

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informatiky

Webová služba pro sběr a vizualizaci předpovědí počasí

**Web service for collecting and
visualizing weather forecasts**

Zadání bakalářské práce

Jiří Dvorský

Ukázka sazby diplomové nebo bakalářské práce

Diploma Thesis Typesetting Demo

+++

Podpis vedoucího katedry



+++

Podpis děkana fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 1. dubna 2016

+++
.....

Souhlasím se zveřejněním této diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v magisterských programech VŠB-TU Ostrava.

V Ostravě 1. dubna 2016

+++

.....

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.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit aplikaci, 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 an application 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

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	8
Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
1 Úvod	11
2 Datové zdroje	12
2.1 XML	12
2.2 JSON	12
2.3 JSON	13
2.4 Bitmap	13
2.5 Shrnutí použitých zdrojů	15
3 Agregace dat	16
3.1 Škála	16
3.2 Triangulace	16
3.3 Interpolace	17
4 Distribuce dat	19
4.1 API	19
5 Vizualizace dat	22
Literatura	22

Seznam použitých zkratk a symbolů

XML	– Extensible Markup Language
JSON	– JavaScript Object Notation
BMP	– Bitmap
HTML	– Hyper Text Markup Language

Seznam obrázků

1	Ukázka bitmapy od Medard-online	13
2	Ukázka snímku z radaru od Radar.bourky	14

Seznam tabulek

1	Shrnutí vlastností datových zdrojů	15
2	Parametry bitmap předpovědí	19
3	Zkratky typů předpovědí	21
4	Zkratky datových zdrojů	21

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.

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 tisíci 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 obsahujícíh data o počasí pro Ostravu na následujících 5 dnů.

<https://api.openweathermap.org/data/2.5/forecast?lat=49.820923&lon=18.262524&appid=ea63080a4f8>

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 obsahujícíh data o počasí pro Ostravu na následujících 5 dnů.

http://api.weatherunlocked.com/api/forecast/49.820923,18.262524?app_id=79ef9432&app_key=904d5

2.4 Bitmap

2.4.1 Medard

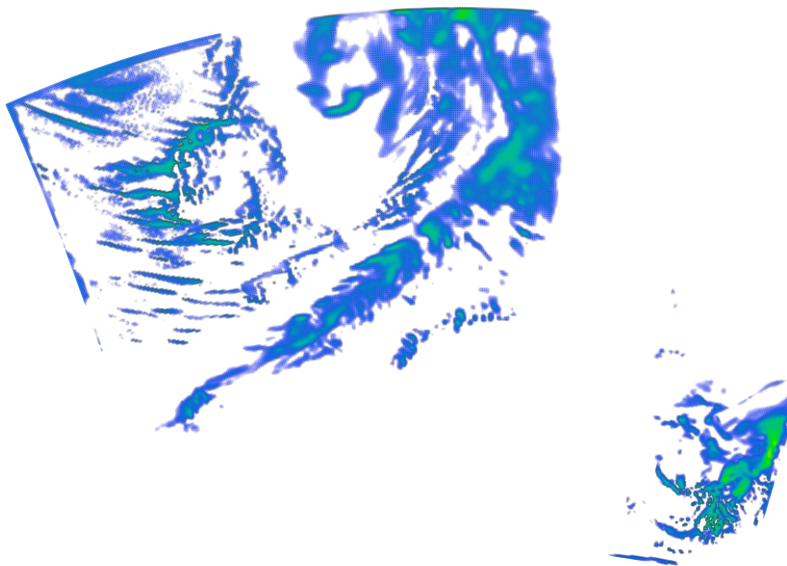
Medard je webová služba poskytující informace o počasí ve formě bitmap. Bitmapy pokrývají celou Evropu a umožňují nám zjistit počasí na 5 dnů dopředu s pouze jedno hodinovým rozestupem. Díky nízkému časovému rozestupu je možné získávat velice přesná data. Bitmapy s daty jsou uloženy vedle sebe do jednoho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

Obrázek 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.

