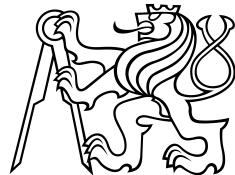


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
STUDIJNÍ PROGRAM GEODEZIE A KARTOGRAFIE
OBOR GEOMATIKA



DIPLOMOVÁ PRÁCE
ROZŠÍŘENÍ PLATFORMY GISQUICK O PODPORU
ČASOPROSTOROVÝCH DAT

Vedoucí: Ing. Martin Landa, Ph.D.
Katedra Geomatiky

Praha 2018

Bc. David Těthal



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Těthal Jméno: David Osobní číslo:

Zadávající katedra: Katedra geomatiky

Studijní program: Geodézie a kartografie

Studijní obor: Geomatika

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rozšíření platformy Gisquick o podporu časoprostorových dat

Název diplomové práce anglicky: Gisquick platform extension supporting spatio-temporal data

Pokyny pro vypracování:

Rešerše možných metod řešení podpory časoprostorových dat pro webové publikáční mapové platformy obecně. Implementační rámec práce je zaměřen na open source publikáční platformu Gisquick ve vývojové větvi vue-client, konkrétně přidání podpory zobrazování vektorových dat s časovým rozměrem. Součástí je také úprava zásuvného modulu Gisquick pro QGIS rozšiřující jej o funkcionality spojenou s publikací časoprostorových dat.

Seznam doporučené literatury:

Kurt Menke, G.: Mastering QGIS, Packt Publishing, 2015, ISBN: 9781784390068

Chris Brunsdon, Alex David Singleton, Geocomputation: A Practical Primer, 978-1446272930

Lionel Lopez: Vue: Step-By-Step Guide To Mastering Vue.js From Beginner To Advanced, 978-1976214387

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Martin Landa, PhD.

Datum zadání diplomové práce: 23.2.2018 Termín odevzdání diplomové práce: 20.5.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

..... Podpis vedoucího práce

..... Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

..... Datum převzetí zadání

..... Podpis studenta(ky)

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je návrh a vytvoření nástroje rozšiřujícího mapovou publikáční platformu Gisquick o podporu práce s časoprostorovými daty. Nástroj nabídne uživateli přehledné uživatelské rozhraní, které umožní výběr mapových prvků vektorových vrstev na základě jejich časových hodnot. Výběr bude zároveň možné provádět automatizovaně a vytvářet tak jednoduché animace.

První část práce zahrnuje rešerší fungování webových publikáčních platform a mapových serverů. Detail je především kladen na popis jejich principu podpory časoprostorových dat. Na základě rešerše byla zvolena optimální metoda, která byla posléze vhodně aplikovaná na platformu Gisquick.

Druhá část práce se zabývá implementací nalezeného řešení v platformě Gisquick. Nástroj na straně webového klienta byl vyvíjen v programovacím jazyce JavaScript s použitím frameworku Vue.js, do kterého je v tuto chvíli stávající webový klient přepisován. Spolu s úpravami webového klienta bylo dále nutné zahrnout novou funkcionality do zásuvného modulu pro QGIS, sloužícího k publikaci předem vytvořených projektů. V zásuvném modulu je možné pro jednotlivé vrstvy identifikovat jejich atribut obsahující časové hodnoty.

Klíčová slova: časoprostorová data, selekce mapových prvků, webový klient, QGIS, JavaScript, Python, Vue.js, plugin.

Abstract

The goal of this thesis is to design and implement a new filtering tool in the map-publicating platform Gisquick. The new tool focuses on the selection of spatio-temporal data. It provides a simple user interface that enables map features filtration based on their time values. The filtering tool may be applied only for vector layers. In addiction, selection could be done automatically in order to make simple animations.

First chapter concentrates on the research of web map platforms and web mapping servers. This part provides a clear description of spatio-temporal data support for mapping servers. In reference to the research, the optimal solution is found and applied on Gisquick platform filtering tool.

Second chapter describes the implementation of optimal solution on Gisquick platform. Filtering tool in the web client is developed in programing language JavaScript with Vue.js framework. The entire web client is being migrated into this framework at the moment. Another change is completed in Gisquick QGIS plugin. It allows users to identify time layers where attribute containing time values has to be specified for each layer during the publication process.

Keywords: spatio-temporal data, map feature filtration, web client, QGIS, plugin, JavaScript, Vue.js

Prohlášení Tímto prohlašuji, že diplomovou práci na uvedené téma jsem včetně výzkumu a implementace vypracoval samostatně. Použitá literatura a podkladové materiály jsou uvedeny v seznamu zdrojů.

V Praze
.....
(podpis autora)

Poděkování Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Martinu Landovi, PhD., za jeho ochotnou podporu, která mi velkou měrou dopomohla k dokončení této práce. Dále děkuji Marcelu Dancákovi za jeho užitečné rady týkající se platformy Gisquick. Na závěr bych chtěl stejnou měrou poděkovat své rodině, která při mne po celou dobu mého studia stála.

Obsah

Úvod	9
I Webové publikáční mapové platformy	11
1 Principy mapových publikáčních platform	12
1.1 Mapy a internet	12
1.2 Fungování interaktivních mapových platform	13
1.3 Open Geospatial Consortium	14
1.4 Web Map Services (WMS)	15
1.5 Parametry WMS	16
1.6 Parametr TIME	17
2 Webové mapové platformy	19
2.1 MapServer	19
2.2 GeoServer	23
2.3 ArcGIS	28
2.4 ArcGIS Server	29
2.5 ArcGIS Online	31
2.6 QGIS server	33
2.7 Zhodnocení	34
II Platforma Gisquick	35
3 Představení platformy Gisquick	36
3.1 Komponenty	36
3.2 Uživatelské rozhraní webového klienta	37
3.3 Uživatelské rozhraní zásuvného modulu	38
3.4 Použité technologie	39

4 Implementace nástroje pro Gisquick plugin	41
4.1 Uživatelské rozhraní	41
4.2 Funkcionalita	43
4.3 Metadatový soubor	47
5 Implementace nástroje do webového klienta	49
5.1 Uživatelské rozhraní	49
5.2 Princip časové filtrace	51
5.3 Inicializace nástroje	52
5.4 Filtrace jedné časové vrstvy	52
5.5 Filtrace všech viditelných časových vrstev	54
5.6 Tvorba animace	58
Závěr	60
Seznam zkratek	62
A Struktura elektronické přílohy	66
B Uživatelský manuál	67
B.1 Instalace	67
B.2 Grafické uživatelské rozhraní	69
C Ukázka	75
D Seznam obrázků a tabulek	78

Úvod

Časoprostorová data jsou pro mnoho lidí velice obecný pojem, pod kterým si často nedovedou nic konkrétního představit. Takto označovaná data jsou v dnešní době již běžně používána ve velké řadě oborů od archeologie, geodézie, geologie, stavebního inženýrství, územního plánování až po armádní účely, zemědělství a meteorologii. Nejedná se tedy v žádném případě o specializovaný termín používaný pouze v jednom vědním oboru.

Práci s časoprostorovými daty lze rozdělit na dvě skupiny. Na jedné straně jsou odborníci, kteří časoprostorová data sbírají, provádějí analýzy, vyhodnocují je pomocí specializovaných programů a vytvářejí nad nimi tématické mapy. Na druhé straně je poté široká veřejnost, která používá pouze finální produkt jejich práce.

V dřívější době byla možnost publikace těchto dat jen velice omezena. To se v dnešní době s rozšířením internetu a nástupem elektronicky publikovaných map pomocí publikačních platform rapidně změnilo. Právě publikační platformy vyplňují mezeru mezi odborníky a širokou veřejností tím, že dávají téměř každému možnost prezentace dat v ucelené formě.

Spojení publikační platformy a časoprostorových dat je potom dalším krokem, který možnost prezentace dat ještě umocní. Pomocí vhodně vytvořených nástrojů pro filtrování dat na základě jejich časové osy se dají vytvářet simulace zobrazující průběh určitého vlivu v čase na určitém místě. Tímto způsobem se dá například jednoduchým způsobem simulovat vývoj požárů, migrace zvěře, nebo expanze měst. Pro uživatele lze rovněž dosáhnout lepšího časového vjemu, vytvořením názorné animace, kdy se zobrazovaný stav mění s předem nastaveným časovým krokem.

Jednou z takových publikačních platform je právě Gisquick. V tomto případě se navíc jedná o interaktivní platformu, kde může uživatel nejenom na data nahlížet, ale také měnit způsob jejich vizualizace. Ke stávajícím datům se rovněž dají přidat podkladové vrstvy, které uživateli zlepší celkový pohled na zobrazovanou situaci. Výhodou při publikaci časoprostorových dat na platformě Gisquick je také jejich univerzálnost. Nezáleží tedy, zda-li jsou data pořízena s odstupem minut či roků. Díky jednoduchému nastavení lze nástroj přizpůsobit téměř jakémukoli časovému intervalu. Velká benevolence je rovněž ve vstupním formátu časového řetězce.

Na platformu Gisquick resp. její rozšíření o podporu pro časoprostorová data se zaměřuje obsah této práce. Hlavní téma je zaměřeno na implementaci rozhraní pro podporu zobrazování vektorových dat obsahujících časovou složku. Rastrová data v podpoře zobrazování časoprostorových dat zahrnuta nejsou. V práci je podrobně popsán nástroj pro práci s časoprostorovými daty, jeho jednotlivé části a samotná implementace na platformě Gisquick.

Součástí implementace je také část zaměřená na rozšíření zásuvného modulu pro program QGIS. Do něj bylo přidáno nezbytné uživatelské rozhraní umožňující uživateli zvolit pro jednotlivé vrstvy jejich časový atribut tj. atribut obsahující časovou hodnotu. V části práce věnované zásuvnému modulu je popsána jeho funkce v publikaci projektu a postup, kterým bylo jeho uživatelské rozhraní doplněno.

S rozšířením o novou funkcionalitu také úzce souvisí výzkum možných metod práce s časoprostorovými daty použitelných pro platformu Gisquick. Rešerše již aplikovaných metod na webových mapových serverech a aplikacích je obsažena v první části práce.

Část I

Webové publikační mapové platformy

1 Principy mapových publikáčních platforem

1.1 Mapy a internet

Lidé vytvářejí mapy po tisíce, ale již dávno je dobá, kdy bylo nutné pro nahlédnutí do mapy uchovávat její fyzický otisk či originál. Problémem takových map je jejich nákladná distribuce a omezené možnosti obsahu. Mnohem efektivnějším způsobem jak distribuovat mapy pro veřejnost se v dnešní době stávají webové mapové platformy. Jedna z nejvyužívanějších *Google Maps* byla spuštěna již začátkem roku 2005 [2]. Obecně se mapové platformy dělí na dvě skupiny: statické a interaktivní.

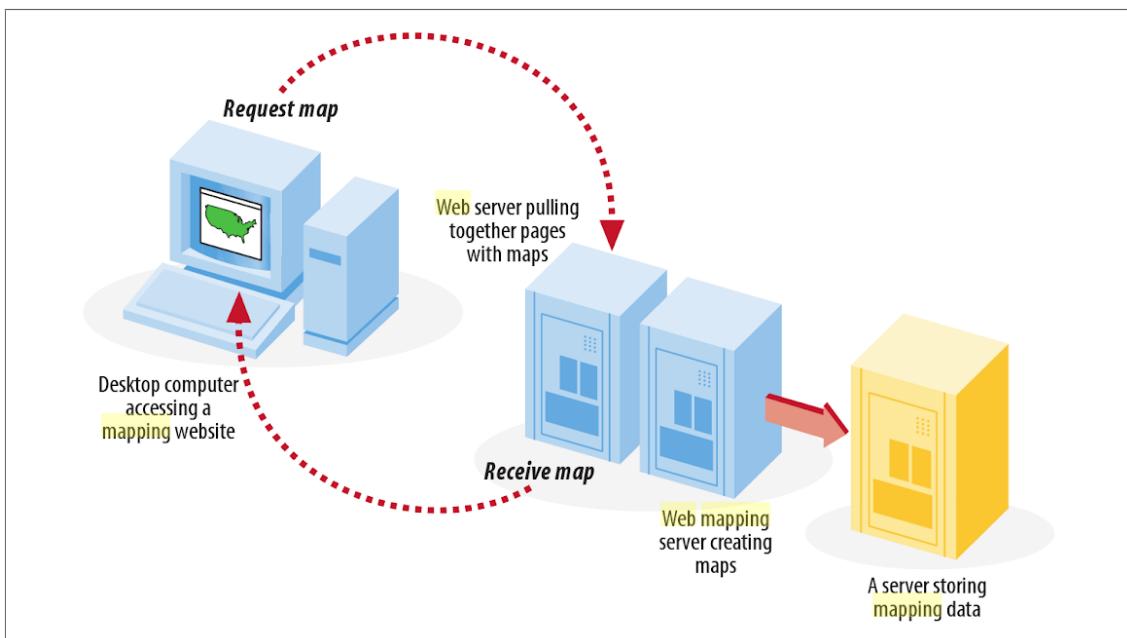
Statické mapové platformy nejsou z důvodu jejich úzkého zaměření dnes již tolik běžné, avšak tvorba jejich obsahu je oproti mapám interaktivním velice snadná. V podstatě se jedná pouze o mapový obraz vložený do webového rozhraní mapové platformy, přičemž jeho obsah je pevný a neměnný. Publikované mapové obrazy se dají vytvořit pomocí specializovaných kartografických programů, nebo skenováním již existujících map. Takto vytvořené podklady jsou na webu velice snadno distribuovatelné a kladou výrazně menší nároky na výpočetní techniku.

Jak již název napovídá **interaktivní mapové platformy** jsou takové platformy, u kterých má možnost uživatel měnit jejich obsah. Nejčastěji se jedná o výběr podkladové mapy, filtraci mapových prvků, přibližování a oddalování. Zjednodušeně řečeno se jedná o interakci uživatele s webovým rozhraním dané aplikace, která dle uživatelem kladených příkazů opakovaně aktualizuje svůj obsah[1]. Tato zkutečnost dělá z interaktivních map velice účinný nástroj. Na druhou stranu je nutné říci, že výroba a distribuce map pro takové platformy je o poznání složitější.

1.2 Fungování interaktivních mapových platforem

V dnešní době se v očích uživatelů těší velkému zájmu oproti statickým mapovým platformám právě mapové platformy interaktivní. Proto se jimi tato podkapitola bude zabývat podrobněji.

Interaktivních mapových platforem existuje velké množství. Jejich základní princip fungování je však ve většině případů stejný a jednotlivé platformy se liší pouze svými možnostmi, obsahem a využitím.



Obrázek 1: Diagram znázorňující základní části interaktivních mapových platforem a jejich interakci s uživatelem: [1]

Na Obrázku 1 je znázorněn jednoduchý diagram, který popisuje fungování interaktivní webové aplikace a jejích základních komponentů. Jedná především o tyto části:

*Koncové zařízení označované také jako webový klient, využívající počítač, tablet, nebo mobilní telefon. Výsledná rychlosť webové aplikace a její přinášený požitek dnes již není limitován tolík výpočetní rychlostí klienta, ale především rychlostí internetového připojení. Většinu nutné komunikace přitom zastavá webový prohlížeč, který pomocí *request URL* získává informace z hostujícího serveru, na kterém je webová aplikace reálně uložena.*

Webový server - přijímá požadavky od klienta a zastává nutnou komunikaci mezi mapovým serverem a uložištěm dat. Na webovém serveru je uložena aplikace a na vyžádání poskytuje obsah webové aplikace klientovi.

Webový mapový server - jedná se o program, který na základně požadavků poslaných od webového klienta vytváří mapové kompozice. Data použitá mapovým serverem jsou v uložišti, do kterého má server přístup. Vytvořený mapový obraz je posléze odeslán zpět webovému klientovi. Mapových serverů existuje více. Těm nejvíce používaným se bude věnováno v kapitole 2.

Uložiště dat - zde jsou fyzicky uložena všechna data potřebná k vytvoření mapové kompozice, nebo její části. Jedná se o rastrová či vektorová geografická data ve vhodném formátu, která dokáže webový mapový server zpracovat. Dále jsou zde uložena metadata, která jsou nutnou součástí prostorových dat. Metadata popisují geografická data v předem dané struktuře [1].

Důležitou součástí každé webové mapové aplikace je samotná komunikace mezi jednotlivými jejími komponenty. V následujících podkapitolách bude brán zřetel převážně na komunikaci mezi webovým klientem a webovým mapovým serverem. Konkrétně na metody, které jsou používané pro získání mapového obrazu. Nejvíce používanou metodou, převážně v aplikacích s otevřeným kódem (viz. kapitoly 2.1, 2.2, 2.6), je použití protokolů poskytovaných mezinárodní standardizační organizací *Open Geospatial Consortium (OGC)*.

1.3 Open Geospatial Consortium

Open Geospatial Consortium (OGC) je mezinárodní nezisková organizace zahrnující komerční, vědecké, vládní a nevýdělečné organizace, které se zabývají vytvářením kvalitních specifikací pro prostorová data. Tyto specifikace jsou volně dostupné pro kohokoli za účelem zlepšení sdílení prostorových dat po celém světě [3].

OGC specifikace jsou technické dokumenty detailně popisující rozhraní, nebo kódování. Tyto dokumenty jsou dále použity na straně vývojářů k tvorbě produktů. Hlavním přínosem je skutečnost, že dva nezávisle vyvíjené programy používající OGC standardy by měly být vzájemně kompatibilní [3]. Celkem se jedná o více než 50 specifikací. Vzhledem k zaměření implementačního rámce této práce (viz. kapitoly 5.3, 5.2), budou konkrétněji popsány pouze následující:

- *Web Map Services (WMS)* - WMS nabízí jednoduché HTTP rozhraní pro posílání žádostí o georeferencovaný mapový obraz. Na základě WMS dotazu server odpoví odesláním rastrové mapy, která obsahuje požadované mapové prvky v daném výřezu (dlaždice).
- *Web Map Tile Services (WTMS)* - princip fungování WMPS komunikace klient-server je obdobný jako u WMS. Rozdíl je však v tom, že v případě WMPS jsou požadované dlaždice již předem vytvořeny a uloženy v interní paměti serveru. Server je tedy nemusí při každém dotazu znova vytvářet, což při velkém množství dotazů celý proces výrazně zrychlí.

