

**Univerzita Palackého v Olomouci**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra geoinformatiky**

**NÁVRH A IMPLEMENTACE GIS KLIENTA  
V CLOUDOVÉM PROSTŘEDÍ NA ZÁKLADĚ  
SERVISNĚ ORIENTOVANÉ ARCHITEKTURY**

**Bakalářská práce**

**Martin FRYČÁK**

**Vedoucí práce: Mgr. Rostislav Néték**

**Olomouc 2015**

**Geoinformatika a geografie**

## **ANOTACE**

Tématem této bakalářské práce je vytvoření GIS klienta schopného načítat webové mapové služby jako jsou WMS či WMTS. Aplikace bude dále uložena v cloudovém prostředí a bude přístupná online skrze webové prohlížeče pro jakéhokoliv uživatele zdarma. Práce se v první části zaměří na definování Cloud computingu, stručnou charakteristiku webových služeb či popis principu fungování servisně orientované architektury (SOA). Dále zde proběhne výpis nejznámějších cloudových prostředí se stručnou charakteristikou a následné srovnání těchto cloudů. Cloudy budou rozděleny na specializované GIS klienty a obecné cloudové řešení.

V praktické části pak bude vytvořen již zmíněný klient. Aplikace bude schopna načítat webové služby na podkladové mapy s možností další práce s těmito vrstvami. Praktická část bude podrobně popisovat aplikační rozhraní této aplikace a dosažené výsledky. Jedním z hlavních kroků bude popsání postupu vkládání této aplikace do vybraného cloudového prostředí. V poslední části budou popsány výsledky bakalářské práce a také problémy, které během práce nastaly, popřípadě uvedeny možnosti alternativního řešení těchto problémů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Cloud computing; Webové služby; Aplikace; GIS klient; Zdrojové kódy

Počet stran: 83

Počet příloh: 4

## **ANOTATION**

The theme of this thesis is to create GIS client which will be able to retrieve web services like Web Map Service (WMS) or Web Map Tile Service (WMTS). The application will be stored in the cloud environment and will be accessible online through web browsers by any user for free. In the first part of thesis will be defining Cloud computing, a brief description of web services or description of the operating principle of service-oriented architecture (SOA). In the next step will be description of the most famous cloud environments with brief characterization and comparison of these clouds. Clouds will be divided into specialized GIS clients and the general cloud solutions.

In the practical part will be created above mentioned client. Application will be able to retrieve web services on base maps with the possibility of another work with these layers. The practical part will describe in detail the application interface of this application and the achieved results. One of the main steps will be describing inserting this application to selected cloud environment. In the last part of thesis will be describes the results of the thesis and the problems that occurred during work, or given the possibility of alternative solutions of these problems.

## **KEY WORDS:**

Cloud computing; Web services; Application; GIS client; Scripts

Number of pages: 83

Number of appendixes: 4

## **PROHLAŠUJI, ŽE**

bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Ve své programové aplikaci jsem použil zdrojové kódy aplikace MapViewer pro načítání webových mapových služeb vytvořenou panem Jakubem Szostakem.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užívat (§ 35 odst. 3).

Souhlasím, že údaje o mé bakalářské práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP.

V případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít výsledky a výstupy mé bakalářské práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Použití výsledky a výstupy mé bakalářské práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy.

V Olomouci dne 11. 8. 2015

Martin Fryčák

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Rostislavu Nétkovi za odborné vedení, podněty a připomínky při vypracování práce. Dále děkuji konzultantu Radomíru Starošíkovi za poskytnuté rady a pomoc. V poslední řadě děkuji za odbornou pomoc, rady a poskytnutí dat panu Jakubu Szostakovi autorovi upravované aplikace MapViewer.

Vložený originál **zadání** bakalářské/diplomové práce (s podpisy vedoucího katedry, vedoucího práce a razítkem katedry). Ve druhém výtisku práce je vevázána fotokopie zadání.

# OBSAH

<b>OBSAH.....</b>	<b>5</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>7</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>1 CÍLE PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
<b>2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ .....</b>	<b>11</b>
2.1 Použitá data.....	11
2.2 Použité programy.....	11
2.3 Postup zpracování.....	11
<b>3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.....</b>	<b>13</b>
3.1 Cloud Computing .....	13
3.1.1 Definice .....	13
3.1.2 Distribuční modely.....	15
3.1.3 Modely nasazení .....	17
3.1.4 Uložiště Cloudu.....	18
3.1.5 Výhody a nevýhody cloudu .....	19
3.2 Servisně orientovaná architektura (SOA).....	21
3.2.1 Principy servisní orientace .....	22
3.3 Webové služby .....	27
3.3.1 Protokoly webových služeb .....	27
3.3.2 Prostorové webové služby .....	29
3.3.3 Standarty webových služeb.....	31
3.4 Obecné cloudové služby .....	37
3.4.1 Google .....	37
3.4.2 Microsoft.....	39
3.4.3 Amazon .....	40
3.4.4 Salesforce.com .....	41
3.4.5 OpenShift .....	42
3.4.6 Cloudová uložení.....	42
3.5 Specializovaní GIS klienti .....	45
3.5.1 ArcGIS Online .....	46
3.5.2 GIS Cloud .....	47
3.5.3 Google MyPlaces .....	47
3.5.4 Mapbox a TileMill .....	48
3.5.6 GeoCommons.....	49
3.5.7 MapMint.....	49

3.5.8 CartoDB .....	50
3.5.9 CrowdMap .....	50
3.6. Srovnání Cloudových řešení a GIS cloudů.....	51
3.6.1 Obecné cloudy.....	51
3.6.2 Specializované GIS cloudy .....	54
<b>4 VÝVOJ APLIKACE .....</b>	<b>56</b>
4.1 Návrh aplikace .....	56
4.1.1 MapViewer.....	57
4.1.2 Vlastní aplikace MapInCloud .....	58
4.1.3 Řešení nedostatků .....	59
4.2 Popis aplikačního rozhraní .....	65
4.2.1 MapInCloud .....	65
4.2.2 MapTiler.....	71
4.2.3 TileServer.....	72
4.3 Výběr technologií a cloudu.....	73
<b>5 VÝSLEDKY.....</b>	<b>76</b>
<b>6 DISKUZE.....</b>	<b>78</b>
<b>7 ZÁVĚR.....</b>	<b>80</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE .....</b>	<b>81</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>84</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>Zkratka</b>	<b>Význam</b>
AES	Advanced Encryption Standard
API	Application Programming Interface
CSV	Comma-Separated Values
CPU	Central Processing Unit
DB	DataBase
DDoS	Distributed Denial of Service
DoS	Denial of Service
ESRI	Environmental System Research Institute
GB	GigaByte
GIF	Graphics Interchange Format
GDAS	Global Data Assimilation System
GML	Geography Markup Language
GPX	GPS eXchange format
HDD	Hard Disk Drive
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
iOS	iPhone Operating System
ISO	International Organization for Standardization
IT	Information Technology
JPEG	Joint Picture Experts Group
JS	JavaScript
JSON	JavaScript Object Notation
KML	Keyhole Markup Language
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OASIS	Advancing Open Standards for the Information society
OGC	Open Geospatial Consortium
OSGeo	Open Source Geospatial Foundation
PDF	Portable Document Format
PNG	Portal Network Graphics
RAM	Random-Access Memory
REST	Representational State Transfer
SHP	Shapefile
SOA	Service-Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
SSL	Secure Sockets Layer

TB	TeraByte
TIFF	Tagged Image File Format
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration
W3C	World Wide Web Consortium
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WGS84	World Geodetic System 1984
WSDL	Web Service Definition Language
WMS	Web Map Service
WMTS	Web Map Tile Service
XML	Extensible Markup Language

## ÚVOD

V posledních desítkách let se internet a v něm uložené webové aplikace vyvinuly obrovskou rychlostí. Lokální počítače mohou už více či méně poskytovat jen přístup k webovým aplikacím a veškerým uživatelským datům.

Fenoménem dnešní doby je takzvaný Cloud computing. Tento termín se používá pro téměř veškeré webové služby dostupné v prostředí internetu. S tímto řešením podnikové IT se už setkal snad kdokoliv, kdo využívá prostředí internetu. Jedná se o pronájem prostoru, aplikací nebo výpočetního výkonu. K jednotlivým aplikacím nebo souborům se přistupuje prostřednictvím internetu, ať už z mobilních zařízení nebo lokálního počítače.

Užívání techniky Cloud computingu je jedním z nejefektivnějších způsobů sdílení a práce s daty na internetu. Je možné se tedy setkat s řadou interaktivních map a jiných prostorových dat v prostředí vlastního webového prohlížeče. Je zde však i možnost tyto mapové výstupy vytvářet přímo na internetu. Ať už se jedná o specializované GIS cloudové služby nebo o obecné cloudové služby, uživatel si může vytvořit různé mapy s libovolným obsahem.

Hlavním úkolem této bakalářské práce je navrhnout GIS klienta, který bude umět načíst webové mapové služby typu WMS či WMTS, ale i další webové služby z různých geoportálů na vlastní mapový podklad s využitím servisně orientované architektury. Uživatel tak získá potřebné informace o území České republiky, ale i o zahraničí v krátkém čase a bez nutnosti registrace. Tato aplikace bude dále umístěná v jednom z vybraných cloudových řešení a bude se k ní přistupovat skrze webové prohlížeče bez nutnosti složité instalace softwaru.

# 1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je vytvoření webového mapového klienta na základě geoinformačních technologií, konkrétně řešení využívající principu Cloud computing. V textové části bude uvedena rešerše týkající se problematiky bakalářské práce a analýza stávajících cloudových řešení ze dvou pohledů. Jednak specializovaných GIS klientů (ArcGIS Online, GIS cloud, Geocommons, Mapmint, CartoDB, Crowdmap a další) a jednak z pohledu obecných cloudových řešení (Amazon, OpenShift, Box, iCloud, apod.) na základě podpory prostorových dat a implementace mapových aplikací. Navrhnu se vhodné hodnotící parametry, na jejichž základě se provede srovnání a vyhodnocení obou skupin.

V praktické části na základě výsledků rešerše bude vytvořen vlastní koncept GIS klienta v cloudovém prostředí. Cloudové prostředí bude vybíráno na základě předešlého srovnání v teoretické části. Aplikace bude v co nejvyšší možné míře využívat servisně orientované architektury (SOA). Bude poskytovat funkcionalitu takzvaného smart klienta, tedy rozšířeného tenkého klienta a bude umět především přidávání webových služeb na principu SOA (WMS, WMTS apod.).

Výsledky bakalářské práce budou geoinformační a kartografické. Nakonec budou vyplněny údaje o všech datových sadách, které byly vytvořeny či získány v rámci práce, do Metainformačního systému katedry geoinformatiky a současně bude vytvořena záloha údajů ve formě validovaného XML souboru.

Celá práce (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, XML soubor) se odevzdá v digitální podobě na CD (DVD) a text práce s vybranými přílohami bude odevzdán ve dvou svázaných výtiscích na sekretariát katedry. O bakalářské práci budou vytvořeny webové stránky v souladu s pravidly dostupnými na stránkách katedry. Práce bude zpracována podle zásad dle šablony dostupné na webových stránkách katedry. Na závěr bakalářské práce bude připojeno jednostránkové resumé v anglickém jazyce.

## 2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

### 2.1 Použitá data

Data pro vznik aplikace byla z větší části získána z webové služby GitHub. GitHub je hostující služba pro open-source projekty podporující vývoj software.

Použitá data a datové služby:

**Zdrojové kódy mapové aplikace MapViewer** - aplikace běží nad MIT licencí. Uživatel tedy může se zdrojovými kódy aplikace nakládat, jak uzná za vhodné.

**Zdrojové kódy aplikace TileServer** - taktéž z hostujícího serveru GitHub.

**Datové služby** - poskytnul Český úřad zeměměřičský a katastrální, národní geoportál INSPIRE, Česká geologická služba nebo společnost Esri prostřednictvím webových služeb WMS.

**Veřejně dostupné materiály, dokumentace a příklady ze serveru openlayers.org.**

### 2.2 Použité programy

V praktické části byly využity následující software a technologie:

- **Notepad++** - freewareový textový editor pro Windows
- **Amazon Web Services (AWS)** – software společnosti Amazon pro tvorbu aplikací v cloudovém prostředí
- **Apache** – softwarový webový server pro nahrání aplikace do AWS
- **PuTTY** – SSH klient pro Windows
- **WinSCP** – open source FTP (File Transfer Protocol) klient pro jednodušší přístup k aplikaci v cloudu.
- **TileServer** – hostující technologie od společnosti Klokan Technologies GmbH, schopna poskytovat data ve formě WMTS (Web Map Tile Service)
- **MapTiler** – volně dostupná aplikace od společnosti Klokan Technologies GmbH, pracující jako grafická aplikace pro vytvoření vlastních interaktivních map.
- **GitHub** - bezplatný hosting pro open-source projekty.

### 2.3 Postup zpracování

**Studium literatury** – Pro další zpracování bakalářské práce bylo nutné prostudovat literaturu jak v tištěné, tak v elektronické podobě, převážně od zahraničních autorů věnujících se této problematice. Stěžejním dílem pro vypracování rešerše byl titul Cloud Computing od Anthonyho T. Veltheho, Toby J. Veltheho a Roberta Elsenpetera. Vzhledem k relativně novému tématu bakalářské práce bylo čerpáno i z diplomových prací autorů zabývajících se touto problematikou.

**Komplexní analýza** – Podrobné studium jednotlivých cloudových platforem, kdy byl kladen důraz na podporu prostorových dat. Byly tedy vybrány ty, které jsou mezi uživateli nejrozšířenější.

Dále studium jednotlivých webových služeb typu WMS, WMTS s podrobným popisem a v neposlední řadě výběr správného programovacího jazyka pro tvorbu a úpravy aplikace. Zde se

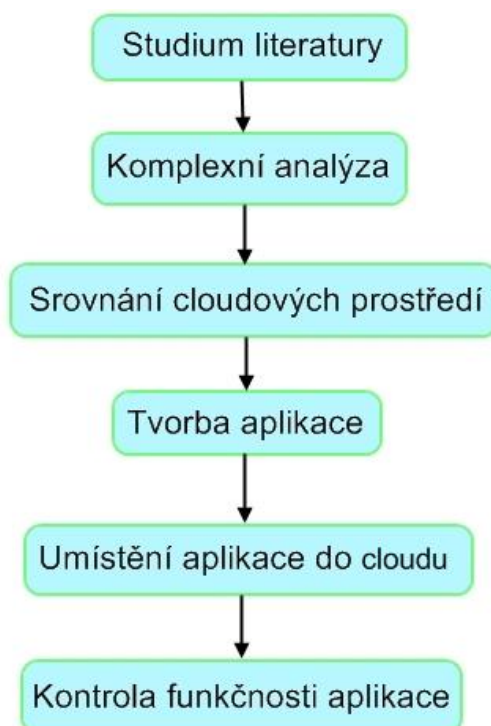
kladl důraz na vhodný jazyk v prostředí webových prohlížečů, a to z důvodu umístění výsledné aplikace na webu.

**Srovnání cloudových prostředí** – Podle zadání bakalářské práce bylo nutné srovnat jednotlivé cloudové prostředí z pohledu podpory prostorových dat a následný výběr vhodného cloudového prostředí pro umístění vlastní aplikace. Cloudové prostředí bylo nutné srovnávat jak z pohledu funkčnosti a nabídky jednotlivých cloudových platforem na trhu, ale také srovnání z pohledu specializovaných GIS cloudových řešení a obecných cloudových prostředí. Obecné cloudy bylo ještě nutné rozdělit z pohledu nabídky služby. Tím je myšleno, zda nabízí jen infrastrukturu či platformu nebo celý software a výpočetní techniku pro jakéhokoliv uživatele.

**Tvorba aplikace** – Hlavním krokem bylo vytvoření aplikace splňující zadání bakalářské práce. Jednalo se o vytvoření klienta schopného načíst webové mapové služby z různých geoportálů. V tomto kroku bylo využito již zmíněných příkladů z openlayers.org a dalších zdrojových kódů a dat z bezplatného webového hostingu GitHub. Nejdůležitější částí, s kterou se dále pracovalo, byla aplikace MapViewer od Jakuba Szostaka, s kterým byly dále diskutovány další kroky při úpravě aplikace.

**Umístění aplikace do cloudu** – Upravenou a zcela zhotovenou aplikaci bylo nutné umístit do již vybraného cloudového prostředí a řešit dostupnost této aplikace. Tento krok zahrnuje nastavení konfigurace a výběr správného operačního systému, v kterém se aplikace spravuje.

**Kontrola funkčnosti** – Závěrečným krokem bylo zkontrolování, zda aplikace pracuje podle předem nadefinovaných kritérií. Zde se jednalo například o zátěžové testy s připojením více uživatelů najednou, připojení většího počtu webových mapových služeb naráz nebo o připojení přes mobilní telefony.



Obr. 1 Schéma postupu bakalářské práce.

## 3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

### 3.1 Cloud Computing

V posledních letech se termín Cloud computing dostává do popředí zájmů mnohých firem působících v informační technice. Lze ho označit jako novodobý fenomén řešení podnikové IT. Jedná se o velice používaný a rozšířený termín v dnešní době. Tento termín se používá pro téměř veškeré webové služby dostupné v prostředí internetu. Slovo „cloud“ lze z angličtiny přeložit jako „oblak“ nebo „mrak“. Název „Cloud computing“ vznikl vyobrazením mraku, v oboru informačních technologií, jako symbolu pro označení výpočetních prostředků ležících mimo vnitřní síťovou a výpočetní strukturu organizace nebo firmy. Cloud computing v obchodní a marketingové praxi zahrnuje označení software nebo služeb mnoha firem působících v IT. Zjednodušeně se jedná o pronájem prostoru, aplikací nebo výpočetního výkonu. K jednotlivým aplikacím nebo souborům se přistupuje prostřednictvím internetu (Margaris 2011).

Podle průzkumů sdružení Business Software Alliance neboli BSA (Copperegg.com, 2012), využívá Cloud computingu až 50 % společností z rozvojových zemí. Ve vyspělých státech Severní Ameriky a Evropy je to však jen 33 %. Dále výsledky uvádí, že 90% respondentů využívá Cloud computing pro osobní účely. Podle těchto průzkumů a prognóz do budoucna společnosti Gartner vliv Cloud computingu poroste vysokým tempem. Pro příklad lze zmínit, že množství uživatelských dat uložených v cloudu tvořilo v roce 2011 7 % a podle prognóz společnosti Gartner do roku 2016 vzroste toto množství na 36 % (Grombíř 2013).

#### 3.1.1 Definice

Neexistuje přesná definice Cloud computingu v důsledku expanze na poli informačních technologií. První myšlenky pro takto chápanou počítačovou „sít' v oblacích“ patří J. C. R. Lickliderovi ze šedesátých let 20. století. Dalším úzce spojovaným autorem s Cloud computingem bývá počítačový vědec John McCarthy, který přišel s myšlenkou sdílet výpočetní kapacitu jako veřejnou službu. Úmyslem McCarthyho bylo zavedení informačních technologií do firem a domácností, stejně jako běžné zavedení vody, elektřiny nebo plynu. Tato myšlenka se však v té době zdála být nemyslitelná, jelikož byl vývoj informačních technologií teprve v počátcích (Garfinkel, 1999)

První kdo použil pojem „Cloud computing“ byl Rammath Chellappa v roce 1997 a to v souvislosti se způsobem využití informačních a komunikačních technologií. Následně v roce 2003 Carr přišel s názorem, že informační systémy dosáhly hranice svých možností. Jako řešení navrhol změnu pojetí podnikového IS/IT jako celku. Jedná tedy o přechodu od vlastních datových center k pronajímání informačních prostředků jako služeb (Margaris 2011).

Hlavním problémem je vymezení hranic Cloud computingu. Není se však čemu divit, jelikož celá tato oblast začala získávat podobu až v současnosti. První z vhodně formulovaných definic vznikla teprve v roce 2009 na univerzitě Berkeley v Kalifornii. Ta definuje Cloud computing na jedné straně jako aplikace ve formě služeb zpřístupněných uživatelům komunikačních sítí, které jsou zpoplatněny, na straně druhé však nabízejí veškeré hardwarové a softwarové prostředky, které využívají datová centra určená pro zajištění těchto služeb. Tato definice je následně téhož

roku rozšířená společností Forrester o standardizaci IT prostředků na straně dodavatele a o samoobslužné principy na straně uživatelů (Margaris 2011).

Ještě v roce 2009 nastupuje na scénu agentura Gartner, která přichází s kompaktnější definicí. Tento koncept řešení problému je založen na způsobu využití informačních a komunikačních technologií, kde jsou škálovatelné a elastické IT prostředky dodávány v podobě služeb uživatelům prostřednictvím internetových technologií. Tento koncept zahrnuje 5 hlavních pilířů (Margaris 2011):

Princip služeb - Potřeby spotřebitelů a poskytovatelů jsou od sebe odděleny jednoznačně definovaným rozhraním, které lze označit jako službu.

Škálovatelnost a elasticita - Výkon služby lze progresivně navyšovat nebo snižovat dle aktuálních potřeb spotřebitele.

Sdílení více uživatelů - Služba představuje množinu IT prostředků, tímto principem lze na straně dodavatele služby realizovat úspory z rozsahu a maximalizovat efektivitu využití zdrojů, služba je vždy sdílena více spotřebiteli.

Měření dle využití - Využití služby je sledováno na základě vhodně definovaných metrik, které následně umožňují její zpoplatnění na základě celé řady platebních modelů.

Využití internetových technologií - Služby jsou spotřebitelům dodávány prostřednictvím Internetu.

S další definicí přichází organizace Národní Instrukce Standardů a Technologií (NIST). Tato definice od Národního institutu standardů a technologií se příliš neliší od výše zmíněné definice agentury Gartner.

*„Cloud computing je model umožňující pohodlný a na vyžádání realizovatelný přístup k síti, sdílené paměti a konfigurovatelným výpočetním zdrojům (např. síť, servery, úložiště, aplikace a služby), které lze rychle poskytnout i uvolnit s minimálním manažerským úsilím nebo nutností zásahu poskytovatele služby. Tento model cloudu prosazuje dostupnost a skládá se z pěti základních charakteristik, tří servisních modelů a čtyř modelů nasazení“ (MELL, GRANCE, 2011).*

Podobně jako Gartner, také tato definice se opírá o 5 klíčových pilířů (Margaris 2011):

Samoobslužný princip - Spotřebitel si může zajistit potřebné výpočetní prostředky samostatně, na základě automatizovaných principů, bez asistence ze strany poskytovatele služby.

Síťový přístup - Výpočetní prostředky jsou dostupné prostřednictvím síťové infrastruktury a s využitím standardních mechanismů, nezávisle na povaze komunikačního klienta.



Sdílení zdrojů - Pro distribuci výpočetních prostředků jsou využívány principy multi-tenant architektury, spotřebitel je odstíněn jak od skutečného způsobu realizace služby, tak i od přesného fyzického umístění zdroje.

Elasticita a flexibilita - Výpočetní prostředky jsou přidělovány a odebírány spotřebitelům dle jejich aktuální potřeby, spotřebiteli samotnému se jeví jako neomezené, každá služba může být v libovolný časový okamžik zajištěna v jakémkoliv množství.

Měřené služby - Výpočetní prostředky jsou spravovány a optimalizovány automatizovaným systémem na základě pravidel odvozených dle typu poskytované služby.

V souvislosti s Cloud computingem existuje velká řada dalších autorů, jejichž definice jsou volnějšího rázu popisu celého konceptu. Například Linthicum chápe Cloud computing jako IT prostředek (databáze, datová uložení, aplikační služby apod.), který leží mimo podnikové prostředí a dá se k němu přistoupit prostřednictvím internetu. Furth mluví o Cloud computingu jako o novém způsobu využití informačních a komunikačních technologií, který je založen na škálovatelnosti, konceptu služeb a internetu. Snaží se však zdůraznit i význam virtualizace zdrojů jako nezbytného nástroje pro vlastní zajištění služeb. A v neposlední řadě například Rittinghouse a Ransome, kteří nenabízejí vlastní definici, ale podotýkají, že hlavním pilířem celého konceptu je multi-tenant architektura. Tento druh architektury IT je nositelem řady atributů spojovaných s Cloud computingem (potřeba síťového přístupu, centralizace infrastruktury, schopnost dynamické alokace zdrojů, konzistentní výkonové parametry či spolehlivost). (Margaris 2011).

Jak si můžeme všimnout, definicí celého konceptu Cloud computingu je velké množství, ale příliš se neliší. Internetové zdroje velmi často používají definici formulovanou Janem Koděrou, technickým ředitelem Abakowiki:

*„Cloud computing označuje souhrnně technologie a postupy používané v datových centrech a firmách pro zajištění snadné škálovatelnosti aplikací dodávaných přes Internet“ (Koděra, 2009).*

Široce používaná je i definice analytické společnosti IDC (International Data Corporation, která popisuje Cloud computing jako „nový model vývoje, nasazení a distribuce umožňující okamžité dodání produktů, služeb a řešení, tzv. cloudové služby“ (IDC, 2011).

Cloud computing prošel za dobu existence řadou změn, avšak definice, které jej popisují, můžeme používat i v současnosti. V současné době není možné, aby Cloud computing měl jednu jedinou ucelenou definici. Důvodem je fakt, že každý uživatel může chápat rozhraní cloudu jinak. Na jednom se však shodují všichni uživatelé. Cloud computing v budoucnu bude stěžejní částí každé firmy podnikající v informačních technologiích. Dále by měly všechny tyto firmy a společnosti přecházet ze spravování dat na lokálních počítačích k ukládání těchto důležitých dat v cloudu. Tímto se zásadně usnadní přístup a sdílení informací se zaměstnanci a zákazníky.

### **3.1.2 Distribuční modely**

Jedná se o pohled na Cloud computing z hlediska typizace poskytovaných služeb. Obecně se zavádí v rámci charakteristiky modelů Cloud computingu tři distribuční modely. S těmito třemi

modely se shoduje většina odborníků. Společným znakem těchto tří modelů je dovětek „as a Service“ neboli zkratka „aaS“ (Budín 2012).

### **IaaS – Infrastructure as a Service (Infrastruktura jako služba)**

V rámci tohoto modelu poskytovatel služeb nabízí zákazníkům „uložiště, procesorový čas, síťové a další základní výpočetní zdroje, na nichž lze provozovat libovolný software včetně operačního systému“. Je to nejnižší úroveň Cloud computingu. Uživatelé však nemají kontrolu nad infrastrukturou. Na druhou stranu však mohou přímo spravovat běžící aplikace, datové uložště a určité specifické síťové prvky. Zákazník se tak může soustředit na instalaci a požadovanou konfiguraci operačních systémů, na kterých provozuje své aplikace a nemusí se starat o výpočetní infrastrukturu. IaaS nabízí především místo na serveru, cykly procesoru, síťové zařízení, úložné místo a paměť (Budín 2012).

Použití tohoto modelu se doporučuje v případě, že firma chce mít přehled o svém softwaru, ale nechce si pořizovat ani udržovat svůj vlastní hardware. Jako nejznámější model IaaS lze zmínit „Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)“ od společnosti Amazon.

### **PaaS – Platform as a Service (Platforma jako služba)**

Jedná se o určitou nadstavbu IaaS. Tento typ poskytuje všechny prostředky nutné k vytváření aplikací a služeb, aniž by bylo potřeba stahovat nebo instalovat potřebný software. Jinak řečeno poskytovatel nabízí platformu sloužící přímo pro provoz samotných aplikací vyvíjených uživatelem. Poskytovatel se stará o veškeré výpočetní zdroje, které jsou hardwarové i softwarové povahy. Zjednodušeně se jedná o dodání všech zdrojů potřebných pro vývoj a provoz aplikace. Zde je tedy možné vytvářet své vlastní aplikace v cloudu bez nutnosti fyzicky vlastnit potřebné hardwarové a softwarové vrstvy (Grombíř 2013).

Model PaaS poskytuje služby jako návrh aplikací, integrace databází, bezpečnost, škálovatelnost, uložště, týmovou spolupráci, správu stavu nebo integraci webových služeb (Budín 2012).

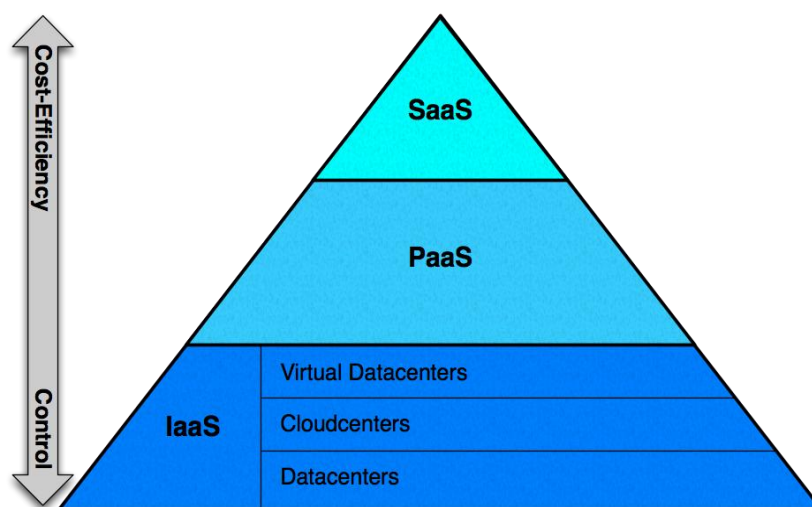
Typickým příkladem modelu PaaS je „Google App Engine“. Tento produkt nabízí prostředí pro tvorbu vlastních webových aplikací. Následně zákazník svou aplikaci na platformě Googlu provozuje.