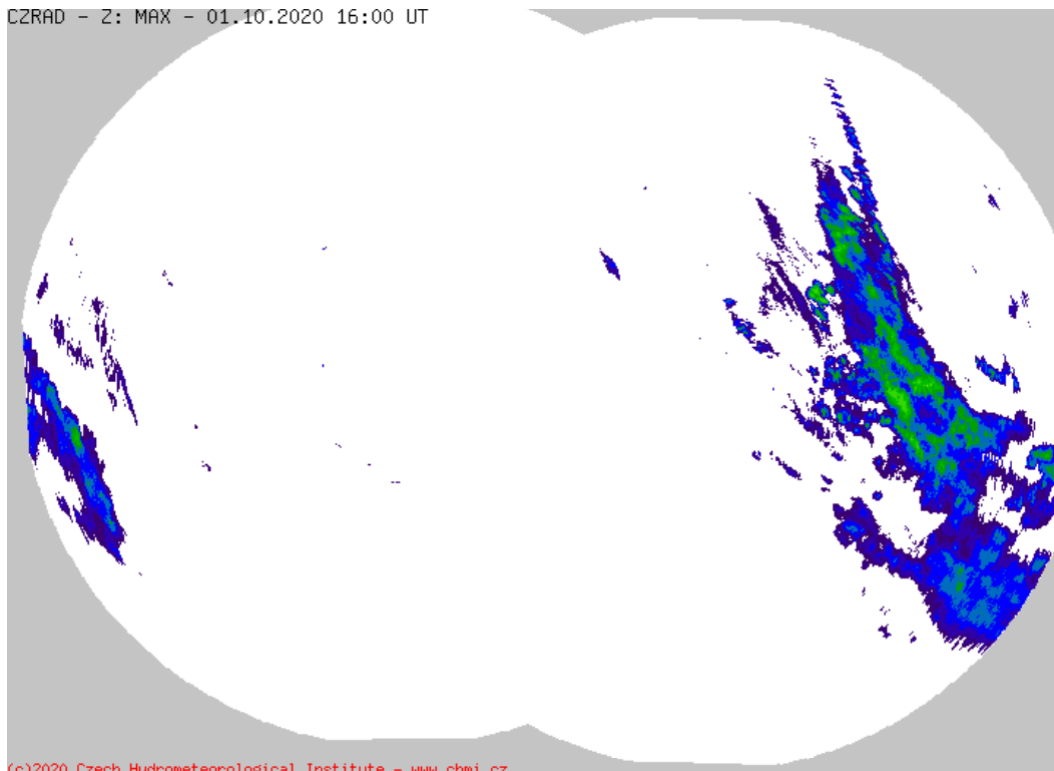
2.4.4 Ukázka API a obsahu

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

Obrázek 2: Ukázka snímku z radaru od Radar.bourky

CZRAD - Z: MAX - 01.10.2020 16:00 UT



(c)2020 Czech Hydrometeorological Institute - www.chmi.cz

2.5 Shrnutí použitých zdrojů

typ = Srážky/Teplot/Tlak/Vlhkost

Tabulka 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			ČR	A/N/N/N

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#. 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 nejbližší.
4. Nalezne bod x_k , který vytvoří nejmenší kružnici opsanou s body x_0 a x_j současně i zaznamenaná 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 . Následné 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, nebole výpočet hodnoty uvnitř objektu na základě vzdálenosti od vrcholů.

Pro výpočet interpolace postačí jednoduchý vzorec, 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 součinů vah a hodnot jednotlivých vrcholů trojúhelníku se součtem jednotlivých vah.

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

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.

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.

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

Tabulka 2: Parametry bitmap předpovědi

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 pokrývající 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 pokrývající 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 pokrývající 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=

4.1.2 XML a JSON předpověď

Tato služba 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.

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 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: Zkratky datových zdrojů

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

5 Vizualizace dat

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.
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.