1.4 Web Map Services (WMS)

WMS je mapová služba, která na základě poskytnutých parametrů vytváří požadovanou mapovou kompozici. Mezinárodní standard dále definuje „mapový obraz“ jako digitální vyobrazení geografických informací, které je vhodné pro počítačové obrazovky a displeje. V případě mapové kompozice jako takové se tedy nejedná o data, ale o jejich produkt. Mapové kompozice jsou poskytovány mapovým serverem v běžných obrazových formátech, jako např. PNG, GIF, nebo JPEG. Méně často se také jedná o vektorovou grafiku ve formátech SVG, nebo WebCGM [4].

Popisovaný standard definuje několik operací, každou s odlišným výstupem. Tyto operace vrací uživateli informace o samotné službě, nebo poskytují mapu či informace o zobrazovaných mapových prvcích.

- *GetCapabilities* - operace vrací dokument obsahující popis dat ve formátu XML. Pomocí GetCapabilities lze zjistit počet vrstev, jejich rozsah v podporovaných souřadnicových systémech atd.
- *GetMap* - jedná se o nejdůležitější operaci, protože jejím výsledkem je samotný mapový obraz. K jeho získání je potřeba poskytnout sadu parametrů, na základě kterých je mapovým serverem vytvořen. Těmito parametry bude věnována následující kapitola 1.5.
- *GetFeatureInfo* - operace vrací informace o prvcích zobrazených na mapě.

- *GetLegendGraphic* - dle poskytnutých parametrů vytvoří tato operace legendu, kterou server vrátí jako obraz ve zvoleném formátu.

1.5 Parametry WMS

Parametry obecně slouží ke specifikaci úkonu, který od mapového serveru požadujeme. Jedná se tedy o vstupní informace na základě kterých nám server odpoví. Parametrů je velké množství, některé jsou používány vždy, některé jen velice ojediněle. Možnosti použití parametrů se liší dle operace (requestu), kterou provádíme.

Níže uvedené parametry se vztahují pouze k operaci *GetMap*. Jsou zde uvedeny pouze nejdůležitější parametry a dále ty parametry, které se týkají implementační části práce (viz. kapitola 5.2). U operací jako *GetCapabilities*, nebo *GetFeatureInfo* může být popsáný význam parametrů odlišný. V některých případech není možné parametr použít vůbec.

- *VERSION* - specifikace verze WMS.
- *REQUEST* - výběr provedené operace (v případě požadavku o mapovou kompozici se jako *REQUEST* parametr použije "GetMap").
- *LAYERS* - seznam oddělený čárkami obsahující názvy vrstev, které budou použity pro tvorbu mapy
- *SRS* - zkratka SRS v překladu znamená "geodetický referenční systém". Tímto parametrem je tedy určeno v jakém geodetickém referenčním systému jsou poskytnuté parametry např. BBOX.
- *BBOX* - jedná se o souřadnice výřezu, pro který je mapový obraz generován. Pro definování výřezu je třeba zadat souřadnice levého spodního a pravého horního rohu. Seznam souřadnic tedy parametr vypadá následovně "minX, minY, maxX, maxY".
- *FORMAT* - nastavení formátu výstupního souboru (mapového obrazu).
- *WIDTH* - celočíselná hodnota udávající šířku výsledné mapové kompozice v pixelech. Jinak řečeno se jedná o vzdálenost v pixelech osy X danou body *BBOX* tj. vzdálenost minX a maxX. Osa Y odpovídá parametru *HEIGHT*

Mezi další méně používané parametry patří např. *EXCEPTIONS*, *STYLES*, *FORMAT*, *ELEVATION*, *BGCOLOR*, *TRANSPARENT*, *TIME* (jeho použití se liší viz. kapitoly 2.1, 2.2) [4].

Výše uvedené parametry lze rozdělit na dvě části a to povinné a nepovinné viz. tabulka:

parametr	povinný
VERSION	ano
REQUEST	ano
STYLES	ano
SRS	ano
BBOX	ano
WIDTH	ano
HEIGHT	ano
TRANSPARENT	ne
EXCEPTIONS	ne
TIME	ne
ELEVATION	ne
BGCOLOR	ne

Tabulka 1: Výpis parametrů a jejich povinnost použití: [4]

1.6 Parametr TIME

S ohledem na téma této práce a kapitoly 2.1, 2.2 je vhodné přiblížit si parametr *TIME* podrobněji a popsat způsob jeho použití a možnosti, které nabízí.

Dle OGC je formát parametru *TIME* dán normou ISO 8601:1988(E), která rozšiřuje normu ISO 8601. Oproti té jsou přidány další specifikace[4]:

- Syntax pro datové kolekce. Jejich začátek, konec a periodické opakování.
- Definice speciálních znaků pro vyjádření sedmi dní v týdnu.
- Možnost zadání data před rokem 1 našeho letopočtu a to až do časově vzdálených geologických období (milyóny a miliardy let v minulosti).

Základní časový formát ISO 8601:1988(E) rozšířené normy umožňuje specifikovat časový formát až na úroveň tisícin sekund. Ne pro každou hodnotu je však vyžadována takováto přesnost. Proto lze formát upravit tak, že jsou odstraněny zpřesňující číslice.

Základní formát vypadá následovně:

ccyy-MM-ddThh:mm:ss.SSSZ

A jeho zjednodušená forma pro vyjádření hodnoty s přesností na dny:

ccyy-MM-dd

V ukázkách časových formátů jsou použita jednotlivá označení:

- cc 2 číslice století
- yy 2 číslice rok
- MM 2 číslice měsíc
- dd 2 číslice den
- hh 2 číslice hodina
- mm 2 číslice minuta
- ss 2 číslice sekunda
- SSS 3 číslice milisekunda
- T slouží k oddělení hodnot určující den a hodnot určující čas uvnitř dne
- Z slouží k definici časového pásma vztaženému ke koordinovanému světovému času UTC

Speciální znaky pro zadávání dnů v týdnu jsou: 'MON', 'TUE', 'WED', 'THU', 'FRI', 'SAT', 'SUN'. Pravěká období se definují např: M150 150 mil. let před Kristem (období Jura), K18 pozdní Doba ledová

2 Webové mapové platformy

Mapových publikáčních platform existuje v dnešní době velké množství. Mohou být přizpůsobeny účelu za kterým byly vytvořeny, nebo konkrétním vstupním datům se kterými pracují. Podpora pro práci s časoprostorovými daty tedy není integrovaná ve všech. Tato skutečnost je zároveň způsobena tím, že časoprostorová data nejsou podporována všemi mapovými servery. Právě podpora na straně webového mapového serveru je při tvorbě mapové publikáční platformy klíčová, nikoli však nutná.

V této kapitole jsou představeny konkrétní webové mapové servery, a dále je popsán jejich způsob podpory časoprostorových dat. Na závěr některých podkapitol je dále přidána ukázka webové mapové platformy využívající daný mapový server.

2.1 MapServer



Obrázek 2: Logo MapServer: [5]

MapServer je platforma s otevřeným kódem, která byla vytvořena pro publikaci prostorových dat a interaktivních mapových aplikací. Byla vytvořena v devadesátých letech na Minnesotské univerzitě. V té době se jednalo o jeden z prvních podporovaných projeků organizací OSGeo¹. Je nutno podotknout, že MapServer není ani nebyl navržen jako stoprocentní GIS systém. Důvod jeho vzniku je dán potřebou agentury NASA, která hledala způsob jakým zprostředkovat satelitní snímky veřejnosti. MapServer je napsán v jazyce C a podporuje všechny hlavní operační systémy jakou jsou Windows, Linux a Mac OS X [5].

Podpora časových dat

¹OSGeo je nevládní nezisková organizace s cílem podporovat a prosazovat společný vývoj otevřených geoinformačních technologií a dat [17]

Od verze 4.4 je v MapServeru přidána podpora, která dokáže interpretovat WMS parametr TIME (viz. kapitola 1.6) obsahující časovou hodnotu. MapServer tuto hodnotu zpracuje a v dotazu vrátí odpovídající mapový obraz.

K tomu, aby bylo možné vybírat mapové prvky jednotlivých vrstev pomocí atributu TIME, musí každá vrstva obsahovat následující metadata [5]:

- *wms-timeextent* - povinná hodnota obsahující interval časových hodnot, které vrstva obsahuje. Tento interval lze zjistit pomocí operace *GetCapabilities*.
- *wms-timeitem* - povinná hodnota obsahující název záznamu v databázi, ve kterém jsou časová data uložena.
- *wms-timedefault* - nepovinná hodnota určující implicitní hodnotu v případě, že časová hodnota pro daný záznam chybí.

Záznam obsahující vrstvu s časoprostorovými daty vypadá následovně:

```
LAYER
  NAME "earthquakes"
  METADATA
    "wms_title"      "Earthquakes"
    "wms_timeextent" "2004-01-01/2004-02-01"
    "wms_timeitem"   "TIME"
    "wms_timedefault" "2004-01-01 14:10:00"
    "wms_enable_request" "*"
  END
  TYPE POINT
  STATUS ON
  DATA "quakes"
  FILTER ('[TIME] ==' '2004-01-01 14:10:00')
  CLASS
    ..
  END
END
```

Formáty časových dat a syntaxe

Výhodou použití MapServeru je jeho podpora dalších časových formátů, které nejsou v normě ISO 8601:1988(E), používané pro operaci *WMS TIME*, definovány. Ke specifikování validních časových formátů je možné pro každou vrstvu definovat *wms-timeformat*

```
"wms_timeformat" "YYYY-MM-DDTHH"
```

Dotaz s parametrem *TIME* umožňuje přesně specifikovat mapové prvky, které bude vytvořený mapový obraz obsahovat. Tímto způsobem je možné vybírat mapové prvky vrstvy pro specifické datum, nebo časový interval. MapServer podporuje následující syntax (časové hodnoty jsou uvedeny ve formátu 'YYYY-MM-DD'):

- *TIME=2004-10-12* pro jednu konkrétní hodnotu atributu.
- *TIME=2004-10-12, 2004-10-13, 2004-10-14* pro více konkrétních hodnot.
- *TIME=2004-10-12/2004-10-13* pro jeden konkrétní interval hodnot.
- *TIME=2004-10-12/2004-10-13, 2004-10-15/2004-10-16* pro sjednocení více intervalů.

Princip podpory časoprostorových dat

Princip fungování dotazu s parametrem *TIME* je velice snadný. Po té co MapServer přijme request, převeďe parametr *TIME* na parametr *FILTER*. Tento parametr má na vstupu název atributu obsahujícího časové hodnoty. Atribut je uložený v metadatech časové vrstvy[5]. Další hodnotou je pouze převedená hodnota časového parametru. V praxi vypadá filtr následovně:

- Pro výběr mapových prvků s konkrétní hodnotou atributu, např. *2004-10-12* hodnotu pro parametr *FILTER* převeďe na *'[time-item]' eq '2004-10-12'*
- Pro selektování mapových prvků s konkrétním intervalom hodnot, např. *2004-10-12/2004-10-13*, interval pro parametr *FILTER* převeďe na *('[time-item]' ge '2004-10-12') AND ('[time-item]' le '2004-10-13')*

Webové mapové platformy

Webová mapová platforma zobrazující vývoj písčité pláže **Gay Stand Sands** (<http://spatial.mtri.org/stampsands/>) využívá možnost selekce časových dat. Její zvláštností však je, že k tomu není použit parametr *TIME*. Jelikož se jedná o malé množství časových epoch, jsou tyto epochy rozděleny do jednotlivých vrstev s pojmenováním podle časového filtru. Při requestu na konkrétní rok se tedy z mapového serveru vrací konkrétní vrstva. Tento způsob je zvolen z důvodu nekonzistence rastrových dat, která byla pořizována mezi lety 1938 až 2016.



Obrázek 3: Ukázka zobrazující webovou platformu Gay Stand Sands a její uživatelské rozhraní [21]

2.2 GeoServer



Obrázek 4: Logo GeoServer [6]

Stejně jako u MapServeru se jedná o serverový program s otevřeným kódem. GeoServer je napsán v jazyce Java a umožňuje, na základě otevřených standardů poskytovaných organizací OGC (viz. kapitola 1.3), sdílet a upravovat geografická data.

GeoServer vznikl v roce 2001 v neziskovém technologickém inkubátoru *The Open Planning Project* ve městě New York. V době vzniku bylo hlavním cílem vytvoření sady nástrojů, které umožní větší vládní průhlednost. Jako první nástroj vznikl právě GeoServer. Pomocí něj mohla být veřejnost lépe zapojena do vládních záležitostí, především územního plánování.

Podpora časových dat

Podpora časoprostorových dat na straně GeoServeru je velmi podobná té v MapServeru. GeoServer podporuje v operaci *GetMap* atribut *TIME*. Pro jeho použití je nutné mít správně nastavenou vrstvu, která časová data obsahuje.

Nejjednodušším způsobem nastavení vrstvy je využití webového rozhraní pro GeoServer viz. obrázek 5. V záložce *Dimensions* je nutné nastavení. V případě nastavení časové vrstvy je potřeba nejprve zaškrtnout políčko *Time Enabled*. Další nastavení je následující [6]:

- *Attribute* - zde je nutné vybrat atribut, který obsahuje časovou složku. Na základě něj jsou zjištěny časové hodnoty. Volba atributu je možná pouze pro vektorové vrstvy.
- *End Attribute* - jedná se o nepovinné pole. Pomocí *End Attribute* je nastavena horní hranice intervalu hodnot, pro které je daný mapový prvek zobrazován.

Edit Layer

Edit layer data and publishing

fmi:hirlam_contour_temp

Configure the resource and publishing information for the current layer

Data **Publishing** **Dimensions** **Tile Caching**

Time

Enabled

Attribute

phenomenonTime

End Attribute (Optional)

Choose One

Presentation

List

Default value

Use the domain value nearest to the reference value

Reference value

2013-11-11T12:30:00Z

Obrázek 5: Záložka konfigurace časové vrstvy na GeoServeru [6]

- *Presentation* - nastavení prezentace dat pro *GetCapabilities* operaci. Pokud jsou hodnoty diskrétní, tak je možné nastavit možnost *List*, *interval and resolution* pro hodnoty v intervalu s daným krokem, nebo *continuous interval* pro souvislý interval hodnot. Možnost *List* je vhodná například pro aplikace využívající animace, přičemž jeden časový okamžik odpovídá jednomu snímků animace.
- *Default value* - jedná se o hodnotu zastupující data, která pro zvolený atribut neobsahuje žádnou časovou hodnotu. Existuje několik možností jak *Default value* zvolit:
 - *smallest domain value* - uloží nejnižší hodnotu časového atributu
 - *biggest domain value* - uloží nejvyšší hodnotu časového atributu
 - *nearest to the reference value* - uloží hodnotu časového atributu, která je nejblíže dané referenční hodnotě (*Reference value*)

- *reference value* - uloží danou referenční hodnotu tak, jak je. Není brán ohled na skutečnost, zda-li je její použití vhodné.
- *Reference value* - pole pro zvolení referenční hodnoty sloužící při určení *Default value*.

Formáty časových dat a syntaxe

Obecná syntaxe pro dotaz s konkrétní hodnotou parametru *TIME* vypadá následovně:

`TIME=<timestring>`

Parametr *TIME* je při *GetMap* requestu vždy aplikován na všechny aktuálně aktivní vrstvy definované parametrem *LAYERS*. Vrstvy bez časové složky tedy nejsou parametrem *TIME* nijak ovlivněny.

Pro zobrazení jednotlivých časových hodnot, intervalu a více hodnot je syntaxe následující [7]:

- *TIME=2004-10-12* pro jednu konkrétní hodnotu atributu.
- *TIME=2004-10-12,2004-10-13,2004-10-14* pro více daných hodnot.
- *TIME=2004-10-12/2004-10-13* pro jeden konkrétní interval hodnot.
- *TIME=2004-10-12/2004-10-13,2004-10-15/2004-10-16* pro více intervalů.

Na první pohled je vidět, že rozdíl v syntaxi je v porovnání s MapServerem minimální. Mapserver však nabízí navíc možnost specifikace relativních časových intervalů. Namísto přesné specifikace začátku a konce intervalu je možné specifikovat začátek, nebo konec intervalu a přidat dobu jeho trvání. Začátek či konec intervalu je zadán stejným formátem, který je zobrazen výše. Pro hodnotu aktuálního času je možné časovou hodnotu nahradit slovem *PRESENT*.

Syntaxe pro specifikaci relativních intervalů je následující[7]:

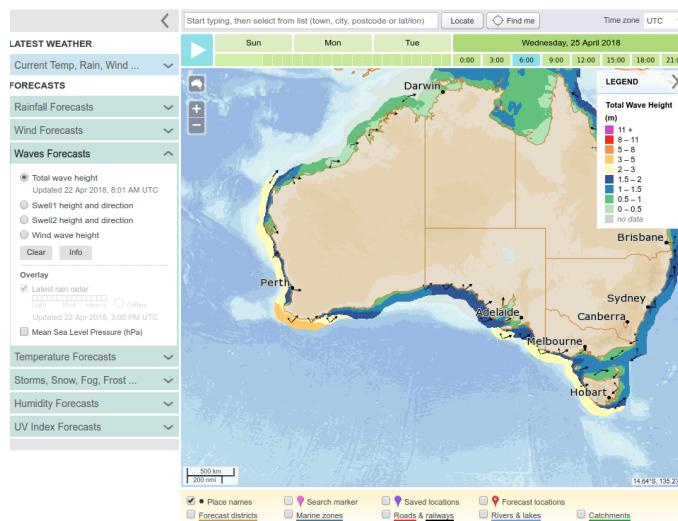
- *TIME=2002-09-01T00:00:00.0Z/P1M* pro interval hodnot pokrývající celý měsíc září 2002. Pro celý den 1. září 2002 by bylo možné použít hodnotu P1D.

- TIME=P1D/2010-12-25T00:00:00.0Z pro interval hodnot pokrývající celý den 24. prosince 2010.
- TIME=PT36H/PRESENT pro časový interval 36 hodin v minulosti od aktuálního časového okamžiku.