### **SaaS – Software as a Service (Software jako služba)**

Tento přístup se řadí na nejvyšší úroveň infrastruktury Cloud computingu. Model poskytuje aplikaci samotnou. Tato aplikace je předem připravená poskytovatelem a využitelná pro zákazníky. Pokud se jedná o tento typ, mohou uživatelé v cloudovém prostředí přistupovat prostřednictvím tzv. tenkých klientů. Tenký klient je označení pro minimalizovanou obdobu běžného počítače. Jeho fungování je závislé na serveru, na kterém běží všechny aplikace. Samotné klientské zařízení slouží pouze k zobrazování informací a k přenosu uživatelských vstupů zpět na aplikační server (Margaris 2011).

SaaS využívá jak přístup IaaS tak přístup PaaS a navíc k nim přidává vrstvu softwaru. Poskytovatel pak skrze webový prohlížeč zpřístupňuje aplikace, které jsou nainstalovány na poskytovaném serveru. Odpadá potřeba mít nainstalovaný software na vlastním počítači. O veškeré aktualizace a bezpečnost se stará poskytovatel služby. Firmám tak klesají finanční náklady, protože si nemusí kupovat své vlastní aplikace. Avšak zákazník nemá žádný vliv na to, kdyby se poskytovatel služby rozhodl aplikaci změnit (Budín 2012).

Mezi nejznámější produkty tohoto přístupu můžeme zmínit například produkt „Google Apps for Business“, z jehož nabídky můžeme zmínit známý „Gmail“ nebo „Google Docs“.



Obr. 2 Vrstvy distribučních modelů cloud computingu (blogspot.cz 2010).

### 3.1.3 Modely nasazení

Modely nasazení reprezentují způsob a míru sdílení výpočetní infrastruktury služby využívající technologie Cloud computingu z pohledu zákazníka. Zjednodušeně lze říct, že těmito modely jsou rozuměny způsoby, jakými jsou služby Cloud computingu poskytovány koncovým uživatelům. Pokud jde o definici modelů nasazení, tak ani zde se odborníci nedokážou shodnout na přesné definici. Nejlepší a nejucelenější definici, se kterou se ztotožňuje většina odborníků a autorů, nabízejí Mell a Grance [2009]. Podle nich se modely řadí do následujících kategorií:

#### **Veřejný Cloud ( Public cloud)**

Poskytování služeb IT (IaaS, PaaS, SaaS) prostřednictvím internetu třetí stranou. Právě takto je cloud v současnosti nejčastěji chápán. Tento model je typický pro začátky rozvoje moderního Cloud computingu po roce 1997. Hlavní myšlenka tohoto modelu je fakt, že výpočetní infrastruktura veřejného cloudu je vlastněna jeho provozovatelem a zákazník k poskytovaným službám jen přistupuje vzdáleně po síti prostřednictvím klientského rozhraní. Tento typ modelu je dostupný nejširšímu okruhu zákazníků. Výhodou tohoto přístupu je nízká cena pro uživatele. Nevýhodou zase je omezená možnost přizpůsobení služby specifickým potřebám zákazníků. Tento nedostatek plyne z upřednostňování požadavků co nejširší masu uživatelů. S využitím veřejného cloudu nastávají určitá rizika pro zákazníky. Mezi tyto rizika patří například snížená schopnost o rozhodování umístění dat, snížená schopnost sdílení cloudové infrastruktury s dalšími zákazníky a další (Budín 2012).

Mezi nejznámější příklady veřejného cloudu lze zmínit například „Google App Engine“ nebo „Amazon Simple Storage Service (Amazon S3)“.

#### **Soukromý Cloud (Private cloud)**

Hned u definice tohoto modelu se různí odborníci rozcházejí. Jedna strana označuje za soukromý model takový model, který zpřístupňuje služby jedinému subjektu a celá infrastruktura

může být spravována třetí stranou nebo organizací samotnou. A druhá strana vidí podstatu modelu v interních datových centrech, která zpřístupňují své služby pouze vlastní organizaci a nikomu jinému (Margaris 2011).

Soukromý cloud je tedy vyhrazen pouze pro účely dané firmy. Infrastruktura soukromého cloudu poskytuje stejné služby jako veřejný cloud, ale pouze jedné organizaci. Za soukromý cloud může být považovaný takový model, který splňuje podmínku vysoké škálovatelnosti. Výpočetní infrastrukturu lze umístit přímo v místě organizace, ale dokonce i mimo ni (Budín 2012).

Za významného poskytovatele soukromého cloudu lze označit firmu IBM.

### **Komunitní cloud**

Za tento druh modelu jsou označeny cloudy, které jsou využívány určitou komunitou. Takovou komunitou lze chápat například spolupracující firmy, komunitu vývojářů určitého projektu a další. Komunitní cloud může být řízen samotnými organizacemi nebo třetí stranou. Sdílí se zde výpočetní prostředky napříč celou organizací. Například požadavky na bezpečnost a dostupnost dat, na místo jejich uložení, sdílení konfigurace nebo úroveň služeb a mnohé další. Někteří autoři však tento model neuznávají jako samostatný model nasazení (Margaris 2011).

### **Hybridní cloud**

Tento model se skládá z více různých cloudových modelů. Například to může být kombinace veřejných cloudů a soukromého. Zjednodušeně se jedná o kombinaci předchozích modelů. Jednotlivé cloudové infrastruktury zůstávají samostatnými entitami. Ovšem do celku jsou spojovány standardizovanou technologií. Ta umožňuje přenositelnost dat a aplikací. Vhodná kombinace předešlých cloudů umožňuje využití výhod jednotlivých modelů a navíc minimalizovat jejich nevýhody (Grombíř 2013).

## **3.1.4 Uložiště Cloudu**

Cloud computing kromě nabídky prostoru a techniky pro vytváření vlastních aplikací nabízí i obyčejná uložení. K těmto datům v cloudu se navíc můžete připojit odkudkoliv, kde je připojení k internetu a dokonce i z jakéhokoliv mobilního zařízení. Tento způsob uložení přijde vhod lidem, kteří mnoho cestují a potřebují mít po ruce svá data, ať už jsou kdekoli.

Uživatel si může vybrat ze stovek možných uložení v cloudu. Některé z nich jsou více specializované než ostatní. Některé ukládají jen e-maily nebo fotografie, u jiných zase nezáleží na typu dat. I poskytovatelů uložení je nespočetné množství. Jedním z těchto poskytovatelů je například společnost Google. Od této společnosti můžeme zmínit například aplikaci Google Docs, která umožňuje uživatelům nahrávat dokumenty, tabulky a prezentace na datové servery. Dokumenty je nadále možné editovat pomocí aplikace Google. Dalšími důležitými uloženími na principu cloudu jsou poskytovatelé webových e-mailů, jako jsou Gmail, Hotmail a mnoho dalších. Tito poskytovatelé ukládají e-mailové zprávy na vlastní servery a uživatelé mohou k těmto e-mailům přistupovat z vlastního počítače nebo z jiných zařízení připojených k internetu. Další druh uložení nabízí úložný prostor v cloudu pro ukládání digitálních fotografií. Mezi takové můžeme zařadit i weby typu Facebook, Instagram a mnoho dalších. Navíc tyto weby neslouží jen pro ukládání digitálních fotografií, ale uživatel si zde může uložit i jiný obsah. Tento trend ukládání digitálních fotografií a možností je sdílet s jinými uživateli je v dnešní době velice populární a je rozšířen po celém světě. V neposlední řadě pak lze ještě zmínit například

všeobecně známý Youtube, který hostuje přes miliony videosouborů nahraných uživateli po celém světě (Velte et al 2011).

Uložiště cloudu fungují tak, že zákazník zkopíruje své soubory přes internet na server a ten následně data zapíše. Poté, když klient požaduje svá data zpět, jednoduše se připojí k datovému serveru pomocí webového rozhraní a server buďto poskytne přístup k datům a umožní s nimi manipulaci nebo je rovnou pošle zpět uživateli. Jak je u cloudových uložišť známé, jsou využívány tisíce uživatelů. Proto jsou data ukládány na desítky až stovky datových serverů. Tyto servery vyžadují neustálou údržbu a opravy. Proto jsou data uložena do více počítačů, aby byla zajištěna redundance. Tato redundance klientům zajišťuje možný přístup v libovolnou dobu a také zajišťuje, že i při výpadku napětí, mohou klienti přistupovat ke svým datům (Velte et al 2011).

Rozporuplným tématem může být zabezpečení uživatelských dat v Cloud computingu. Zabezpečení je bráno spíše jako slabina cloudů. V dnešní době je však ochrana osobních údajů a bezpečnost dat na takové úrovni jakou poskytují například banky pro své klienty. Pro zabezpečení uživatelských dat většina systémů používá kombinaci metod. První z nich je šifrování. Což znamená, že při kódování informace se použijí složité algoritmy. Zakódované informace je možné pomocí šifrovacího klíče rozluštit. Tyto zašifrované informace je možné rozšifrovat, ale tento proces je velice složitý a vyžaduje výpočetní výkon, ke kterému většina hackerů nemá přístup. Mezi další prvky zabezpečení řadíme například autentizační procesy, které vyžadují po uživateli své jméno a heslo nebo například autorizační postupy, kdy klient poskytuje seznam osob, které mají oprávnění k přístupu k informacím. Příkladem může být omezený přístup běžného zaměstnance, oproti plnému přístupu vedoucího (Velte et al 2011).

Cloud jako takový je v podstatě novější název pro obyčejné servery, kde uživatelé mohou pracovat s daty na stejném principu. Je zde několik změn jako například možnost výběru distribučního modelu, modelu nasazení či většího výběru řešení. V podstatě se ale nejedná o nic nového ve světě informatiky. I tak jsou cloudová uložiště řešením pro každého, kdo nechce mít svá data na lokálním počítači a kdo k nim chce přistupovat po síti. Avšak nedoporučuje se nechávat veškerá svá data v prostředí cloudu. Cloudy ještě nedokáží zajistit 100% bezpečnost. Proto se doporučuje svá data pro případ krádeže, výpadku a jiných nepříjemností, ukládat na vlastním lokálním počítači.

### **3.1.5 Výhody a nevýhody cloudu**

Důležitým krokem rešerše je popis výhod a nevýhod Cloud computingu. Mnoho uživatelů je v dnešní době ještě ke Cloud computingu skeptická. Přecházení jednotlivých uživatelů, ale i velkých firem do cloudu, je relativně nová záležitost, a proto kromě značných pozitiv existují i negativa, která ještě nejsou správně zajištěná.

I přesto však množství uživatelů používajících Cloud computing roste převratnou rychlostí. Dělají tito uživatelé krok kupředu nebo jen zbytečně hazardují se svými daty? Najde se mnoho odpůrců, ale i zastánců této nové technologie. V této kapitole se nebude hodnotit, zda je Cloud computing správnou volbou či ne. Budou se zde ukazovat jednotlivé výhody a nevýhody tohoto řešení.

## Výhody Cloud computingu

Jedním z hlavních důvodů využití cloudu je, že není nutná administrace hardwarových prostředků ani není nutné mít nějaké rozsáhlé technické znalosti. O správu těchto věcí se stará zvolená cloudová služba od určité společnosti. Také není nutné řešení licencování. Uživatel si buďto zdarma či za určitý obnos zajistí i správu administrátora a nestará se o již zmíněné věci. Nejvíce zmiňovanou výhodou je snížení nákladů na pořízení hardware, síťových konektivit nebo softwarové licence. Dále se sníží i provozní náklady. Zejména náklady za energii na chlazení a na provoz serverů.

Důvodů proč přejít ke cloudu je velké množství. Za zmínku stojí možnost ušetření prostoru na svém lokálním počítači či mobilních zařízeních. Všechna data jsou uložena v kyberprostoru pod vlastními přihlašovacími údaji. Je zde možnost ušetření i plochy pro infrastrukturu. Tato možnost se v dnešní době používá především ve velkých společnostech a firmách.

Určitě je na místě zmínit i možnost navýšení nebo snížení výkonu v datacentrech pro nejrůznější projekty. Je zde tedy určitá možnost flexibility. Když po pronajmutí určité části uložistiště je zjištěno, že je potřeba větší prostor, je zde možnost snadného nákupu dostatečného místa. Ale nejedná se jen o dokupování prostoru pro práci, lze si pořídit i další nabízené prostředky či služby.

Další výhodou je možnost přístupu téměř odkudkoliv a z jakéhokoliv zařízení, ať už mobilního nebo lokálního zařízení s přístupem k internetu. Také distribuce a sdílení dat je mnohem snadnější a není nutné posílat data pomocí DVD nebo přes USB či nutnost stahovat velké soubory.

Zajímavou vlastností Cloud computingu je bezpečnost a odolnost dat před útoky hackerů. Existuje mnoho názorů. Převládají však ty negativní, které říkají, že k datům se může dostat kdokoli, pokud zvládne překonat ochranné prostředky určitých společností. To je sice pravda, ale data nejsou v bezpečí ani na lokálním počítači, kde se k nim může dostat také téměř kdokoli. O data v cloudech se starají opravdoví experti na tuto problematiku. Navíc se data různě zálohují a replikují, a proto možnost ztráty dat klesá na minimum (Rokos 2012).

## Nevýhody Cloud computingu

První specifická vlastnost pro Cloud computing je samozřejmě připojení k internetu. Tím pádem se jako nevýhoda může brát v potaz situace, kdy se k internetu nemůžeme připojit a naše data jsou tak pro nás nedostupná. Za nevýhodu se považuje i možnost ztráty nebo dočasná nedostupnost dat. To může být způsobeno jak útokem hackerů, tak výpadkem služby zprostředkovatele připojení k internetu nebo pádem celého systému. Naštěstí, jak už bylo řečeno dříve, data jsou zálohovaná a ve většině případů by ztráta neměla být velká. Dalším již výše zmíněným tématem, které lze počítat do nevýhod Cloud computingu, je ochrana dat a osobních údajů. Mnoho uživatelů neví, jak jsou data zabezpečena a myšlenka, že jsou jejich data někde na internetu, je odrazuje. Data jsou však chráněna několika způsoby, které je velice těžké překonat. A v neposlední řadě, jak už bylo řečeno, i na lokálním počítači, kdy má uživatel přístup na internet, jsou data v ohrožení. A dokonce mnohdy ve větším nebezpečí než v cloudovém prostředí.

Další specifikum, které lze brát i za negativum i za pozitivum je nemožnost plné kontroly. Buďto chceme mít vše pod kontrolou, jako například zásahy do systému či pokročilé konfigurace, potom bychom měli zvážit či cloud vážně využít. Uživatel je tedy vysoce závislý na dodavateli služby. Tento problém částečně řeší možnost využití IaaS (Infrastructure as a Service).

Také změna používané aplikace může zkomplikovat situaci používání cloudu spojenou s nutností přesunu a kompilaci dat. I velikost dat může hrát velkou roli při rozhodování přejít do cloudu. Jak už bylo řečeno, uživatel si pronajímá určitý prostor a pokud vlastní data s velkým objemem, stoupají i náklady na provoz a údržbu těchto dat. Proto je nutné dobře kalkulovat.

A v neposlední řadě je z finančního hlediska nutné spočítat, kdy je vhodné využít cloudové služby a kdy využívat vlastní prostředky pro své projekty (Rokos 2012).

### 3.2 Servisně orientovaná architektura (SOA)

Neexistuje přesná definice, co přesně znamená servisně orientovaná architektura. Jednou z definic, se kterou se ztotožňuje řada odborníků, popisuje SOA jako výpočetní architekturu, při jejímž využití softwarové aplikace obsahují pouze logiku specifickou pro jejich vlastní úkol a pro obecnější činnosti využívají služeb dostupných na síti (Kay, 2004).

Tato architektura zajišťuje IT podporu podnikovým procesům, které plní aktuální i nově vzniklé požadavky na celkovém fungování podniku. Od funkcí elektrické výměny dat až po online aukce. SOA vytváří velké aplikace z menších modelů označovaných jako služby a tím sjednocuje obchodní procesy. Je to tak zvaný architektonický rámec, jehož úkolem je urychlit a zlevnit vývoj systému a celkově zvýšit jeho kvalitu.

SOA se vyvinula ze starších platform. Na jedné straně zachovává určité vlastnosti tradičních architektur a na druhou stranu přichází s různými principy, které mají za úkol starat se o servisní orientaci na podporu takových podniků. Jedná se tedy o ideální univerzální standard v rámci celého podniku. Avšak dosažení tohoto stavu vyžaduje plánovaný přechod a mimo jiné i podporu stále se vyvíjejících technologií.

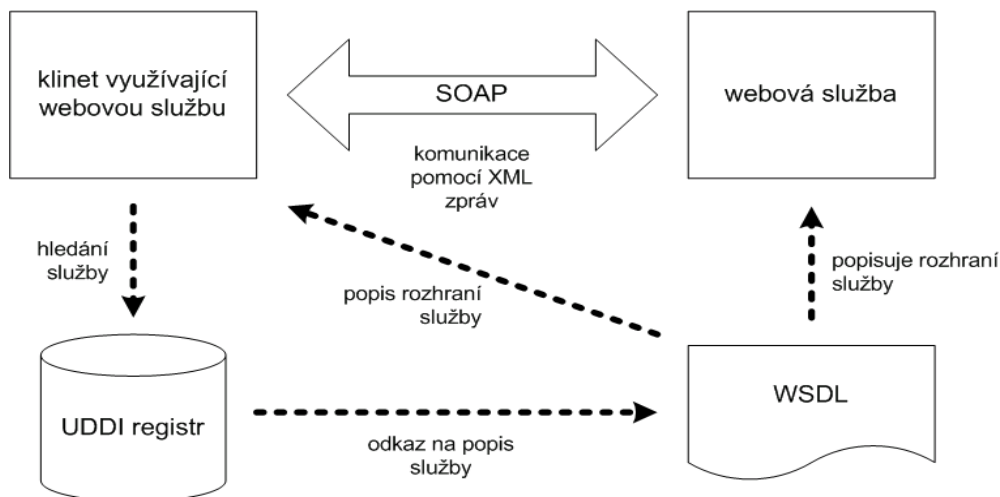
Co se týče architektury, tak servisně orientovaná architektura vychází z komponentového programování. Zjednodušeně řečeno SOA je určitý mezník komunikace mezi různými platformami a systémy. Můžeme říct, že se skládá ze čtyř základních komponentů:

**Správa** – chápeme jako jednotku komunikace, která představuje data potřebné pro dokončení některých částí jednotky práce – operace.

**Operace** – chápeme jako jednotku práce, která představuje logiku potřebnou pro spravování zpráv za účelem dokončení jednotky práce – operace.

**Služba** – chápeme jako logicky seskupenou sadu operací schopnou vykonat příslušné jednotky práce.

**Proces** – chápeme jako řídicí pravidla, které vybírají operaci služeb pro dokončení jednotky automatizace.



Obr. 3 Koncept Servisně orientované architektury (Pechanec 2013).

### 3.2.1 Principy servisní orientace

Princip práce servisně orientované architektury spočívá v tom, že její práce je rozdělit velký problém na sadu menších problémů, které spolu souvisí. SOA má tedy kořeny v teorii „oddělených zájmů“. Principy SOA podporují prostředky pro tuto teorii a lze říct, že jsou základním vzorem SOA. Mezi nejvíce vázané prostředky na servisní orientaci jsou:

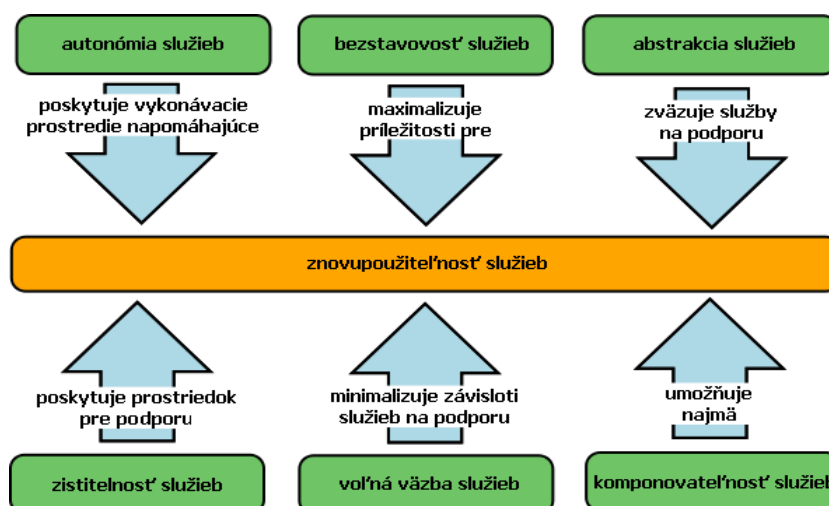
- Znovupoužitelnost
- Dohoda služeb
- Abstrakce
- Volná vazba
- Komponovatelnost
- Autonomie
- Bezztrátovost
- Zjistitelnost

#### Znovupoužitelnost služeb

Většina služeb jsou všeobecně znovupoužitelné. Služba je znovupoužitelná proto, aby se zvýšila šance na to, že v budoucnu se bude moct přizpůsobit požadavkům úsilí klienta. Znovupoužitelnost služeb je nepřímo podporována i výměnou zpráv pomocí hlaviček protokolu SOAP. Hlavičky tohoto protokolu pracují na principu, aby se zprávy stávaly více samostatné. Tyto zprávy mohou být vybavené instrukcemi pro zpracování nebo řídicími pravidly. Tyto pravidla diktují přijímacím službám, jak by je měly zpracovávat. Služby by však měly být méně závislé na konkrétní aktivitě. To znamená, že by měly být všeobecně koncipované. Čím větší pak budou operace služby všeobecnější, tím je služba znovupoužitelnější.



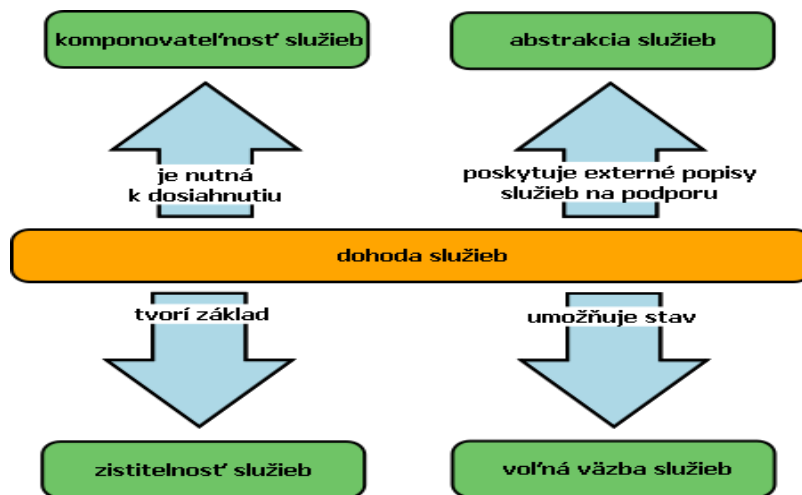
Koncept znovupoužitelnosti je podporovaný celou řadou doplňujících principů, jako je například autonomie služeb poskytující prostředí, které ulehčuje znovupoužitelnost. Takto se stává služba nezávislou a soběstačnou. Beztrátovost, která maximalizuje dostupnost služeb. Abstrakce služeb zadávající koncept černé skříňky, kde jsou detaily správcování skryté pro uživatele. Zjistitelnost služeb umožňující vyhledávat znovupoužitelné služby. Volná vazba služeb poskytující základní nezávislost, která uvolňuje bezprostředné vztahy s jinými službami. A v neposlední řadě například komponovatelnost služeb. Což je schopnost služby, s využitím kolekce služeb komponovat aktivitu.



Obr. 4 Princíp znovupoužitelnosti služieb (Šrámková 2010).

### Dohoda služieb

Pro správnost průběhu interakce mezi službami se používá dohoda služeb. Dohoda popisuje všechny služby a podmínky pro výměnu informací a služby tak nemusí sdílet nic jiného. Tímto jsou definovány téměř všechny hlavní části SOA. Z důvodu sdílení dohody mezi službami, je její obsah velice důležitý. Žadatel je dále závislý na její definici. Z tohoto důvodu se po vydání dohody musí definice dodržovat. Dokumenty s popisem služeb, jako například definice WSDL, lze brát jako dohodu komunikace, která přesně popisuje způsob, jakým lze k službě programově přistupovat. Jednoduše řečeno, dohoda služeb standardizuje vyjádření pravidel a podmínek, které musí dodržovat každý žadatel, který chce komunikovat s danou službou. Dohoda služeb stejně jako znovupoužitelnost podporuje další principy jako například abstrakce služeb, volná vazba služeb, komponovatelnost služeb nebo již zmíněná zjistitelnost služeb.

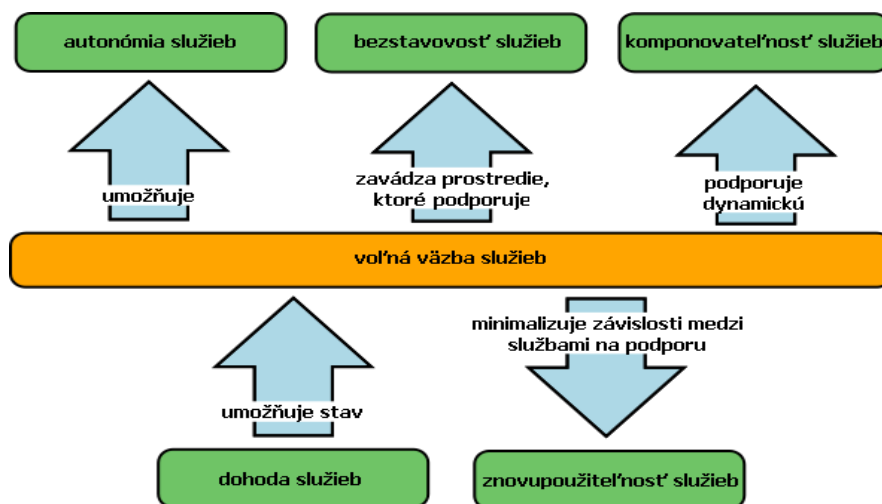


Obr. 5 Princíp dohody služieb (Šrámková 2010).

### Voľná väzba služieb

Jedná sa o stav, pri ktorom sa služba môže dozvedieť o ďalšej službe a zachováva si tak nezávislosť. Dosiahnutí voľnej služby závisí na použití dohody služieb, ktorá, jak už bolo zmienené, umožňuje interakciu medzi službami s definovanými parametrami. Vo voľne väzanej architektúre ve skutočnosti dohody služieb vážou operácie na služby. Je zjavné, že nezávislosť je jedným z hlavných aspektov služieb a celkovo celé SOA. Preto princíp voľnej väzby medzi službami podporuje nasledujúce princípy:

- Znovupoužitelnosť, Bezztrátovosť, Autonomie služieb, Dohody služieb

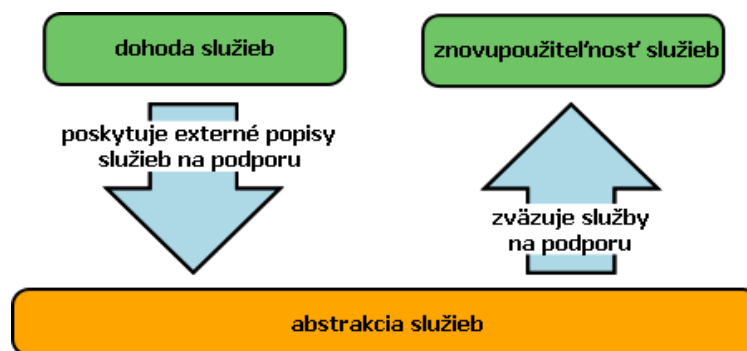


Obr. 6 Princíp voľnej väzby služieb (Šrámková 2010).

### Abstrakce služieb

Tato část je specifická tím, že je jako jediná část vystavená okolnímu světu prostřednictvím dohody služieb. Logika na pozadí je pro žadatele neviditelná a irelevantní. Rozsah logiky, která je reprezentována službou, výrazně ovlivňuje návrh jejích operací a umístění v procesu. Abstrakce služieb neboli abstrakce na úrovni rozhraní služieb umožňuje službám vystupovat jako černé skříňky. Tyto skříňky skrývají detaily před okolním světem. Abstrakce na úrovni rozhraní služieb

je jednou ze základních vlastností webových služeb. Hlavní výhodou abstrakce služeb je umožnit službám zapouzdřování potenciální komplexní logiky a vystavovat ji pomocí všeobecných a popisných rozhraní. Stejně jako předešlé principy, tak i abstrakce služeb se vztahuje k ostatním principům jako je dohoda služeb a znovupoužitelnost.

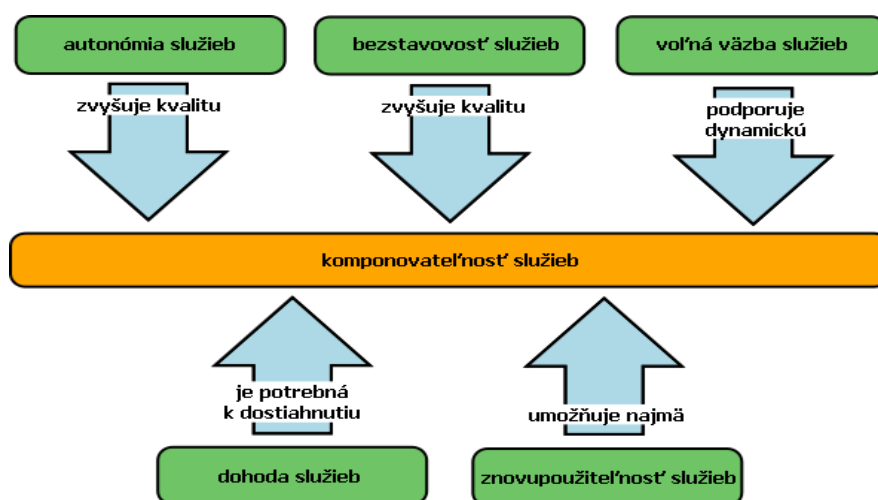


Obr. 7 Princip abstrakce služeb (Šrámková 2010).

