zde nachází možnost změny průhlednosti vykreslené bitmapy na samotnou mapu, lze vybrat vlastní hodnotu v rozmezí od 0 do 255 kde 0 je naprosto průhledná bitmapa a 255 bitmapa bez jakékoliv průhlednosti je zde i volba pro přímé nastavení minima či maxima bez potřeby zapisovat hodnotou ručně. Následně zde lze nastavit počet vykreslených sloupců v grafu při určování počasí v bodě. Všechny tyto hodnoty se musí nacházet v předem definovaném rozmezí od minima po maximum, při zadání neplatné hodnoty dojde k nastavení nejbližší platné. Nastavní obsahuje i možnost změny barvy sloupců grafu a nakonec zde lze i stáhnout nové škály z webové služby pro určování číselných hodnot z RGB pixelů. Při potřeba nastavení výchozích hodnot lze v nastavení zvolit i tuto variantu.

Součástí tohoto nastavení byla i možnost změny počtu kroků při animaci a změna časového intervalu mezi jednotlivými kroky. Změny těchto parametrů se nakonec přesunuly přímo do aplikace vedle tlačítka pro spuštění animace. K této změně došlo protože se předpokládá že tyto parametry se budou pravidelně měnit a proto je zbytečné je mít schované v sekci s nastavením prvků které se změní pouze jednou případně velice vyjímečně.

V části menu akce je na výběr mezi vybráním cesty z GPX souboru pro vykreslení trasy a určení počasí na ni. Druhá možnost v akcích je přemazání mapy. Tato volba slouží k vymazání hodnot na

mapě. Při této volbě dojde k smazání grafu, bitmapy počasí na mapě a značce označující počasí v bodě případně se odstraní trasa společně s jejími body a popisy.

Veškeré nastavení aplikace se ukládá do konfiguračního json souboru. Při spuštění aplikace se z tohoto souboru načtou data o adrese serveru, průhlednosti bitmapy, počtu kroků při animaci, počtu předpovědí pro počasí v bodě, poslední zvolený typ počasí a napsledy zvolené datové zdroje. Díky tomuto souboru nemusí uživatel při každém spuštění znovu nastavovat veškeré věci znovu. Při změně jakéhokoliv z těchto atributů dochází k přepsání json souboru pro udržení neustále konzistence s aplikací po ukončení aplikace a opětovném spuštění.

## 5.8 Chyby při zobrazování dat

Pokud dojde k chybě při získávání dat ze serveru vypíše se chybová hláška vrácená samotnou službou jako atribut message v chybovém json výstupu. K těmto chybám dochází nejčastěji při pokusu o získání počasí pro čas pro který nemá žádný ze zvolených datových zdrojů vytvořenou bitmapu. Pokud dochází k pádu z neznámého důvodu dochází k výpisu obecné chyby a prosba o kontrolu zda je webová služba aktuálně dostupná.

Může se stát že dojde k chybě i při určování počasí trasy z GPX soboru. Mimo pád při neschopnosti zjištění počasí pro daný bod dochází i k chybě při zpracování samotného GPX soboru při nepodporovaném formátování. Případně dochází k chybě při zadání většího počátečního času než toho koncového. Při těchto chybách dochází k oznámení informaci uživateli proč došlo k chybě a možnost napravení chyb při novém vykreslení trasy.

## **Kapitola 6**

### **Závěr**

# Literatura

1. *Medard-online* [online]. 2021 [cit. 2021-01-24]. Dostupné z: [http://www.medard-online.cz/apiforecast?run=210313\\_06&forecast=precip&layer=eu&step=13](http://www.medard-online.cz/apiforecast?run=210313_06&forecast=precip&layer=eu&step=13).
2. *Radar.bourky: chmi* [online]. 2021 [cit. 2020-10-01]. Dostupné z: [http://radar.bourky.cz/data/pacz2gmaps.z%5C\\_max3d.20201001.1600.0.png](http://radar.bourky.cz/data/pacz2gmaps.z%5C_max3d.20201001.1600.0.png).
3. SINCLAIR, David; ATKIN, Phil. *S-hull: a fast sweep-hull routine for Delaunay triangulation* [online]. 2021 [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: <http://www.s-hull.org/>.
4. *Interpolating in a Triangle* [online]. 2021 [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: <https://codeplea.com/triangular-interpolation>.
5. SKEET, Jon. *C# in Depth, Third edition*. New York: Shelter Island, N.Y: Manning, 2014. ISBN 0-816-52066-6.
6. FREEMAN, Adam. *Pro ASP.NET Core MVC 2*. New York: NY: Springer Science+Business Media, 2017. ISBN 978-1484231494.
7. A. DE LOERA, Jesús; RAMBAU, Jörg; SANTOS, Francisco. *Triangulations, Structures for Algorithms and Applications*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2010. ISBN 978-3-642-12971-1.