Webové mapové platformy

(<http://www.bom.gov.au/australia/meteye>) je webová mapová platforma zobrazující meteorologické observace a předpovědi pro celý australský kontinent. Jedná se o interaktivní mapovou platformu vytvořenou Australským úřadem pro meteorologie (Australian Bureau of Meteorology).

Webové rozhraní obsahuje panel s tématickými mapovými kompozicemi, který slouží ke specifikaci konkrétních meteorologických jevů. Zde lze vybrat typ předpovědi například vodní srážky, teplotu, sílu a směr větru atd. Mapové okno mimo standardních mapových prvků jako jsou legenda a grafické měřítko, nabízí rovněž možnost zobrazení předpovědi počasí pro daný časový okamžik. Toho je docíleno pomocí velice pěkně zpracované časové osy v horní části mapového okna. Zde lze rovněž data po časových úsecích animovat.

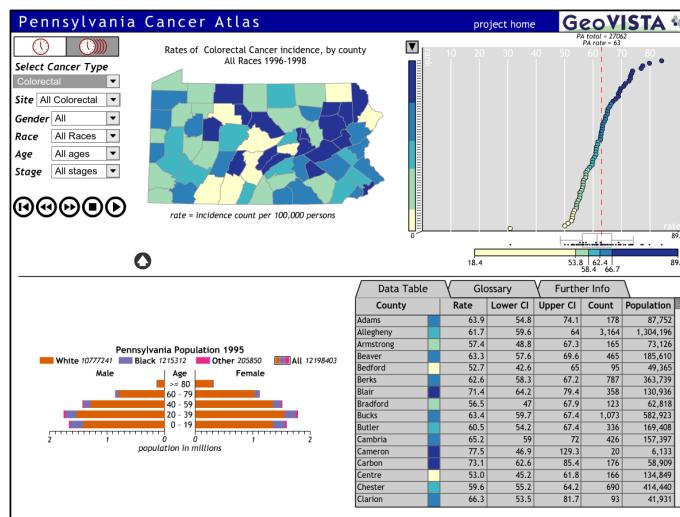


Obrázek 6: Ukázka zobrazující webovou platformu MetEye

[18]

Pennsylvania Cancer Atlas (<https://www.geovista.psu.edu/grants/CDC/>) je webová platforma zobrazující výskyt rakoviny prostaty a tlustého střeva ve státě Pensylvánie na severovýchodě USA. V tomto případě se jedná o webovou mapovou aplikaci využívající software Adobe Flash Player, který se spouští pomocí webového prohlížeče.

Uživatelské rozhraní nabízí tématickou mapu celého státu, která je rozdělena na regiony. Ty jsou barevně zvýrazněny dle zastoupení rakoviny v populaci. Pro každé období jsou dále vyhotoveny celostátní statistiky, které jsou zobrazeny v grafech a v tabulce. Data jsou zobrazena pro období jednoho až dvou let a pomocí jednoduchého roletového menu je možné jednotlivě je selektovat nebo spustit animaci. Pomocí panelu animace lze spustit animaci, ve které se jednotlivá období střídají s předem daným časovým krokem. Ten dále nabízí přeskočení na následující období a ukončení animování.



Obrázek 7: Ukázka zobrazující webovou platformu Pennsylvania Cancer Atlas a její uživatelské rozhraní s možností animace dle časového období statistik

[20]

2.3 ArcGIS



Obrázek 8: Logo ArcGIS

[22]

ArcGIS je platforma obsahující řadu aplikací, které společně tvoří geografický informační systém sloužící pro práci s prostorovými daty. Nejedná se tedy o webový mapový server jako takový. ArcGIS je proprietární systém vytvořený firmou Esri (Environmental Systems Research Institute), která vznikla již v roce 1969. Nejznámějším produktem této společnosti je desktopová aplikace ArcGIS, která se od doby svého vydání stala nejpoužívanějším komerčním softwarem na poli geografických informačních systémů [9].

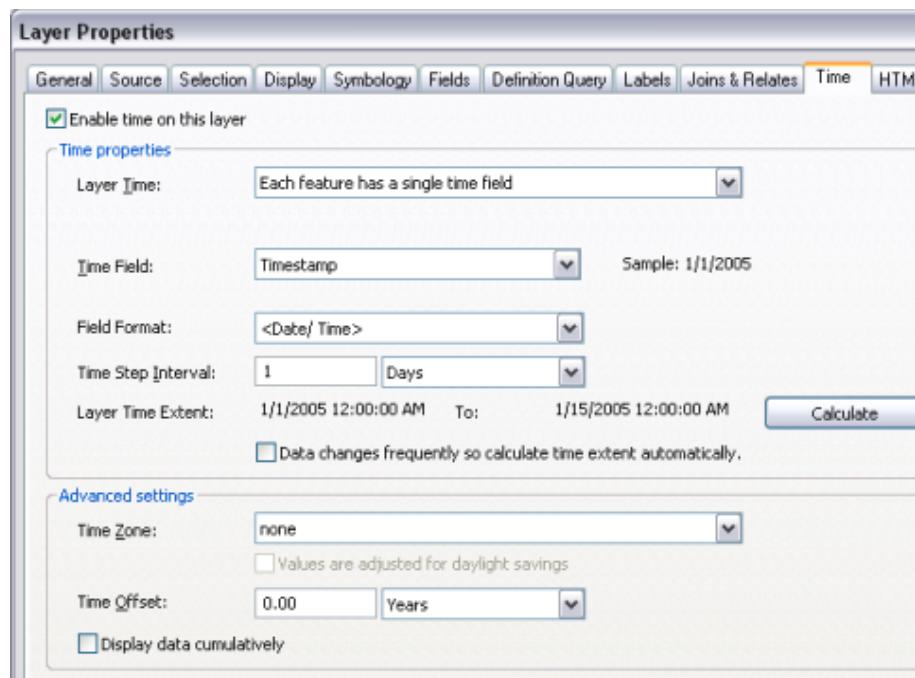
Pod ArcGIS patří mimo jiné aplikace pro webovou mapovou publikaci. Jedná se o **ArcGIS Server**, **ArcGIS Online** a **Portal for ArcGIS**.

2.4 ArcGIS Server

Jedná o službu zahrnující mapování, geoprocessing, obrazové a síťové analýzy, 3D data a možnost tvorby geografických prvků [10]. Funkcionalita ArcGIS serveru se liší dle balíčků, které na základě ceny omezují jeho možnosti.

Podpora časových dat

ArcGIS nabízí možnost práce s vrstvami obsahující časová data. K tomu je nutné jednotlivé vrstvy ještě před jejich publikací nastavit. V desktopové aplikaci k tomu slouží dialogové okno, které je možné nalézt v nastavení vrstev.



Obrázek 9: Dialogové okno nastavení časové vrstvy v desktopové aplikaci ArcGIS [10]

K možnosti publikace je nejprve nutné zaškrtnout možnost *Enable time on this layer*. Tím bude vrstva jasně identifikována jako časová. Dále je nutné specifikovat, jakým způsobem jsou časové hodnoty v datech uloženy. Uloženy mohou být jako atributové pole pro vektorová data, nebo jako rastrový katalog pro rastrová data. Nutné je rovněž nastavit krok, jehož velikost by měla co nejlépe korespondovat s velikostí kroku, v jakém jsou jednotlivá data pořízena. Následující pole slouží k nastavení:

- *Time Properties* - v roletovém menu *Layer Time* je možnost zvolit, zda jsou data pouze v jednom atributovém poli, nebo ve dvou. V případě dvou atributových polí obsahuje jedeno začátek a druhé konec časového intervalu. Konkrétní názvy atributů je dále nutné zvolit z nabídky atributů pro příslušnou vrstvu. Poté je možné pomocí tlačítka *Calculate* vypočítat časový rozsah. Tato hodnota je posléze použita k inicializaci časového posuvníku a rovněž k validaci časových dat. Po výpočtu je vypsána doporučená velikost kroku časového posuvníku. Velikost kroku lze případně změnit.
- *Time Properties* - část s rozšířeným nastavením není povinné nijak modifikovat. Obsahuje možnost specifikace časové zóny pro použitá časová data. Takové nastavení je vhodné především pro publikací více časových vrstev obsahující data z jiných časových pásem. Pokud jsou jejich pásmo specifikována, lze tato data snadno kombinovat dohromady. Stejného výsledku lze také dosáhnout pomocí nastavení časového posunu níže. V případě, že jsou některá časová data pořízena v zemích používající změnu času na čas letní *daylight saving time*, nabízí ArcGIS tuto skutečnost u dat specifikovat. Poslední možnost, kterou tato sekce nabízí je *Display data cumulatively* tedy kumulativní zobrazení dat. V tom případě jsou zobrazena veškerá data mající počáteční časovou hodnotu stejnou, nebo menší, než je hodnota aktuálně zvolená. Pokud taková data mají nastavený konec časového intervalu je tato hodnota ignorována.

Takto nastavené vrstvy lze publikovat na ArcGIS server a pomocí webových mapových servisů vytvářet požadované mapové obrazy. K jejich finálnímu použití je však nutné mapový projekt publikovat na server. Proces publikace již žádné dodatečné nastavení pro vrstvy obsahující časová data neobsahuje, proto se mu tato kapitola věnovat nebude.

Formáty časových dat a syntaxe

Jak již bylo upřesněno výše, časové hodnoty jsou podporovány ve třech datových typech. Datový typ podporující datum, textový řetězec a číselná hodnota. Pro nižší výpočetní náročnost je doporučeno maximálně využívat datové typy podporující datum. V případě textových řetězců je podporováno 13 formátů a v případě číselných hodnot se jedná o 4 formáty [13].

2.5 ArcGIS Online

ArcGIS Online nabízí uživatelům publikování projektu přímo do cloudové služby spravované společností ArcGIS. Nejedná se tedy o webový mapový server, ale o mapovou publikační platformu. Způsob publikace je velice jednoduchý. V případě ArcGIS Online si není potřeba instalovat žádný software, nutné je pouze vytvořit účet. Nabízené jsou dva hlavní typy publikace. Jejich použití závisí na konkrétním použití aplikace. Pro větší projekty je poté vhodná také jejich kombinace [10]:

- *Feature services* - slouží především pro publikaci atributů, mapových symbolů a dalších informací. Tyto mapové objekty bývají často zobrazeny spolu s podkladovou mapou.
- *Tiled map services* - jak již název napovídá, jedná se o sadu předem generovaných mapových snímků, které jsou serverem distribuovány ve formě mapových dlaždic. Ty mohou být pro zvýšení výkonu aplikace drženy v mezipaměti serveru, odkud jsou přímo dostupně přes jejich URL.

Podpora časových dat Stejně jako předchozí produkt *ArcGIS server*, tak *ArcGIS online* nabízí také podporu pro práci s časoprostorovými daty. Nastavení se však liší a vzhledem k již definovanému uživatelskému rozhraní jsou možnosti použití rovněž omezeny na předem dané nástroje.

K tomu, aby mohla být daná vrstva označena jako časová, musí splňovat dvě základní podmínky. Vrstva musí být typu *feature layer*, *map image layer*, *imagery layer*, to jsou typy vrstev podporující časové animace. Druhou podmínkou je označení konkrétní vrstvy jako *time enabled* tedy jako vrstvu podporující časová data. Ověření podpory časových dat lze provést v *map viewer* v detailu vrstvy. Pro označení vrstvy jako časové je nutné provést kroky popsané v podkapitole 2.4 (sekce Podpora časových dat). Pokud vrstva splňuje obě podmínky a je označena jako viditelná zobrazí se ve spodní části mapového prohlížeče nástroj pro správu časové vrstvy.

casového nastroje Nástroj obsahuje časovou osu s posuvníky, tlačítka pro vytvoření animace a tlačítka časového nastavení *time settings*. Po rozkliknutí tlačítka časového nastavení se zobrazí dialogové okno, které umožňuje konfiguraci časové osy.



Obrázek 10: Nástroj pro správu časových vrstev [10]

Nastavení dovoluje pro účely animace vrstvy změnit dobu trvání jednoho snímku. Dále je možné omezit časovou osu jen na daný časový interval. Implicitně je interval definován jako minimální a maximální časová hodnota sjednocení intervalů časových hodnot pro všechny vrstvy. V případě že není nastaveno kumulativní zobrazení dat, je možné nastavit velikost intervalu pro který se v daný okamžik časová data zobrazují.

Nastavení v detailu vrstvy rovněž umožňuje časový nástroj pro vrstvu podporující časová data deaktivovat.

2.6 QGIS server

Jedná se o mapový webový server s otevřenými daty implementující pokročilé mapové prvky pro tvorbu tématických map. Zdrojový kód je napsaný v programovacím jazyce C++, jsou v něm však podporované zásuvné moduly psané jazykem Python, které umožňují rychlé a efektivní vývoj nových komponent serveru a jeho rozšíření. V QGIS serveru jsou implementovány standarty definované organizací OGC WMS 1.3, WFS 1.0.0 a WCS 1. Jeho vývoj byl podporován projekty Evropské unie Orchestra a Sany a dále městem Uster ve Švýcarsku [14].

Výhoda použití QGIS serveru spočívá v použití stejné logiky jako u desktopového QGIS. Pro vytváření map jsou použity stejné vizualizační knihovny, které zároveň aplikují kartografická pravidla. To ve výsledku znamená, že mapy publikované na webové publikační platformě s použitím QGIS serveru budou vypadat stejně jako v desktopovém QGIS.

Podpora časových dat

QGIS server oproti ostatním zmíněným systémům nijak podporuje data s časovou složkou nepodporuje. Filtrace dat na základě parametru *TIME* tedy není možná.

Pro výše zmíněnou výhodu Qgisquick platforma QGIS server používá. V Druhé části práce bude popsáno jakým způsobem je možnost práce s časoprostorovými daty s použitím QGIS serveru implementována.

2.7 Zhodnocení

V předešlých kapitolách byly popsány jednotlivé principy a postupy práce s časoprostorovými daty pro rozdílné mapové servery a mapové publikační platformy. Již na první pohled je zřejmé že i přes dílčí rozdíly jsou ve všech aplikacích použity podobné principy a pravidla.

Níže uvedená tabulka obsahuje porovnání publikačních platform mezi sebou. Již na první pohled je zřejmé, že podpora časoprostorových dat ve volně dostupném software, jako například MapServer a Geoserver se od sebe liší minimálně. Na druhou stranu licenční software v podobě ArcGIS Serveru a ArcGIS Online jsou od volně dostupných značně odlišné. Vždy záleží na uživateli, zda-li preferuje otevřený zdrojový kód s širokou komunitou lidí v pozadí, nebo raději komerční software s obsáhlým uživatelským rozhraním. V Případě ArcGIS Online je použití pro mapovou publikaci nejjednodušší. Není zde nutná žádná instalace software, což z této platformy dělá ideální nástroj především pro méně zkušené uživatele.

vlastnost	MapServer	GeoServer	ArcGIS Server	ArcGIS Online
možnost selekce na základě konkrétních hodnot i intervalů	x	x	x	x
široká podpora časových formátů	x	x	x	x
možnost nastavení časových vrstev v uživatelském rozhraní	-	x	x	x
časová hodnota mapového prvku může být interval	-	x	x	x
nabídka časové hodnoty v případě, neexistujícího záznamu	-	x	x	x
užívající OGC standardy	x	x	-	-
software s otevřeným kódem	x	x	-	-
software s otevřeným zdrojovým kódem	x	x	-	-
podpora časových pásem	-	-	x	x
široká podpora datových typů	-	-	x	x
bez nutnosti instalace softwaru	-	-	-	x
přímá integrace nástrojů pro práci s časoprostorovými daty	-	-	-	x

Tabulka 2: Výpis parametrů a jejich povinnost použití: [4]

Část II

Platforma Gisquick

3 Představení platformy Gisquick

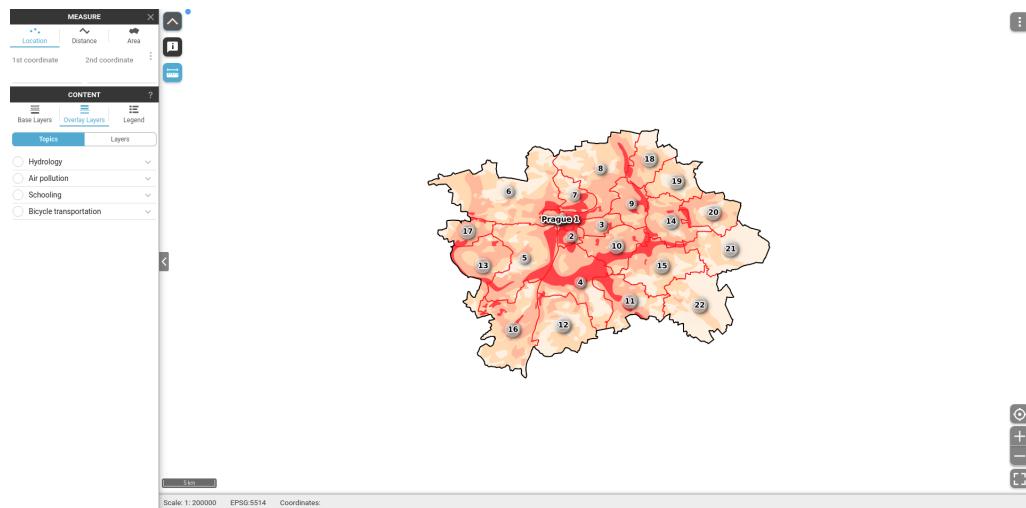
Gisquick je webová mapová publikační platforma s otevřeným zdrojovým kódem. Jejím účelem je snadné a rychlé publikování projektů vytvořených v programu QGIS, tak aby bylo možné je posléze prohlížet na webovém rozhraní platformy Gisquick. Celá platforma se skládá z několika komponentů. Jejich obecnému popisu je věnována kapitola 1.2. Komponenty platformy Gisquick jsou představeny v následující kapitole 3.1.