### Komponovatelnost služeb

Jednoduše řečeno, služby se mohou slučovat s dalšími službami. Služba může reprezentovat logiku libovolného rozsahu a z jakéhokoliv typu zdrojů, která je vrácená z dalších služeb. Běžné rozšíření SOA spojené s komponovateností je koncept instrumentace. Zde je servisně orientovaný proces řazený rodičovskou službou, která spojuje účastníky procesu. Komponovatelnost je dalším způsobem znovupoužitelnosti. Komponovatelnost se také vztahuje k servisně orientovaným principům:

- Znovupoužitelnost, Volná vazba služeb, Bezztrátovost, Autonomie služeb, Dohody služeb



Obr. 8 Princip komponovatelnosti služeb (Šrámková 2010).

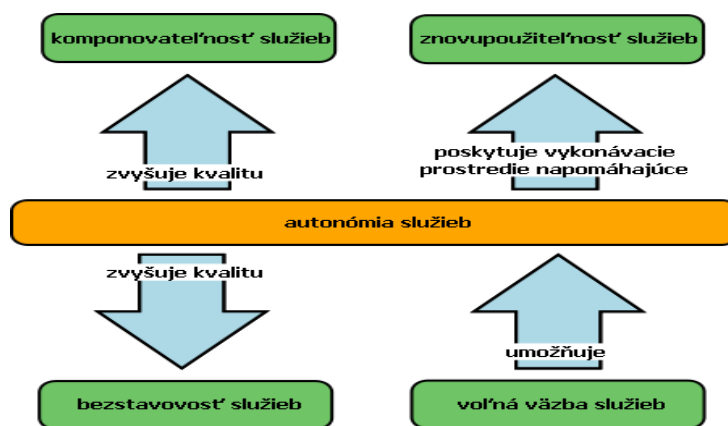
### Autonomie služeb

Vyžaduje, aby rozsah logiky nabízený službou byl v rámci explicitní hranice. Službě to potom umožňuje samostatně vykonávat všechna svá zpracování. Eliminuje tím závislost na jiných službách a tím zbavuje službu vazeb, které by mohly ovlivnit její vývoj. Autonomie služeb je

uvažována v případě, kdy je myšleno, že by měla být logika rozdělená do služeb a které služby by měly být v kontextu služby vnořené. Autonomie nemusí nutně udělovat službě vlastní logiku, kterou zapouzdruje. Jejím úkolem je zajistit kontrolu služby nad touto logikou v době spuštění. Díky tomu jsou rozlišovány dva typy autonomie. Autonomie na úrovni služeb, kde se hranice služeb liší, ale služba může sdílet prostředky v pozadí. A obyčejná autonomie, kde je logika v pozadí služby a je pod plnou kontrolou ve vlastnictví dané služby.

Autonomie služeb se dále vztahuje k následujícím principům:

- Znovupoužitelnost, Beztrátovost služeb, Komponovatelnost služeb, Volná vazba služeb

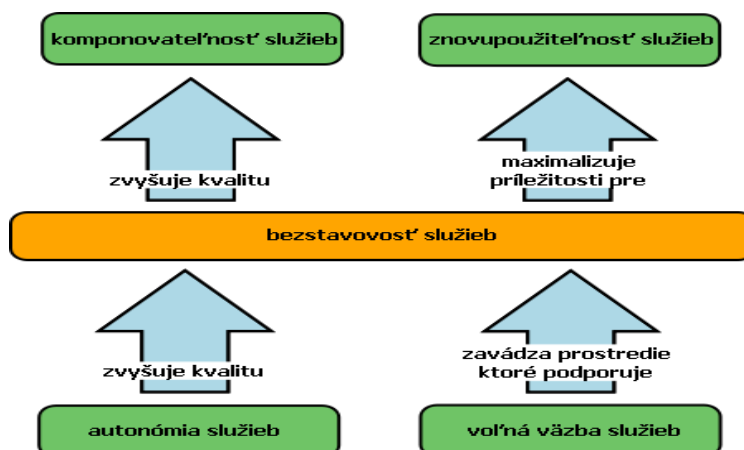


Obr. 9 Princíp autonómie služieb (Šrámková 2010).

### Beztrátovosť služieb

Služby by měly být navrhnuté tak, aby jejich ztráta byla naprosto minimální. A to i bez ohledu na to, kam bude přesunutá správa informací o stavech. Beztrátovost podporuje znovuzpřístupitelnost a rozšiřitelnost. SOA, která podporuje beztrátovost, má za hlavní vlastnost použití zpráv typu dokument. Čím víc inteligence přesune do zpráv, tím nezávislejší a soběstačnější služby získáme. Princip je nepřímo podporovaný následujícími principy servisní orientace:

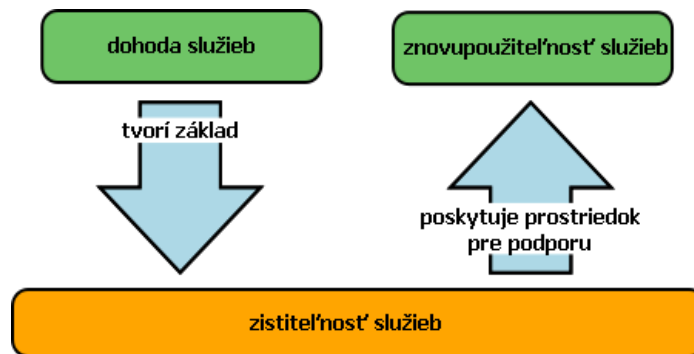
- Autonomie služeb, Volná vazba služeb, Komponovatelnost služeb, Znovupoužitelnost



### Zjistitelnost služeb

Tento princip je založen na tom, že by služby měly zpřístupnit svoje popisy, aby je žadatelé služby mohli objevit a použít jejich logiku. Na úrovni SOA je označována zjistitelnost jako schopnost architektury poskytnout mechanismus pro objevení služby jako je například registr služeb nebo adresář služeb. Na úrovni služeb označuje zjistitelnost návrh jednotlivých služeb takovým způsobem, aby mohly být co nejlépe objevitelné. Návrhy služeb jsou tak přirozeně zjistitelnější a logika služeb se stává dostupnější novým žadatelům služeb. Proto zjistitelnost úzce souvisí s následujícími principy:

- Dohody služeb, Znovupoužitelnost



Obr. 11 Princip zjistitelnosti služeb (Šrámková 2010).

## 3.3 Webové služby

Webovými službami jsou chápány jednoduché komunikace a spolupráce mezi systémy bez ohledu na jaké platformě momentálně běží, v jakém programovacím jazyce jsou napsány nebo co používají za architekturu a hardware. Na rozdíl od webových stránek a webových aplikací, které vytvářejí rozhraní mezi strojem a člověkem, webové služby umožňují interakci mezi stroji navzájem pomocí osvědčených webových standardů. Podle definice W3C WS-ARCH (2004) webová služba je: „Softwarový systém zkonstruovaný k podpoře interakce mezi stroji přes síť. Má rozhraní popsané ve strojově zpracovatelném formátu (Specificky WSDL – Web Services Description Language). Ostatní systémy integrují s webovou službou způsobem předepsaným jejím popisem za pomoci SOAP zpráv, typicky dopravovaných použitím HTTP (Hypertext Transfer Protocol) s XML (Extensible Markup Language) serializací v součinnosti s ostatními webovými standarty.“

### 3.3.1 Protokoly webových služeb

V rámci definice webových služeb konsorcia W3C se vyskytují tři pojmy WSDL, SOAP a UDDI, které představují základní technologie webových služeb, na nichž je postavená celá jejich

infrastruktura. Pojem SOAP představuje komunikační protokol, pomocí kterého je webová služba poskytována. Dalším komunikačním protokolem je například protokol REST. WSDL je popis jednotlivých webových služeb a UDDI nám umožňuje služby vyhledávat.

## Komunikační protokoly

Komunikaci mezi klientem a webovou službou si lze představit tak, že klient odešle skrze HTTP konkrétní požadavek na webovou službu a ta vrací skrze HTTP konkrétní odpověď zpátky klientovi. Důležitý je však formát v jakém komunikace probíhá. Nejčastěji se tato komunikace rozděluje do dvou kategorií.

První z těchto kategorií je **SOAP** (Simple Object Access Protocol). Tento komunikační protokol je založený na výměně strukturovaných informací ve formátu XML. Jedná se o proces, kdy jedna aplikace pošle v XML zprávě požadavek druhé aplikaci. Pro přenos se nejčastěji používá protokol HTTP. Každá zpráva SOAP se skládá z hlavičky a těla, které jsou zabalené do obálky. Obálka zprávy je kořenový element SOAP zprávy. V hlavičce zprávy se uchovávají metadata. Hlavička zprávy bývá rozdělena do bloků. Díky tomuto rozdělení mohou zprávy obsahovat velké množství pomocných informací, které souvisí se zpracováním a doručením zpráv. V hlavičce se definují operace, které je nutné provést ještě před zpracováním samostatného těla zprávy. V těle zprávy je pak uložen obsah zprávy, který se obvykle skládá z formátovaných XML dat (Kubný 2013).

Druhou kategorií představuje protokol **REST** (Representational State Transfer). Tento komunikační protokol se liší od předešlého protokolu SOAP tak, že využívá ke komunikaci a přenosu dat HTTP protokol bez dodatečných XML zpráv. REST implementuje čtyři základní metody k přístupu ke službě. Vytvoření dat (Create), získání požadovaných dat (Retrieve), změna (Update) a smazání (Delete). Tyto metody jsou implementovány pomocí odpovídajících metod HTTP protokolu. Formát odpovědi serverem není přesně stanovený. Nejčastěji se však používá JSON (JavaScript Object Notation) nebo XML. Pokud pak chceme publikovat webové služby, je nutné zvolit konkrétní metodu, jak bude služba komunikovat s klientem. Pro příklad si můžeme zvolit ArcGIS server, který podporuje webové služby obou komunikačních protokolů. Zde se SOAP se využívá spíše pro desktopová rozhraní a na tomu REST, díky své jednoduchosti, pro webové aplikace a prohlížečky (Kubný 2013).

## WSDL

WSDL neboli Web Services Description Language je jazykem na popis webových služeb, který je založený na XML. Popisuje, co nabízí webová služba za funkce a zároveň způsob, jak se jí na to zeptat. Tento popis webových služeb pomocí WSDL lze rozdělit také do dvou kategorií.

- **Abstraktní část** – Tato část uvádí vlastnosti rozhraní webové služby bez uvedení použité technologie pro přenos zpráv u webových služeb. Oddělením této informace je ochráněna integrita popisu služby bez ohledu na změny, které může způsobit platforma v pozadí. Abstraktní část tvoří tři základní části: PortType, operation (operace) a message (zpráva).
- **Konkrétní část** – Pro spuštění vlastní logiky webové služby, musí mít tato webová služba svůj abstraktní popis rozhraní, který je spojený s nějakou skutečnou technologií. Jestliže spuštění aplikační logiky služby vždy zahrnuje komunikaci, pak musí být abstraktní rozhraní webové služby spojené s fyzickým protokolem přenosu. A právě toto

zmíněné spojení definuje konkrétní popis souboru WSDL, který je také složen ze tří částí: Binding, endpoint a service.

Binding představuje jednu z možných technologií přenosu, která se používá pro komunikaci. Nejběžnější je například SOAP. Vazba je vázána buďto na celé rozhraní nebo jen na určitou operaci. K vazbě se váže i část endpoint. Ta reprezentuje fyzickou adresu, ke které se přistupuje pomocí určitého protokolu. A v poslední řadě část service, která odkazuje na skupinu koncových bodů.

## UDDI

UDDI neboli Universal Description, Discovery and Integration. Tento protokol nabízí mechanismy pro registrování, kategorizování a vyhledávání webových služeb. UDDI si lze představit v podstatě jako velký adresář. Tento adresář obsahuje informace například o firmách a jimi poskytovaných službách. Tento registr také pracuje jako webová služba a komunikace probíhá pomocí SOAP.

UDDI registr se dělí na čtyři druhy entit. Prvním druhem jsou podnikatelské entity (firmy) neboli bussiness entity. U každé firmy v registru lze najít základní údaje jako například název, stručný popis a kontaktní údaje. Ke každé firmě mohou být přiřazeny i klasifikační identifikátory pro určení oblasti jejího podnikání nebo geografické polohy.

Dalším druhem entity UDDI registru jsou služby (bussines service). Zde jsou v registru ke každé firmě uloženy seznamy poskytovaných služeb. Každá služba je následovně popsána.

Třetím druhem entit jsou šablony vazeb (binding template). Tyto šablony popisují, jak a kde je možné se službou komunikovat. A posledním druhem entity jsou typy služeb (service typ), který definuje abstraktní službu. Funguje podobně jako rozhraní, které známe například z Javy.

Práce s UDDI probíhá v podstatě tak, že vývojář projde registr a vyhledá službu, kterou potřebuje. Následně pro ně získá popis WSDL a může je rovnou začít používat. Formát webových služeb však nemusí být jen ve formátu WSDL (Kubný, 2013).

### 3.3.2 Prostorové webové služby

Prostorové webové služby se nejčastěji rozdělují podle funkcionality na mapové služby, datové služby, analytické služby a metadatové služby. V současnosti se jedná o velice populární a čím dál více rozšířené služby mezi uživateli.

#### Mapové služby

Mapové služby jsou z prostorových webových služeb uživateli nejvíce využívané. Dokáží poskytnout uživateli mapy libovolné části území na Zemi. Nejčastějším formátem mapových služeb jsou rastrové formáty jako JPEG (Joint Photographic Experts Group), PNG (Portable Network Graphics) a GIF (Graphics Interchange Format).

Tyto poskytované mapy se řadí do dvou typů. Prvním z nich jsou dynamické mapové služby. V tomto případě je mapa opakovaně generována a využití nachází tam, kde dochází k častým

změnám. Opakem jsou pak mapy dlaždicové. Výhodou je rychlost zobrazení mapy. Většinou se používá pro zobrazení podkladových map, kde se obsah tolik nemění. Tato mapa je vytvořená z předem připravených dlaždic a tyto dlaždice jsou uloženy v paměti. Typy mapových služeb jsou například WMS (Web Map Services) jako dynamické mapové služby a WMTS (Web Map Tile Services) jako dlaždicové mapové služby.

V dnešní době se už i lze setkat s trojrozměrným zobrazením zemského povrchu. Tato projekce se používá pro přesnější zobrazení nebo pro lepší představu tvaru objektů. K jednoduchým dvěma rozměrům byl přidán i třetí rozměr, který zastupuje výška. Uživatel má tak realističtější pohled na území. Tyto služby s trojrozměrným zobrazením nazýváme glóbusové služby. Glóbusové služby poskytuje například společnost Google prostřednictvím Google Earth, dále pak společnost ESRI prostřednictvím ArcGIS Online Globe a také společnost Microsoft prostřednictvím Bing Map 3D. Existuje i celá řada open source jako Casium OpenWebGlobe a mnoho dalších. Mapová služba používaná v těchto případech je nejčastěji KML (Keyhole Markup Language) (Kubný 2013).

## **Datové služby**

Jsou to služby, které umožňují editaci, synchronizaci dat a dotazování přes webové prostředí. Nejběžnějším typem datových služeb je WFS (Web Feature Service). Tato služba poskytuje přístup ke zdrojovým datům ve formě GML (Geography Markup Language), který využívá kódování XML.

Jak už bylo řečeno, u datových služeb je možné provádět editaci neboli používat "editační služby". Tyto služby zpřístupňují uživatelům zdrojová data. Uživatel tedy může provádět vkládání, úpravu a mazání vlastností v geodatabázi. Veškeré tyto kroky lze provádět přímo na webu nad webovou mapou nebo nad jejími atributy.

Dalším typem datových služeb jsou "vyhledávací služby". Tyto služby slouží k "indexaci" zdrojů. V tomto případě se indexují přímo zdrojová data nebo atributové tabulky. To následně umožňuje vyhledávat jednotlivé zdroje pomocí klíčových slov.

Třetím typem datových služeb jsou "obrazové služby". Jindy se taky používá označení rastrové služby. Tyto služby umožňují uživatelům přístup k rastrovým datům z jednoho zdroje. Díky tomuto přístupu data lze nejen zobrazit, ale také stáhnout. Tyto služby poskytují uživatelům rychlý a jednodušší přístup k velkému množství dat.

Jako poslední typ služby lze zmínit "synchronizační služby na úrovni geodat", které se využívají k plánované replikaci nebo synchronizaci dat mezi rozdílnými geodatabázemi pomocí internetu, prováděné přes webové služby WFS nebo WCS (Kubný 2013).

## **Analytické služby**

Tyto služby se rozdělují na řadu dalších "podslužeb". Mezi tyto služby patří například geokódovací služby. Geokódováním lze rozumět proces, při kterém se přiřadí zeměpisné souřadnice všem databázovým záznamům. Pomocí těchto souřadnic se záznamy následně umístí do mapy. V podstatě vzniká mapová vrstva, s kterou může uživatel dále pracovat. Geokódovací služby mohou být nabízeny jak v zpoplatněné formě tak zadarmo. A právě světově významné společnosti, jako je například Google, Microsoft nebo ESRI, nabízejí tyto služby zdarma.



Dalším typem analytických služeb jsou služby síťových analýz. Tyto analýzy se soustředí na vyhledávání nejbližších, nejrychlejších a neoptimálnějších spojení mezi určitými body, například na silniční síti nebo vodních tocích. Tyto analýzy mohou být omezeny i dalšími parametry, jako jsou například překážky, rychlostní limity a další. Další funkcí síťových analýz může být i vyhledávání nejbližšího zařízení, využívaného například při vyhledávání nejbližší benzínové pumpy prostřednictvím GPS nebo mobilního telefonu. Tato funkce je hojně používána a označuje se jako LBS (location-based services).

Do analytických služeb lze zahrnout i geometrické a geoprocessingové služby. Zatímco geometrické služby umožňují provádět výpočty a různé transformace (zde patří například generalizace, změna projekce nebo výpočty vzdáleností a velikosti ploch), geoprocessingové služby na druhou stranu nabízejí sdílení funkcí a modelů, které byly tvořené pro desktopové systémy. Uživatel také může vytvářet nové funkce a nástroje a zpřístupnit je široké veřejnosti (Kubný 2013).

### **Metadatové katalogové služby**

V dnešní době zcela běžně používané katalogové služby o metadatech. Metadata jsou data o datech. Od jednoduchých katalogizačních lístků v knihovně, kde a odkud pochází jakákoliv kniha, až po webové katalogové metadatové služby, jaké poskytuje například geoportál INSPIRE. Zde jsou metadata publikována a uživatel si může následně potřebná metadata vyhledat v katalogu.

### **3.3.3 Standarty webových služeb**

S webovými službami úzce souvisí i standarty webových služeb. Lze se zaměřit především na standarty prostorových webových služeb. Pokud se jedná o prostorové webové služby, potom jednou z nejdůležitějších organizací zabývajících se standardizací je OGC konsorcium. OGC neboli Open Geospatial Consortium, Inc. je mezinárodní organizace. Účelem této organizace je spolupráce podporující vývoj a implementaci standardů pro geoprostorová data a služby, GIS, zpracování dat a jejich výměnu. OGC je složena v současné době 481 firm, vládních agentur a vysokých škol. Veškerý vývoj specifikací a standardů je jasně stanovený ve směrnici konsorcia. Standard je podle OGC definován jako dokument udávající podmínky, metody, postupy a činnosti, jak dosáhnout určitých cílů. Specifikace stanoví požadavky, které musí systém splňovat. Standard je nadřazen specifikaci. Tyto standarty a specifikace jsou volně dostupné a zveřejněné na domovských stránkách OGC (<http://www.opengeospatial.org/>).

Jako další subjekt v oblasti standardizace lze uvést například ISO (International Organization for Standardization), která stanovuje ISO normy. Neméně významným subjektem je pak INSPIRE, zabývajících se prostorovými daty v Evropě. Nakonec lze zmínit například OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) a nebo W3C (World Wide Web Consortium). W3C se nepodílí přímo na vývoji standardizací pro GIS, ale celkově tvoří základ pro vývoj interoperability ve webových technologiích.

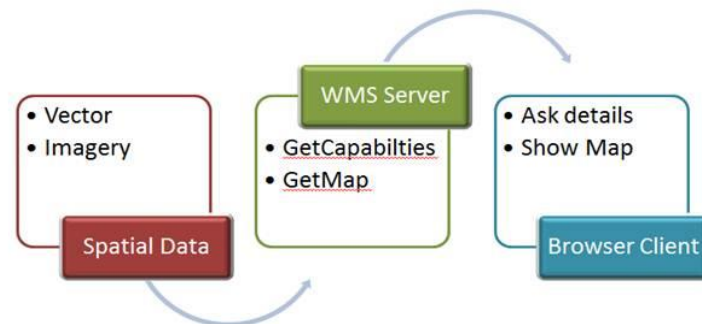
Kromě OWS (OpenGIS Web Services Specification), což je obecný rámec pro webové služby, vytvořené specifikacemi OGC, existují i konkrétní služby, které mají své vlastní parametry a strukturu dat (Kubný 2013).

## WMS – Web Map Service

Tato služba byla vytvořena pro sdílení GIS dat v prostředí internetu. Zpřístupňuje uživatelům informace ve formě map neboli rastrů. Mapy jsou poskytovány v různých formátech od nejznámějších JPEG přes TIFF až po PNG. Mapy poskytují uživatelům požadované geografické informace. Principem WMS jsou interakce mezi stroji navzájem a mezi strojem a člověkem. Zjednodušeně řečeno uživatel si přes tenkého nebo tlustého klienta zavolá požadovanou WMS službu z určitého serveru s WMS službami neboli z geoportálu. Ten zpětně posílá uživateli požadovanou mapu.

Mezi výhody WMS služby lze zařadit možnost připojení skutečně jen těch potřebných dat. Uživatel se nezajímá o typ mapového serveru a o typ operačního systému. Při připojení k serveru může zjistit jeho metadata. Výsledný dotaz je šířen prostřednictvím obrazových dat a tím se snižuje riziko zneužití. Další výhodou je skladování dat na jednom místě. Výhodou pro správce může být i zpoplatnění služeb jak paušálně, tak pomocí mikroplateb. Uživatel může přistupovat prostřednictvím osobních počítačů, mobilních kapesních počítačů, mobilních telefonů nebo například pomocí totální stanice s podporou WMS. V neposlední řadě může být výhodou WMS i využívání dat z jiných serverů (Jirásek 2008).

Existují však i nevýhody použití WMS. Například neustálý přístup k internetu, vysoká rychlost připojení k internetu, některé typy mapových serverů se někdy neřídí specifikacemi OGC a může nastat chyba nebo to, že klient dostává data v obrazové formě bez nutných informací a nemůže provádět analýzy a další operace (Jiránek 2008).



Obr. č. 12 Funkcionalita WMS služby (web-maps.com 2012).

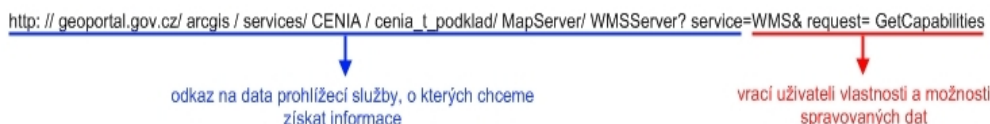
### Základní dotazy:

**GetMap** – jedná se o hlavní dotaz u WMS; zpřístupní uživateli mapu ve formě obrazových dat v určitém formátu; tato specifikace vyžaduje ještě další parametry, jako je souřadnicový systém, formát obrazových dat nebo název vrstev a stylů.

**GetCapabilities** – vrací vlastnosti a možnosti spravovaných dat ve formě XML, jedná se o metadata mapového serveru.

**GetFeatureInfo** – tento dotaz vrací informace o objektech na mapě s určitými souřadnicemi.

Příklad dotazu GetCapabilities:



Obr. 13 Příklad WMS dotazu.

## WMTS – Web Map Tile Service

WMTS je standardní protokol pro podávání georeferencovaných mapových dlaždic přes internet. Tato specifikace byla vyvinuta a poprvé publikována OGC v roce 2010. Starším a populárnějším typem standardu je již zmíněné WMS. Avšak standard WMS bylo obtížné zavést tam, kde byla potřebná rychlá odezva požadavku. Pokud se jednalo o masivní požadavky uživatelů, bylo WMS velice nepraktické. Dalším předchůdcem WMTS byl TMS vyvinutý organizací OSGeo. Tento standardní protokol se však neujal u OGC.

Základní dotazy:

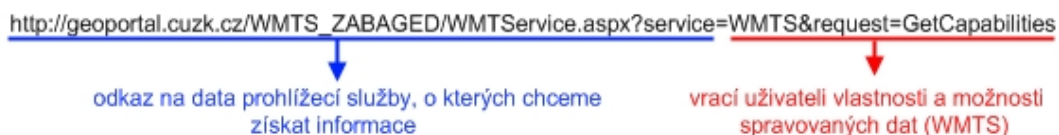
**GetCapabilities** - vrací vlastnosti a možnosti spravovaných dat ve formě XML, jedná se o metadata mapového serveru.

**GetTile** – vrací mapové dlaždice.

**GetFeatureInfo** – vrací informace o mapové lokalizaci.

**Legend** – vrací informace o objektech v mapě.

Příklad dotazu:



Obr. 14 Příklad WMTS dotazu.

## WFS – Web Feature Service

Jedná se o další standart vyvinutý společností OGC. Umožňuje sdílení geografických informací ve formě vektorových dat. Příkladem dat WFS jsou například geodata ve formátu GML. Služba umožňuje uživatelům načíst nebo editovat údaje bez nutnosti stažení souborů. Poskytnutá geografická data jako jsou například body, linie a polygony jsou vztažná k referenčnímu souřadnicovému systému (Kubný 2013).

Hlavním účelem WFS je vrácení XML souboru uživateli i s popisy objektů v požadované části mapy. Oproti WMS je WFS rozšířená i o Transaction Web Feature Service (WFS-T). Tato služba

umožňuje manipulaci s daty uloženými na serveru. Nevýhodou WFS je, že vektorová data větších územních celků mohou mít velkou velikost v řádech desítek až stovek megabajtů (Jirásek 2008).

#### Základní dotazy:

**GetCapabilities** - vrací vlastnosti a možnosti spravovaných dat ve formě XML; jedná se o metadata mapového serveru.

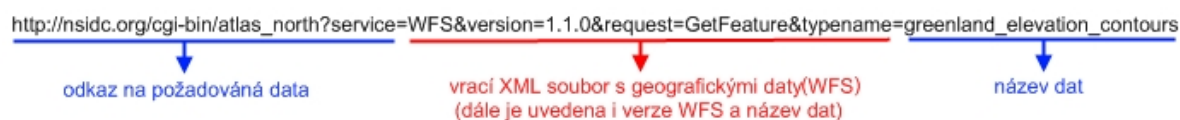
**GetFeature** – vrací XML soubor s geografickými daty objektů.

**DescribeFeatureType** – vrací podrobnější informace o objektech.

**LockFeature** – uzamčení objektů.

**Transaction** – vytvoření, smazání či změna vrstvy objektů.

Příklad dotazu:



Obr. 15 Příklad WFS dotazu.

## **WCS – Web Coverage Services**

Slouží pro výměnu geodat. Jedná se o transport dat v původním formátu zároveň s metadaty, které jsou důležité pro interpretaci. Hlavní výhodou není možnost poskytování 2D a 3D dat, ale dokáže pracovat i se čtvrtým rozměrem, který představuje čas. Poté lze velice přesně provádět přesné analýzy. Pro představu lze zmínit například analýzy rozšiřování pouští v různých ročních obdobích, vývoj klimatu či zamoření radioaktivitou.

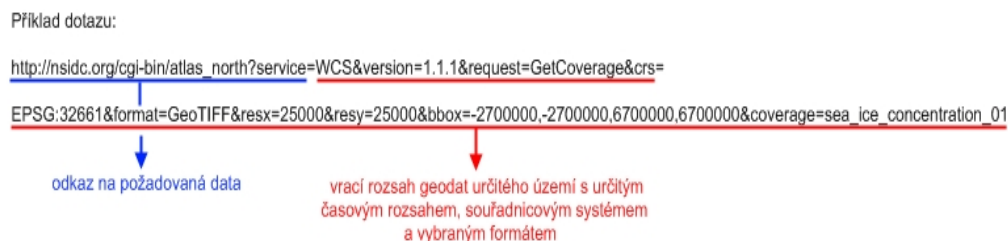
Je velice podobná službě WFS. Avšak na rozdíl od WFS využívá nativních formátů geodat pro jejich přenos. Specifikace WCS je definována jako reálný přístup k údajům o rastrových datech. Údaje jako senzory prostoru, času a obrazu nebo simulace či statistiky. Stejně jako WFS i WCS poskytuje přístup k originálním datům. Tím pádem tato data jsou přístupná jen určitému počtu uživatelů (Jirásek 2008).