3.1 Komponenty

- *Gisquick plugin* - jedná se o zásuvný modul pro program QGIS. Pomocí Gisquick pluginu je možné publikovat projekt vytvořený v programu QGIS. Publikace je nutná pro pozdější použití projektu na platformě Gisquick. Během samotné publikace si může každý uživatel projekt nastavit tak, aby zobrazovaný předmět zájmu přesně odpovídal jeho požadavkům (možnost selekce jednotlivých vrstev, nastavení maximálního a minimálního měřítka, atd.). Gisquick plugin pracuje zcela odděleně od ostatních komponent a jeho výstupem je složka obsahující všechny použité vrstvy, upravený QGIS projekt a metadatový soubor. Ten obsahuje nastavení provedené během procesu publikace a dále popis projektu. Metadatový soubor je použit pro potřeby webového klienta.
- *webový server* - webový server zpracovává dotazy z webového klienta ve formě OGC standardů (viz. kapitola 1.3). Následně odpovídá například ve formě mapových obrazů. Na straně webového serveru je použit aplikační rámec Django, který je stejně jako Gisquick plugin psaný v jazyce Python.
- *QGIS server* - jedná se o webový mapový server. Jeho obecný princip je zmíněný v kapitole 1.2. Použití QGIS serveru je dáno skutečností, že veškeré mapové prvky zde vytvořené korespondují svým vzhledem s prvky vytvořenými v QGIS desktopové aplikaci. Díky tomu si může být uživatel jistý tím, že publikovaný projekt bude věrně odpovídat jeho původnímu projektu.
- *webový a mobilní klient* - webový klient nabízí uživateli rozhraní aplikace, pomocí kterého může interagovat s webovým serverem a tak měnit zobrazovaný

obsah mapového okna. Právě této části spolu s Gisquick pluginem je v této práci věnována největší pozornost.

3.2 Uživatelské rozhraní webového klienta

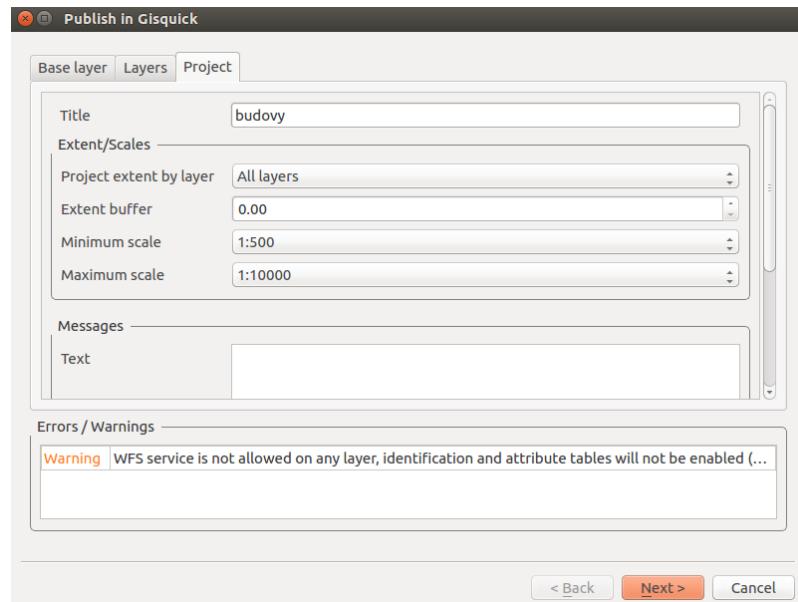


Obrázek 11: Ukázka uživatelského rozhraní platformy Gisquick[8]

Obrázek výše zachycuje webové uživatelské rozhraní platformy Gisquick. Jedná se o sadu velice jednoduchých a intuitivních nástrojů sloužících pro snadnou orientaci v publikovaném projektu, filtrace jednotlivých částí a provádění jednoduchých operací, například měření vzdáleností na mapě.

Uživatel má být schopný rychlé a intuitivní orientace jak v projektu i samotné webové aplikaci. K tomu slouží postranní menu se správou vrstev spolu s menu nástrojů, které je v obrázku 11 rozbalenou. V horní části postranního menu je právě aktivovaný nástroj sloužící k zjišťování souřadnic, měření vzdáleností a ploch. Hlavní část uživatelského rozhraní je věnována interaktivní mapové kompozici. Ta poskytuje možnost změny velikosti a polohy výřezu zobrazovaného území.

3.3 Uživatelské rozhraní zásuvného modulu



Obrázek 12: Ukázka uživatelského rozhraní Gisquick pluginu pro QGIS (zdroj: autor)

Gisquick plugin pro QGIS rovněž disponuje uživatelským rozhraním, kde jsou pomocí jednoduchého dialogového okna nabízeny možnosti nastavení pro export vrstev. Jeho první část je rozdělena na tři záložky a stavovou řádku, ve které se jsou vypisována chybová hlášení. V první záložce *Base layer* je možno nastavit podkladové vrstvy, jako například OpenStreetMap nebo Bing mapy. V další záložce *Layers* je možné nastavit, které vrstvy budou publikované. Při implementaci podpory pro časoprostorová data bylo nastavení v této záložce rozšířeno o další možnosti. Tomuto rozšíření se bude práce věnovat detailněji v dalších částech (viz. kapitola 4). V poslední záložce je obecné nastavení projektu. Další okno slouží k nastavení *topics* nebo-li tématicky orientovaných vrstev [11]. Předposlední stránka obsahuje pouze souhrn publikovaného projektu. Poslední zobrazuje výpis souborů, které se po zmáčknutí tlačítka *Publish* vytvoří. Ty je posléze nutné nahrát na Gisquick publikační server.

3.4 Použité technologie



Obrázek 13: Loga níže popsaných softwarů

Vue.js - jedná se o moderní aplikační rámec s otevřeným kódem napsaný v programovacím jazyce JavaScript, jehož první verze byla vydaná začátkem roku 2014 Evanem You [12]. Vue.js je využíváno především na vývoj uživatelského rozhraní aplikací, tedy na straně webového klienta (viz. kapitola 1.2). Uživatelské rozhraní je za pomoci Vue.js rozděleno na několik komponent, kdy každá obsahuje vlastní JavaScript, HTML a CSS skripty. Jednotlivé komponenty dělají kód přehlednější a aplikace výkonově méně náročnější. Protože jsou vždy použity jenom ty komponenty, které koncový uživatel v danou chvíli potřebuje. Mezi další výhody Vue.js patří jeho reaktivita, a úprava objektového modulu dokumentu (DOM).

Původní verze webového klienta Gisquicku jsou psány za použití aplikačního rámce AngularJS. V současné chvíli je však celý klient vytvářen znovu za pomocí Vue.js. Z toho důvodu bylo rozšíření platformy o podporu časoprostorových dat na straně klienta psáno právě ve Vue.js.

PyQt - PyQt je vazba pro programovací jazyk Python, která umožňuje využití aplikačního rámce pro Qt aplikace. Vazby jsou vytvořeny ve formě Python modulů a obsahují okolo jednoho tisíce tříd. Jedná se o kombinaci výhod nabízející jednoduchost Pythonu a obrovské schopnosti Qt v jednom celku. Díky tomu je možné jednoduše vytvářet grafické uživatelské rozhraní přímo za pomocí Pythonu. PyQt je software s otevřeným kódem, který byl vytvořen britskou firmou Riverbank Computing a je nabízen pod dvojí licencí, GNU GPL v3 a komerční licencí společnosti Riverbank [15].

Docker - Docker je počítačový program s otevřeným kódem umožňující zapouzdření (izolaci) jednotlivých aplikací do kontejnerů. Vytvořený kontejner se nazývá *Docker image*. Obecné pravidlo je použití pouze jedné aplikace pro jeden Docker kontejner. Docker image mohou být posléze spuštěny na jakémkoli hardwaru s operačním systémem Linux nebo MS Windows, na který je Docker program nainstalovaný. Tato skutečnost má obrovskou výhodu pro nasazení aplikací na produkčních serverech, jejich sdílení s dalšími uživateli, nebo vytváření clusterů složených z dílčích aplikací. Po spuštění aplikace v Docker kontejneru není vytvořen nový virtuální stroj, ale aplikace v kontejnerech využívají hostující operační systém. Výhoda tohoto řešení spočívá v minimalizaci velikosti kontejneru.

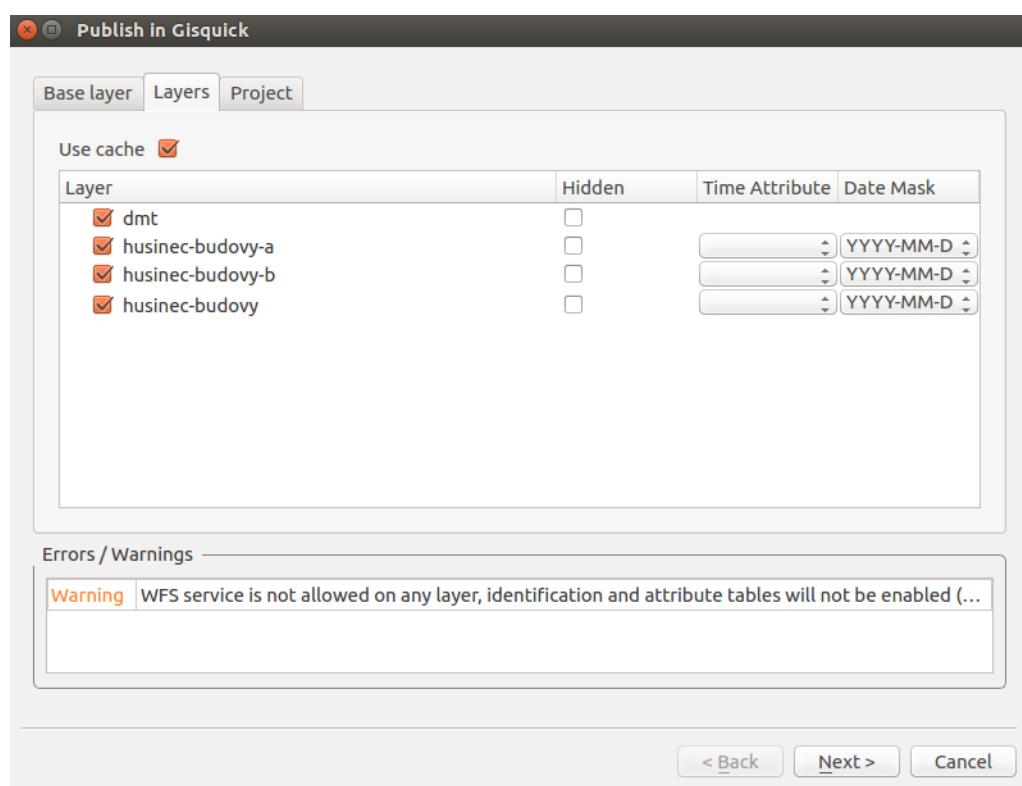
Gisquick pro své komponenty (mimo Gisquick pluginu) v produkční verzi využívá právě použití Docker kontejnerů. Tímto způsobem je možné celou Gisquick platformu jednoduše spustit na lokálních zařízeních. Vývoj je tak jednodušší, protože odpadá jakékoli nastavování vývojového prostředí.

OpenLayers - jedná se o knihovnu napsanou v programovacím jazyce JavaScript, která umožňuje správu a vizualizaci map ve webových prohlížečích. Jedná se o software s otevřeným kódem nabízející široké rozhraní pro tvorbu geografických aplikací. OpenLayers byly vytvořeny soukromou společností MetaCarta v roce 2005. Od roku 2007 spadají OpenLayers pod organizaci OSGeo.

4 Implementace nástroje pro Gisquick plugin

V kapitole 3.1 jsou zmíněny soubory vytvářené Gisquick pluginem. Jedná se o složku obsahující projekt ve formátu .qgs, data použitá v projektu a metadatový textový soubor. Hlavním cílem úprav Gisquick pluginu bylo vytvoření jednoduchého uživatelského rozhraní, umožňujícího definovat všechny potřebné parametry sloužící ve webovém klientu k inicializaci nástroje pro práci s časovými daty. Tyto parametry jsou během publikace pro jednotlivé vrstvy nastavené a dále vepsané do metadatového souboru.

4.1 Uživatelské rozhraní



Obrázek 14: Nastavení vrstev v Gisquick pluginu (*zdroj: autor*)

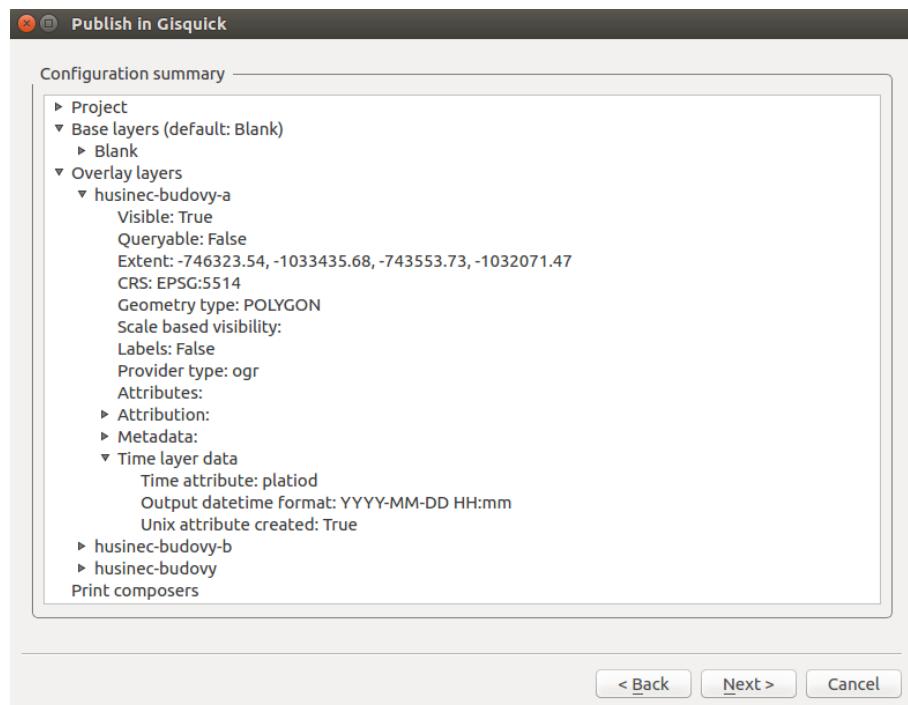
Obrázek 14 zobrazuje dialogové okno publikace projektu pomocí Gisquick pluginu. V prvním kroku publikace, v záložce vrstvy *Layers*, je pro vektorové vrstvy přidáno nové nastavení. V případě rastrových vrstev, jako je například v obrázku

zvolená vrstva dmt, možnost nastavení časových vrstev není možná. Rastrová data jsou nad rámec zadání práce a jejich podpora tedy není implementována.

Ve sloupci *Time Attribute* jsou v roletovém menu vypsány atributy jednotlivých vrstev. Implicitně není zvolený žádný atribut. V roletovém menu je nutné pro každou časovou vrstvu vybrat ten atribut, který obsahuje časové hodnoty (dále jen časový atribut).

Sloupec *Date Mask* obsahuje roletové menu s časovými formáty, které určují jakým způsobem budou časová data na webovém klientu zobrazena. Díky tomuto nastavení je možné, nehledě na formát časového atributu, nastavit kterýkoliv nabízený časový formát. V tomto formátu budou zobrazeny časové hodnoty na webovém klientu. V případě volby formátu je nutné znát původní data. Předejde se tím situacím, kdy uživatel zvolí formát zobrazující pouze roky, zatímco původní data budou v rozpětí jednoho dne.

V předposledním kroku publikace se lze přesvědčit, zda-li výpočet proběhl správně. Souhrn publikovaného projektu (obrázek 15) obsahuje v odrážce *Time layer data* nově vypočítané parametry.



Obrázek 15: Souhrn publikovaného projektu v Gisquick pluginu (*zdvoj: autor*)

4.2 Funkcionalita

Poté, co uživatel v záložce *Layers* nastaví všechny požadované parametry, může svou volbu potvrdit tlačítkem *Next*. V tu chvíli se spustí validace hodnot časového atributu a výpočet pomocných parametrů.

Do výpočetního procesu se dostanou pouze ty vrstvy, které splňují dvě podmínky. Jejich časový atribut musí existovat a musí být zadán. Zmíněné podmínky zajistí, že do výpočtu se dostanou pouze ty vektorové vrstvy, které mají nastavený časový atribut. Dále v textu jsou tyto vrstvy označovány jako časové.

Výpočet probíhá pro jednotlivé vrstvy splňující vstupní podmínky. Pro každou časovou vrstvu je volána metoda `get_time_info`.

V prvním kroku výpočtu je metodou `validate_time_attribute` vytvořena validační maska. Jedná se o pole, které svou velikostí odpovídá počtu mapových prvků *Features* časové vrstvy. Každý prvek validační masky může nabývat různých hodnot. Prvek může obsahovat časový formát textového řetězce, ve kterém je časová hodnota uložena. Pokud však hodnota není v textovém řetězci, nebo její časový formát textového řetězce neodpovídá podporovaným formátům, je do daného prvku validační masky uložena hodnota `-1`. Podporované formáty jsou explicitně vypsány ve zdrojovém kódu Gisquick pluginu v proměnné `datetime_mask_array`.