#### Základní dotazy:

**GetCapabilities** - vrací vlastnosti a možnosti spravovaných dat ve formě XML, jedná se o metadata mapového serveru.

**DescribeCoverage** – vrací podrobný popis dostupných coverage (rozsahů) geodat.

**GetCoverage** – vrací rozsah geodat určitého území s určitým časovým rozsahem, souřadnicovým systémem a vybraným formátem.



Obr. 16 Příklad WCS dotazu.

## WPS – Web Processing Service

V případě Web Processing Services se jedná o poskytování geografických dat s možností výpočetních úkonů a o zpracování prostorových rastrových nebo vektorových dat. Jedná se o poskytování obecného mechanismu k popisu široké škály různých výpočetních úkonů, vstupních a výstupních dat požadovaných uživatelem.

Tato služba může sloužit k provádění jednoduchých výpočtů jako například rozdíl mezi dvěma georeferencovanými soubory dat, ale i složitější výpočty jako vizualizace globálních změn klimatu. WPS také může jen nabízet zložený druh webového klienta s přístupem ke standartním výpočtům a výpočetním modelům. Data pro WPS jsou buď přímo na serveru nebo mohou být dodána přímo přes internet. Formáty těchto dat jsou například geoTIFF, GML či GDAS (Jirásek 2008).

### Základní dotazy:

**GetCapabilities** - vrací vlastnosti a možnosti spravovaných dat ve formě XML; jedná se o metadata mapového serveru.

**DescribeProcess** – vrací podrobný popis procesu a popis vstupních a výstupních dat.

**Execute** – spustí výpočetní proces a vrací výstupní data.



Obr. 17 Příklad WPS dotazu.

## CSW – Catalogue Service for the Web

Jedná se o další standart OGC. V překladu jde o Katalog služeb na webu. Tento standart poskytuje údaje o geoprostorových záznamech na internetu. Pomocí CSW je možné vyhledávání, prohlížení a dotazování se na metadata dat, služeb a dalších možných zdrojů. Standart je definován jen jako XML. Bez ohledu na formát dat, musí každý záznam obsahovat sadu klíčových oblastí, jako jsou název, formát, typ jako například datové sady, BoundingBox

(představující obdélník zájmu vyjádřený zeměpisnou šířkou a délkou), referenční souřadnicový systém a odkaz na jiný záznam metadat (Kralidis 2014).

Základní dotazy:

**GetCapabilities** - vrací vlastnosti a možnosti spravovaných dat ve formě XML; jedná se o metadata mapového serveru.

**DescribeRecord** – vrací informaci o obsahu.

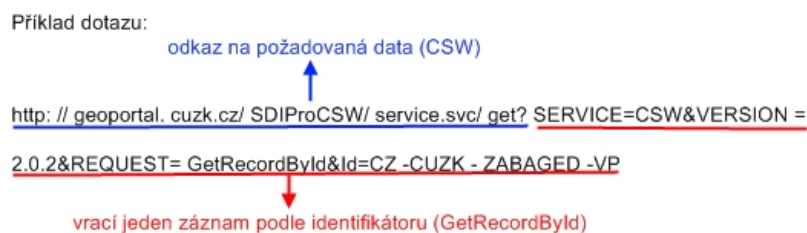
**GetDomain** – vrací informace o skutečném rozsahu atributu a jeho datovém typu.

**GetRecords** – vrací skupinu záznamů, dle zadaných parametrů.

**GetRecordById** – vrací jeden záznam podle identifikátoru.

**Harvest** – sbírá data uložená v jiných katalogích.

**Transaction** – tvorba, editace a mazání katalogových záznamů.



Obr. 18 Příklad CSW dotazu

## KML – KeyHole Markup Language

Jako v ostatních případech se jedná o poskytování geografických dat, jako jsou body, čáry, obrázky a modely. Oproti ostatním lze KML využít pro 3D mapové aplikace jako je Google Earth, Google Maps či Google Mobile. Hlavním formátem je soubor KML, ale existuje i komprimovaná verze KMZ. Jde o klasický archiv ZIP, ke kterému lze doplnit i další soubory kromě již zmiňovaného kořenového KML.

KML je metajazykem XML. KML slouží i pro sdílení míst a informací s dalšími uživateli. Tento soubor byl vyvinut společností Keyhole. Byl využíván jako API pro virtuální glóbus Earth Viewer. Roku 2004 firmu koupila společnost Google a přejmenovala virtuální glóbus na Google Earth. Veškeré geoprvky KML využívají souřadnicový systém WGS84. Následně se verze KML 2.2 stala standardem OGC. V dnešní době se ho snaží široké spektrum tvůrců začlenit do svých projektů. Jedním z příkladů je například vizualizace intenzity zemětřesení pomocí KML.

## GML – Geographic Markup Language

GML je značkovací jazyk tvořící rámec pro kódování prvků s podporou geografické informace. Používá jazyk XML a také Xlink pro kódování vztahů. GML je navrženo především pro potřeby WWW a síťové služby. Jedná se pouze o metajazyk, a proto oproti ostatním nenabízí

plnou gramatiku. V podstatě popisuje relevantní vlastnosti pro danou aplikaci. Zjednodušeně řečeno GML modeluje prvky, kdežto XML se používá k popisu aplikačního schématu. GML schéma se nezaměřuje na specifickou aplikační doménu. Hlavním úkolem je poskytovat obecné konstrukce a koncepty pro různé domény. Proto je v GML schématu už řada komponent předdefinována pro aplikační schéma (Portele 2005).

### **Simple Features (SFS) a další služby**

Služba SFS umožňuje ukládání geografických dat v digitální podobě prostřednictvím bodů, linií, polygonů a dalších typů. Jedná se o 2D geometrii. Tento standard od OpenGIS definuje různé prostorové funkce a operátory. Tímto je také možné z již existujících prvků odvozovat nové prvky.

Další webovou službou je například WSC neboli Web Service Connector. Jedná se o velice výkonnou webovou službu používanou pro generování kódů a knihoven pro použití s webovými službami Force.com. pomocí WSC můžeme psát aplikace v různých jazycích jako Java či MS, které využívají Force.com, SOAP API, Bulk API nebo Metadata API.

Existuje ještě celá řada standardů webových služeb fungujících na podobném principu jako předešlé standardy. Jako další můžeme zmínit SOS neboli Sensor Observation Service, SPS (Sensor Model Language) nebo například SDL představující Styled Layer Descriptor.

Mapové aplikace jsou naprogramované tak, aby podporovaly určitou verzi standardů webových prostorových služeb. Všechny tyto standardy prostorových webových služeb se neustále vyvíjejí. Aktualizuje se například jejich verze. Pro představu lze předvést například WMS, kde základní verzí je verze 1.0.0. Postupem času vznikaly nové verze jako 1.0.7, 1.1.0 či 1.1.1. Nejnovější verzí webové mapové služby (WMS) je verze 1.3.0. Je velice důležité pro další práci s prostorovými webovými službami znát verze standardů. Některé prostorové webové služby totiž nepodporují určitou verzi těchto standardů, a proto je důležité znát jejich verze a předem vědět jaká aplikace podporuje jaký standard a v neposlední řadě i jakou verzi.

## **3.4 Obecné cloudové služby**

Označení Cloud computing je čím dál více známější a používanější mezi internetovými uživateli a stal se tak fenoménem dnešní doby. Jak jednotliví uživatelé, tak celé firmy přecházejí na tento typ provozování IT infrastruktury. Některé firmy jsou už tak daleko, že veškerá svá data ukládají výhradně v databázi ve vybraném cloudovém řešení mimo vlastní kanceláře.

Při pohledu na Cloud computing z opačné strany se počet firem nabízejících cloudové služby rozrostl. I když pro některé je Cloud computing jen komerční název obyčejných serverů nabízejících prakticky to samé co tyto cloudové služby. I tak je tento termín stále používanějším a láká stále více a více nových uživatelů. Zejména když se o propagandu starají světové firmy, jako jsou Google, Microsoft nebo Amazon.

### **3.4.1 Google**

Jednou z největších společností podnikající v Cloud computingu je bezpochyby Google. Google nabízí řadu služeb, které nespádají jen pod jeden nástroj, ale nabízí více řešení. Google

přichází na trh s řadou nástrojů poskytujících celé infrastruktury pro vývojáře a přechází až k obyčejným uložistům k ukládání veškerých dat. Pro větší přehled je zde několik služeb od Googlu, které lze zařadit ke Cloud computingu.

## Google App Engine

App Engine poskytuje vývojářům celou infrastrukturu, a tím umožňuje budovat vlastní aplikace. Chod uživatelských webových aplikací je pak zajištěn na stejné infrastruktuře jako chod aplikací společnosti Google.

O usnadnění práce vývojářům se App Engine stará například tak, že zdrojové kódy stačí napsat pouze jednou a následně je nasadit a není nutné se starat o konfiguraci s více stroji a datovými uložisti. Uživatel pouze napíše kód a App Engine se postará o zbytek, jelikož dynamicky poskytuje výpočetní prostředky podle potřeby.

Další výhodou funkcionality App Engine je abstrakce výkyvů provozu. To znamená, že pokud se vytvořená aplikace stane více použitelnou a můžou nastat potíže s provozem, potom funkce automatické replikace a vyrovnání zatížení usnadňuje proces škálovatelnosti až k miliónu uživatelů. Tato funkce se u společnosti Google nazývá Bigtable. Některé nově vzniklé firmy, ale i některé stávající pro řešení tohoto problému stále musí neprakticky měnit architekturu svých databází, a dokonce i celých systémů několikrát do roka.

V neposlední řadě mezi výhody Google App Engine lze zahrnout i schopnost integrace s jinými službami společnosti Google. Jde o to, že vývojáři nemusí znovu a znovu psát pro nové aplikace různé komponenty, ale mohou využít již integrované komponenty a rozšířenou knihovnu rozhraní API od společnosti Google a tím si ušetřit mnoho času.

Google App Engine je pro veškeré uživatele ze začátku přístupná zdarma. Google nabídne bezplatně 500 MB úložného místa a dostatek procesoru. Uživatel si několik měsíců může vyzkoušet prostředí a práci s touto službou. Po několika měsících se však služba App Engine stává placenou. Uživatelé začnou platit za využívané služby jako je například velikost příchozích a odchozích přenosů, úložného místa měsíčně nebo velikosti využitého jádra procesoru za hodinu. Po zpoplatnění však Google nabídne nové možnosti služby například nová rozhraní API (Velte et al 2011). Google App Engine lze vyzkoušet na URL adrese: <https://appengine.google.com>.

## Google Web Toolkit

Google web Toolkit neboli GWT (<http://www.gwtproject.org>) slouží uživatelům jako možnost vytvářet webové aplikace ve standardním programovacím jazyce Java a následně je nasadit jako optimalizovaný JavaScript. Právě na to se specializuje služba Google Web Toolkit. Tím pádem se uživatelé zbavují problémů s kompatibilitou prohlížečů a tím získávají nárůst výkonu a produktivity. Na této službě běžela i známá aplikace Google Health (služba osobní zdravotní dokumentace), která však byla v roce 2011 zrušena.

Web Toolkit dále poskytuje podporu jazyka Java 5, čímž v mnohých případech usnadňuje vývojářům práci (výpočtové typy, poznámky, automatické zapouzdření, seznamy proměnných parametrů). Dále poskytuje kompilátor Google Web Toolkit 1.5, který napomáhá k výraznému výkonnostnímu nárůstu. A také i Web Toolkit poskytuje rozšiřující sadu knihoven, jako jsou například knihovny k implementaci uživatelských rozhraní, datových struktur, lokalizací aplikací nebo například k testování přístupnosti (Velte et al 2011).



### 3.4.2 Microsoft

Nabídka služeb Microsoft v Cloud computingu je obrovská. Využívají je jak velké korporace, tak malé firmy nebo jednotliví uživatelé. Microsoft nabízí různé varianty produktů. Uživatel pak má možnost vybírat z řady služeb a najít tu, která vyhovuje jeho požadavkům.

#### Azure Services Platform

Azure Services Platform není typická cloud služba. Jedná se jen o jakousi architekturu neboli platformu Cloud computingu a služeb nabízenou společností Microsoft. Tato platforma je hostována v datových centrech společnosti Microsoft. Azure Services Platform nabízí nespočet funkcí pro vývoj aplikací, operační systémy nebo vývojové nástroje. Dále také podporuje obecně známé standardní protokoly jako například REST nebo SOAP.

Lze se nyní podívat na jednotlivé služby, nabízené touto platformou, díky kterým jakýkoliv uživatel může vytvářet nové nebo zdokonalovat stávající aplikace. Služby lze vyzkoušet na adrese <https://azure.microsoft.com>:

**Windows Azure** – Jedná se o operační systém pro vývoj, správu nebo hostování aplikací. Systém podporuje standardy například SOAP, REST nebo XML. Ve Windows Azure je možné zdokonalovat existující aplikace, vytvářet nové aplikace a zpřístupňovat je na webu, vyvíjet, testovat nebo ladit webové služby nebo také snížit náklady na správu IT.

**SQL Services** – Rozšiřuje známou databázi SQL Serveru do cloudu. Díky této službě lze snadno ukládat různě strukturovaná či nestrukturovaná data. SQL Services umožňuje uživatelům řadu funkcí například relační dotazy, vyhledávání, analýzy nebo integraci a synchronizaci dat.

**.NET Services** – Pod názvem Microsoft .NET Services si lze představit sadu hostovaných služeb ve společnosti Microsoft. Tato sada nabízí vysokoúrovňové knihovny tříd. Ty napomáhají k snazší tvorbě velkých programů. Architektura této služby se podobá známé architektuře .NET Framework. Nechybí zde dokonce podpora používaných standardních protokolů REST, SOAP nebo HTTP (Velte et al 2011).

#### Windows Live

O sdílení dat a usnadnění komunikace mezi jednotlivými uživateli se stará sada integrovaných online služeb Windows Live (<https://www.live.com>). Zde si může zákazník vytvářet veškerý obsah online a následně ho sdílet na více místech na webu. Pro lepší informovanost pro okolí navázala společnost Microsoft spolupráci s mnoha firmami, jako jsou například Twitter, WordPress, Flickr a mnoho dalších. Mezi hlavní výhody využití Windows Live pro správu a synchronizaci vlastních dat patří například aktualizované profily, informační kanál „what’s new“ o nových aktivitách v síti, sdílení fotogalerií a přístup z jakéhokoliv zařízení s aplikací Windows Live SkyDrive. Také úložné prostory dosahují velikosti až 25 GB. V neposlední řadě lze zmínit i Windows Live Groups, což označuje místo pro online spolupráci skupin. Zde mohou různě velké skupiny uživatelů sdílet úložiště nebo například společnou e-mailovou adresu (Velte et al 2011).

## **Další služby společnosti Microsoft**

Mezi další služby provozované v Cloud computingu společností Microsoft patří například **Exchange Online**. Jedná se o možnost provozovat podnikovou poštovní službu založenou na produktu Microsoft Exchange Server 2007. Zaměstnanci tak mají přístup k zprávám odkudkoliv. Služba napomáhá k usnadnění správy IT. Mezi výhody tohoto produktu patří velikost uložiště poštovní schránky až do 25 GB, sdílení úkolů nebo kontaktů, Outlook Web Access, filtrace virů a spamů, integrované funkce pro trvalý provoz a obnovení při havárii, zabezpečení protokolem HTTPS pro přístup k Internetu a mnoho dalších výhod, které výrazně usnadňují práci zaměstnancům.

Za zmínku stojí i služba **SharePoint Services**. Tato služba se stará o usnadnění spolupráce mezi uživateli tím, že poskytuje nástroje pro spolupráci na dokumentech, úkolech, kontaktech a dalších informacích. Vytvořený obsah webu je běžně dostupný z webového prohlížeče. Obsah SharePoint je možné využívat i programy Microsoft Office. Data vzniklá v SharePoint lze bez problémů otevřít například v Microsoft Word a následně je upravovat (Velte et al 2011).

### **3.4.3 Amazon**

Amazon je největším a jedním z nejstarších online obchodů na světě. Jedná-li se o Cloud computing a vytváření vlastních aplikací, hovoří se o Amazon Web Services (AWS). AWS je jedním z nejznámějších provozovatelů Cloud computingu na světě. Veškeré nástroje nabízené společností Amazon jsou k nabídce na adrese [www.amazon.com](http://www.amazon.com). Nabízí nespočet služeb skrze všechny distribuční modely. Od infrastruktury až po software jako službu. Od jednoduchých uložišť přes databáze až po platformy. Pro přiblížení si lze představit nejdůležitější služby z nabídky Amazonu.

#### **Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)**

Pro vývojáře jedna z nejdůležitějších webových služeb nabízených Amazonem. Jedná se o virtuální server, na kterém si uživatel může dělat prakticky cokoli. Cena těchto serverů je různá a pohybuje se od 0.10 dolarů za hodinu za nejjednodušší stroj. EC2 Nabízí výpočetní kapacitu, jejíž velikost je možno měnit podle potřeby. EC2 dále pomáhá zkrátit čas při spouštění nových instancí serverů. Pro zajímavost služeb EC2 využívá i společnost Microsoft pro provoz systému Microsoft Windows Server 2003. Je tedy možné na této platformě společnosti Amazon spouštět aplikace pro systém Windows. Jedná se tedy o hostování různých webových služeb, vysoce náročné výpočty, zpracování dat nebo další libovolné aplikace vyžadující prostředí Windows.

Pro potřeby Amazon EC2 společnost Amazon vytvořila i službu Elastic Block Store. Jedná se o trvalé uložiště, kam si uživatelé mohou ukládat vytvořené úložné svazky a ty jsou připojeny k instancím služby EC2. Tato služba je vhodná pro databáze nebo mnoho jiných aplikací vyžadující provoz v systému souborů. „Po netrpělivě očekávaném vydání služby Amazon Elastic Block Store mohou naši podnikoví zákazníci služby EC2 trvale uchovávat konfigurace virtuálních počítačů a aplikační data nezávisle na instancích a spravovat svá řešení cloudu stejně konzistentním způsobem, jako by se nacházela v jejich interní síti“ (Scott Crenshaw 2011).

## Amazon Simple Storage Service (Amazon S3)

Amazon S3 umožňuje uživatelům ukládat data na síti s možností připojení z jakéhokoliv zařízení s přístupem na internet. Cena těchto služeb se také pohybuje jen kolem 0,15 dolarů za GB za měsíc. Na Amazon S3 lze jednoduše nahrávat soubory, stahovat je nebo sdílet s jinými uživateli a S3 se stará o všechny ostatní nutnosti jako je poskytování služeb, zálohování, dostupnost a další. Na službě Amazon S3 je dobře vidět jak celý systém AWS pracuje. Uživatel opravdu platí jen za to, co využívá. Pokud tedy má v prostředí S3 uloženo jen pár megabytů dat potom platí jen kolem pár korun za měsíc.

## Další služby Amazonu

Amazon nabízí nejrozmanitější škálu služeb v Cloud computingu na internetu. Mezi další významné služby patří například **Amazon CloudFront**. Jedná se o službu pro poskytování obsahu neboli jakýsi způsob distribuce obsahu klientům. Jako ostatní služby tak i CloudFront spolupracuje s ostatními službami společnosti Amazon. Výhodou této služby je nízká latence, rychlost přenosu dat nebo žádné nutné závazky.

Pokud uživatel potřebuje databázové služby potom firma Amazon nabízí službu **Amazon SimpleDB**. Stejně jako ostatní služby společnosti Amazon, úzce spolupracuje s ostatními službami navzájem. SimpleDB nabízí funkce jako indexování dat nebo dotazování. Tato služba nevyžaduje velké počáteční investice, není nutné zaměstnávat databázového administrátora, čímž odpadá i vytváření složitých schémat. Základní výhodou je, že automaticky indexuje data a následně poskytuje API pro ukládání a přístup. Není tedy potřeba datové modelování, správa indexů nebo ladění výkonu.

Pro ukládání zpráv pohybujících se mezi počítači Amazon vyvinul službu **Amazon Simple Queue Service** (Amazon SQS). Při výběru této škálovatelné hostované služby mohou uživatelé v poklidu přesunovat data mezi distribuovanými komponentami svých aplikací. Uživatel se také může spolehnout, že při použití služby nedojde ke ztrátě zpráv. Jedná se o možnost počítače načítat nebo číst zprávy, aniž by byla nutná nějaká instalace speciálního softwaru nebo konfigurace firewall (Velte et al 2011).

### 3.4.4 Salesforce.com

Jinou americkou společností podnikající v Cloud computingu je společnost Salesforce.com. Tato společnost svou nabídku služeb směřuje třemi směry. Prvním je online prodej neboli „The Sales Cloud“. Platforma služby umožňující využití data v konfrontaci se zákazníky neboli „The Service Cloud“. A samozřejmě prostor na firemní platformě pro vývoj vlastních aplikací neboli „Your Cloud“.

Jak pro „The Sales Cloud“ tak pro „The Service Cloud“ slouží služba **Salesforce.com CRM**. Služba nabízí správu vztahů se zákazníky. Nejčastěji je služba rozdělována do pěti základních aplikací:

**Sales** – Cloud computingová aplikace pro prodej, kterou využívá více než milión uživatelů po celém světě. Díky efektivnější správě zaměstnanců a procesů je velmi cenná pro společnosti, které se tak mohou více zabývat prodejem namísto administrativní práce.

**Marketing** – Hladká spolupráce s prodejní organizací při nasazení nejnovějších webových technologií do marketingových procesů.

**Service** – Platforma služeb pro zákazníky. Výhodou je okamžité připojení pracovníků, spolupráce v reálném čase nebo sdílení informací o prodeji.

**Collaboration** – Jedná se o spolupráci s dalšími významnými společnostmi, a tím ulehčení práce vlastním zákazníkům v jakémkoliv odvětví. Jedná se například o spolupráci s Google Apps, Content Library, Facebook nebo s aplikací Genius.

**Analytics** – Poskytování kalkulací, vykazování nebo poskytování řídicích panelů v reálném čase, pro lepší optimalizaci výkonu prostředků.

O službu „Your Cloud“ se stará služba **Force.com** označovaná společností Salesforce.com za první PaaS na světě. Využívá technologie „Visualforce“. Jedná se o rámec pro vytváření nových rozhraní a umožňuje budovat a poskytovat uživatelské prvky, které nepotřebují žádné softwarové či hardwarové infrastruktury. Force.com nabízí rozmanité funkce od relační databáze přes obchodní logiku, rozhraní Apex až po vykazování a analytiku nebo integraci webových služeb (Velte et al 2011).

### 3.4.5 OpenShift

Další nabídkou, kterou lze využít pro tvorbu aplikací na internetu, je OpenShift od společnosti Red Hat nacházející se na adrese [www.openshift.com](http://www.openshift.com). Společnost Red Hat je přední světový poskytovatel open source řešení. Mimo vysoce výkonný cloud poskytuje i virtualizaci či možnost uskladnění dat. Pokud se podíváme na nabídku cloudového řešení, tak musíme zmínit právě OpenShift.

OpenShift je platforma (PaaS) nabízená společností Red Hat. Tato platforma umožňuje vývojářům vyvíjet nebo hostovat rozsáhlé aplikace v prostředí cloudu. Red Hat nabízí veřejný cloud neboli OpenShift Online, který je možné si vyzkoušet zdarma. Služba OpenShift Online automatizuje bezpečnost, správu nebo škálovatelnost aplikací, takže se uživatel může soustředit na psaní kódu aplikace, uvedení do provozu a další potřebné věci.

Při výběru OpenShift Online si uživatel může vybrat z velké nabídky programovacích jazyků. OpenShift nabízí jazyky jako Java, Ruby, PHP, Node.js, Python nebo Perl. K dispozici je také kompletní sada nástrojů pro vývojáře, díky které se zvýší produktivita a rychlost poskytování uživatelských aplikací. Jelikož Red Hat nabízí mnohé linuxové služby, tak i OpenShift pracuje na linuxovém operačním systému. V neposlední řadě lze zmínit, že OpenShift nabízí i studentské účty, takže je možné si vyzkoušet prostředí OpenShiftu, aniž by bylo nutné platit (Zapletal 2011).

### 3.4.6 Cloudová uložení

Další funkcí cloudových řešení jsou obyčejná cloudová uložení. Jedná se o ukládání uživatelských dat online. Tuto základní službu sice nabízejí i již zmíněná cloudová řešení. Avšak zde se hovoří o cloudech, které nabízejí jen online uložení s několika podpůrnými funkcemi. Těchto online uložení pracujících na principu cloudu je velké množství. Pro představu lze zmínit ty nejdůležitější a nejpoužívanější.

#### iCloud

Společnost Apple mimo jiné nabízí také cloudové řešení pro ukládání nebo sdílení veškerých fotografií, hudby, filmů, knih a dalších dat. Kromě těchto možností uložit si veškerá data je

v nabídce i pošta, kalendář nebo například možnost ukládat kontakty. Při registraci na iCloud uživatel dostane 5 GB prostoru pro ukládání zdarma. Pokud uživatel bude v budoucnu potřebovat více prostoru, je možné ho jednoduše zakoupit. Cena se odvíjí od velikosti pronajatého prostoru. Pro představu se jedná například o 21 dolarů za 10 GB. Oproti mnoha jiným cloudovým uložištím není práce v iCloudu omezená na počet uživatelů, kteří mohou naráz využívat jeden společný účet. K službě iCloud je možné přistupovat přes URL adresu <https://www.icloud.com>.

K účtu na iCloudu je možné připojení z kteréhokoliv zařízení s přístupem na internet. Větší integraci s iCloudem však zaručují produkty od společnosti Apple. K nabídce iCloudu nově patří také hledání ztracených zařízení typu iPhone. Tato nová bezpečnostní funkce značně zkomplikuje používání nebo prodej vašeho zařízení. iCloud se v podpůrných zařízeních stará i o každodenní automatickou aktualizaci nebo zálohování, a tím uživatelé v mnoha ohledech ulehčuje práci (Apple 2014).

## **Box**

Konkurentem s úložným prostorem v cloudu pro iCloud je společnost Box. Při nabídce 5 GB uložiště společností iCloudu, reagovala společnost Box velice výhodnou nabídkou 50 GB volného prostoru pro ukládání dat. Pro získání tohoto prostoru si musí uživatelé Boxu stáhnout aplikaci Box verze 2.4.3 pro iOS a přihlásit se přímo z této aplikace. Tento získaný prostor zůstává uživateli navždy. I pokud jde o velikost jednoho souboru, zvýší se kapacita z 25 MB na 100 MB. Sice tato nabídka byla omezená jen na 50 dní, avšak určitě stála za zvážení jaké uložiště si pro svá data vybrat (Javůrek 2011).

Box nabízí tři úrovně poskytovaného uložiště. První úroveň je „For Personal“. Pro malé firmy nebo jednotlivé uživatele pro nahrávání menších souborů. Další úroveň je pak „For Business“, která se pak liší vyšší nabídkou prostoru a velikostí jednotlivých souborů. A nejvyšší úroveň je „For Enterprise IT“. Tato úroveň nabízí největší škálu funkcí od administrativního spravování přístupu pro zaměstnance až po možnost ukládat několikanásobně větší soubory než v úrovni „For Personal“. K Boxu je možné se přihlásit z kteréhokoliv zařízení s podporou internetu. Další výhodou je společné práce více uživatelů na jednom účtu nebo například možnost vytvářet PDF, doc nebo XML soubory přímo v cloudu. Jednoduché sdílení s kolegy pak výrazně usnadní práci. Cloudové uložiště Box lze vyzkoušet na URL adrese <https://www.box.com> (Box 2014).

## **Big Blue One**

Další společností podnikající v cloudu je Casablanca INT s produktem Big Blue One pod adresou [bigblueone.cz](http://bigblueone.cz). Nejedná se sice o nějakou významně velkou světovou společnost, ale je důležitá, jelikož jde o firmu působící na území České republiky. Při výběru Big Blue One lze získat Software jako službu (SaaS), čímž se výrazně zmenší náklady a strávený čas při práci.

Big Blue One se podle nabídky rozděluje na tři služby. Pro sdílení dokumentů, kalendářů, kontaktů nebo pro rychlejší komunikaci či přístup k datům z práce nebo z domova nabízí Big Blue One řešení ONE Solution. Pro zálohování firemních dat a možnosti je kdykoliv obnovit slouží služba BACKUP ONE. A jako poslední z nabídky služeb je tu INDEX ONE, která se zaměřuje na uživatele hledající možnost dlouhodobě ukládat data a mít neustálý a přehledný přístup k nim.

Big Blue Ona nabízí až 500 GB na přenos dat zdarma, neomezený výpočetní výkon, možnost škálovatelnosti při potřebné změně nebo bezpečnost zajištěnou řešením TippingPoint od společnosti Hewlett-Packard. Toto řešení zajišťuje ochranu dat na několika úrovních (fyzické, logické, softwarové a aplikační). Cena služby Big Blue One se pohybuje od 32 korun za den. Cena se odvíjí od toho, jak si uživatel nastaví potřebný počet procesorových jader, velikost operační paměti a velikost HDD (BigBlueOne 2012).

## Dropbox

Dropbox s pod URL adresou <https://www.dropbox.com>, funguje jako každé jiné cloudové úložiště. Dropbox lze používat k ukládání fotek, videí, textových dokumentů a dalších potřebných souborů. Po nahrání souborů do Dropboxu jsou hned k dispozici z jakéhokoliv zařízení, ať už stolního či mobilního. Uživatel může začít vytvářet dokumenty ze stolního počítače, poté se připojit přes notebook z jiného místa a pokračovat v práci. Editace stejného dokumentu je možná i přes mobilní zařízení jako je tablet nebo třeba obyčejný mobilní telefon. Dropbox umožňuje jednoduché a rychle sdílení veškerých dat s kýmkoliv, s kým bude vlastních těchto dat chtít. Stačí mít jen přístup k internetu. Je zde možnost sdílení dat i pomocí URL adresy přesně na specifické soubory, které mají být zobrazeny a člověk se nemusí probírat veškerými dokumenty v Dropboxu. Samozřejmě při poruše či nehodě vlastního počítače či mobilního zařízení jsou data uchována bezpečně v Dropboxu a nedochází k jejich ztrátě.