Například pro časovou vrstvu obsahující šest prvků, kdy pouze pět z nich má validní datum, a to ještě v odlišných časových formátech může validační maska vypadat následovně:

```
[  
'%Y-%m-%d',  
'%Y-%m-%d',  
-1,  
'%Y-%m-%dT%H:%M:%S',  
'%Y-%m-%dT%H:%M:%S',  
'%Y-%m-%dT%H:%M:%S'  
]
```

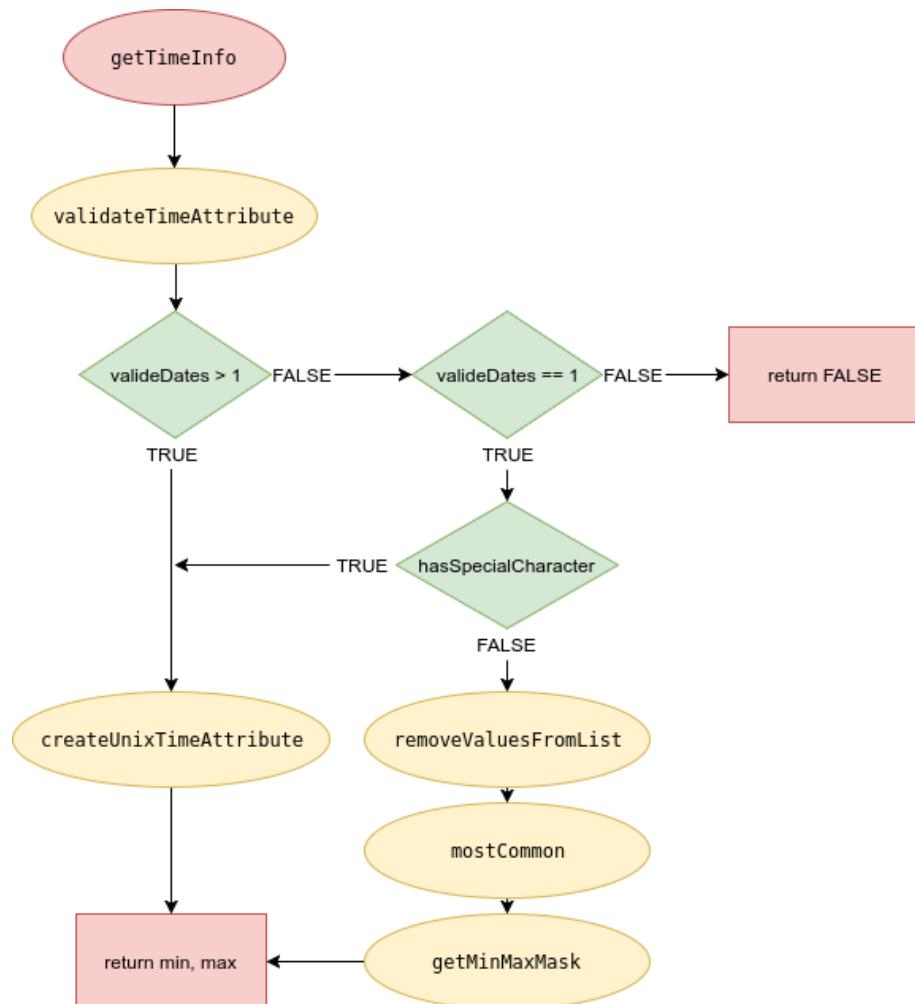
Během vytváření validační masky jsou rovnou data kontrolována metodou `validate`. Díky tomu je možné zjistit jaká data maska obsahuje, aniž by bylo nutné

její jednotlivé prvky procházet. Po vytvoření validační masky jsou možné pouze tři scénáře popsané níže a zobrazené v obrázku 16.

1. *Data nejsou validní* - znamená, že ani jedna hodnota v zadaném časovém atributu nemá validní časový formát. Validační maska v tomto případě obsahuje pouze hodnoty `-1`. Výpočet je tedy ukončen.
2. *Data jsou validní a obsahují pouze jeden časový formát* - v tomto případě je zjištěno, zda-li je hodnota v časovém formátu vhodném pro následnou filtrování mapových prvků. Vhodný časový formát musí být ve formátu začínajícím rokem nebo hodinou, např. „YYYY-MM-DD“, nebo „HH-mm“. Vhodný časový formát dále nesmí obsahovat speciální znak. Například při použití data v textovém formátu „YYYY-MM-DDTHH:mm:SS“, kdy je použit znak 'T' oddělující datum a čas, nelze textový řetězec v parametru *FILTER* (viz. kapitola 5.2) použít. V proměnné `datetime_mask_array` je u každého podporovaného formátu explicitně definováno, jestli je jeho použití pro parametr *FILTER* vhodné, nebo ne.
 - (a) *Formát není vhodný* - zde se pokračuje způsobem stejným jako v případě *Data jsou validní, ale obsahují více časových formátů* popsaném níže.
 - (b) *Formát je vhodný* - časové hodnoty jsou metodou `get_min_max_mask` za pomocí formátu, zjištěného časového z validační masky, převedeny do časového formátu *UNIX TIME*². Z těchto hodnot jsou poté zjištěny jejich maximální a minimální hodnoty. Ty jsou součástí návratové hodnoty metody `get_min_max_mask`. Pro získání časového formátu z validační masky je použita metoda `most_common`, která vybere nejvíce zastoupený prvek v poli. Pro získání požadované hodnoty je tedy nutné nejprve metodou `remove_values_from_list` odstranit záznamy obsahující hodnoty `-1`.
3. *Data jsou validní, ale obsahují více časových formátů* - jedná se tedy o validní nekonzistentní data. Pro tento případ slouží metoda `create_unix_time_attribute`, která má návratovou hodnotu stejnou jako

² *UNIX Time* je systém pro identifikaci časového okamžiku. Jedná se o počet sekund, které uplynuly od 1. ledna 1970

metoda `get_min_max_mask`. K tomu, aby časové hodnoty byly konzistentní, je nutné metodou `create_new_attribute` vytvořit nový atribut obsahující hodnoty v jednotném formátu. Toho je docíleno pomocí validační masky. Její jednotlivé hodnoty jsou jednotlivě procházeny. Pokud pro záznam existuje formát časového textového řetězce, je jeho hodnota převedena do formátu *UNIX TIME*. Ten je následně uložen v novém atributovém sloupci metodou `changeAttributeValues`. V případě časové hodnoty, která není validní, je pole prázdné. Z nově vytvořeného atributu jsou dále určeny minimální a maximální hodnoty časového atributu. V případě, že nový atribut již jednou vytvořen byl, jsou jeho hodnoty pouze přepsány.



Obrázek 16: Vývojový diagram publikace časové vrstvy [19]

Posledním krokem je export zjištěných hodnot do metadatového souboru. Každé časové vrstvě je vypsán časový formát pro zobrazení časových hodnot v prostředí webového klienta, dále název časového atributu, minimální a maximální hodnota časového atributu ve formátu *UNIX TIME* a další parametry, které budou popsány a vysvětleny dále. V případě, že data jsou validní a obsahují pouze jeden časový formát, je vypsán tento formát. Pokud tomu tak není a je použit pomocný atribut s hodnoty ve formátu *UNIX TIME*, je vypsán jeho název.

Alternativní řešení

Výše popsané aplikované řešení je vhodné především v případech, kdy časový atribut obsahuje nekonzistentní časové formáty. Tento postup však není příznivý pro velké množství dat, které by validační a výpočetní proces během publikace značně zpomalilo. Alternativou je použití méně benevolentní validace, která je založena na předpokladu, že vstupní data obsahují pouze jeden časový formát. V takovém případě této metody je navíc výpočet rozdělen do dvou částí.

První část výpočtu je spuštěna po zvolení časového atributu. Validace je v tomto kroku prováděna pouze pro první prvek. Možnosti jsou následující:

- *Prvek je validní* - v tomto případě je na základě proměnné `datetime_mask_array` zjištěn jeho časový formát. Pro danou časovou vrstvu je v dialogovém okně zobrazeno, zda-li je nutné v dalším kroku vytvářet pomocný atribut, nebo ne.
- *Prvek není validní* - data jsou v tomto případě všechna požadována za nevalidní. Uživatel je na tuto zkutečnost upozorněn.

Další krok výpočtu je spuštěn tlačítkem *Next* (viz. obrázek 14). Na základě časového formátu zjištěného v předchozím kroku jsou validovány všechny ostatní hodnoty časového formátu. Další postup záleží na nutnosti vytvářet pomocný atribut:

- *atribut je potřeba vytvořit* - validní hodnoty časového atributu jsou převedeny do formátu *UNIX Time* a uloženy do pomocného atributu.
- *atribut není potřeba vytvářet* - v tom případě musí všechny hodnoty mít časový formát prvního prvku, nebo musí obsahovat hodnotu *NULL*. Pouze v takovém případě je vrstva označena jako časová.

Po dokončení výpočtu je uživatel informován, jestli výpočet proběhl korektně a kolik záznamů bylo zpracováno.

4.3 Metadatový soubor

Metadatový soubor (viz. kapitola 3.1, část *Gisquick plugin*) je textový soubor, který je vytvořen během publikace projektu Gisquick zásuvným modulem. Obsahuje množství informací, které jsou nutné pro správnou konfiguraci na straně webového klienta.

Pokud jsou vrstvy při publikaci označeny jako časové a jejich data jsou validní, jsou do nich vepsány následující hodnoty:

- *unix* - parametr unix nabývá hodnoty *TRUE* v případě, že byl vytvořen pomocný atribut s časovými hodnoty ve formátu *UNIX TIME*. Slouží webovému klientu k určení, zda-li má k filtrování časové vrstvy (viz. kapitola 5.2) použít daný formát *input_datetime_mask*, nebo *UNIX TIME*.
- *original_time_attribute* - zde je uložen název časového atributu. Parametr slouží k určení atributu při filtrování časové vrstvy (viz. kapitola 5.2).
- *output_datetime_mask* - obsahuje formát časového řetězce, který si uživatel zvolil v roletovém menu *Date Mask* (viz. kapitola 4.1). Tento parametr definuje formát, ve kterém jsou zobrazeny časové hodnoty na straně webového klienta.
- *time_values* - jedná se o pole obsahující minimální a maximální hodnotu časového atributu ve formátu *UNIX TIME*. Na základě těchto hodnot je na webovém klientu inicializovaný časový posuvník (viz. kapitoly 5.4, 5.5).
- *input_datetime_mask* - tento parametr je vytvořen, pouze pokud není nutné vytvářet pomocný atribut (viz. kapitola 4.2). Parametr obsahuje formát časového řetězce časového atributu. Díky tomuto parametru může být pro potřeby filtrování časové vrstvy převedena hodnota učená na časovém posuvníku do formátu časového atributu (viz. kapitola 5.2).
- *time_attribute* - parametr je vytvořen, pouze pokud je nutné vytvářet pomocný atribut obsahující hodnoty ve formátu *UNIX TIME* a obsahuje název

tohoto atributu. Parametr slouží stejně jako *original_time_attribute* k specifikaci atributu při filtrování časové vrstvy.

Níže je zobrazena ukázka části metadatového souboru. Ta obsahuje dvě časové vrstvy, z nichž má odlišné parametry. Pro kompaktnost ukázky zde parametry, které se netýkají implementovaného rozšíření, zobrazeny nejsou:

```
{  
    "unix": false,  
    "time_values": [  
        1309471200.0,  
        1507672800.0  
    ],  
    "input_datetime_mask": "YYYY-MM-DD",  
    "output_datetime_mask": "YYYY-MM-DD",  
    "original_time_attribute": "platiod",  
},  
{  
    "time_attribute": "UTconvert",  
    "unix": true,  
    "time_values": [  
        1309471200,  
        1507672800  
    ],  
    "output_datetime_mask": "HH:mm",  
    "original_time_attribute": "platiod1",  
}
```

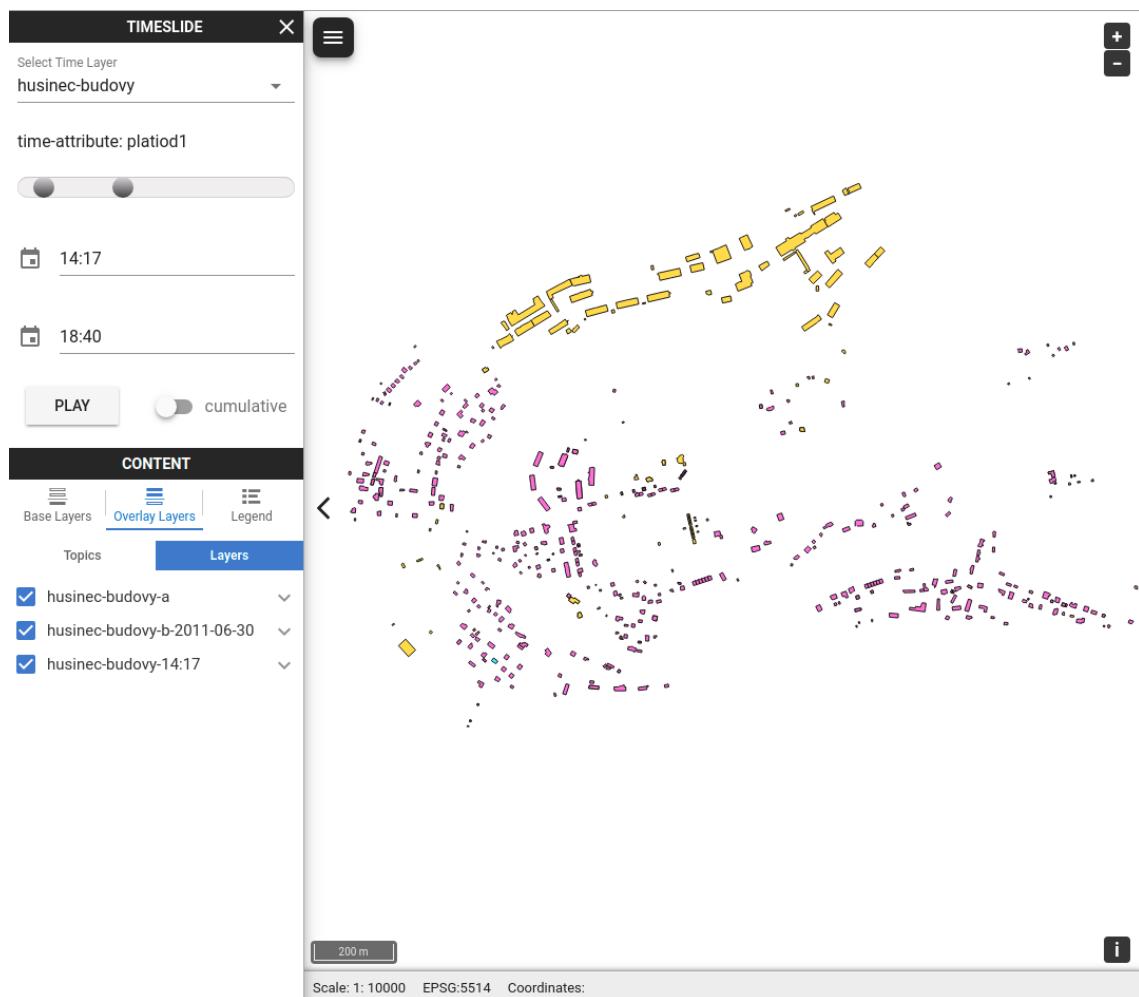
5 Implementace nástroje do webového klienta

Webový klient obsahuje převážnou část implementace nástroje pro zobrazování časoprostorových dat. Jedná se o jednoduchý nástroj, který umožňuje filtrovat mapové prvky jednotlivých časových vrstev na základě jejich časového atributu. Časový interval je možné nastavit pomocí posuvníku nebo přímo pomocí kalendáře doplněného o hodinový ciferník. Nástroj dále umožňuje vytvářet jednoduché animace. Uživatel má možnost zmíněnou filtraci mapových prvků provádět pro jednotlivé vrstvy, nebo pro více vrstev současně.

5.1 Uživatelské rozhraní

Celý nástroj je ukrytý v postranním menu a obsahuje jen několik prvků, které však uživateli poskytují velké množství operací. Všechny jsou zobrazeny v obrázku 17. Od shora se jedná o:

- *roletové menu s výběrem časové vrstvy* - v případě aktivace nástroje je toto pole jediný prvek, který je uživateli zobrazen. Nejprve je nutné vybrat časovou vrstvu, která bude použita. Toho lze docílit pomocí zmíněného roletového menu, které obsahuje všechny časové vrstvy. Dále je zde možnost „All visible layers“, která uživateli umožňuje výběr všech viditelných časových vrstev.
- *jméno časového atributu* - tento prvek neumožňuje uživateli jakoukoli interakci s nástrojem a má tedy čistě informativní charakter. Je zde vypsán název časového atributu vybrané vrstvy. Jeho existence je přínosná především v případě, kdy projekt obsahuje více časových vrstev s odlišným časovým parametrem. Při výběru možnosti „All visible layers“ je možné použít pouze vrstvy se stejným parametrem. Uživatel je tedy tomto případě informován pro jaký parametr jsou vrstvy vybrány.
- *dvojitý časový posuvník* - jedná se o posuvnou lištu se dvěma posuvníky. Díky němu je možné snadno a rychle mapové prvky filtrovat. Uživatel tak ihned získá představu o jejich rozmístění na časové ose. Minimum a maximum posuvníku odpovídá minimu a maximu intervalu časových hodnot jednotlivé vrstvy. Pro



Obrázek 17: Webové rozhraní Gisquick platformy s aktivovaným nástrojem pro práci s časoprostorovými daty (*zdroj: autor*)

více vrstev se jedná o minimum a maximum sjednocení intervalů. Krok je vždy určen jako jedna setina intervalu hodnot posuvníku.

- *časové štítky* - na dvou řádcích jsou dvě textové pole s minimálním a maximálním datem filtrovaných časových hodnot. Tato pole slouží k přesné definici časového úseku. Každé z nich obsahuje integrovaný kalendář s hodinovým ciferníkem pro určení hodnot. Časový formát zobrazený v těchto polích je definován při publikaci projektu (viz. kapitola 4.1). Pokud formát neobsahuje možnost zobrazení minut nebo hodin, tak se hodinový ciferník nenabízí. Stejným způsobem není nabídnuta možnost filtrování za pomoci kalendáře v případě, že

časový formát obsahuje jen hodiny nebo minuty.

- animační tlačítko s přepínačem - tlačítkem *PLAY* je možné spustit animování aktivní časové vrstvy. Ve chvíli, kdy je animace aktivována, změní se tlačítko na *STOP*. Tím je možné animování zastavit. V implicitním stavu, kdy je spínač *cumulative* vypnutý, jsou oba posuvníky posouvány současně. V případě jeho aktivace je vždy po jedné sekundě zvyšována hodnota horního posuvníku až do chvíle kdy dosáhne maxima posuvníku. V tom případě je zvyšována hodnota spodního posuvníku (viz. kapitola 5.6).

5.2 Princip časové filtrace

Jak bylo zmíněno v kapitole 2.6, QGIS server nepodporuje ve specifikaci WMS operace *GetMap* parametr *TIME*. Z toho důvodu je nutné použít obdobnou metodu, kterou používá MapServer, a to nahrazení parametru *TIME* parametrem *FILTER*.

Parametr *FILTER* lze použít v operaci *GetMap* následovně [16]:

```
http://myserver.com/?  
REQUEST=GetMap  
&LAYERS=mylayer1,mylayer2  
&FILTER=mylayer1:"OBJECTID" = 3;mylayer2:'text' = 'something'&....
```

Tato skutečnost dovoluje filtrovat časové vrstvy na základě jejich časového atributu resp. jeho názvu a hodnoty. Lze tak filtrovat jednu i více vrstev najednou. Za použití speciálních znaků, jako jsou '*AND*', '*OR*', '*IN*', '=' , '<', '>=' , '>' , '>=' , '!=*', '(', ')', lze rovněž filtrovat intervaly hodnot a jejich sjednocení [16].

V implementovaném nástroji pro časovou filtraci je při filtrování použit dvojitý časový posuvník. Proto je obsah parametru *FILTER* vždy tvořen jako textový řetězec, který v obecné formě vypadá následovně:

```
mylayer1:  
"timeAttribute" >= 'lowerValue'  
AND  
"timeAttribute" <= 'upperValue'
```

Parametr *FILTER* podporuje hodnoty časového atributu v datovém typu textového řetězce nebo jako celé číslo. Pro zachování konzistence výsledků filtrování je nutné, aby časový formát hodnoty vstupující do parametru *FILTER* korespondoval s příslušným formátem časového atributu. Z toho důvodu je při publikaci projektu ve speciálních případech nutné vytvoření pomocného atributu (4.2). Ten obsahuje hodnoty časového atributu převedené do formátu *UNIX TIME*. To dovoluje k časovým hodnotám přistupovat jako k celým číslům. V případě časového filtrování této vrstvy není tedy použit námi zvolený časový atribut, ale nově vytvořený.

5.3 Inicializace nástroje

Pokud není volba *Use cache* při publikování projektu vypnutá (viz. obrázek 14), používá Gisquick webový klient pro zobrazování mapových vrstev předem vytvořených mapových dlaždic uložených v mezipaměti serveru (viz. specifikace WMTS kapitoly 1.3). Pro možnosti filtrace vrstev na základě jejich časové hodnoty parametru však tento způsob nelze aplikovat. Bylo by totiž nutné vytvořit mapové dlaždice pro všechny možné časové intervaly a kombinace vrstev. Z toho důvodu je při aktivaci nástroje pro práci s časoprostorovými daty použit *Lifecycle Hook Created*. Jedná se o funkci, která se spustí jakmile je Vue komponenta inicializována. V této funkci je původní instance třídy *ImageLayer* uložena do proměnné *originalLayer*. Následně je vytvořena instance nová, která obsahuje stejné mapové vrstvy jako instance původní. Nová instance je poté nastavena jako aktivní. V případě, že mapový obraz má být aktualizován, je nutné vždy specifikací WMS (viz. kapitola 1.3) znova generovat jeho obsah. Pokud je nástroj vypnut, je použita původní instance a webový klient je tedy opět v původním nastavení.

5.4 Filtrace jedné časové vrstvy

První a také jediný krok, který lze po inicializaci časového nástroje udělat, je volba časové vrstvy. Zde je možné zvolit jednotlivé časové vrstvy, nebo filtrace všech viditelných časových vrstev. Pokud je vybrána možnost filtrace mapových prvků pouze jedné vrstvy, je tato vrstva v případě jejího skrytí znova zviditelněna. Následný postup je popsán dále.

Inicializace

Nejprve je inicializován časový posuvník. Na něm jsou závislé další uživatelské prvky, jako například *časové štítky* (viz. kapitola 5.1). Jeho minimální a maximální hodnota je získána z metadatového parametru *time_attribute* (viz. kapitola 4.3). Velikost kroku posuvníku určena jako setina rozdílu jeho maximální a minimální hodnoty. Metoda `setSliderValue` inicializuje hodnoty časového posuvníků na jejich poslední použité. V případě, že nebyla vrstva ještě filtrována, je hodnota levého posuvníku rovna minimu časového posuvníku a hodnota pravého posuvníku o krok časového posuvníku vyšší.

Stejně jako hodnoty parametru *time_attribute*, hodnoty posuvníků jsou v časovém formátu *UNIX Time*, tedy jako celočíselný datový typ. *Vue.js* umožňuje nastavení *Watched Property*. Takto jsou nastavené proměnné hodnoty posuvníků. Pokud se jedna z hodnot změní, je spuštěna metoda, která provede převod původního celočíselného časového formátu *UNIX Time* do časového formátu *output_datetime_mask* zvoleného během publikace projektu (viz. kapitola 4.1, 4.3). Jakmile je tedy časový posuvník inicializován, jsou ihned inicializovány i časové štítky hodnotou v daném časovém formátu.

Filtrace Způsob, jakým je aktualizována mapa na základě změny časových hodnot, je popsán v dokumentaci časového nástroje B.2. Zde je popsán princip, kterým je mapový obraz dle stávajícího nastavení časového nástroje aktualizován.

Při spuštění časové filtrace je v metodě `updateSingleLayer` provedeno několik po sobě jdoucích operací:

- *detekce předem filtrovaných vrstev* - nejprve je nutné zjistit, zda-li ostatní viditelné časové vrstvy již filtrovány byly. V případě že ano, je potřeba do parametru *FILTER* zahrnout nastavení předem filtrovaných vrstev. Pokud by tak nebylo provedeno, z těchto časových vrstev by byly zobrazeny všechny jejich mapové prvky. Detekce je provedena metodou `getFilterFromLayers`, která vrací textový řetězec obsahující obsah parametru *FILTER* (viz. kapitola 5.2) časových vrstev, které byly již předem filtrovány.
- *sestavení filtru pro danou vrstvu* - další krok zahrnuje vytvoření obsahu parametru *FILTER* pro právě filtrovanou vrstvu. Tento krok se liší v závislosti na

existenci pomocného časového atributu (viz. kapitola 4.2). Parametr *unix* v metadatovém souboru (viz. kapitola 4.3) obsahuje informaci o jeho vytvoření.

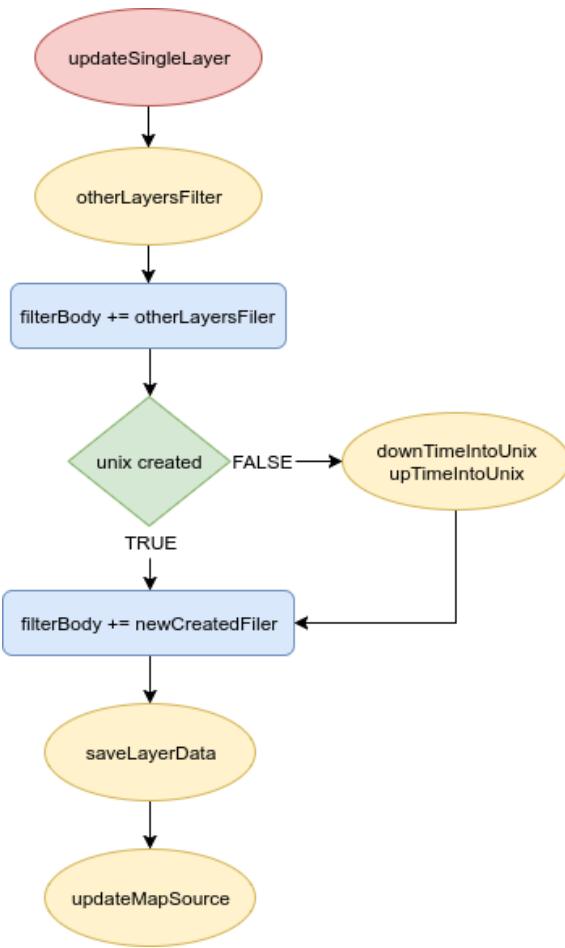
- *unix = TRUE* - znamená to, že filtrace není provedena nad hodnotami původního časového atributu, ale pomocného atributu. Pro tuto konfiguraci je textový řetězec sestaven pouze z parametrů poskytovaných metadatovým souborem. Pro časovou hodnotu je přímo použita hodnota posuvníku, která je v časovém formátu *UNIX TIME*.
- *unix = FALSE* - v tomto případě je nutné nejprve časové hodnoty převést z formátu *UNIX TIME* do textového řetězce, který svým časovým formátem odpovídá formátu časového atributu dané vrstvy. Formát pro záznamy časového atributu je součástí metadatového souboru jako *input_datetime_mask* (viz. kapitola 4.3). Sestavení textového řetězce je poté obdobně jako v předchozím případě.

Na konci tohoto kroku jsou poté spojeny dohromady obsahy parametru *FILTER* z ostatních časových vrstev obsahu nově vytvořeného.

- *nastavení filtrované vrstvy* - tento krok je nezbytný z několika důvodů. Je nutné uložit hodnoty časového posuvníku pro případ, že vrstva bude v budoucnu filtrována znova. Dále je nutné uložit použitý obsah parametru *FILTER*, který je použit při filtrování ostatních časových vrstev. Nakonec je změněn název vrstvy. Ten obsahuje její původní název doplněný o mezní hodnoty časového intervalu. Tímto způsobem uživatel ihned ví, které vrstvy byly již filtrovány.
- *provedení operace GetMap* - v posledním kroku je metodou *updateParams* poslán na server požadavek obsahující parametr *FILTER* s obsahem složeným z filtru pro všechny viditelné časové vrstvy. Server vrátí v odpovědi mapový obraz s filtrovanými mapovými prvky, pomocí kterých je původní mapový obraz nahrazen.

5.5 Filtrace všech viditelných časových vrstev

Možnost selekce více vrstev je možné aktivovat v roletovém menu obsahujícím jednotlivé časové vrstvy. Výběrem *Select all visible layers* je umožněno provádět filtrace



Obrázek 18: Vývojový diagram filtrace více časových vrstev najednou [19]

mapových prvků pro všechny viditelné časové vrstvy najednou.

Inicializace

Jednotlivé časové vrstvy mohou obsahovat navzájem odlišné časové atributy, které v jistých případech nedovolují společnou filtrace, například pokud by projekt obsahoval dvě odlišné časové vrstvy, z nichž jedna by zachycovala časový průběh v intervalu jednoho dne a druhá v intervalu jednoho roku. Výsledný krok časového posuvníku by v takovém případě nebyl schopen postrhnout nekonzistentní rozdělení mapových prvků na časové ose. Z toho důvodu je při výběru možnosti *Select all visible layers* nejprve zjištěno, zda-li všechny viditelné časové vrstvy mají zvoleny stejný, časový atribut. Tato skutečnost je zjištěna metodou `checkMultipleAttributes`, která pro všechny viditelné časové vrstvy zjistí unikátní časové atributy a uloží je do

pole. Pokud takové pole obsahuje více než jeden prvek, je zobrazeno další roletové menu, ve kterém je nutné časový atribut specifikovat.

Při inicializaci časového posuvníku je nutné brát v potaz odlišné časové intervaly jednotlivých časových vrstev. Metoda `getSliderRange` postupně projde všechny viditelné časové vrstvy mající zvolený časový atribut a z hodnot jejich `time_values` (viz kapitola 4.3) určí celkové maximální a minimální hodnoty. Tímto způsobem je zajištěno, že všechny hodnoty časového atributu pro všechny časové vrstvy budou náležet intervalu daného minimální a maximální hodnotou časového posuvníku. Hodnoty posuvníků jsou nastaveny na minimální hodnoty intervalu časového posuvníku a na hodnotu, která je o jeden časový krok větší. Není přitom zohledňováno předchozí použití časových vrstev při jejich filtrace tak, jako je tomu u filtrace jednotlivých vrstev.

Dále je nutné zajistit, aby časové hodnoty zobrazené na webovém klientovi, při filtrace více vrstev najednou, měly společný časový formát. Časový formát je pro jednotlivé vrstvy definovaný v metadatovém souboru (viz kapitola 4.3). Metoda `setDateMask` má za úkol mezi časovými formáty filtrovaných vrstev najít takový formát, který poskytuje nejdetailnější zobrazení. Pokud tedy jedna z vrstev má nastaveno zobrazování s podrobností minut, je její časový formát upřednostněn. Metoda pro jednotlivé časové formáty nejprve zjišťuje zda-li obsahují zároveň roky, hodiny a minuty. Pokud ano, je první nalezený formát použit. Pokud tomu tak není je hledán formát obsahující alespoň roky. V případě, že ani takový není nalezen, je použit časový formát první časové vrstvy.

Pro správné zobrazení kalendáře, hodinového ciferníku a pro výběr hodnot časových štítků je nutné zjistit, zda-li nalezený časový formát obsahuje datum a čas. K tomu slouží metoda `maskIncludeDate`. Na základě jejího výsledku je skryta možnost výběru časových hodnot pomocí kalendáře. Zobrazení hodinového ciferníku je řešeno obdobně, ale s tím rozdílem, že k detekci času v časovém formátu je použito JavaScriptové metody `includes`. Tato metodika je provedena při výběru více časových vrstev i při výběru jednotlivé vrstvy.

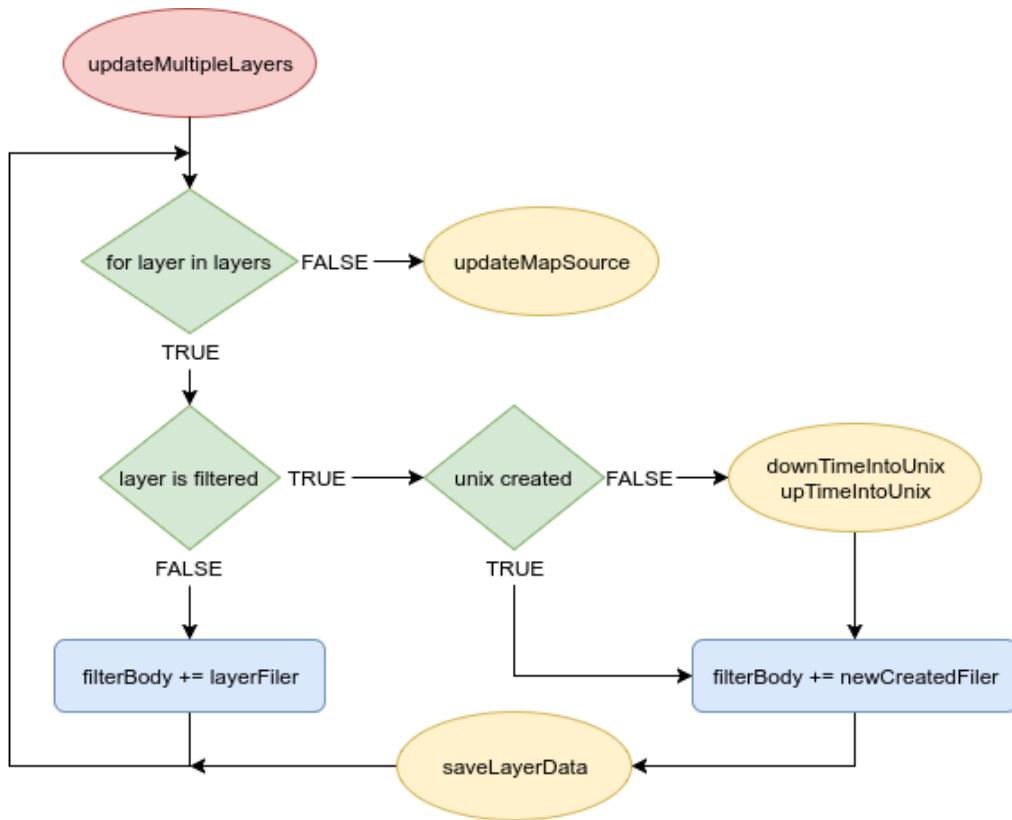
Filtrace

Princip a jednotlivé kroky samotné filtrace mapových prvků pro všechny zobrazené časové vrstvy odpovídají popsanému principu pro filtrace jednotlivých vrstev.

Je zde však jedna podstatná změna při vytváření obsahu parametru *FILTER*. V metodě `updateMultipleLayers` je oproti metodě `updateSingleLayer` přidán cyklus, který prochází jednotlivě všechny viditelné časové vrstvy a zjišťuje zda jejich časový atribut je shodný s časovým atributem filtrovaných časových vrstev. Dále je sestaven obsah parametru *FILTER*. Pro každou vrstvu mohou nastat dva případy:

- *atribut není totožný* - pokud již byla vrstva předem filtrována obsahuje použitý obsah parametru *FILTER*. Ten je v tomto případě zjištěn a přidán do nově vytvářeného obsahu.
- *atribut je totožný* - časová vrstva je filtrována a je tedy nutné sestavit obsah parametru znovu. Tento princip je stejný jako v případě filtrace jednotlivé vrstvy. Obsah parametru je rovněž přidán do nově vytvářeného obsahu. Pro vrstvu jsou navíc uloženy stejné hodnoty jako v případě filtrace jednotlivých vrstev. Pokud by tedy vrstva byla znova samostatně filtrována, inicializuje se časový posuvník naposledy uloženými hodnoty.

Pokud jsou všechny viditelné časové vrstvy zpracovány, je nově vytvořený obsah parametru *FILTER* použit při operaci *GetMap* stejným způsobem jako u filtrace jednotlivé vrstvy.