Dropbox nabízí několik úrovní pro uživatele lišící se poskytovanými službami. První úroveň je Dropbox Basic. Tato úroveň užívání úložiště Dropbox je zcela zdarma. Uživatel při zaregistrování se pod touto službou získá 2 GB prostoru pro svoje soubory, možnost zálohovat všechny svoje soubory pro větší bezpečnost, přístup odkudkoliv a snadné sdílení s přáteli. Další úroveň je Dropbox Pro. Dropbox Pro zahrnuje všechny služby Dropbox Basic a navíc i další služby. Uživateli nabízí daleko více prostoru. Jedná se o 1 terabajt, což se rovná 1 tisíci gigabajtů. Dále umožňuje uživateli kontrolu nad tím, komu bude umožněn přístup k datům a komu ne. Tato úroveň je dostupná za téměř 10 eur za měsíc. Poslední, nejvyšší úroveň je Dropbox for Business za 12 eur na uživatele za měsíc. Nabízí tolik prostoru kolik firma či samotný uživatel potřebuje, kontrolu nad sdílením dat, podporu správců Dropboxu či neomezené zálohování vlastních souborů.

Dropbox má i čtrnácti denní zkušební verzi, pro lepší představu začínajícím uživatelům, co je možné v prostředí Dropboxu provádět.

## Google Drive

Společnost Google vytváří jak obecná cloudová řešení, kteří byly zmíněny výše, tak i cloudová úložiště. Všechna cloudová úložiště pracují na stejném principu. Nabízí určitý prostor pro každého uživatele pro umístění a zálohování vlastních dat. Jinak tomu není ani u Google Drive. Tato služba poskytována společností Google slouží pro ukládání jakýchkoliv souborů, jako jsou fotografie, videa, textové dokumenty, hlasové nahrávky či obyčejné obrázky. Google Drive nabízí na začátku bezplatně 15 gigabajtů úložného prostoru zdarma na všech Google serverech jako je Gmail, Google+ Photos a právě Google Drive. Dále stejně jako většina úložišť i Google Drive nabízí možnost připojení z jakéhokoliv zařízení s připojením k internetu. Také poskytuje možnost sdílení svých souborů s kýmkoliv, s kým bude uživatel chtít.

Pro přístup do Google Drive je nutné si vytvořit účet na [drive.google.com](http://drive.google.com). Poté je nutné nainstalovat Google Drive na vlastní zařízení z kterého uživatel chce přistupovat do Google Drive. Poté už uživatel může sdílet a nahrávat libovolně data. Data lze nahrávat, upravovat a mazat jako na vlastním počítači. Dále je zde možnost jednoduchého sdílení a sledování toho, co jiní uživatelé s těmito daty dělají a jak je spravují. Dokonce je možné spravovat svoje soubory i bez připojení k internetu a po připojení se následně data aktualizují. Je možné si nastavit i synchronizaci s vlastním lokálním počítačem. Pokud uživatel nahraje data na vlastní lokální počítač, kde nainstaloval a synchronizoval Google Drive, potom se tyto soubory automaticky nahrají i do Google Drive v prostředí webu.

Jak je uvedeno výše Google Drive nabízí užívání zdarma, kdy uživatel dostane 15 gigabajtů. Další úroveň nabízí 100 gigabajtů za necelé 2 dolary za měsíc. Vyšší úroveň užití potom Google nabízí při poskytnutí služeb za necelých 10 dolarů měsíčně s poskytnutým prostorem 1 terabajt. Nejvyšší úroveň je potom verze kdy Google Drive nabízí 10 a více terabajtů za necelých 100 dolarů za měsíc. Zde však s rostoucím prostorem roste i cena této služby.

### 3.5 Specializovaní GIS klienti

GIS neboli geografický informační systém je technologie zpracovávající údaje vázané k poloze na Zemi. Díky GIS je možné zjišťovat polohu kdekoli na zemském povrchu, propojovat popisné a prostorové údaje, vyhodnocovat požadavky nebo vyhledávat a analyzovat nejrůznější údaje. Pokud jde o prostorová data, bylo vždy potřeba instalovat drahé a náročné softwary na lokální počítač a pracovat výhradně na něm. V dnešní době už existuje řada GIS klientů v internetovém prostředí pro tvorbu vlastních mapových výstupů nebo k zjištění důležitých prostorových informací bez nutnosti nákladné instalace softwarů (Štengl 2013).

Pokud se hovoří o termínu klient, je nutné zmínit jejich základní druhy. Existuje tenký, tlustý a také chytrý neboli smart klient. Tenký klient pracuje jako počítač či počítačový program, který je závislý na serveru, na kterém běží nebo na jiném počítači. Tenkým klientem může být například webový prohlížeč, který komunikuje s presentovanou vrstvou přes bezztrátové http protokoly. Pro přehled například tlustý klient neboli silný klient, pracuje tak, aby si všechny funkce plnil sám. Jedná se tedy o poskytování například operačního systému, uložiště či o samotné zpracování informací. U tenkého klienta plní tyto role server a klient se stará jen o poskytování grafického rozhraní koncovému uživateli. Tento typ tenkého klienta je v dnešní době velice rozšířený. Existuje však i kombinace tlustého a tenkého klienta. Tento klient se nazývá smart klient neboli chytrý klient. Tento klient kombinuje funkce obou předešlých klientů a potlačuje jejich nedostatky. Klient může pracovat například bez připojení k internetu, protože obsahuje určitou logiku a drží data do chvíle, než se znovu naváže spojení. Většina specializovaných GIS produktů jsou tenčí klienti.

GIS klientů je velká řada lišících se ve své nabídce funkcí. Využití těchto GIS klientů může být užitečné v odvětvích jako například plánování dopravy, ve státní správě a samosprávě, v kartografii nebo v urbanismu pro tvorbu územního plánu či v ekologii pro pozorování vývoje krajiny.

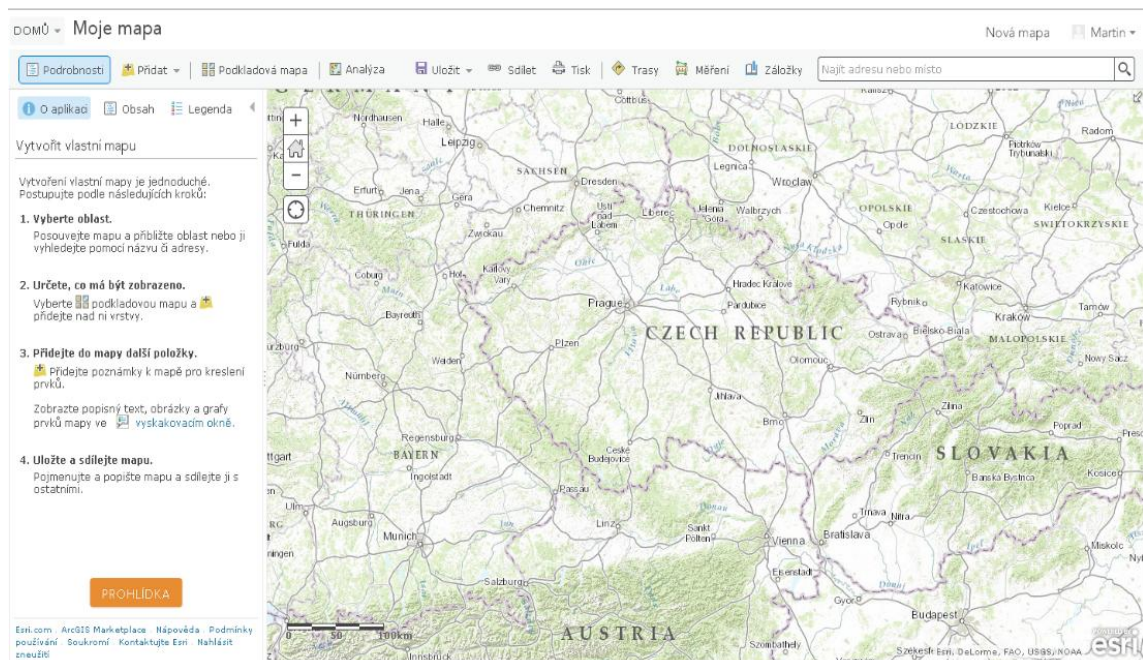
### 3.5.1 ArcGIS Online

Při spojení GIS a cloud computingu se může většině uživatelů vybavit právě ArcGIS Online od společnosti Esri. Při výběru produktu ArcGIS Online lze získat dostatečně velký úložný prostor, nástroje pro tvorbu vlastních interaktivních map či jiných aplikací v internetovém prostředí nebo také možnost geoprocessingových služeb, analýz či publikace. Díky efektivnímu způsobu spolupráce uživatelů je ArcGIS Online vhodnou metodou, jak zpřístupnit vlastní mapy široké veřejnosti.

Esri v tomto případě nabízí jak osobní nekomerční využití ArcGIS Online zcela zdarma, tak i možnost ročního předplatného. Rozdílem mezi těmito dvěma přístupy je nabídka funkcí, kdy při zvolení komerční cesty lze získat mnoho funkcí navíc. Při výběru komerčního využití lze získat navíc služby jako například využívání geokódovacích služeb, přístup k ArcGIS Portal, Web Mapping APIs a Esri Maps for Office, publikaci hostovaných služeb, správu uživatelských rolí, přístupů a bezpečnosti nebo sledování využití služeb.

Hlavními vlastnostmi ArcGIS Online je například možnost okamžitého použití softwaru bez instalace nejrůznějších nástrojů. Také přístup na webu je brán za velkou výhodu, jelikož je možné okamžité sdílení na webových stránkách, aplikacích nebo sociálních sítích. ArcGIS Online je možné také využívat i na mobilních zařízeních s přístupem na internet. Uživatelé mohou vyzkoušet ArcGIS Online na URL adrese <https://www.arcgis.com>.

Z obsahového hlediska ArcGIS Online nabízí řadu podkladových map například z geoportálu CENIA nebo z geoportálu Zeměměřičského úřadu. Jak už bylo řečeno, je zde možné získat demo verzi zcela zdarma, ale dokonce i studentský účet. ArcGIS Online podporuje řadu webových služeb například WMS, WFS nebo WMTS a mnoho dalších. Pokud uživatel potřebuje pro větší přehlednost změnit symbologii pro ArcGIS Online to nepředstavuje žádný problém. Během pár vteřin si lze změnit symbologii podle vlastních potřeb bez nutnosti stahování mapy do desktopových aplikací. V případě, pokud jde o vstupní nebo výstupní formáty map podporuje ArcGIS Online formáty SHP, KML, GPX, CSV nebo GeoRSS (Arcdata 2014).



Obr. 19 Tvorba vlastních map v ArcGIS online.



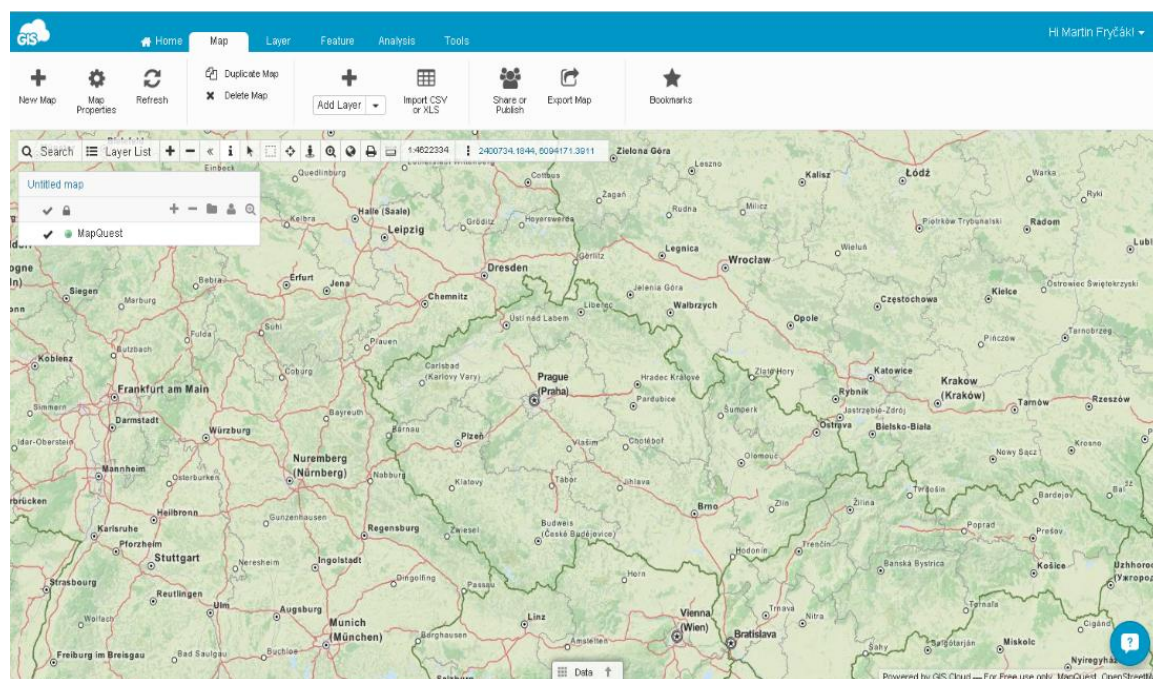
### 3.5.2 GIS Cloud

GIS Cloud je webový geografický informační systém, díky kterému lze různá data zobrazit jako mapy. Napomáhá organizacím a podnikům při procesu rozhodování a optimalizaci provozu a tím šetří značné finance. Oproti mapovým službám jako je Google Maps nabízí GIS Cloud mnoho nástrojů pro analýzu, sdílení dat nebo spolupráci v rámci organizací. Tato aplikace volně běží v cloudu, a tudíž je možná integrace s různými externími webovými aplikacemi.

Jedná se o software jako službu (SaaS), ale také o platformu jako službu (PaaS). Tato služba se snaží postupně nahradit tradiční GIS prostřednictvím nových obchodních modelů a funkcí, které web umožňuje, jako například sdílení a spolupráce. GIS Cloud může koexistovat společně s tradičním softwarem a být k dispozici jako určitá alternativa nebo existovat zcela samostatně bez nutnosti instalace softwaru na lokální počítač.

GIS Cloud lze využít jako nástroj pro katastr nemovitostí, pro logické procesy, plánování a optimalizaci trasy, pro správu síťové infrastruktury nebo plánování v průmyslových odvětvích jako jsou veřejné služby, voda a plyn, vojenské, nemovitostní, marketing a mnoha dalších.

Co se týče možnosti bezplatné zkušební verze tohoto produktu, je zdarma přístupná zkušební verze s omezenými funkcemi. Oproti ArcGIS Online, GIS Cloud nenabízí studentské účty. GIS Cloud stejně jako ArcGIS je možné používat i na mobilních zařízeních. Podporuje mnoho webových služeb, jako jsou WMS, WMTS nebo WFS. Dále poskytuje podkladové mapy, a dokonce i online úpravu symbologie. Pokud jde o formáty dat, podporuje všeobecně známé SHP, KML, GPX, CSV nebo DXF. GIS Cloud lze vyzkoušet pod adresou <http://www.giscloud.com/>.



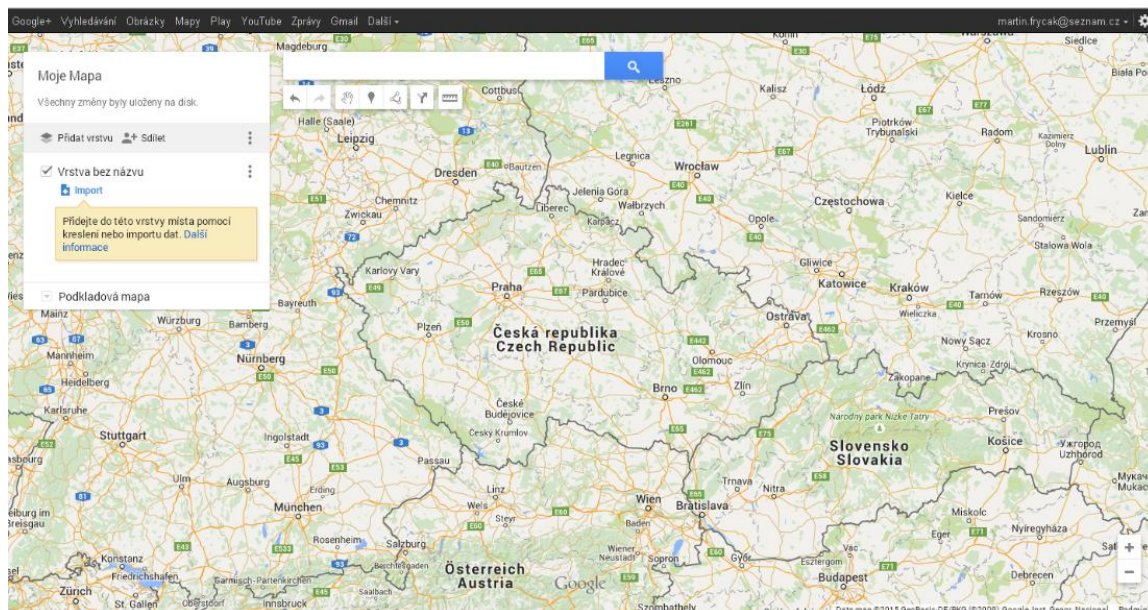
Obr. 20 Tvorbba vlastních map v GIS Cloudu.

### 3.5.3 Google MyPlaces

Pro zaznamenávání důležitých míst lze využít Google MyPlaces. Je zde možnost tyto místa nahrát a sdílet na Google Maps se svými vlastními ikonami a popisky. Není však lehké udržet přehled o všech místech, která se na Google Maps přidaly, a proto vznikla aplikace Google

MyPlaces. Tato aplikace představující novou záložku na Google Maps nám pomáhá rychle a jednoduše pracovat s vlastními mapami bez většího hledání. V Google MyPlaces lze pracovat s offline mapou, oblíbenými místy, naposledy prohlédnutou mapou, s vyhledávacími dotazy, s vlastními mapy či jmenovitými místy. Vlastní místa neboli mapy jsou na Google Maps pod záložkou MyPlaces uloženy podle data přidání a pomocí filtru oddělena od ostatních map, které Google Maps nabízí. I tak je zde stále zachována možnost sdílení vlastních map i s jinými uživateli na Google Maps. A samozřejmě nechybí možnost smazání či změnění hodnocení vlastních vytvořených map jen pomocí pár kliknutí a veškeré změny se automaticky zesynchronizují ve všech ostatních službách Google jako jsou Google Places, Google Maps a Google Maps pro mobilní telefony.

Za Google MyPlaces uživatel nemusí platit a je zcela zdarma. Existuje však možnost vylepšení, které stojí 0,99 dolarů. Toto vylepšení však neřeší problémy, které by mělo a jediná pozorovatelná změna znamená menší úpravy prostředí a odstranění otravných reklam. Na Google MyPlaces se uživatel musí přihlašovat pomocí svého účtu na Googlu. Pokud tedy uživatel nemá účet na Google potom si jej nejprve musí vytvořit a až potom lze pracovat v MyPlaces. Největší stížnosti jsou však na funkcionalitu MyPlaces. Mnoho uživatelů tvrdí, že aplikace neposkytuje to, co nabízí. Uživatel si sice může zobrazit historii svých map či seznam svých vytvořených map, ale dále nemůže zvolit umístění na seznamu a být odkázán na tuto lokaci. Místo toho ho Google Maps odkáže na jeho aktuální polohu. Tyto chyby nejsou odstraněny i po zaplacení již zmíněného vylepšení aplikace. Službu lze vyzkoušet na adrese <https://www.google.com/mymaps>.



Obr.21 Tvorba vlastních map v Google MyPlaces.

### 3.5.4 Mapbox a TileMill

MapBox je cloudová platforma pro rychlé sdílení a tvorbu interaktivních webových map. Pro vyzkoušení Mapboxu je nutná registrace na adrese <https://www.mapbox.com>. Jsou zde k dispozici stovky podkladových šablon pro vytvoření té nevhodnější mapy. MapBox poskytuje možnost sdílení svých webových map s jinými uživateli, ať už přes počítač či mobilní zařízení. Autor map následně může využít zpětnou vazbu, která mu ukáže, jak a k čemu byly jeho mapy využity. Data pro MapBox jsou převzaty z otevřených zdrojů dat jako například OpenStreetMap a NASA a od proprietárních datových zdrojů jako DigitalGlobe.

MapBox nabízí řadu úrovní či jinak řečeno platebních plánů. Je zde možnost registrace a následné zkoušky produktu zcela zdarma nazvaná Starter. Tato úroveň umožňuje 3 tisíce mapových zobrazení za měsíc, 50 MB prostoru pro mapy, vysokou ochranu dat, online podporu nebo 20 geografických funkcí na mapu. Další úrovně postupně od Basic (5 dolarů/měsíc) přes Standard (49 dolarů/měsíc) a Plus (149 dolarů/měsíc) až po Premium (499 dolarů/měsíc) nabízí značné výhody oproti již zmíněné demo verzi. Ať už se jedná o počet mapových zobrazení od 10 tisíc do 1 milionu zobrazení za měsíc, zvětšení prostoru pro své projekty až na 30 GB nebo nabídku až 2 tisíc geografických funkcí na jednu mapu.

MapBox je samozřejmě kompatibilní i s mobilními zařízeními. MapBox je postaven na open source JavaScript Api a Mobile SDK. Kromě tvorby map pro mobilní zařízení či webové aplikace je zde možnost i vytvořit vlastní design map v design studiu TileMill.

TileMill je produkt od společnosti MapBox. Jedná se o design studio pro tvorbu vlastních interaktivních map. Do TileMill lze jednoduše připojit vlastní vrstvu nebo se lze připojit k databázi PostGIS pro vykreslení. Avšak i s rastrovými daty jako GeoTIFF není problém pro TileMill pracovat. TileMill je nastaven tak, aby výsledné mapy publikoval ve formátu MBTiles souborech. Není zde problém transportovat do PNG či PDF výstupů. A jako výchozí souřadnicový systém se používá Mercator. TileMill je možné stáhnout zcela zdarma jako aplikaci, ať už pro Ubuntu či Mac OS X nebo pro Windows.

### 3.5.6 GeoCommons

Jedná se o cloudovou mapovou aplikaci, do které lze importovat řadu datových formátů včetně geoprostorových dat a následně je sdílet na internetu jako mapy. Podporuje nejznámější datové formáty jako ArcGIS shapefile, CSV, KML nebo GPX. GeoCommons oproti ostatním obsahuje několik kategorizačních algoritmů jako je například kvantil klasifikace a třídění na základě standardní odchylky vzorku, čímž napomáhá s výstavbou informačních map.

GeoCommons dále zajišťuje podkladové mapy od ESRI a dalších známých společností, podporu webových služeb typu WMS a WMTS, změnu symbologie a možnost vizualizace a analýz na podkladových mapách. Oproti předešlým produktům však nenabízí studentské účty a možnost pracovat na mobilních zařízeních. Co však GeoCommons nabízí, je zkušební verze zcela zdarma, avšak jen s omezenou funkcí. Pro vyzkoušení služby GeoCommons je nutná registrace na adrese *geocommons.com*.

### 3.5.7 MapMint

MapMint je internetová platforma věnovaná řízení, zpracování a publikování geografických dat v prostředí webového prohlížeče. Při výběru produktu MapMint může uživatel jednoduše kontrolovat a ovládat své infrastruktury prostorových dat. Jsou k dispozici pokročilé geoprostorové analýzy, WMS, WFS nebo WPS služby a možnosti pracovat samostatně nebo ve skupinách. Dále datový model umožňuje uživatelům MapMint vytvářet uložiště dat z lokálních nebo vzdálených zdrojů a následně transformovat a upravit data GIS pro web. Zajištěna je i podpora nejruznějších datových formátů typu SHP či KML. V prostředí MapMint je možné měnit projekci nebo konvertovat vektorová či rastrová data.

Hlavní myšlenkou MapMint je poskytnutí mapového modulu. Jedná se o kompletní grafické uživatelské rozhraní pro MapServer umožňující uživatelům vytvářet mapy vizuálně. Což

znamená, co vidíme, to následně dostaneme. Mapový modul dále zajišťuje množství podkladových map, možnost změny symbologie nebo možnost jednoduché editace. Následně může uživatel jednoduše publikovat své nově vytvořené mapy kdekoli na webu. Sdílení je možné přes známé komunikační kanály například Twitter nebo Facebook. Co však chybí produktu MapMint je nabídka studentských účtů. Také podpora mobilních telefonů není zatím zajištěná. MapMint lze vyzkoušet na adrese <http://mapmint.com>.

### 3.5.8 CartoDB

Dalším pomocníkem při vizualizaci či analyzování geoprostorových dat v prostředí Internetu je CartoDB pod adresou <https://cartodb.com>. Jedná se o cloudovou službu SaaS neboli software jako služba, která poskytuje GIS a jiné mapové nástroje přímo ve webovém prohlížeči. CartoDB zajišťuje i rozmanitou podporu formátů jako například SHP, KML, GPX ale i XML nebo CSV. Také podpora webových služeb jako WMS a WMTS je bezpečně zajištěna a uživatel tak ušetří spoustu práce. V neposlední řadě CartoDB nabízí i podporu mobilních telefonů, a tím možnost práce z jakéhokoliv místa s připojením na Internet.

Aplikace je rozdělena do čtyř hlavních částí. První z nich je webová aplikace, kde mohou uživatelé spravovat data a vytvářet vizualizace. Další částí je Maps API, která pracuje s dynamickými dlaždicemi a následně poskytuje nové dlaždice na základě žádosti klientů. Vedle Maps API existuje i SQL API, který podporuje SQL příkazy a lze je využít při načítání dat do databází. Formáty dat v tomto případě jsou JSON, GeoJSON nebo CSV. A konečně poslední částí je knihovna CartoDB.js. Tato knihovna může zabalit dvě API do kompletní vizualizace nebo může být použita pro integraci dat do jiných webových aplikací.

CartoDB představuje přehledné prostředí pro začínající i pro pokročilé uživatele v GIS. Ceník služeb je rozdělen do čtyř kategorií lišících se počtem funkcí i cenou. První je „Magellan plan“ jehož cena se pohybuje od 29 dolarů za měsíc a je zde možná čtrnácti denní zkušební verze zdarma. Dalším plánem je „John Snow plan“, jehož cena se pohybuje kolem padesáti dolarů za měsíc. Třetí možností je „Coronelli plan“ s cenou kolem 150 dolarů za měsíc. A nakonec je zde „Mercator plan“ s cenou 300 dolarů za měsíc. S narůstající cenou u jednotlivých typů účtů roste i maximální velikost jednotlivých souborů, velikost pronajatého prostoru a přibývají funkce jako online podpora, soukromé mapy či tabulky nebo například změna symbologie.

### 3.5.9 CrowdMap

Jedná se o hostovanou službu pro mapování prakticky jakéhokoliv obsahu. Pokud chce uživatel vyprávět jakýkoliv příběh s mapou je CrowdMap správnou volbou. Nejedná se pouze o ukázkou místa, ale může k určitému místu přidat i fotografie, videa nebo text vázané na toto místo.

CrowdMap představuje společnost Ushahidi v cloudu pod adresou <https://crowdmap.com>. CrowdMap je poskytován zdarma a uživatel se nemusí zabývat technickou podporou. V nabídce CrowdMap nejsou studentské účty, ale jelikož je služba zdarma, tak nejsou potřeba. I tato služba však podporuje webové služby jako například WMS. Dále poskytuje podkladové mapy nebo možnost změny symbologie. Také je zde možnost pracovat s Crowmap i z mobilních zařízení.

### 3.6. Srovnání Cloudových řešení a GIS cloudů

Výběr správného cloudového řešení vyžaduje řadu informací o jednotlivém každém z nich. V předchozí kapitole byly vypsány základní informace o každém z nich. Při srovnání je důležité určit, podle kterých kritérií se budou jednotlivé cloudy hodnotit.

Srovnávat obecné cloudy a specializovaná cloudová řešení podle podpory prostorových dat by nemělo velký význam. Protože pokud se jedná o prostorová data, je vždy lepší zvolit specializovaná cloudová řešení. Proto se zvolilo srovnání nejhlavnějších obecných cloudových řešení, která nabízejí největší množství služeb. A následné vyhodnocení těch nejlepších, které by mohli sloužit k další práci s prostorovými daty.

A dále pak srovnání specializovaných cloudových řešení s podporou prostorových dat. Veškerá srovnání budou pro větší přehled umístěna do tabulek.

#### 3.6.1 Obecné cloudy

V první řadě lze srovnat cloudová úložiště. Tyto cloudové služby nabízejí pouze prostor pro ukládání vlastních dat a nenabízejí jinou platformu než software jako službu (SaaS). Úložiště se liší jen v nabídce velikosti prostoru a v ceně za tento prostor. Sice se liší zabezpečovací metodikou, ale pro srovnávání s obecnými cloudy, které nabízejí i jiné platformy, by se nenašla stejná srovnávací kritéria, a proto se zmíněná cloudová úložiště budou srovnávat v tabulce pouze mezi sebou a to z pohledu ceny za měsíc, velikosti poskytovaného prostoru či omezení na počet uživatelů. Z pohledu ceny se bude srovnávat nejnižší zpoplatněná nabídka od cloudových služeb, kde se nebudou započítávat zkušební verze a studentské účty.