Obrázek 19: Vývojový diagram filtrace více časových vrstev najednou [19]

5.6 Tvorba animace

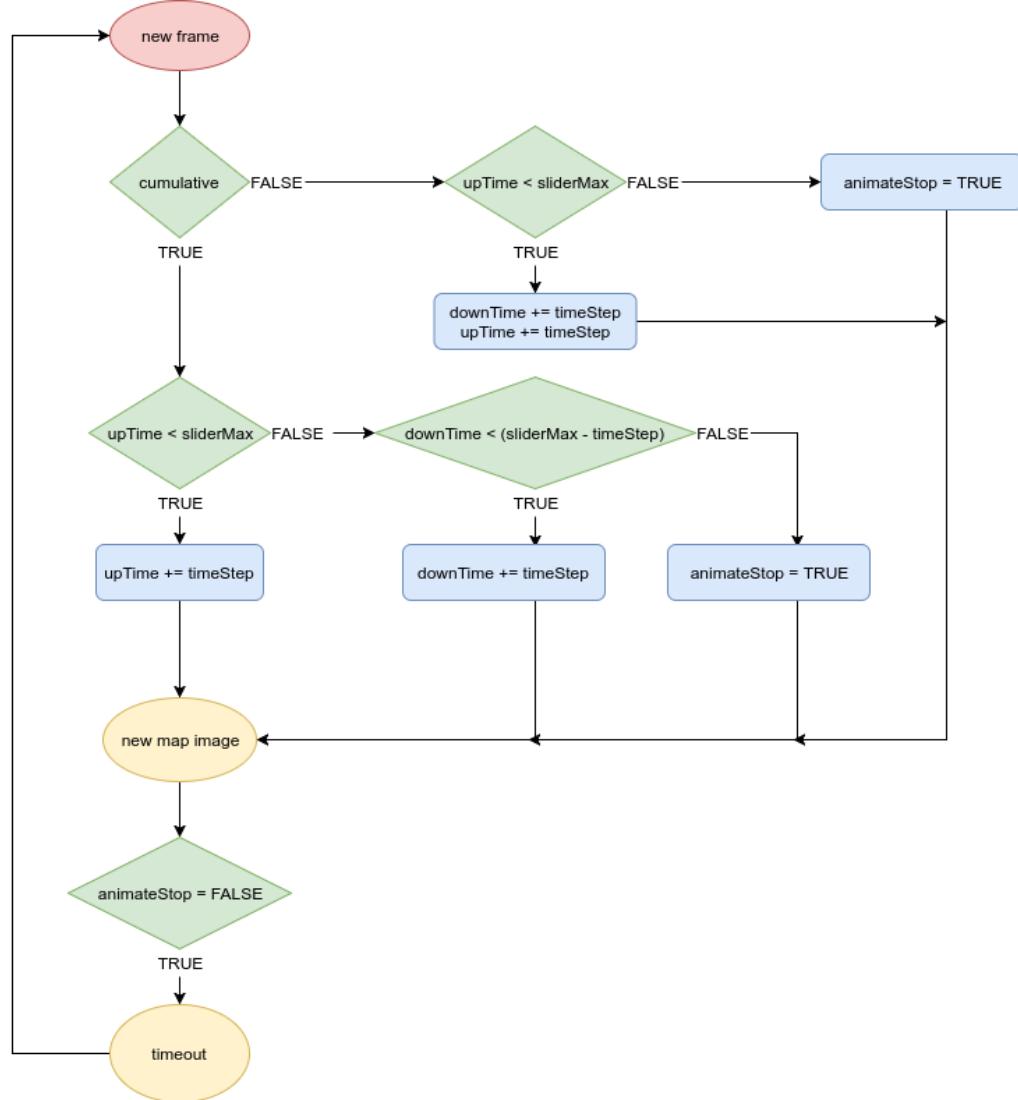
Pro jednotlivé vrstvy i pro více vrstev najednou, je možnost provádět filtraci mapových prvků automatizovaně a vytvářet tak jednoduché animace. K tomu slouží tlačítko *PLAY* na spodní straně nástroje viz. kapitola 5.1.

Jedná se o jednoduchou metodu `animate`, která s prodlevou jedné sekundy mění hodnotu časového posuvníku. Tato metoda pouze kontroluje hodnotu proměnné `animateStop`. Pokud je tato hodnota `FALSE`, je volána metoda `newFrame`. Metoda `newFrame` při každém svém zavolení zkонтroluje hodnotu spínače `cumulative`:

- *cumulative = TRUE* - pokud je hodnota horního posuvníku menší než maximální hodnota časového posuvníku, je zvýšena o velikost kroku posuvníku. Pokud je hodnota horního posuvníku vyšší a rozdíl obou posuvníků je větší, než velikost kroku posuvníku, je zvýšena hodnota spodního posuvníku.
- *cumulative = FALSE* - pokud je hodnota horního posuvníku menší než ma-

ximální hodnota časového posuvníku, jsou zvýšeny společně obě hodnoty posuvníků o krok časového posuvníku.

Po zvýšení hodnot je zavolána metoda `getNewUrl` (viz. kapitola 5.4), která aktualizuje mapový obsah podle nově nastavených filtrovaných hodnot. Nakonec v případě, že hodnota `animateStop = FALSE`, zavolá metoda `newFrame` rekurzivně sama sebe s časovou prodlevou jedné sekundy.



Obrázek 20: Vývojový diagram metody `animate`

Závěr

Hlavní cíle této práce byly dva. První spočíval v rešerši možných metod pro řešení podpory časoprostorových dat pro webové mapové publikační platformy obecně. Druhý cíl práce spočíval v implementaci nástroje pro podporu zobrazování vektorových dat v publikační platformě Gisquick. Jednalo se především o úpravy na straně Gisquick webového klienta a dále zásuvného modulu pro QGIS.

Zásuvný modul byl doplněn o jednoduché uživatelské rozhraní umožňující snadné nastavení jednotlivých vrstev obsahujících časoprostorová data. Jedná se především o definování atributu obsahujícího časové hodnoty v nejrůznějších časových formátech. Na základě tohoto atributu jsou posléze dopočítány další parametry nutné pro implementovaný nástroj v rozhraní webového klienta.

Nejvíce změn, především z uživatelského hlediska, bylo provedeno na již zmiňovaném webovém klientu. Zde byl přidán zcela nový nástroj, který na základě časové osy nabízí uživateli kontrolu nad výběrem zobrazovaných mapových prvků. Nástroj obsahuje různé způsoby určení časového intervalu pro selekci mapových prvků jedné nebo více vrstev. Nástroj dále umožňuje vytvářet jednoduché animace.

Způsob, jakým byl samotný nástroj a změny zásuvného modulu implementovány, úzce odráží poznatky získané během rešerše. Jedná se o funkční řešení převzaté z časové podpory pro MapServer a GeoServer. Z hlediska uživatelského rozhraní byly použity prvky vyskytující se v aplikaci ArcGIS Online.

I přes vytvoření plně funkčního nástroje, který nabízí příjemné uživatelské rozhraní a širokou škálu možností, je zapotřebí budoucího vývoje nástroje. Nejdůležitější pro časový nástroj, především z hlediska jeho komplexnosti, by byla implementace pro zobrazování časoprostorových rastrových vrstev. Další vývoj na straně zásuvného modulu pro QGIS by mohl zjednodušit validaci dat a následného výpočtu. Zjednodušená validace by byla přínosná především pro projekty s větším objemem dat. V této práci je aplikovaná validace, která, na úkor časově náročnějšího výpočtu, dovoluje větší benevolenci vstupních dat. Validace dovoluje uživatelům použití dat s nekonzistentním časovým formátem. Na straně webového klienta jde především o vývoj grafické stránky nástroje, která, vzhledem k jeho možným budoucím změnám, nebyla brána jako důležitá.

Pro potřeby vývoje rozšíření platformy Gisquick byl vytvořen repozitář *dp-tethal-2018* a dále dva pomocné repozitáře. Repozitář *dp-tethal-2018-gisquick* obsahuje mimo jiné webového klienta ve větvi *vue-client*. Dále repozitář *dp-tethal-2018-gisquick-qgis-plugin*, který obsahuje zásuvný modul pro program QGIS ve větvi *master*. Oba vycházejí z původního repozitáře platformy Gisquick, konkrétně repozitáře *gisquick* resp. *gisquick-qgis-plugin*³.

Rozdíly mezi původními a vývojovými repozitáři jsou uvedeny v souborech *klient.diff* resp. *plugin.diff* v elektronické příloze.

³původní repozitáře jsou dostupné z <https://github.com/gislab-npo/gisquick> a <https://github.com/gislab-npo/gisquick-qgis-plugin>

Seznam zkratek

GIS	Geographic information system
QGIS	Quantum GIS
WMS	Web Map Service
URL	Uniform Resource Locator
OGC	Open Geospatial Consortium
WMTS	Web Map Tile Service
PNG	Portable Network Graphics
GIF	Graphics Interchange Format
JPEG	Joint Photographic Experts Group
SVG	Scalable Vector Graphics
WebCGM	Web Computer Graphics Metafile
XML	Extensible Markup Language
SRS	Spatial Reference System
BBOX	Bounding Box
ISO	International Organization for Standardization
WCS	Web Coverage Service
CSS	Cascading Style Sheets
HTML	Hypertext Markup Language
DOM	Document Object Model
GNU	recursive "GNU's Not Unix"
GPL	General Public License

Reference

- [1] MITCHELL, Tyler. *Web Mapping illustrated* O'Reilly Media, Inc., 2008.
- [2] Google Company. *Our history in depth*. [online]. 2016 Dostupné z: <<https://www.scribd.com/document/334801840/Our-History-in-Depth-Company-Google>>
- [3] Open Geospatial Consortium *Official Website* [online]. Copyright © 2018 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <<http://www.opengeospatial.org/>>
- [4] Open Geospatial Consortium Inc. *OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification* [online]. 2006 [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>>
- [5] About — MapServer 7.0.7 documentation. *Welcome to MapServer — MapServer 7.0.7 documentation* [online]. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <<http://mapserver.org/about.html#about>>
- [6] Layers — GeoServer 2.13.x User Manual. *GeoServer Documentation*. [online]. Copyright © Copyright 2017, Open Source Geospatial Foundation. License [cit. 2018-04-16] Dostupné z: <<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/data/webadmin/layers.html#data-webadmin-layers-edit-dimensions>>
- [7] Time Support in GeoServer WMS *GeoServer Documentation*. [online]. [cit. 2018-04-14] Dostupné z: <<http://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wms/time.html>>
- [8] Gisquick. *Demonstrativní projekt Praha*. [online]. [cit. 2018-04-07] Dostupné z: <<https://projects.gisquick.org/?PROJECT=user1/prague/prague>>
- [9] Esri. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Esri>>
- [10] ArcGIS Enterprise *ArcGIS Server: Approaches for publishing services with ArcGIS*. [online]. Copyright © 2018 Esri. [cit. 2018-04-23] Dostupné z: <<https://enterprise.arcgis.com/en/server/latest/publish-services/windows/approaches-for-publishing-services-with-arcgis.htm>>

- [11] Project publishing — Gisquick 1.0 documentation *Gisquick user manual*. [online]. Copyright © Copyright 2016 [cit. 2018-04.26] Dostupné z: <<http://gisquick.readthedocs.io/en/latest/user-manual/project-publishing.html>>
- [12] YOU, Evan. First week of launching Vue.js. *Evanyou*. [online]. 2014 [cit. 2018-04.28] Dostupné z: <<http://blog.evanyou.me/2014/02/11/first-week-of-launching-an-oss-project/l>>
- [13] Supported field formats—Help | ArcGIS Desktop . [online]. Copyright © 2017 Esri. [cit. 2018-04.28] Dostupné z: <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/map/time/supported-field-formats.htm>>
- [14] QGIS as OGC Data Server. *Documentation QGIS 2.8*. [online] [cit. 2018-04.28] Dostupné z: <https://docs.qgis.org/2.8/en/docs/user_manual/working_with_ogc/ogc_server_support.html>
- [15] What is PyQt?.*Riverbank / Software*. [online] [cit. 2018-04.28] Dostupné z: <<https://riverbankcomputing.com/software/pyqt/intro>>
- [16] Services: Web Map Service (WMS). *Documentation QGIS 2.18*. [online] [cit. 2018-05.05] Dostupné z: <https://docs.qgis.org/2.18/en/docs/user_manual/working_with_ogc/server/services.html#web-map-service-wms>
- [17] OSGeo. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-05.05]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Open_Source_Geospatial_Foundation>
- [18] National Weather and Warnings: Met Eye *Australia's official weather forecasts & weather radar - Bureau of Meteorology*. [online] [cit. 2018-05.06] Dostupné z: <<http://www.bom.gov.au/australia/meteye>>
- [19] Flowchart Maker. *Online Diagram Software*. [online] [cit. 2018-05.08] Dostupné z: <<https://www.draw.io>>

-
- [20] The Pennsylvania Cancer Atlas: a CDC/GeoVISTA prototype. *GeoVISTA Center / A Center for Innovation Across the GIScience Research Landscape*. [online] [cit. 2018-05.06] Dostupné z: <<https://www.geovista.psu.edu/grants/CDC/>>
 - [21] Gay Stamp Sands. [online] [cit. 2018-05.06] Dostupné z: <<http://spatial.mtri.org/stampsands/>>
 - [22] ArcGIS Online. *PeaceTech Wiki*. [online] [cit. 2018-05.08] Dostupné na: <http://peacetech.wiki/index.php?title=ArcGIS_Online>

A Struktura elektronické přílohy

.	
src	
diff	
klient.diff	Gisquick klient soubor diff
plugin.diff	Gisquick plugin soubor diff
text	
LaTeX	
david-tethal-dp-2018.pdf	zdrojový kód programu LaTeX text diplomové práce ve formátu PDF
zadani	
zadanidp.pdf	zadání diplomové práce
sample-project	vzorový QGIS projekt

B Uživatelský manuál

Uživatelský manuál se skládá ze dvou částí. První obsahuje postup pro instalaci a spuštění platformy Gisquick na lokálním zařízení. Druhá část obsahuje popis uživatelského rozhraní zásuvného modulu pro platformu QGIS a dále Gisquick webového klienta. Uživatelský manuál je vytvořen pouze pro části, které obsahují rozhraní pro práci s časoprostorovými daty. Vzhledem k mezinárodnímu použití platformy Gisquick je text uživatelského rozhraní, stejně jako instalační manuál, napsán v anglickém jazyce.

B.1 Instalace

Two different operations have to be done in order to fully run Gisquick platform. Web server run on Docker container but so far Vue.js web client runs only in development mode.

Web server

In order to run Docker container, Docker application itself has to be installed first. Configuration file for running web server Docker *docker-compose-dev.yml* is located in ./docker folder in vue-client branch inside dp-tethal-2018-gisquick repository <https://github.com/ctu-geoforall-lab-projects/dp-tethal-2018-gisquick/tree/vue-client/docker>. Docker command might be run in this stage, but there would not be any project and user would see only blank map. Before uploading the folder containing published project, folders tree has to be created using command `$ mkdir -p _data/publish _data/media _data/data _data/etc/letsencrypt/live` [11].

Folder with project has to be add into ./docker/_data/publish folder. Everything is now set and

```
docker-compose -f docker-compose-dev.yml up
```

command might be run. If there is no error, web server is served on port 8000.

In case of creating a new user, it is recommended to follow all the steps described in the official documentation of Gisquick platform. <http://gisquick.readthedocs.io/en/latest/administrator-manual/user-management.html>

Web client

Application Node.js with its minimal version 4.0.0 and the package manager npm 3.0.0 or higher has to be installed first. Then following commands has to be run in ./clients/vue-js folder.

`npm install`

This command installs packages, and any packages that it depends on.

`npm run dev`

Runs client application that is served on port 8080.

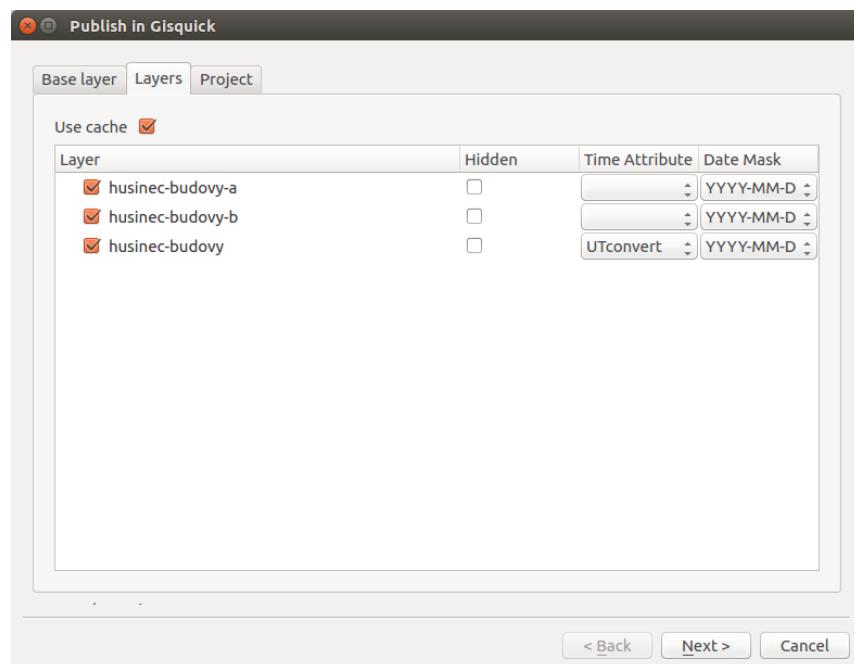
B.2 Grafické uživatelské rozhraní

Time support for Gisquick platform allows users to easily filter map content based on its spatio-temporal value. Any vector layer that contain attribute with time value may be used.

This section contains user manual describing process of time layers publication in Gisquick plugin for QGIS together with functions of time filtering tool in Gisquick client.

Publication process

There is simple settings in order to keep publication process easy to handle for any user. Time layer may be set up in the first page of the publication wizard in the tab *Layers*. Dropdown menu **Time Attribute** defines which layer attribute contains time values. In case that this column is left blank, layer won't be listed in the time filter tool. Second option is **Date Mask**. Time values may have different formats in different countries. No matter how original time format looks like, date mask offers a possibility to customize displayed date format in Gisquick client.



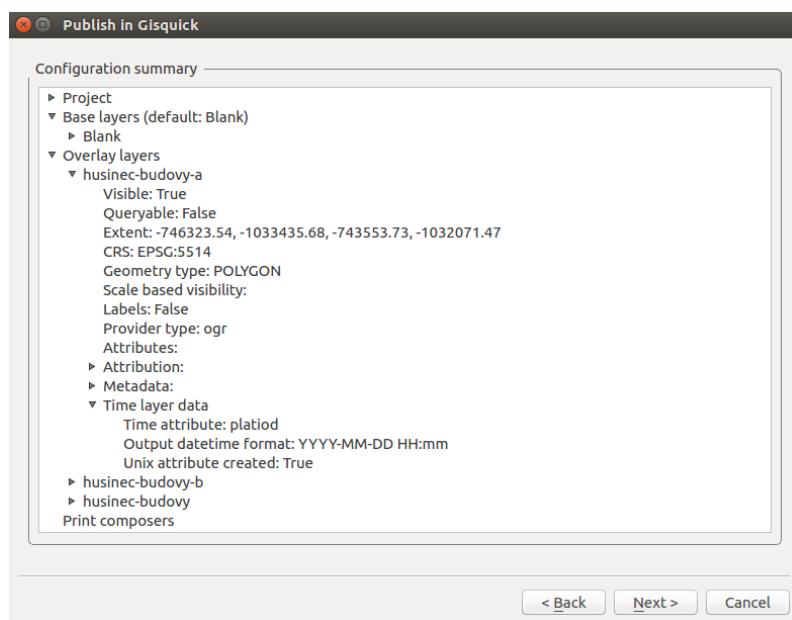
Obrázek 21: Time layers options in publication wizard (*source: author*)

Every user should know how the data looks like. **Date Mask** changes user

interface of the time filtering tool. E.g. if 'HH:mm' mask is selected date picker will not be displayed in the client side, only time picker.

It is recommended to use time date in format starting with year or hour excluding special character e.g. 'YYYY-MM-DD' or 'HH-mm'. Otherwise, new attribute containing time values in UNIX time format has to be created during publication process.

The **configuration summary** wizard page displays all the parameters that were computed for each time layer. Note that if the **Time Attribute** field was left blank, parameters will not have any value.

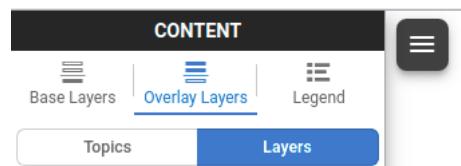


Obrázek 22: Time layers publication summary (*source: author*)

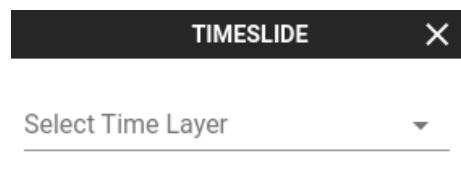
Time filtering tool

Time filtering tool in Gisquick client is available in the tool menu in upper left corner.

When the tool is activated dropdown menu with time layers appears on the left side of map canvas. For needs of filtration the time layer has to be specified. Despite selecting one time layer there is also possibility of selecting *All visible layers*.



Obrázek 23: Tool menu (*source: author*)



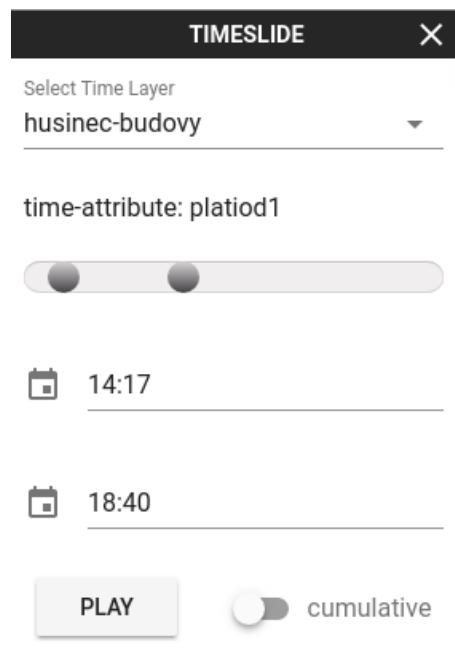
Obrázek 24: Dropdown menu containing time layers (*source: author*)

It might happen that two time layers with different time extend are visible in the same time. E.g. one layer displaying map features over one hour and second over one year. Filtering this two layers together using one time slider would ignore layer with shorter time extend. That is the reason why only time layers with same time attribute may be displayed in the same time. In case ‘All visible layers‘ contains different time attribute. User have to specify one in displayed dropdown menu.



Obrázek 25: Dropdown menu containing time attributes (*source: author*)

Once filtering layer is specified various settings is displayed.



Obrázek 26: Initialized time filtering tool (*source: author*)

Time filtering tool is composed of following parts:

- *Dropdown menu with time layers*
- *Time attribute label*
- *Double range slider*
- *Lower and upper time value*
- *Animation button with cumulative switch*

Function of **Dropdown menu with time layers** was mentioned before. If selected time layer was already filtered, time filtering tool is initialized using previously used values.

Time attribute label displays name of attribute that was selected in the process of project publishing as ‘Time Attribute’. This comes handy especially when ‘All visible layers’ are selected.

Double range slider allows user to make fast data filtration. Time interval is set using two sliders. Map content is refreshed each time the slider is changed. Step of double range slider is set as one hundredth of time interval size.



Obrázek 27: Double range slider (*source: author*)

Time interval may be specified with better precision than time slider using **Lower and upper time value** labels. Precision depends on selected output time format in project publication. If format contains time and date, then labels allow user to set time using time pickers and date in calendar. In case that time format contains date than is not more precise than one day, only calendar is displayed. Time and date selection in displayed date time picker has to be confirmed by *OK* button. Map canvas is updated after this confirmation.



Obrázek 28: Date time picker (*source: author*)

Simple animation can be made using **Animation button**. There are two opti-

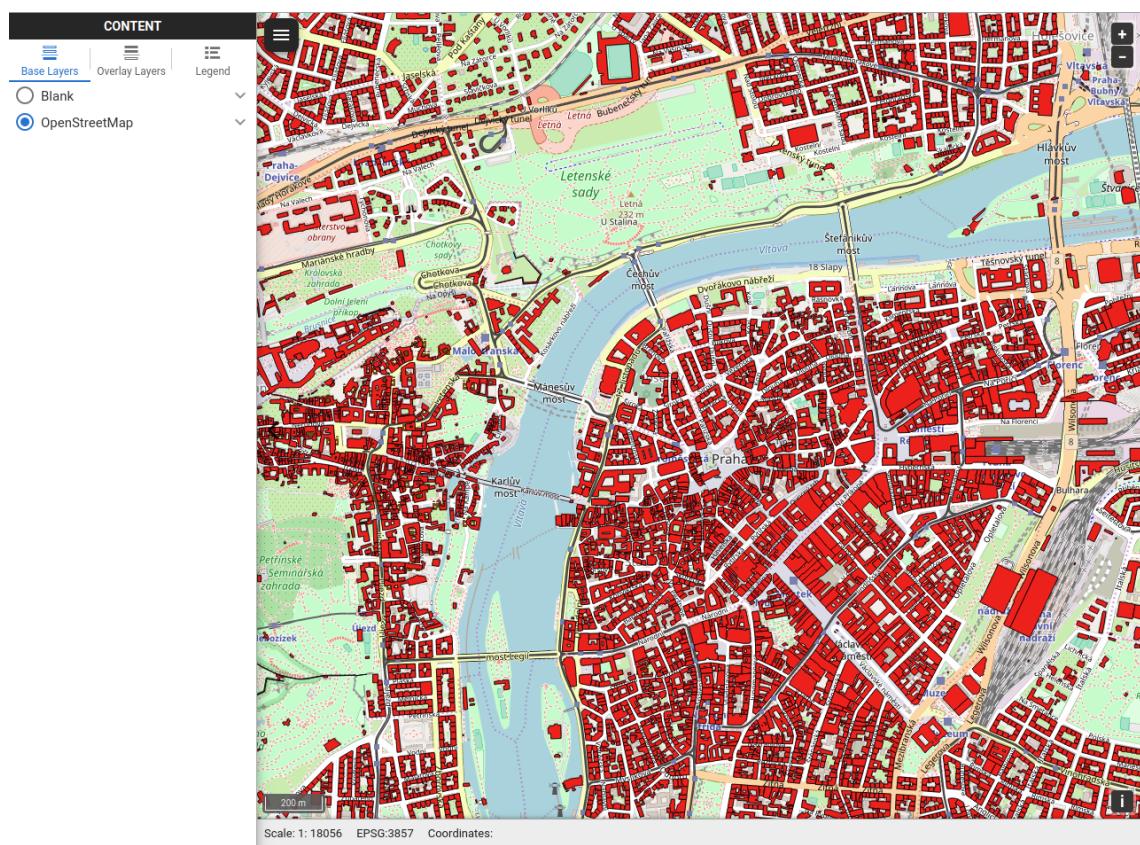
ons. Classic and cumulative animation. Classical one increases both upper and lower values every second by slider step. Animation stops when upper value reach slider maximum. If cumulative mode is turned on only upper value is being increased. When it reaches slider maximum than lower value increases in the same pattern. Animation ends when difference between upper and lower value is just one step. Second way how to stop animation may be click on *STOP* button. Stop button appears only when animation is on. Map canvas is updated each time when slider value is changed.



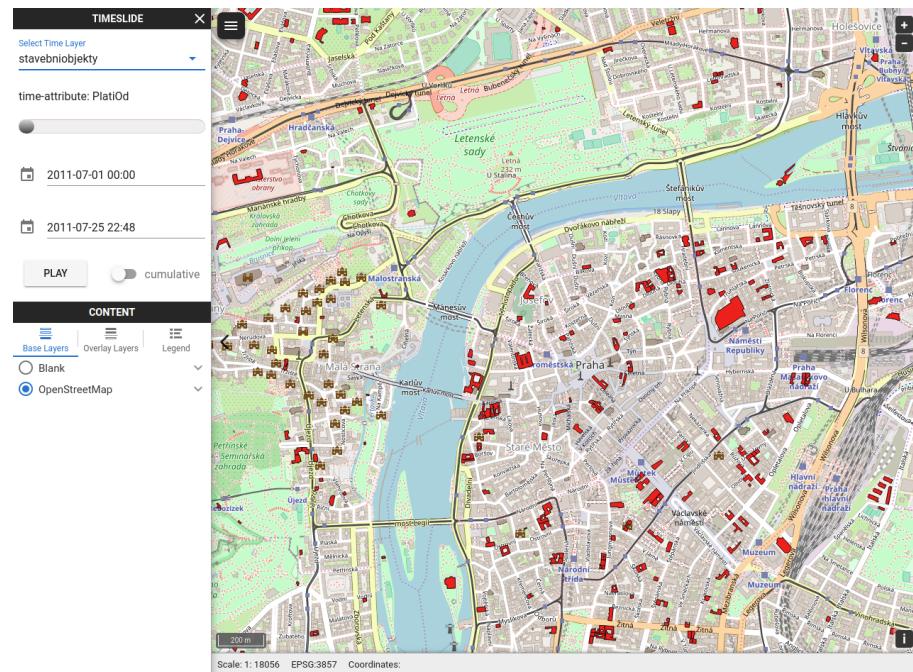
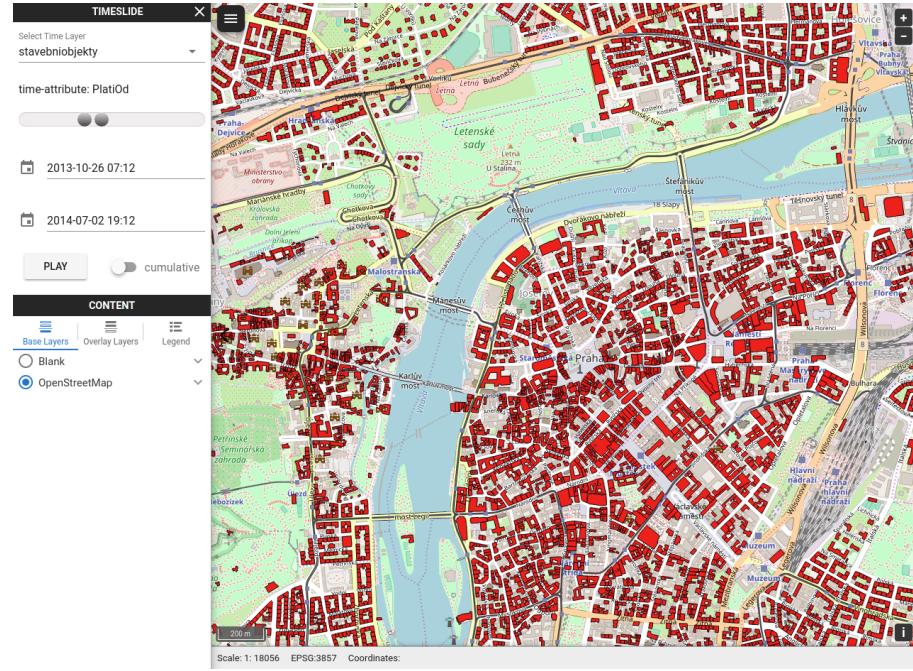
Obrázek 29: Time animation stop button (*source: author*)

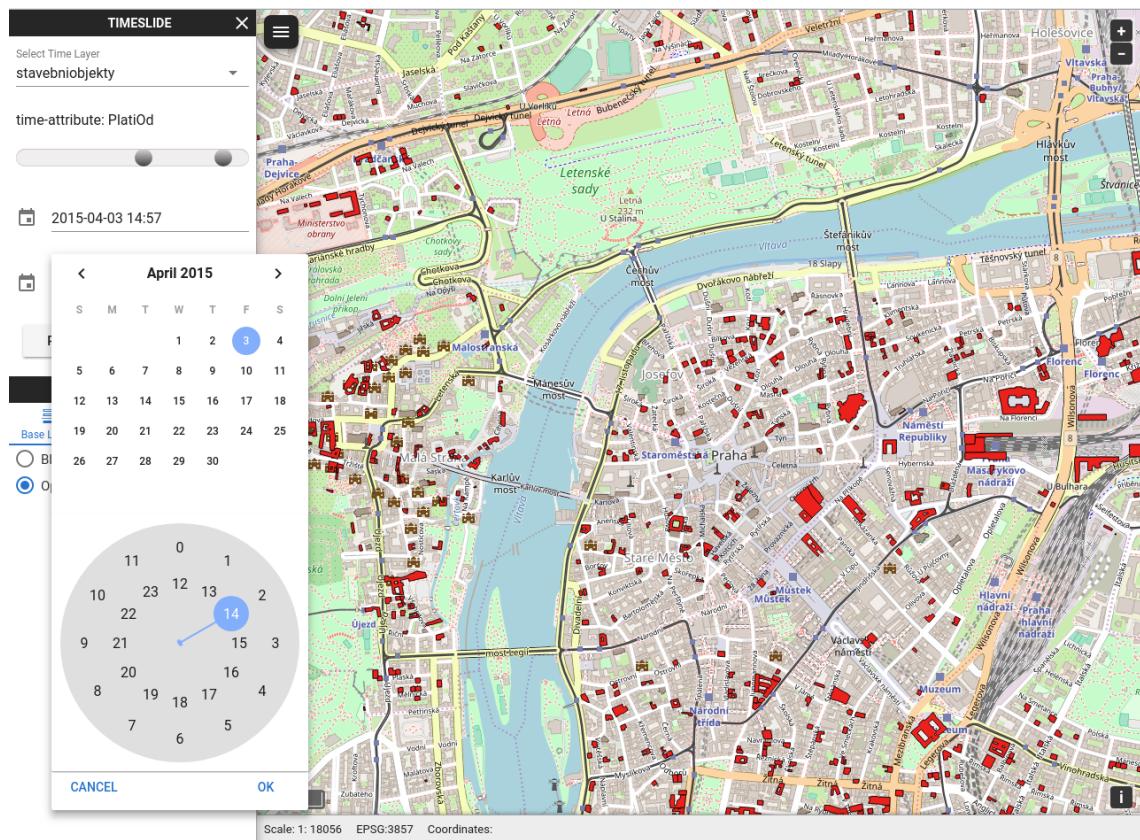
C Ukázka

Following section contains screenshots of sample project created in QGIS desktop and published using Gisquick platform. Project is composed of vector layer containing Prague buildings from RIUAN (public list containing land identification, addresses and buildings) together with OpenStreetMap as a base layer. Buildings are selected by *PlatiOd*. *PlatiOd* is a time stamp of last map feature change as a date in text format.



Obrázek 30: Initialization of Gisquick platform (*source: author*)

Obrázek 31: Initialization of time tool (*source: author*)Obrázek 32: Filtering using time slider (*source: author*)



Obrázek 33: Filtering using date time picker (*source: author*)

D Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

1	Diagram znázorňující základní části interaktivních mapových platform a jejich interakci s uživatelem: [1]	13
2	Logo MapServer: [5]	19
3	Ukázka zobrazující webovou platformu Gay Stand Sands a její uživatelské rozhraní [21]	22
4	Logo GeoServer [6]	23
5	Záložka konfigurace časové vrstvy na GeoServeru [6]	24
6	Ukázka zobrazující webovou platformu MetEye	26
7	Ukázka zobrazující webovou platformu Pennsylvania Cancer Atlas a její uživatelské rozhraní s možností animace dle časového období statistik	27
8	Logo ArcGIS	28
9	Dialogové okno nastavení časové vrstvy v desktopové aplikaci ArcGIS [10]	29
10	Nástroj pro správu časových vrstev [10]	32
11	Ukázka uživatelského rozhraní platformy Gisquick[8]	37
12	Ukázka uživatelského rozhraní Gisquick pluginu pro QGIS (<i>zdroj: autor</i>)	38
13	Loga níže popsaných softwarů	39
14	Nastavení vrstev v Gisquick pluginu (<i>zdroj: autor</i>)	41
15	Souhrn publikovaného projektu v Gisquick pluginu (<i>zdroj: autor</i>)	42
16	Vývojový diagram publikace časové vrstvy [19]	45
17	Webové rozhraní Gisquick platformy s aktivovaným nástrojem pro práci s časoprostorovými daty (<i>zdroj: autor</i>)	50
18	Vývojový diagram filtrace více časových vrstev najednou [19]	55
19	Vývojový diagram filtrace více časových vrstev najednou [19]	58

20	Vývojový diagram metody animate	59
21	Time layers options in publication wizard (<i>source: author</i>)	69
22	Time layers publication summary (<i>source: author</i>)	70
23	Tool menu (<i>source: author</i>)	71
24	Dropdown menu containing time layers (<i>source: author</i>)	71
25	Dropdown menu containing time attributes (<i>source: author</i>)	71
26	Initialized time filtering tool (<i>source: author</i>)	72
27	Double range slider (<i>source: author</i>)	73
28	Date time picker (<i>source: author</i>)	73
29	Time animation stop button (<i>source: author</i>)	74
30	Initialization of Gisquick platform (<i>source: author</i>)	75
31	Initialization of time tool (<i>source: author</i>)	76
32	Filtering using time slider (<i>source: author</i>)	76
33	Filtering using date time picker (<i>source: author</i>)	77

Seznam tabulek

1	Výpis parametrů a jejich povinnost použití: [4]	17
2	Výpis parametrů a jejich povinnost použití: [4]	34