Tab. 1 Srovnání cloudových úložišť.

iCloud	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nabízí 5 GB zdarma při registraci.</li><li>- Dále nabízí 20 GB za 0,99 dolarů za měsíc.</li><li>- Neomezeno na počet uživatelů.</li><li>- Zabezpečení šifrováním podle protokolu TLS (Transport Layers Security) a fyzické střežení datacenter s omezeným přístupem.</li></ul>
Box	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nabízí 10 GB zdarma při registraci.</li><li>- Dále nabízí 100 GB za 4 eura na uživatele za měsíc.</li><li>- Omezení velikosti jednoho souboru na 2 GB.</li><li>- Zabezpečení pomocí SSL šifrování (Secured Socket Layer) a přístupu s jen autorizovaným osobám do datacenter.</li></ul>
Big Blue One	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nenabízí žádný prostor zdarma při registraci ani rozdělení podle nabídky prostoru.</li><li>- Uživatel si sám navolí potřebnou CPU, RAM, HDD a cena se následně odvíjí.</li><li>- Nezávisí na počtu uživatelů. Přibližně od 38 korun za den.</li><li>- Data jsou zabezpečena pomocí síťového zabezpečení HP TippingPoint. (Chrání před viry, exploity, SQL injecty, útoky na webové aplikace a DoS a DDoS útoky)</li></ul>
Dropbox	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nabízí 2 GB při zaregistrování.</li><li>- V další úrovni nabízí až 1 TB (1000 GB) za 10 dolarů na měsíc.</li><li>- Neomezeno na uživatele.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zabezpečení zajištěno pomocí 256 bitového šifrování AES a SSL.</li> </ul>
Google Drive	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nabízí 15 GB při registraci napříč všemi službami Google.</li> <li>- Další úroveň nabízí 100 GB za 2 dolary měsíčně.</li> <li>- Neomezeno na uživatele.</li> <li>- Zabezpečení je zajištěno pomocí šifrování TLS a AES šifrou. Dále jsou zde fyzické opatření, přes které se dostane jen autorizovaná osoba.</li> </ul>

Ať už se podíváme na nabídku úložného prostoru, omezení práce na uživatele nebo nabízený prostor při registraci je pak doporučován především Google Drive a Dropbox. Google Drive disponuje navíc velice silným zabezpečením dat a srozumitelným manuálem pro použití právě této služby. Služba navíc poskytuje při registraci 15 GB prostoru napříč službami společnosti Google a i tato možnost určitě některým uživatelům využívající služby od společnosti Google pomůže.

Obecné cloudy lze rozlišovat dle mnoha kritérií. První z nich je například zda poskytují zkušební verze či studentské účty zdarma. V tomto odvětví se většinou všechny obecné cloudové řešení shodují. Některé jako například OpenShift nemají studentské účty, ale zato mají zkušební verze, jiné zase naopak. V dnešní době však pro nalákání co největší části uživatelů zde vždy existuje nějaká možnost obejít poplatky a vyzkoušení cloudových služeb zdarma.

Důležitým rozlišovacím kritériem je programovací jazyk, který cloudové služby podporují. Programovacích jazyků je velké množství. Jako jeden z nejpoužívatelnějších v prostředí webu je jazyk Java, který je podporován všemi typy cloudových služeb. Každé obecné cloudové řešení může podporovat více programovacích jazyků. Za zmínku stojí například OpenShift, který podporuje největší množství programovacích jazyků, a proto je právě tento cloud vybírán velkou řadou uživatelů.

Další věc, podle které se musí uživatel rozhodovat je podpora operačních systémů cloudovou službou. Zde se mezi nejvíce používané řadí samozřejmě Windows. Zajímavostí je, že při zkoumání zmíněných obecných cloudů nebyl nalezen žádný, který by nepoužíval operační systém Linux.

Hlavním rozhodovacím kritériem u mnoha uživatelů je zabezpečení vlastních dat. Mnoho uživatelů se bojí používat cloudové služby právě proto, že se bojí, že jejich data nejsou dobře zabezpečena, a tudíž je může kdokoliv zneužít. Toto je však velký omyl, který přetrvává u mnoha uživatelů. I data na lokálním počítači jsou lehce zneužitelná. U dat v datových centrech cloudových služeb se o data starají experti. Navíc zabezpečovací systémy se dají srovnat se zabezpečením u bankovních účtů.

Data se například běžně šifrují několika šiframi. Nejčastěji se využívá šifrování podle protokolů SSH, TLS či 256 bitová šifra AES. Šifra AES mimo jiné chrání například dokumenty americké vlády. Přenos dat je u většiny cloudových služeb zabezpečen 128 bitovým SSL šifrováním a certifikáty pro certifikované authority. Data v datacentrech jsou u většiny cloudů zabezpečeny i fyzicky. Jedná se o vojenskou podporu, kde přístup mají jen autorizované osoby. Samozřejmě jsou také přihlašovací údaje jednotlivých uživatelů. Proti vnějším útokům jsou data chráněny i několikanásobnou úrovní firewallů. Dalším způsobem ochrany dat je několikanásobné ověření pravosti a oprávnění. V tomto případě se například jedná o zaslání autorizačních kódů přes mobilní telefony. Dále také lze zmínit i přímou kontrolu autora dat nad uživateli sledující jeho vlastní data. Jenotlivé cloudy se dále liší v nabízení specifických forem

zabezpečení podle druhu projektu či spolupráce se státními firmami. Těchto opatření či zabezpečení je veliká řada. Od státní i nestátní kontroly firewallů, přes oddělování procesů s daty, sítě či skladovacího prostoru po aktivní monitorování limitů kapacity CPU, disku či paměti. Zabezpečení dat je u všech cloudových služeb na nejvyšší úrovni. Používají se nejnovější šifrovací metody a další techniky. Pokud se tedy hovoří o bezpečnosti dat v cloudovém prostředí, nemůže se uživatel bát o svá data více jako o své peníze v bance.

V neposlední řadě lze vybírat cloudová řešení podle nabídky poskytovaných platform. Od obyčejných uložišť, která nabízejí pouze software jako službu (SaaS) až po ty nejnávštěvnější, která nabízejí všechny tři druhy platform.

Rozlišení obecných cloudů podle podpory prostorových dat je irelevantní. V tomto případě nezáleží na typu cloudu. Jediné na čem u výběru cloudu v tomto případě záleží je typ platformy a programovací jazyk, který podporuje. V těchto obecných cloudech lze vytvořit jakoukoliv aplikaci. Záleží tedy na vývojáři, co jeho aplikace bude umět a jaká prostorová data například podporovat. Do cloudu se tato již vytvořená naprogramovaná aplikace vloží a funguje v prostředí webu. Nejde tedy o to, zda obecný cloud podporuje prostorová data či ne, ale jde o to, zda je určitá aplikace naprogramovaná tak, aby podporovala určitý typ prostorových dat a uměla s těmito daty pracovat. Proto jeli otázka, jaký obecný cloud je správný pro práci s GIS, tak odpověď je taková, že záleží na vývojáři, jak aplikaci napíše a ne na tom jakou cloudovou službu využívá.

**Tab. 2 Srovnání obecných cloudů.**

	<b>AWS</b>	<b>Windows Azure</b>	<b>OpenShift</b>	<b>App Engine</b>	<b>Salesforce.com</b>
Zkušební verze	Ano	Ano	Ano	Ne	Ano
Studentský účet	Ano	Ano	Ne	Ano	Ano
Přístup k Operačnímu systému	Windows, Linux	Windows, Linux	Linux	Windows, Linux	Windows, Linux
Programovací jazyk	Java, PHP, Python, JavaScript, Ruby	Java, Python, Node.js	Java, JavaScript, Ruby, PHP, Python, Perl, Haskell	Java, Python, PHP, GO (experimentálně)	Java, JavaScript
Nabízená platforma	IaaS, PaaS, SaaS	PaaS, IaaS, SaaS	PaaS	PaaS, SaaS	PaaS

Obecných cloudů je velké množství. Zde, ve výše uvedené tabulce, byly vybrány ty nejdůležitější. Z hlediska srovnání a výběru té nejlepší možnosti cloudové služby, je zvolena služba od společnosti Amazon AWS. AWS nabízí největší množství nástrojů pro práci v cloudovém prostředí, umožňuje přístup přes Windowsový i Linuxový operační systém, podporuje velkou řadu programovacích jazyků a v neposlední řadě nabízí možnost pracovat na jakékoliv platformě v Cloud computingu. Amazon nabízí i příjemné a přehledné prostředí spolu s podrobně popsány manuály i pro úplně začátečníky. Důvodem pro výběr AWS jsou i přijatelná cenová ohodnocení jednotlivých služeb nebo nabízené zkušební verze a studentské účty.

### 3.6.2 Specializované GIS cloudy

Stejně jako u obecných cloudů lze specializované GIS cloudy rozlišit podle kritérií. Prvním z nich je stejně jako u obecných cloudů možnost zkušební verze. V případě zmíněných specializovaných GIS cloudů mají všechny cloudová řešení zkušební verzi. Liší se pouze v době trvání. Oproti obecným cloudům je zde menší množství specializovaných cloudů poskytujících studentské účty.

Dalším kritériem měla být podpora webových služeb typu WMS, WMTS či WFS. Avšak v dnešní době jsou už všechny zmíněné cloudy na takové úrovni, že podpora těchto webových služeb je základním stavebním kamenem, a proto nechybí v žádném zmíněném specializovaném GIS cloudu.

Hlavním kritériem těchto cloudů je podpora typu vlastních vrstev. Tím je myšleno, zda cloudová služba podporuje vrstvy typu shapefile, KML soubory, CSV soubory či jiné. Zde je velká rozmanitost a největší rozlišení v nabídce jednotlivých specializovaných GIS cloudových řešení.

Dalším důležitým kritériem pro editaci vlastních vrstev je možnost změny symbologie či podpora podkladových map neboli basemap. Mnoho uživatelů se také orientuje směrem k té službě, která podporuje vizualizace a analýzy přímo v prostředí webu bez nutnosti stahování na vlastní lokální počítač.

Důležitá je také podpora mobilních zařízení. V tomto případě některé ze zmíněných cloudových služeb ještě nejsou natolik vyspělé a podpora mobilních zařízení chybí.

Nakonec stejně jako u obecných cloudů je nutné zmínit i zabezpečení jednotlivých řešení. Zde se jednotlivá zabezpečení nedrží tak striktních pravidel jako u cloudových uložišť nebo u obecných cloudů. Jde přece jen o sdílení mapových podkladů či prostorových dat s jinými uživateli. Zabezpečení je zde zajištěno především přihlašovacími údaji jednotlivých uživatelů a dalšími autorizačními kroky.

Tab. 3 Srovnání specializovaných GIS cloudů.

	ArcGIS Online	GIS cloud	Geocommons	Mapmint	CartoDB	Crowdmap	MapBox	Google MyPlaces
Zkušební verze	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano
Studentský účet	Ano	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne
Podpora webových služeb	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ne
Podpora typu vrstev	SHP,KML, GPX,CSV, GeoRSS	SHP,KML, GPX,CSV DXF	SHP, KML, GPX, CSV	SHP, KML	SHP, KML, CSV	KML, CSV	SHP, KML, GeoTIFF, CSV	CSV, KML, KMZ, XLSX, TSV
Změna symbologie	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Možnost výběru podkladových map	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Mobilní zařízení	Ano	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano
Vizualizace a analýzy	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano



Všechny specializované GIS cloudové produkty nabízejí vesměs podobné funkce. Hlavní funkcí je vytvářet vlastní mapová díla na poskytovaných podkladových mapách. Nejdále v poskytování GIS funkcí v prostředí webového prohlížeče je ArcGIS Online. Tento produkt společnosti Esri je mezi uživateli velice používaný. Důvodem může být i fakt, že mnoho uživatelů používá jednu z nejznámějších GIS desktopových aplikací ArcGIS desktop. Pro znalost prostředí a spokojenost s tímto produktem mnoho uživatelů zvolí právě ArcGIS Online. Dalším důvodem pro volbu ArcGIS Online je možnost vyzkoušet si některé funkce zdarma. Pokud jde tedy o srovnání jednotlivých specializovaných GIS cloudových služeb, ArcGIS Online bezesporu nabízí největší škálu nástrojů, funkcí, typů vrstev nebo možností přístupu.

## 4 VÝVOJ APLIKACE

Úkolem bakalářské práce bylo navrhnutí a implementace GIS klienta do cloudového prostředí s maximálním využitím servisně orientované architektury (SOA). Dále by měl nabízet funkcionalitu rozšířeného tenkého klienta neboli „smart“ klienta. Hlavní funkcí by mělo být přidávání jak vlastních vrstev, tak vrstev z různých geoportálů prostřednictvím WMS, WMTS a dalších služeb.

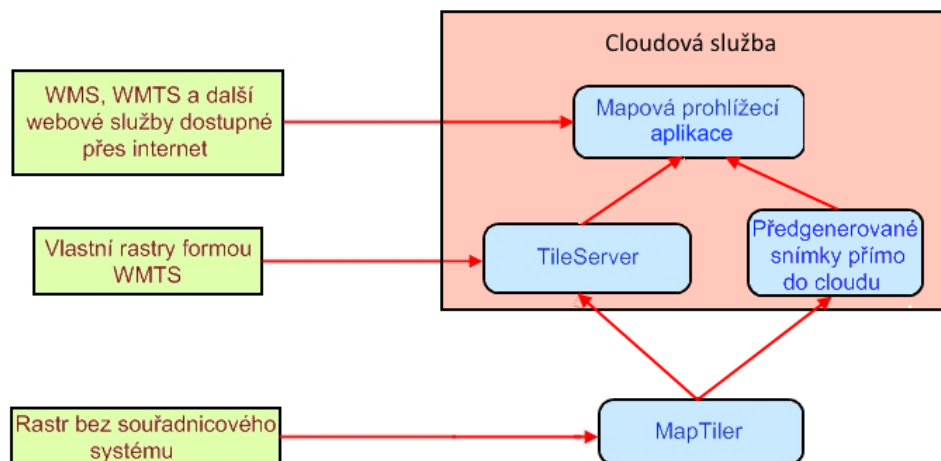
### 4.1 Návrh aplikace

Praktická část se skládá z tří základních aplikačních rozhraní. Hlavní část představuje prohlížeč aplikace na principu všeobecně známých webových mapových prohlížečů. Tato aplikace se chová jako chytrý klient. Vytvořená aplikace na principu chytrého klienta využívá v co největším rozsahu servisně orientovanou architekturu. To znamená, že aplikace nepoužívá žádná data, ale přímo webové služby z různých serverů. Tímto využitím servisně orientované architektury se uživatel zbavuje potřeby importování vlastních dat či dat získaných z jiných zdrojů, ale může přímo využít služby poskytující tyto informace přímo ve webovém prohlížeči.

Druhou část tvoří TileServer. Jedná se o hostující technologii pro vlastní online mapy či letecké snímky se správným souřadnicovým systémem požadovaného kartografického zobrazení. Tato služba slouží, jako server, kde je možné nahrát vlastní letecký snímek či mapu jako předpřipravenou vrstvu na principu WMTS, s kterou lze dále pracovat a nahrávat do mapových prohlížečích služeb ve webovém prohlížeči. V tomto případě je tedy možné nahrávat vlastní upravené obrazové záznamy z TileServeru do již zmíněné hlavní mapové prohlížečské služby. Zdrojové kódy TileServeru jsou volně dostupné na hostujícím serveru GitHub.

Třetí volitelnou součástí bakalářské práce je možnost použití aplikace neboli softwaru třetí strany MapTileru. MapTiler je nástroj pro online publikování map a generování vlastních snímků s překryvem existujících interaktivních webových map. Tyto geodata jsou transformovány do dlaždic kompatibilních s řadou mapových aplikací na webu typu Google Maps, Google Earth a nebo také OpenStreetMap. MapTiler úzce spolupracuje právě se zmíněným TileServerem, kam si následně uživatel může vytvořené snímky na principu WMTS nahrát a dále s nimi pracovat. Podmínkou však je, že TileServer musí být umístěn v cloudovém prostředí nebo na obyčejném serveru aby správně fungoval. Druhou možností MapTileru je přímé nahrávání předpřipravených snímků z lokálního počítače do cloudového prostředí bez potřeby TileServeru.

Hlavní prohlížeč aplikace spolu s TileServerem jsou s vlastními vrstvami umístěné v cloudovém prostředí AWS (více o AWS v kapitole 4.3) volně dostupné pod URL adresou: <http://52.17.250.38/frycakmartin> jakémukoliv uživateli. Pro aplikaci MapTiler nejsou dostupné zdrojové kódy a proto je zde umístěn popis aplikačního rozhraní, návod na použití a odkaz na stažení desktopové aplikace. Celé schéma praktické bakalářské práce vypadá následovně:



Obr. 22 Schéma praktické části.

#### 4.1.1 MapViewer

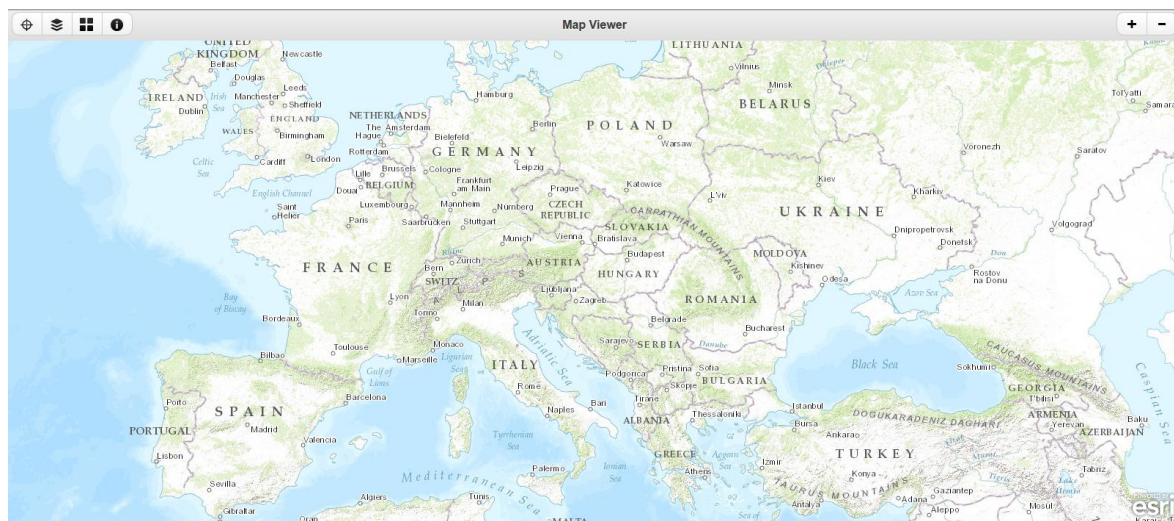
Programování mapové aplikace od samého začátku je velice náročný proces i pro zkušené programátory. Pro tento postup však v dnešní době existuje i řada alternativ. Většina programátorů, kteří vytvoří užitečnou aplikaci se s ní chce podělit s ostatními prostřednictvím internetu. Pokud pak jiný programátor potřebuje vytvořit podobnou aplikaci, je možné získat už nějaký základ v podobě vytvořené aplikace někým jiným. V určitých případech je možné stáhnout zdrojové kódy aplikaci zcela zdarma a nebo za určitý finanční obnos. Mezi tyto knihovny se zdrojovými kódy patří openlayers stránky, tedy jakési otevřené knihovny s různými aplikacemi nebo například hostující služba github.com s nutností registrace. Tímto způsobem jsou sdíleny tisíce aplikací po celém světě a notně se dá ulehčit práce pro řadu vývojářů.

V případě bakalářské práce se postupovalo obdobným způsobem. Na openlayers.org bylo nalezeno mnoho příkladů užitečných pro další práci. Jedním z těchto příkladů byla aplikace s názvem MapViewer. Tato aplikace se dále odkazovala právě na stránky github.com. Zde byla možnost aplikaci volně stáhnout a editovat ji podle potřeb.

Webová mapová aplikace MapViewer se orientuje na zobrazování vrstev webových mapových služeb (WMS) v prostředí webových prohlížečů. Je navržena tak, že ji lze použít jak na stolní počítače, tak na přenosná zařízení jako jsou mobilní telefony typu Android, iPhone či Windows Mobile s přístupem k internetu. MapViewer je volně dostupný v prostředí internetu pod adresou “mapviewer.org“. Zde si ji může prohlédnout a využít jakýkoliv uživatel z jakéhokoliv zařízení s připojením k internetu. Autorem aplikace je polský programátor Jakub Szostak. Aplikace MapViewer běží nad MIT (Massachusettský technologický institut) licencí. To znamená, že aplikaci a zdrojové kódy je možné jakkoliv využít, avšak musí být daný software doprovázen textem licence MIT.

Z pohledu výběru byl MapTiler zvolen z důvodu základní kostry potřebného aplikačního rozhraní. Byla zde naimportována funkce načítání webových služeb a další potřebné věci jako různé podkladové mapy. Dalším důvodem byl fakt, že tato aplikace již byla odzkoušena na

cloudové platformě (Google App Engine). V neposlední řadě aplikace jako taková využívá v co největší míře servisně orientovanou architekturu při práci s online knihovnami.



Obr. 23 Mapové rozhraní aplikace MapViewer.

#### 4.1.2 Vlastní aplikace MapInCloud

Se souhlasem vedoucího bakalářské práce bylo rozhodnuto, že se bude při další práci využívat zdrojových kódů MapViewer. Aplikace v několika ohledech splňovala určitá kritéria, avšak pro potřeby bakalářské práce se musela upravit. Se souhlasem autora této mapové služby byla aplikace stažena a dále upravována. Pan Szostak byl dále kontaktován z důvodu konzultace a získání informací o již zmíněné aplikaci. Po seznámení s aplikačním rozhraním se zjistily určité základní nedostatky, které aplikace obsahuje:

**Možnosti načítání webových služeb** - Hlavní doménou aplikace MapViewer v základním rozhraní je možnost přistupovat z jakéhokoliv zařízení s přístupem k internetu. Možnost připojovat webové služby byla v základním rozhraní značně omezená. **Načítání většího množství webových mapových služeb** je jedním z hlavních cílů práce s těmito zdrojovými kódy. S tímto krokem souvisí i **defaultní nahrání většího počtu webových mapových služeb** z českých geoportálů do aplikace pro usnadnění a urychlení práce pro přistupující uživatele.

**Podpora WMTS** – Aplikace MapViewer nepodporuje WMTS služby. Načítání těchto WMTS služeb pracuje na jiném principu jako u WMS. Tato možnost načítat WMTS je velice důležitou funkcí, která by neměla chybět v prohlížečích mapových službách.

**Měřítko mapového pole** - Značné nedostatky aplikace obsahuje i z hlediska mapového díla. Z kartografického hlediska zde zcela chybí měřítko mapy. Pro větší přehlednost a orientaci v mapovém poli je tedy měřítko nezbytné.

**Možnost tisknout vybrané mapové pole** – MapViewer sloužil pouze pro prohlížečské potřeby bez možnosti výtisku jakéhokoliv výstupu. Možnost exportu mapy nebo možnost tisku vybraného mapového pole je velice užitečná funkce, která rozšiřuje možnosti aplikace.

**Zeměpisné souřadnice** – Prohlížení mapového pole a uživatelské vyhledávání určitých zájmových míst je základní funkcí každé interaktivní mapy. Jedním z hlavních cílů mnoha uživatelů je zjistit výchozí polohu jakéhokoliv bodu na mapě. Tato možnost získání zeměpisných souřadnic daného místa je velice užitečná funkce a ve výchozí aplikaci zcela chybí.

**Roller** – Možnost rolování mapy je v dnešní době k dispozici ve většině map. U MapVieweru však chybí. Aplikace sice nabízí možnost přiblížit či oddálit mapové pole, ale bez možnosti rolování na ose.

**Průhlednost vrstev** – Značně komplikované je i orientace v jednotlivých webových vrstvách. Vrstvy jakožto rastrové snímky mají určitou prostorovou rozlišovací schopnost a je v mnoha případech obtížné rozeznat detaily. Proto jako velice užitečná funkce je průhlednost načtených webových služeb. MapViewer tuto možnost nenabízí.

**Informační panel o webových službách** – Pokud uživatel načte určitou vrstvu do aplikace a podle snímku nepozná co je na mapě zobrazené, měl by získat informace z informačního panelu s popisem jednotlivých webových služeb.

Pokud jde poté o úpravy zdrojových kódů pro lepší interakci s aplikací, řešili se nedostatky jako design celé aplikace nebo změna jazyku textových informací. Dalším důležitým krokem byla kombinace aplikace se službami TileServer a MapTiler. V posledním a nejdůležitějším kroku pro splnění podstaty bakalářské práce se aplikační rozhraní nazvané **MapInCloud** společně s TileServerem, manuály a textem celé bakalářské práce umístilo do vybraného cloudového prostředí. Veškeré služby jsou tedy umístěny na internetu pod URL adresou: <http://52.17.250.38/frycakmartin>.

### 4.1.3 Řešení nedostatků

Aplikace byla upravována v aplikaci NetBeans IDE 8.0.2 na lokálním počítači. Je psána v deklaraci UTF-8. Jedná se o zdrojové kódy uložené jako HTML soubory. Aplikace využívá kaskádový styl, ale i knihovny od společnosti Esri (ArcGIS JavaScripts API) pro vytvoření správného rozhraní a funkčnosti aplikace.

Nedostatky aplikace se řešili programovací cestou, zásahem přímo do zdrojových kódů aplikace. Prvním krokem bylo seznámení se se zdrojovými kódy aplikace. Složka se zdrojovými kódy aplikace MapViewer obsahuje řadu souborů.

Všechny funkce, které mají být spouštěny v prohlížeči, jsou napsány v jazyce JavaScript a uloženy v JS souborech. Tento jazyk je velmi používaný pro webové aplikace. Tyto soubory jsou odkazovány z HTML stránek. Umístění souborů je buď na disku vedle samotných HTML stránek, nebo na libovolném URL na internetu. Jednotlivé JS soubory obsahují určité funkce aplikace. Provázanost těchto souborů je natolik velká, že sebemenší změna může znamenat nefunkčnost celé aplikace. Často používané funkce se sdružují do takzvaných knihoven. Knihovny obsahují tisíce až desetitisíce řádků kódu, které jsou uloženy v prostředí internetu. Aplikace tedy v žádném případě nemůže fungovat jako desktopová právě z důvodů těchto mnoha online knihoven.

Hlavní zdrojový kód „index.html“ určuje základní informace o jednotlivých funkcích aplikace jako je například určení aktuální polohy, nabídky podkladových map nebo možnost výběru vlastních vrstev. Prostřednictvím nadefinovaných identifikátorů se s těmito funkcemi dále pracuje.

Po určení rozmístění prvků v aplikaci následuje naprogramování samostatné funkčnosti jednotlivých prvků. V první řadě se tedy jedná o sloupec s nabízenými podkladovými mapami. Ve zdrojovém kódu index.html pod identifikátorem “basemapsPanel“ jsou umístěny jednotlivé druhy podkladových map i s provázáním na odkazy nabízející tyto mapové podklady. Jedná se o čtyři druhy podkladových map: topografická mapa, mapa ulic, mapa v odstínech šedi a ortofotomapa.

Podstata této mapové aplikace je v načítání webových mapových služeb. Jedná se o nadefinování dialogového okna pro přidávání vlastních vrstev z různých serverů a o následné nahrání webové mapové služby do aplikace. To znamená, že aplikace využije v co největší míře servisně orientovanou architekturu a stáhne si z různých webů požadované vrstvy. Pod identifikátorem “mapServicePanel“ je nadefinované rozhraní dialogového okna pro načítání webových mapových služeb. Nejdůležitější funkce se však skrývá pod identifikátorem “mapServiceAddDialog“. Zde uživatel zadává URL adresu požadované webové služby.

```
<div id="mapServiceAddDialog" data-role="dialog" data-overlay-theme="d" data-close-btn="none">
  <div data-role="header">
    <h2 data-phrase-id="AddMapServiceTitle">Přidat mapovou službu</h2>
    <a data-icon="back" class="ui-btn-right" data-iconpos="notext" href="#map"></a>
  </div>
  <div data-role="content">
    <div data-role="collapsible-set" data-theme="b" data-content-theme="d" data-collapsed-icon="arrow-r" data-expanded-icon="arrow-d">
      <div data-role="collapsible" data-collapsed="false">
        <h2 data-phrase-id="CustomMapService">Přidání mapové služby</h2>
        <div>
          <form>
            <label for="mapServiceAddDialogUrl">Adresa mapové služby</label>
            <input type="url" name="mapServiceAddDialogUrl" id="mapServiceAddDialogUrl" placeholder="http://" data-clear-btn="true" />

            <fieldset data-role="controlgroup" data-mini="true">
              <legend>Typ mapové služby</legend>
              <input type="radio" name="mapServiceType" id="mapServiceTypeWMS" value="esri.layers.WMSLayer" checked="checked">
              <label for="mapServiceTypeWMS">OGC Webová mapová služba (WMS)</label>
            </fieldset>

            <a href="#" data-transition="slide" data-role="button" data-inline="true"
              data-theme="b" data-icon="plus" onclick="mapViewer.app.ui.showAddMapServiceProgress()" data-phrase-id="Add">Přidat</a>
          </form>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>
```

Obr. 24 Dialogové okno přidání webové služby popsané ve zdrojovém kódu.

Uživatel však může zvolit i možnost načtení defaultně vložených webových služeb. Tyto služby byly v rámci bakalářské práce vloženy převážně z českých geoportálových serverů.

```

<div data-role="collapsible" data-theme="b" data-content-theme="c" >
  <h2 data-phrase-id="SampleMapServicesList">Seznam mapových služeb k dispozici</h2>
  <ul data-role="listview" data-filter="true" data-icon="plus" class="ui-icon-alt">
    <li><a href="#" onclick="mapViewer.app.ui.showAddMapServiceProgress('
      http://sampleserver1.arcgisonline.com/ArcGIS/services/Specialty/ESRI_StatesCitiesRivers_USA/MapServer/WMServer',
      'esri.layers.WMSLayer', 'Sample ESRI WMS server');">
        <h3>Sample ESRI WMS server</h3>
        <p>Mapa USA (Státy, města, řeky)</p>
        <p style="color: gray;">
          http://sampleserver1.arcgisonline.com/ArcGIS/services/Specialty/ESRI_StatesCitiesRivers_USA/MapServer/WMServer</p>
        </a></li>
    <li><a href="#" onclick="mapViewer.app.ui.showAddMapServiceProgress
      ('http://geoportal.cuzk.cz/WMS_SM5V_PUB/WMServer.aspx', 'esri.layers.WMSLayer', 'SM-5V');">
        <h3>Český úřad zeměměřický a katastrální</h3>
        <p>SM-5V</p>
        <p>Vektorová mapa využití ploch</p>
        <p style="color: gray;">http://geoportal.cuzk.cz/WMS_SM5V_PUB/WMServer.aspx</p>
        </a></li>
    <li><a href="#" onclick="mapViewer.app.ui.showAddMapServiceProgress
      ('http://mapy.geologv.cz/arcgis/services/Inspire/HG1mil/MapServer/WMServer', 'esri.layers.WMSLayer', 'Hydrologická mapa ČR');">
        <h3>Česká geologická služba</h3>
        <p>Hydrologická mapa ČR 1: 1 000 000</p>
        <p style="color: gray;">http://mapy.geologv.cz/arcgis/services/Inspire/HG1mil/MapServer/WMServer</p>
        </a></li>
    <li><a href="#" onclick="mapViewer.app.ui.showAddMapServiceProgress('http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMServer.aspx',
      'esri.layers.WMSLayer', 'Ortofotomapa');">
        <h3>Český úřad zeměměřický a katastrální</h3>
        <p>Ortofotomapa ČR</p>
        <p style="color: gray;">http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMServer.aspx</p>
        </a></li>
  </ul>
</div>

```

Obr. 25 Ukázka defaultně vložených webových služeb.

Při prvotním načtení mapové aplikace MapInCloud byla nastavená jako výchozí vrstva ortofotomapa České republiky. Jedná se o WMS službu z geoportálu ČUZK. Pokud jde o typy webových služeb, které je schopna aplikace načíst muselo se udělat několik úprav. Především se jednalo o provázání aplikace MapInCloud s aktuálnější knihovnou ArcGIS Java Scripts API. V původní aplikaci nebylo mnoho vrstev možné načíst. Důvodem tohoto problému byla zastaralá knihovna ArcGIS JS API 3.5. Tato knihovna byla nahrazena novější verzí a to verzí 3.13. Toto rozhraní nyní umožňuje načítat velké množství webových služeb. ArcGIS JS API 3.13 podporuje mnoho typů vrstev: dynamické mapové služby, dlaždicové mapové služby, KML, OpenStreetMap, Bing, WMS (1.0.0, 1.1.1, 1.3.0), WMTS, ArcGIS Server služby, grafické vrstvy a vlastní vrstvy uživatelů. Konfigurace s touto aktualizovanou knihovnou je nyní zajištěna a množství problémů s načítáním vrstev zmizelo.

```

<link rel="stylesheet" href="http://js.arcgis.com/3.13/esri/css/esri.css">
<script src="http://js.arcgis.com/3.13/"></script>

```

Obr. 26 Provázání na online knihovnu ArcGIS Java Scripts API.

Důležitým krokem při úpravách aplikace bylo přidání podpory WMTS služeb. Jedná se o standard sdružení Open Geospatial Consortium (OGC). Tato služba pracuje na podobném

principu jako WMS, avšak údaje jsou už předpřipravené na straně serveru a optimalizované do formy mapových dlaždic (tiles) z důvodu dosažení vyšší rychlosti při prohledávání. Možnost přidávání WMTS služeb aplikace MapViewer nenabízela. Kompatibilita s touto službou byla zajištěna provázáním definice WMTS služby od společnosti Esri do zdrojového kódu mapviewer-app.js.

```
function initService(service) {
    initWmsService(mapServices.castWms(service));
    //initWmtsService(mapServices.castWmts(service));
}
function initWmtsService(wmts) {
    if (!wmts)
        return;
    if (!mapViewerApp.map.basemapLayerIds || !mapViewerApp.map.basemapLayerIds.length)
        return;
    var baseMapId = mapViewerApp.map.basemapLayerIds[0];
    var baseMap = mapViewerApp.map.getLayer(baseMapId);
    if (!baseMap.tileInfo || !baseMap.tileInfo.lods)
        return;
    var mLods = baseMap.tileInfo.lods;
    wmts.on("load", function (eArgs) {
        var wLods = wmts.tileInfo.lods;
    });
}
```

Obr. 27 Přidání podpory WMTS služeb ve zdrojovém kódu mapviewer-app.js

Po aktualizaci zastaralých knihoven se řešilo přidávání jednotlivých výše zmíněných funkcí. První přidávanou funkcí bylo měřítko mapy. Zvolilo se jednoduché dynamické grafické měřítko s ukazatelem jak vzdálenosti v kilometrech, tak i v mílech. Jedná se o měřítko poskytované společností Esri. Toto měřítko bylo nakonfigurováno do levého spodního rohu mapového pole. Samostatné vypočítávání velikosti měřítka probíhá v online knihovně <http://js.arcgis.com/3.13/esri/css/esri.css>. Veškeré úpravy, grafika a importování tohoto měřítka bylo prováděno v kaskádovém souboru jquery.mobile-1.3.2.css.

```
define(["esri/dijit/Scalebar"], function (Scalebar)

function initScalebar(map) {
var scalebarOpts = {};
var scalebar = new Scalebar({
    attachTo: "bottom-left",
    map: map,
    scalebarStyle: "ruler",
    // "dual" displays both miles and kilmometers, sets scalebarStyle: "line"
    // "english" is the default, which displays miles
    // "metric" for kilometers
    scalebarUnit: "dual"
});
}
function init() {
initScalebar(mapViewerApp.map);
};
```

Obr. 28 Definice měřítka ve zdrojovém kódu jquery.mobile-1.3.2.css.



Dalším krokem při úpravě aplikace byla možnost zobrazení zeměpisných souřadnic vybraného místa v mapovém poli. Znovu se postupovalo obdobně jako při importování měřítka mapy. Funkcionalita vypočítávání zeměpisných souřadnic byla umístěna do téhož zdrojového kódu jquery.mobile-1.3.2.css. Souřadnice jsou v mapě značeny jako **Z.délka** (Zeměpisná délka) neboli úhlová vzdálenost od nultého poledníku (Greenwich) a **Z. šířka** (Zeměpisná šířka) neboli úhlová vzdálenost od rovníku. Souřadnice jsou v mapové aplikaci nakonfigurovány ve spodní části mapového pole přímo uprostřed. Zeměpisné souřadnice se vypisují automaticky při přejetí kurzorem myši nad mapovým polem. Kde se tedy uživatel zastaví kurzorem, tak z tohoto místa se automaticky vypíše souřadnice ve spodní části mapového pole v označeném rámečku.

```
function showCoordinates(evt) {
  if (evt.mapPoint && evt.mapPoint.x && (evt.mapPoint.x != NaN)) {
    //the map is in web mercator but display coordinates in geographic (lat, long)
    var mp = webMercatorUtils.webMercatorToGeographic(evt.mapPoint);
    dom.byId("mapCoordinatesContainer").innerHTML = "Z. délka;" + mp.x.toFixed(3) + " &nbsp;&nbsp;&nbsp; Z. šířka;" + mp.y.toFixed(3);
  }
  else {
    dom.byId("mapCoordinatesContainer").innerHTML = "...";
  }
}
```

Obr. 29 Definice zeměpisných souřadnic ve zdrojovém kódu.

Aplikace se specializuje na načítání webových mapových služeb na jednotlivé podkladové mapy. Tyto vrstvy však kompletně překrývají objekty na podkladových mapách a není možné jakékoliv srovnání bez nutnosti vrstvu vymazat. Z těchto důvodů byla do aplikace přidána možnost nastavení průhledností jednotlivých vrstev. Uživatel načte vybranou mapovou webovou službu a přes dialogové okno **možnosti mapy** může nastavit průhlednost. Webová služba je tedy neviditelná, s 25% viditelností, 50% viditelností, se 75% viditelností nebo s maximální viditelností.

```
<form>
  <fieldset data-role="controlgroup" data-type="horizontal" data-mini="true">
    <legend>Průhlednost:</legend>

    <input type="radio" name="visibilitySelector" id="visibilitySelector0" value="0" checked="checked">
    <label for="visibilitySelector0">Neviditelná</label>

    <input type="radio" name="visibilitySelector" id="visibilitySelector25" value="25">
    <label for="visibilitySelector25"> 25% </label>

    <input type="radio" name="visibilitySelector" id="visibilitySelector50" value="50">
    <label for="visibilitySelector50"> 50% </label>

    <input type="radio" name="visibilitySelector" id="visibilitySelector75" value="75">
    <label for="visibilitySelector75"> 75% </label>

    <input type="radio" name="visibilitySelector" id="visibilitySelector100" value="100">
    <label for="visibilitySelector100">100%</label>
  </fieldset>
</form>
```

Obr. 30 Definování viditelnosti ve zdrojovém kódu

Po úpravě mapového rozhraní aplikace byla řešena možnost tisku či exportu mapového pole v určitém rastrovém formátu. V tomto případě by ukládání zobrazeného mapového pole do souboru PNG bylo lepším řešením, nicméně s ArcGIS API to je nemožné. Důvodem je fakt, že Esri má svou vlastní podporu ukládání do souborů a ta vyžaduje ArcGIS server. Aplikace jelikož využívá online knihovny od Esri není kompatibilní s jinými způsoby ukládání do rastrových souborů. Řešením bylo přidání možnosti přímého tisku vybraného mapového pole. Tlačítko možnosti tisku bylo umístěno v levém horním rohu vedle dalších ikoněk na hlavním panelu. Funkcionalita možnosti tisku mapového pole byla vložena do souboru mapviewer-app.js.

```

ui.bindClick("toolbarPrintButton", function () {
    window.print();
});
ui.bindClick("menuPanelPrintButton", function () {
    window.print();
    ui.showMap();
});

ui.setInnerHTML = setInnerHTML;
function bindClick(id, clickFunc) {
    var elem = jQuery("#" + id);
    elem.bind("click", function (e) {
        e.stopImmediatePropagation();
        e.preventDefault();
        clickFunc();
        elem.removeClass("ui-btn-active");
        elem.removeClass("ui-focus");
    });
}

```

Obr. 31 Možnost tisku ve zdrojovém kódu mapviewer-app.js.

Po vyřešení výše zmíněných nedostatků aplikace, se prováděly další úpravy pro usnadnění přístupu českým uživatelům. Jedná se například o přejmenování názvů v aplikaci či kompletní počestění. Do aplikace byl následovně připsán i návod, jak aplikaci používat. Byl zde také umístěn návod pro ty uživatele, kteří vlastní vrstvu bez souřadnicového systému s odkazem na MapTiler a následně na TileServer.

Před umístěním do cloudového prostředí byla aplikace změněna i graficky neboli byla provedena úprava designu rozhraní mapové aplikace. Prvním krokem bylo přejmenování všech názvů do češtiny. Tím se docílilo jednoduchým zásahem do základních HTML souborů. Aplikace byla přejmenována na již zmíněný „MapInCloud“. Dalším krokem byla změna grafiky celého aplikačního rozhraní. Od zněmy panelů přes změny barevných kompozic a písma. V případě základních zdrojových kódů aplikace MapViewer byl tento krok nemožný. Tato aplikace nemůže fungovat jako desktopová z důvodu odkazování jednotlivých funkcí na online knihovny. V tomto případě i kaskádové styly byly v původní aplikaci odkazovány na internet na HTML stránky. Vzhled aplikačního rozhraní je potom dán použitím online knihovny jquery-mobile-1.2.3.css. Standardně se provádí vytvořením vlastního tématu, definováním proměnných a následnou kompilací. Výsledkem je požadovaný kaskádový styl, který se již většinou ručně needituje. Je zde však možnost stáhnout si celé zdrojové kódy jquery-mobile-1.2.3.css a provázat aplikaci tak, aby se neodkazovala na online soubory, ale na vlastní stažený kaskádový styl. Takto se postupovalo při editaci grafického rozhraní aplikace MapInCloud. Provázání aplikace se staženým souborem jquery-mobile-1.2.3.css provázela řada problémů. Veškeré ikony, zarovnání nebo umístění prvků

podle předem definovaného kaskádového stylu zmizelo. Správné konfigurace se docílilo opravou cesty k souboru jquery-mobile-1.2.3.css ve složce zdrojových kódů místo odkazování se na internet. Velikosti, vzhled, umístění nebo zarovnání všech prvků v aplikačním rozhraní se provádí právě v tomto souboru. Proto i úpravy a import všech výše zmíněných funkcí byly prováděny právě v tomto CSS souboru.

## 4.2 Popis aplikačního rozhraní

Ve vybraném cloudovém prostředí, pod zastřešující URL adresou: <http://52.17.250.38/frycakmartin>, se tedy nachází 2 funkční aplikace, dokumentace skládající se z manuálů pro jednotlivé typy aplikací a celá textová část bakalářské práce. První aplikací je již zmíněná mapová prohlížečská služba MapInCloud. Aplikace jako taková nyní funguje jako chytrý klient a dokáže načítat webové mapové služby typu WMS či WMTS z různých serverů či geoportálů. Po aktualizaci ArcGIS JavaScripts API na verzi 3.13 by měla načítat větší množství webových mapových služeb WMS ale i další typy služeb podporované ArcGIS JS API 3.13. Mimo to je nyní možné načítat i WMTS služby neboli předpřipravené služby z různých serverů.

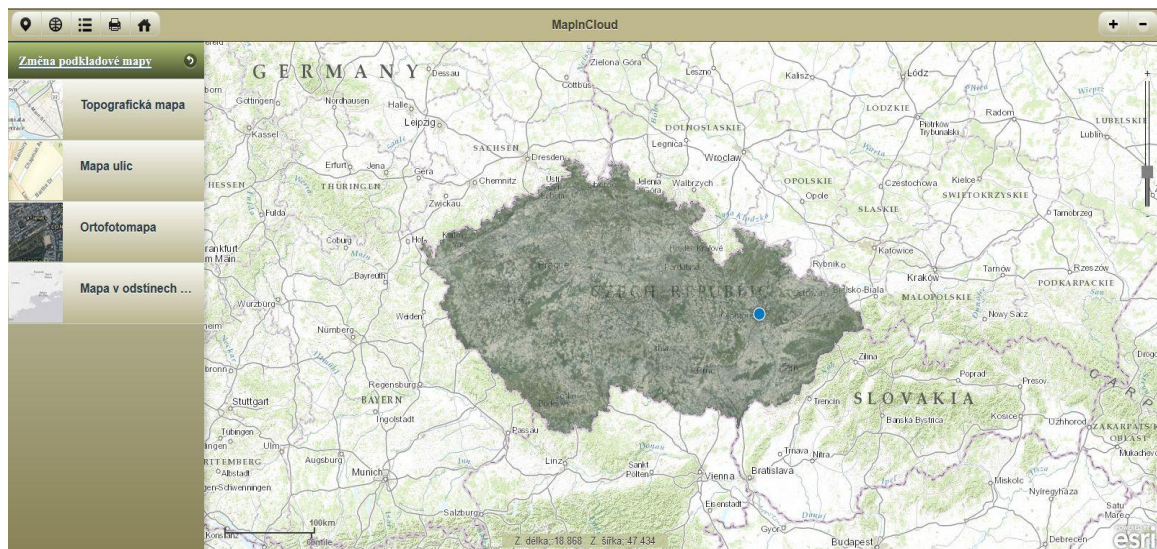
Druhou aplikací nacházející se v cloudu je TileServer s vlastními importovanými dlaždicovými mapovými službami pro názornou ukázkou funkcionality. TileServer má demonstrovat možnost importování vlastních upravených rastrů a následné zobrazení těchto snímků jako dlaždicové mapové služby. Z TileServeru je následně možné přidávat tyto předpřipravené obrazové záznamy přímo do aplikace MapInCloud. Zdrojové kódy aplikace TileServer jsou volně dostupné na hostujícím serveru GitHub.



Obr. 32 Schéma rozhraní UI na adrese <http://52.17.250.38/frycakmartin>.

### 4.2.1 MapInCloud

Vlastní, již upravená aplikace MapInCloud (<http://52.17.250.38/frycakmartin/MapInCloud>) na základě aplikace MapViewer, pracuje stejně jako všechny webové dynamické online mapy. To znamená, že je tu zajištěn interaktivní pohyb všemi směry včetně přibližování či oddalování. Tento způsob pohybu v mapě je zajištěn tlačítky plus a mínus a nově i způsobem rolování po ose, který v předchozí verzi aplikace chyběl. Mapová aplikace se skládá z horní lišty s jednotlivými funkcemi, z proměnlivého sloupce s možností zasunutí, který se nachází na levé straně stránky a z mapového pole, které zabírá velkou část obrazovky pro větší přehled. Nově si lze všimnout přidaného měřítka ve spodním levém rohu či zobrazení zeměpisných souřadnic, také ve spodní části, ale uprostřed mapového pole. Tyto funkce nebylo možné v základní aplikaci najít.



Obr. 33 Grafické rozhraní mapové prohlížečské aplikace.

## Hlavní panel

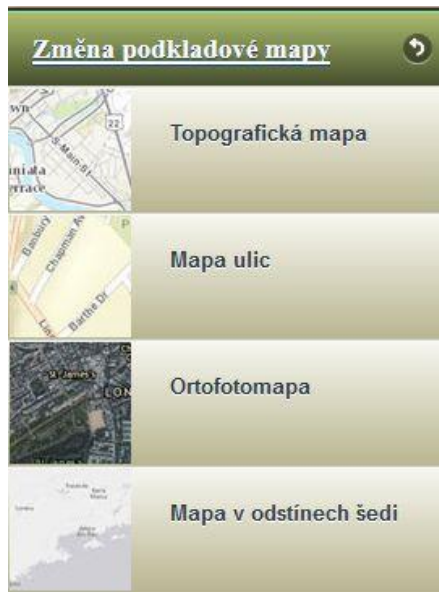
Hlavní panel neboli horní lišta mapové aplikace nabízí hlavní funkce. Kromě již zmíněného přibližování a oddalování v pravém horním rohu, jsou zde funkce skryté pod jednotlivými tlačítky jako možnost zaměření přesné polohy uživatele používajícího tuto mapovou aplikaci, podkladové mapy, načítání webových služeb, možnost tisku či informace o aplikaci. Jednotlivé tlačítka dále skrývají další možnosti práce:



Obr. 34 Ikony základních funkcí (určení polohy, mapové služby, podkladové mapy, tisk, informace o aplikaci).

**Přesná poloha** – Aplikace funguje ve webovém prohlížeči a uživatel musí mít tedy přístup k internetu. Aplikace je tedy nastavena tak, že má možnost zjistit polohu uživatele a zaměřit se na tuto polohu. Dříve než se tak stane, je aplikace nastavena, aby se dotázala na možnost prozrazení vlastní polohy. Způsob lokalizace používaného zařízení uživatelem zajišťuje služba GeoSPY. Jedná se o lokalizaci připojeného zařízení k síti pomocí internetové sítě a IP adresy. Pokud uživatel tedy svolí, je ihned vyhledána poloha v mapovém poli a automaticky se označí modrým puntíkem. Následně se mapa přesměruje na tuto polohu tak, aby byla uprostřed mapového pole. Přesná poloha je trochu nadnesený název, protože je zde menší zkruslení. Poloha se vykreslí zhruba o několik desítek metrů dále. Problém je však způsoben přesností podkladových map.

**Podkladové mapy** - Při najetí kurzorem na ikonu podkladových map se rozvine nový panel v levé části s různými druhy podkladových map. Podkladové mapy jsou získané od společnosti Esri. Zvolené mapy jsou topologická mapa, mapa ulic, ortofotomapa a mapa v odstínech šedi



Obr. 35 Výběr podkladových map.

**Načítání webových služeb** - Hlavní funkcí je možnost přidání vlastních vrstev neboli webových služeb na již zmíněné podkladové mapy. Přidávání vrstev bylo nutné rozdělit do tří kategorií: Přidání mapové služby, Mapy k dispozici a Transformace obrazových záznamů.

První kategorie představuje celý koncept bakalářské práce. Při zvolení této možnosti si uživatel může bez problémů načíst různé webové mapové služby do aplikace MapInCloud. Tato možnost byla nazvána „**Přidání mapové služby**“. K již zmíněnému načítání WMS byla nově nakonfigurována možnost přidávání služeb WMTS.



Obr. 36 Možnost volby mezi WMS a WMTS.

Uživateli se zobrazí okno s řádkem, kam zkopíruje URL adresu určité webové služby zjištěnou z geoportálu a zvolí typ této služby. Po načtení je zde možnost nastavení vrstvy. Po tomto kroku se zvolená webová mapová služba načte na podkladovou mapu. Do této aplikace je možné načítat jakýkoliv počet webových mapových služeb. Mezi těmito službami není možné přepínat. Vrstvy sice leží na sobě, ale zobrazena bude vždy poslední načtená webová služba. Dále je možné jednotlivé webové služby mazat, a pokud to vrstva dovoluje, je možné v jednotlivých webových mapových službách vypínat a zapínat další „podvrstvy“ jako jsou popisky, hranice území a další.

Pokud uživatel chce smazat či editovat, stačí kliknout levým tlačítkem na tužku v kolečku v bočním panelu u editované vrstvy a vyskočí možnost vrstvu buďto smazat nebo otevřít okno, stejně jako na začátku při načítání, s možnostmi nastavení. V základním rozhraní aplikace bylo velké množství webových služeb, které nebylo možné do aplikace načíst. Jednalo se tedy o základní problém v případě bakalářské práce, který bylo nutné odstranit. V aplikaci MapInCloud už je možnost načítání většího množství druhů webových služeb zajištěné pomocí aktuálnější knihovny ArcGIS JavaScripts API 3.13. Těmito vrstvami kompatibilními s aplikací jsou

dynamické mapové služby, dlaždicové mapové služby, KML, OpenStreetMap, Bing, WMS (1.0.0, 1.1.1, 1.3.0), WMTS, ArcGIS Server služby, grafické vrstvy a vlastní vrstvy uživatelů.

Obr. 37 Přidávání webových služeb.

Druhá kategorie „**Mapy k dispozici**“ zahrnuje defaultně načtené webové mapové služby, které byly vybrány z geoportálů ČUZK a INSPIRE. Uživateli se po kliknutí na odrážku s názvem Mapy k dispozici rozbalí velké množství webových mapových služeb. Tento krok značně ulehčuje a urychluje práci nutnou k hledání správných webových mapových služeb v prostředí internetu. Těmito defaultně načtenými webovými službami jsou:

**WMS: Státy, města a řeky USA:**

*[http://sampleserver1.arcgisonline.com/ArcGIS/services/Specialty/ESRI\\_StatesCitiesRivers\\_USA/MapServer/WMSServer](http://sampleserver1.arcgisonline.com/ArcGIS/services/Specialty/ESRI_StatesCitiesRivers_USA/MapServer/WMSServer)*

**WMTS: Demografická mapa USA:**

*[http://services.arcgisonline.com/arcgis/rest/services/Demographics/USA\\_Population\\_Density/MapServer/WMTS/](http://services.arcgisonline.com/arcgis/rest/services/Demographics/USA_Population_Density/MapServer/WMTS/)*

**WMTS: Stará mapa Olomouce 1745:**

*<http://mapy.upol.cz/tileserver/wmts>*

**WMS: Vektorová data SM-V5 ČR:**

*[http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_SM5V\\_PUB/WMSservice.aspx](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_SM5V_PUB/WMSservice.aspx)*

**WMS: Hydrologická mapa ČR:**

*<http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Inspire/HG1mil/MapServer/WMSServer>*

**WMS: Ortofotomapa ČR:**

[http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_ORTOFOTO\\_PUB/WMSservice.aspx](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx)

**WMS: Data 200 (Území ČR 1: 200 000):**

[http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_DATA200/WMSservice.aspx](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_DATA200/WMSservice.aspx)

**WMS: ZM200 (Základní mapa ČR 1: 200 000):**

[http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_ZM200\\_PUB/WMSservice.aspx](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM200_PUB/WMSservice.aspx)

**WMS: Půdní mapa ČR (1: 1 000 000):**

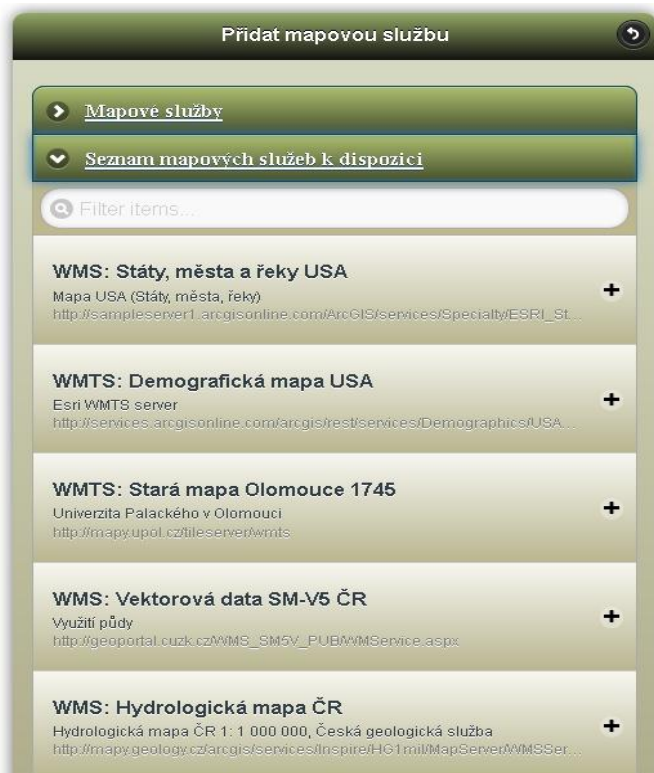
[http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Inspire/Pudni\\_typy/MapServer/WMSserver](http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Inspire/Pudni_typy/MapServer/WMSserver)

**WMS: Regionálně geologické schéma ČR (1: 2 500 000):**

[http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Inspire/GM2\\_5mil/MapServer/WMSserver](http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Inspire/GM2_5mil/MapServer/WMSserver)

**WMS: Správní a katastrální:**

[http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_SPH\\_PUB/WMSservice.aspx](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_SPH_PUB/WMSservice.aspx)



Obr. 38 Vybrané uložené webové služby.

Třetí kategorií s názvem „**Tvorba WMTS pomocí MapTileru**“ je pouze návod a ukázka přidání souřadnicového systému požadovaného kartografického zobrazení a následná implementace na web jako WMTS. Jak už bylo zmíněno výše aplikace MapTiler pomáhá rastru přidat souřadnicový systém požadovaného kartografického zobrazení a rozdělit ho do potřebných dlaždic připravených k vložení na kompatibilní server, v tomto případě TileServer nebo rovnou do cloudového prostředí.. Tyto předpřipravené snímky na TileServeru nebo v cloudovém prostředí je možné dále využívat jako služby WMTS a přidávat je přes URL adresu do aplikace MapInCloud. Podstatou této části zahrnující TileServer a MapTiler je jednak poskytnutí

informací uživatelům o možnostech při práci s obrazovými záznamy ve webovém prohlížeči a také demonstrace použití těchto technologií při tvorbě WMTS služeb kompatibilních s mapovými prohlížecími službami.

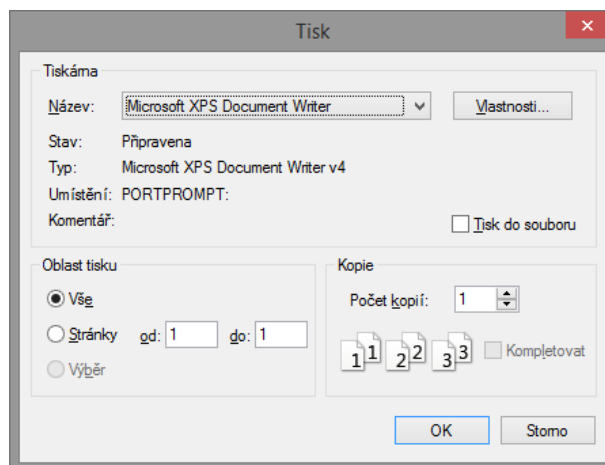
Z důvodu neposkytování zdrojových kódů aplikace MapTiler byl přidán pouze návod na její instalaci a následně průvodce jejím prostředím při tvorbě dlaždicových výstupů. Tato aplikace je k běžnému stažení zcela zdarma. Tyto návody či propojení mezi aplikacemi nebylo v základním rozhraní možné. Nyní má uživatel větší možnosti práce s webovými službami či vlastními snímky.



Obr. 39 Návod k MapTiler.

**Možnost tisku** – V hlavním panelu lze i mezi ikonami najít tlačítko s možností tisku zobrazeného mapového výřezu. Tato možnost dříve také nebyla možná. Po kliknutí na zmíněné tlačítko aplikace automaticky načte okno s výběrem typu tiskárny, možnosti nastavení tisknuté stránky či počtu kopií. Okno se chová stejně jako běžné rozhraní pro tiknutí určitých souborů přímo z lokálního počítače.





Obr. 40 Možnost tisku.

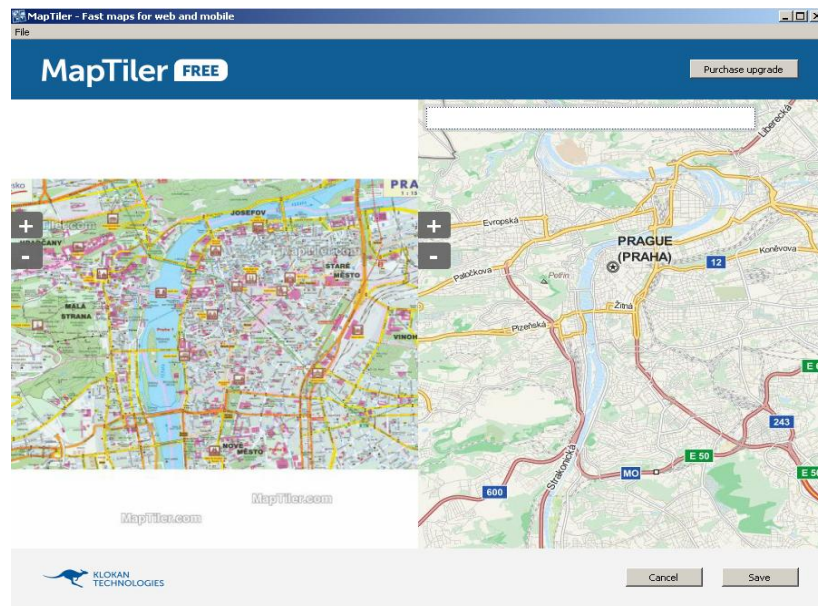
**Informační panel** – Poslední ikonou v hlavním panelu je tlačítko pro informace. Zde se uživatel dozví základní informace o aplikaci, autorovi či odkazy na zdrojové kódy.

#### 4.2.2 MapTiler

MapTiler funguje jako grafická aplikace pro publikování online map. Tuto aplikaci vytvořila společnost Klokan Technologies GmbH sídlící ve Švýcarsku. Aplikaci lze stáhnout na stránkách <http://www.maptiler.com/> zcela zdarma. Jedná se však pouze o zkušební verzi, u které nejsou k dispozici některé nástroje.

Jedná se o aplikaci pro generování dlaždicových mapových služeb a následné nahrání těchto služeb na jakýkoliv server či cloudové řešení bez nutnosti dalších úprav. Aplikace MapTiler je desktopová aplikace a není možné ji využít v prostředí webového prohlížeče. Aplikace funguje tak, že uživatel, po stažení a nainstalování, vloží do aplikace snímek či mapu v rastrové podobě a podle přidružené mapy poskytnuté aplikací georeferencuje. Tímto krokem po výběru několika shodných bodů jak na mapě, tak na vlastním snímku uživatel docílí přidání souřadnicového systému k vlastnímu snímku. Následně je uživatel tázán na do jakého detailu chce, aby byl snímek rozdělen na dlaždice. Po zvolení rozsahu a potvrzení uživatel získá adresář s jednotlivými dlaždicemi a HTML soubory pro okamžité promítnutí na podkladové mapy v prostředí webového prohlížeče. Druhou možností je přímá importace dlaždic na vlastní účet v cloudovém prostředí Amazon Web Services bez nutnosti implementace TileServeru. Pro tuto možnost je však nutné vlastnit vyšší verzi MapTileru, která už není zadarmo.

Tato aplikace podporuje formáty jako TIFF, geoTIFF, JPEG2000, ERDAS HFA, MrSID, ECW, NOA BSB nebo JPEG. Aplikace generuje dlaždice, které jsou přímo připravené k použití v jednoduchých prohlížečích založených na OpenLayers a Google Maps API a dokáží se jednoduše přizpůsobit. Není nutná žádná složitá konfigurace na straně serveru. Dynamická interakce jako je posouvání, přibližování, oddalování, překrývání značek a vektorových dat je zajištěna výkonnými funkcemi prohlížeče.



Obr. 41 Georeferencování v aplikaci MapTiler

### 4.2.3 TileServer

V praktické části se řešila mimo jiné i možnost načítat vlastní vrstvy jako webových mapových služeb na principu WMTS. Tímto krokem se zabývají aplikace MapTiler a TileServer. TileServer je další aplikací z nabídky společnosti Klokan Technologies GmbH. Úkolem bylo tuto aplikaci umístit společně s již zmíněnou mapovou prohlížečskou službou MapInCloud do cloudového prostředí. Zdrojové kódy TileServeru jsou volně stažitelné pod licencí BSD. Zdrojové kódy lze najít na serveru GitHub.

TileServer pracuje jako hostující technologie, která pomůže jakémukoliv uživateli rychle a zcela zdarma zobrazit jimi vytvořené mapy jako překryvy přes podkladové mapy online na webu. Důvodem použití TileServeru je, že dokáže z jakéhokoliv serveru poskytovat data ve formě WMTS. Zdrojové kódy TileServeru je volně dostupný na internetu, a proto je může použít každý na svém serveru či v tomto případě v cloudovém prostředí pro ukládání různých map a leteckých snímků a následně je přidávat do OpenLayers nebo Google Maps API a dalších rozhraní. Jde tedy o jednoduché online publikování vlastních výsledků.

TileServer je jakousi nadstavbou nad MapTiler. V MapTileru uživatel vytvoří snímek rozdělený do dlaždic a v pomoci TileServeru tuto vrstvu zobrazí v prostředí webového prohlížeče na principu WMTS. Mapa je okamžitě plně k dispozici na podkladové mapě a je zcela interaktivní.

Vkládání vlastních vrstev na TileServer je velice jednoduché. Uživatel z MapTileru získá již zmíněný adresář s dlaždicemi a HTML soubory. Poté si uživatel stáhne zdrojové kódy TileServeru. Do této složky se zdrojovými kódy TileServeru jednoduše překopíruje složku s dlaždicemi a kódy vytvořeného snímku a následně si celou složku TileServeru vloží na vlastní server či do cloudového prostředí. K vlastním vrstvám je po těchto krocích možno přistupovat přes určité URL adresy serveru či cloudu a uživatel získá interaktivní webovou mapovou službu na různých podkladových mapách v prostředí webového prohlížeče.

Při stažení zdrojových kódů TileServeru a následné implementaci do cloudového prostředí se vybral vlastní rastrový snímek pro ukázkou funkčnosti TileServeru. Proto v adresáři TileServeru (<http://52.17.250.38/frycakmartin/tileserver>) lze najít složku „Bohuňovice“, ve které se nachází snímek území obce Bohuňovice s požadovaným souřadnicovým systémem požadovaného kartografického zobrazení. Při zobrazení snímku je vidět vodoznak MapTileru. Tento vodoznak je způsobený použitím zkušební verze aplikace MapTiler avšak nemá žádný vliv na funkcionalitu.



Obr. 42 Vlastní rastr jako webová mapová služba v prostředí TileServer.

Po zobrazení snímku je možné zkopírovat správnou URL adresu a nahrát ji do aplikace MapInCloud. Tímto se zajistilo funkčnosti nahrávání vlastních obrazových záznamů na principu WMTS do hlavní mapové aplikace.

### Loading tiles in ESRI ArcGIS 10.1+ as WMTS Service

URL: <http://52.17.250.38/frycakmartin/tileserver/wmts>

Obr. 43 URL adresa vlastní WMTS služby.

## 4.3 Výběr technologií a cloudu

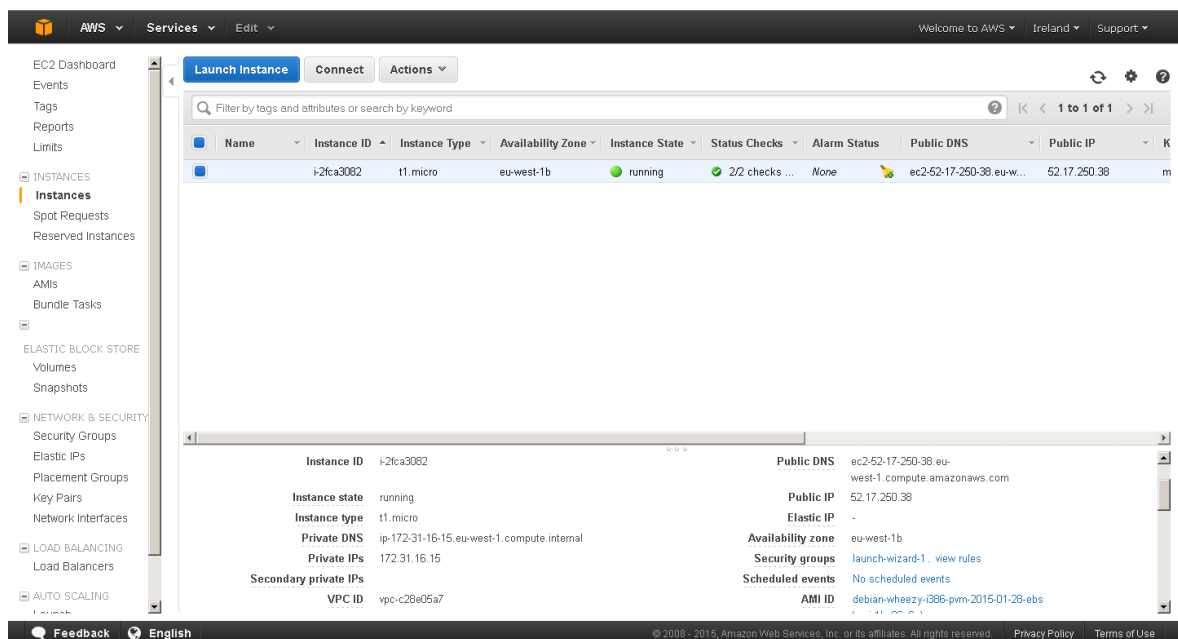
Flexibilita cloudových řešení je na velice vysoké úrovni. I když existují specializované GIS cloudové řešení, není vždy nejvhodnější je používat při práci s geografickými daty. Důvodem je například rozsah kontroly nad vlastní aplikací nebo nedostatečná nabídka potřebných funkcí. V prostředí obecných cloudů je možné naprogramovat a sdílet jakoukoliv aplikaci. Funkcionalita aplikací tedy závisí na autorovi. V případě správy aplikace je možný výběr úrovně kontroly nad aplikací. Autor si může vybrat z možností spravovat software (SaaS), platformu (PaaS) či infrastrukturu (IaaS). Tato možnost u specializovaných GIS cloudových řešení není dostupná.

Výběr obecného cloudu podporuje i fakt, že uživatelská data jsou lépe zabezpečena než data ve specializovaných cloudových řešeních.

Obečních cloudů existuje na webu opravdu velké množství. Bylo prozkoumáno mnoho cloudových řešení, které jsou popsány výše v textu a jako nejlepší možnost byl zvolen Amazon Web Services (AWS) od společnosti Amazon. Důvodů pro výběr AWS bylo více. Jedná se o jedno z nejrozsáhlejších řešení, která se práci v cloudu zabývá, což znamená, že má v Cloud computingu značné zkušenosti a snaží se nabízet uživatelům co nejlepší možnosti. Ve své nabídce nabízí největší množství nástrojů pro práci v online režimu. Také poplatky za používání služeb jsou přiměřené. Jako další důvody lze zmínit například podporu operačních systémů Windows i Linux, možnosti výběru jakékoliv úrovně správy dat nebo hlavní důvody jako je podpora programovacího jazyka JavaScript a hlavně možnost využití flexibilního virtuálního serveru Elastic Compute Cloud (EC2). Amazon Web Services má v nabídce velké množství různých nástrojů. Od různých databází přes analytické nástroje, uložště nebo sítě až po virtuální servery. A právě virtuální server EC2 (Elastic Compute Cloud) je nejvhodnější místo, kde je umístěna vytvořená aplikace.

Prvním krokem po přístupu k EC2 bylo zvolit instanci, tedy server, na kterém aplikace bude fungovat. Vybrala se linuxová instance Debian. Jedná se o svobodný operační systém, tedy o sadu základních programů. Výběr instance je nezbytným krokem pro další práci v EC2. Dalším krokem bylo připojit se k této instanci. Pro připojení k instanci se použil volně stažitelný program PuTTY neboli SSH klient pro Windows, který zajišťuje terminálový přístup do cloudového prostředí. A proto byl pro komunikaci následně zvolen SSH (Secure Shell) komunikační protokol. Standardní protokol pro SSH je Port 22, který se následně využívá pro vepisování aplikace do systému. V programu PuTTY byl nainstalován http server s názvem Apache.

Po vytvoření instance Amazon automaticky vygeneruje dvě IP adresy. Jednu privátní, kterou zná jen autor a potom veřejnou, pomocí které se uživatel bude přihlašovat do aplikace. Amazon vygeneruje i URL adresu, ale z hlediska usnadnění přístupu je lepší používat právě veřejnou IP adresu. Důvodem je kratší a srozumitelnější variace číslic.



The screenshot displays the AWS Management Console interface for an EC2 instance. The top navigation bar includes the AWS logo, 'Services', 'Edit', and a 'Welcome to AWS' message for the 'Ireland' region. The left sidebar shows a navigation menu with categories like INSTANCES, IMAGES, ELASTIC BLOCK STORE, NETWORK & SECURITY, LOAD BALANCING, and AUTO SCALING. The main content area shows a table of instances with the following data:

Name	Instance ID	Instance Type	Availability Zone	Instance State	Status Checks	Alarm Status	Public DNS	Public IP
	i-2fca3082	t1.micro	eu-west-1b	running	2/2 checks ...	None	ec2-52-17-250-38.eu-w...	52.17.250.38

Below the table, a detailed view of the instance 'i-2fca3082' is shown. Key details include:

- Instance state:** running
- Instance type:** t1.micro
- Private DNS:** ip-172-31-16-15.eu-west-1.compute.internal
- Private IPs:** 172.31.16.15
- Secondary private IPs:** vpc-c28a05a7
- Public DNS:** ec2-52-17-250-38.eu-west-1.compute.amazonaws.com
- Public IP:** 52.17.250.38
- Elastic IP:** -
- Availability zone:** eu-west-1b
- Security groups:** launch-wizard-1
- Scheduled events:** No scheduled events
- AMI ID:** debian-wheezy-h86-pvm-2015-01-28-eb...

Obr. 44 Vytvořená instance v Amazon Web Services.

Poté už je připojení k serveru zajištěno a aplikace je nahrána na server. Nutné je ještě v samotném rozhraní AWS zpřístupnit port 80 pro http protokol, aby se mohl přihlásit kdokoli a odkudkoliv jen pomocí IP adresy. Základem je IP adresa **http://52.17.250.38/frycakmartin**. Pod touto IP adresou najdeme tři složky s již vytvořenými aplikacemi. V jedné je mapová aplikace MapInCloud, v druhé TileServer a ve třetí složce jsou návody jak tyto aplikace používat a návod na použití nástroje MapTiler. Bylo rozhodnuto používat jen IP adresu a nekupovat žádnou doménu. Důvodem je, že za doménu se platí, ale jedná se v podstatě o to samé.

Následně se rozhodovalo, jak bude pro veřejnost možný přístup k této aplikaci. Zprvu se uvažovalo o přihlašovacích údajích, ale zvolilo se zajištění neomezeného přístupu široké veřejnosti bez jakýchkoli přihlašovacích údajů.

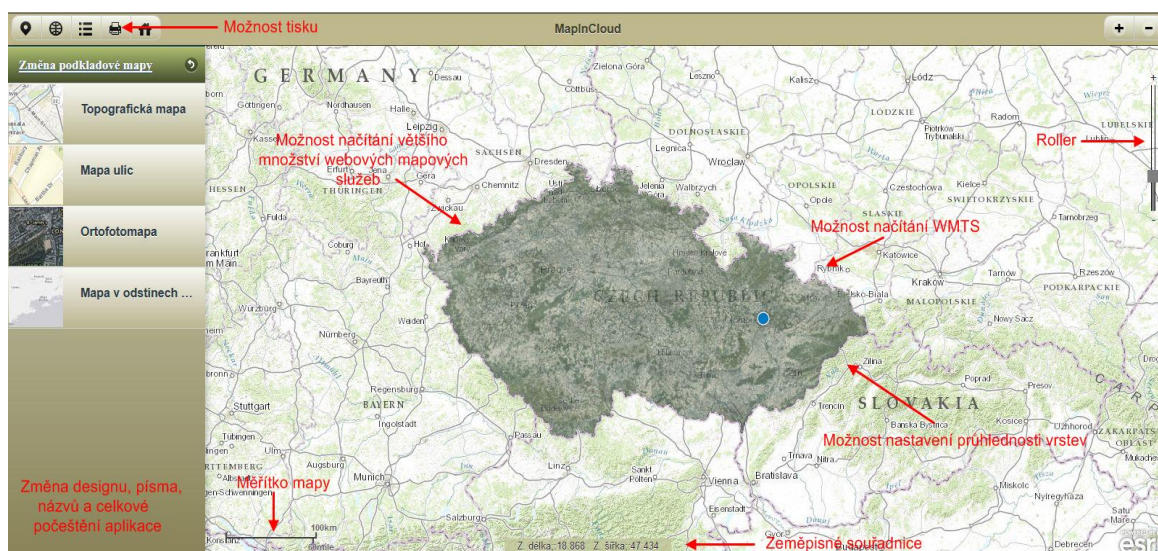
## 5 VÝSLEDKY

Výstupem bakalářské práce je v první řadě popis, analýza a srovnání cloudových řešení s přihlédnutím ke geoinformačním aspektům a potřebám. Srovnání proběhlo jak mezi obecnými cloudy tak specializovanými GIS cloudovými službami. Ze srovnání formou tabulárních zápisů byly vybrány nejvhodnější cloudy pro možné načítání různých geoinformačních technologií.

Hlavním aplikačním výstupem této bakalářské práce je možnost pro širokou veřejnost využití načítání vrstev webových mapových služeb na různé podkladové mapy s možností další práce s těmito vrstvami v prostředí internetu na cloudové platformě. Adresář s aplikacemi, jež umožňují tuto funkcionalitu, jsou umístěny v cloudovém prostředí Amazon Web Services. Aplikace jsou volně dostupné všem uživatelům pod adresou <http://52.17.250.38/frycakmartin>. Jedná se o aplikaci MapInCloud, vytvořenou z předlohy MapViewer, a dále o aplikaci TileServer s vloženým vlastním podadresářem Bohunovice, v kterém se nachází předpřipravený obrazový záznam na principu služby WMTS. V základním adresáři je umístěn i návod a informace o jednotlivých aplikacích a popis jejich funkčnosti. Nakonec adresář obsahuje i návod na použití aplikace MapTiler.

Prvním a v podstatě nejdůležitějším výstupem je aplikace MapInCloud pod adresou <http://52.17.250.38/frycakmartin/MapInCloud>. Tato aplikace je volně dostupná pro veškeré uživatele v online režimu. Aplikace se nově specializuje na načítání velkého množství webových mapových služeb z různých serverů pomocí nově aktualizované knihovny ArcGIS Java Scripts API 3.13. Tato možnost nebyla v původní verzi aplikace dostatečně funkční a byla v rozporu se zadáním bakalářské práce. Nově byla také vložena možnost načítání WMTS služeb. Funkce načítání WMTS služeb značně rozšířila možnosti uživatelů při práci s touto aplikací.

Aplikace byla dále obohacena o řadu odzkoušených a plně funkčních webových mapových služeb typu WMS a WMTS z mnoha českých geoportálů. Aplikační rozhraní bylo ještě obohaceno o měřítko mapy, které by mělo být nedílnou součástí každé mapy. Důležitou funkcí, která byla přidána, je možnost tisku. Pro lepší přehlednost byly přidány i zeměpisné souřadnice určující přesnou polohu měřenou pomocí zeměpisné šířky a výšky. Za zmínku stojí i změna jazyka celého aplikačního rozhraní na češtinu. Aplikace byla navíc rozšířena o možnost rolování mapy nebo o změnu grafického rozhraní (designu) celé aplikace. V neposlední řadě byl přidán návod na vytvoření rastru se souřadnicovým systémem odkazujícím se na aplikace MapTiler a TileServer. Aplikace nabízí i řadu podkladových map pro lepší přehled jako mapu ulic, ortofotomapu, mapu v odstínech šedi nebo topografickou mapu.



Obr. 45 Změny provedené v aplikaci MapViewer.

Druhým výstupem je aplikace TileServer. Výstupem je myšleno umístění těchto volně stažitelných zdrojových kódů a návodu na použití této aplikace do cloudového prostředí AWS společně s aplikací MapInCloud. Aplikace se specializuje na načítání vlastních vrstev na principu WMTS. V adresáři TileServer lze najít podadresář Bohunovice pro ukázkou funkcionality této aplikace. Tyto adresáře obsahují rastry, s implementovaným souřadnicovým systémem, vytvořené v desktopové aplikaci MapTiler. TileServer s vlastními importovanými obrazovými záznamy byl vložen do cloudového prostředí z důvodu poskytnutí vlastních WMTS služeb pro aplikaci MapInCloud. Z TileServeru je tedy možno jednotlivé obrazové záznamy promítnout do aplikace MapInCloud.

Třetím výstupem je potom právě návod na vytvoření obrazového záznamu se souřadnicovým systémem požadovaného kartografického zobrazení na principu WMTS služeb. Návod odkazuje na možnost stáhnutí aplikaci MapTiler. Tato příručka ve formě PDF s patřičnou ilustrací obsahuje návod na její instalaci a průvodce při práci s touto aplikací. Dále návod obsahuje provázání na další možnost práce s MapTilerem. Zde už je prezentována vlastní vrstva na principu WMTS, která byla předpřipravena v MapTileru a rovnou implementována do cloudového prostředí. Tato ukázkou poukazuje na možnost vynechání implementace TileServeru. Možnost nahrávat vrstvy přímo do cloudu je už ale placená.

Koncept bakalářské práce a jeden z hlavních výstupů je umístění těchto výše zmíněných aplikací a návodů do cloudového prostředí. Jedná se tedy o pronájem určitého prostoru v Amazon Web Services a využití softwarových prostředků pro správný chod aplikací MapInCloud a TileServer. Tento krok se skládal z odzkoušení většího množství cloudových řešení, které jsou zmíněny výše v textu. Následně bylo nutné tato cloudová řešení ohodnotit, porovnat mezi sebou a vybrat správné prostředí pro aplikace. Kritéria pro srovnávání a výběr vhodného cloudu byly například zabezpečení, funkčnost, podpora datových sad, nabízené nástroje a další. Pro další práci již ve vybraném cloudu (AWS) bylo nutné udělat řadu kroků pro nastavení prostředí pro nahrávané aplikace jako vytvoření nové instance, výběr operačního systému, zajištění terminálového přístupu a zpřístupnění aplikace volně na internetu jakémukoliv uživateli.

Veškeré výstupy jsou vytvořené za účelem možnosti pracovat s mapovými webovými službami či možnosti prezentace vlastních mapových výstupů v prostředí webového prohlížeče.

## 6 DISKUZE

Při tvorbě praktické části bakalářské práce se vyskytlo množství chyb či překážek. Pro správný chod aplikací bylo nutné tyto problémy odstranit. Tyto překážky se týkaly hlavně stěžejního díla praktické práce, aplikace MapInCloud.

Nejdůležitějším krokem při práci s touto aplikací bylo zajištění správné funkčnosti načítání webových mapových služeb. V základní aplikaci MapViewer byla řada webových služeb, které nešly načíst. Důvodů nenačítání vrstev bylo více. Prvním z důvodů bylo použití zastaralé verze ArcGIS JavaScripts API. Používaná verze 3.5 nepodporovala řadu EPSG kódů. EPSG jsou strukturované datové sady souřadnicových referenčních systémů a souřadnicových transformací. Jednotlivý EPSG kód se pak chová jako identifikátor určitého souřadnicového systému. Jelikož verze 3.5 nepodporovala velké množství kódů, vznikaly chyby v nenačítání vrstev. Pro příklad ESRI používá EPSG 102100, avšak OGC doporučuje EPSG 3857. Tím pádem počítač vidí jiný EPSG kód, a tudíž vypíše, že tento souřadnicový systém není aplikací podporován. Řešení problému spočívalo v aktualizaci ArcGIS JavaScripts API na verzi 3.13, která nyní podporuje větší množství EPSG kódů, tudíž nevznikají problémy s nalezením identifikátorů souřadnicových systémů.

Dalším důvodem nenačítání webových mapových služeb může být špatný souřadnicový systém. Aplikace MapInCloud podporuje souřadnicový systém Web Mercator. Tento souřadnicový systém používá většina společností v prostředí GIS, jako jsou Google, OSM či Esri. Pokud má aplikace jiný souřadnicový systém aplikace ji nezávládně vykreslit. Řešením je najít webové služby se správným souřadnicovým systémem nebo implementace jiného souřadnicového systému do aplikace.

Velice nepříjemné je i dlouhé načítání jednotlivých webových služeb. Pokud by chtěl uživatel načíst do aplikace větší množství webových služeb a zabralo by to spoustu času. Tento problém má řadu důvodů. Hlavním důvodem je konektivita poskytovatele. Dalším důvodem může být složité provázání kódů či knihoven ve zdrojových kódech a aplikace tudíž musí čekat, než se samotná funkce spustí. Důležitý je i výběr správné internetové prohlížečské služby. Pro urychlení práce by měl uživatel používat nejnovější aktualizace prohlížečských služeb jako je Google Chrome, Mozilla Firefox či Opera. Tento problém může být také způsoben rychlostí zařízení, z kterých se uživatel připojuje.

Problém se vyskytl i u editace jazyku ve zdrojových kódech. Autor aplikace sice odkazuje na JS soubor s možností nastavení různých jazykových sad, avšak aplikace i po změně načte defaultní jazyk. Alternativním řešením proto bylo zdlouhavé přepisování veškerých anglických výrazů ve zdrojových kódech.

Dále je nutné dbát na výběr správného cloudového prostředí. U výběru správného cloudu je nutné být rozhodnutý hned na začátku. Je totiž velice složité a u některých cloudových řešení i nemožné změnit rozhraní například z SaaS (Software as a Service) na IaaS (Infrastructure as a Service). Řešením je pak koupě jiné možnosti služby. Výběr typu rozhraní může být omezující i při správě vlastní aplikace. V mnoha případech se stává, že si uživatel vybere špatné rozhraní a potom není schopen kontrolovat chod celé aplikace i s administrativní činností. V neposlední řadě je nutné vědět, jaký typ programovacích jazyků aplikace podporuje. Uživatel si pronajme prostor či vývojářské prostředky a následně zjistí, že cloud nepodporuje programovací jazyk, v kterém aplikaci tvoří. Cloud computing se pro méně zručné uživatele může zdát v mnoha ohledech velice



složitý. Avšak i tak je to výrazný krok vpřed a podle mnohých nebude trvat dlouho a převezme hlavní roli v ukládání a chodu drtivého množství aplikací na internetu.

## 7 ZÁVĚR

V této bakalářské práci byla provedena analýza a srovnání vybraných internetových společností podnikajících v Cloud computingu. V textové části byla provedena rešerše a analýza stávajících cloudových řešení ze dvou pohledů. Jednak specializovaných GIS klientů jako jsou ArcGIS Online, GIS cloud, MapBox, Google MyPlaces, Mapmint, CartoDB, Crowdmap a podobně a jednak z pohledu obecných cloudových řešení od společností Amazon, Google, Microsoft nebo OpenShift z pohledu podpory prostorových dat a implementace mapových aplikací. Navrhly se vhodné hodnotící parametry, na jejichž základě bylo provedeno srovnání a vyhodnocení obou skupin.

Cloud computing je v dnešní době více a více používaný termín. Podle výčtu jednotlivých cloudových řešení lze poznat kdo má jaký náskok. Obrovské společnosti jako Google či Amazon nabízejí nespočet možností jak využívat Cloud computing, zatímco menší firmy nabízejí omezenější možnosti. Ve směs však všechny produkty v Cloud computingu se upírají stejnou cestou. Rozdíly jsou například ve využívání různých programovacích jazyků, v nabízeném prostoru pro jednotlivé uživatele, ve výkonu hardwaru nebo třeba v zabezpečení. Některé slouží pouze jako uložení, jiné nabízejí navíc i možnost tvorby jakékoliv aplikace. U obecných cloudových řešení je tedy největší rozdíl ve výběru distribučního modulu (SaaS, PaaS či IaaS).

Ještě větší a výraznější společné vlastnosti mají však specializovaní GIS klienti. Každý GIS klient nabízí velice podobné možnosti. Jedná se o možnosti vytvoření mapové aplikace volně dostupné na Internetu. Samozřejmě že jsou tu rozdíly ve funkcionalitě a možnostech, ale ve výsledku se jedná o jednoduché vytváření vlastních interaktivních map.

V praktické části byl na základě rešerše vytvořen vlastní koncept GIS klienta v cloudovém prostředí. Byla vybraná služba Amazon Web Services od společnosti Amazon, která je jedním z největších podnikatelských společností v Cloud computingu.

Existuje řada příkladů, aplikací či knihoven, které lze využít pro vytvoření GIS klienta. Pro hlavní práci v praktické části posloužila aplikace MapViewer. Aplikace využívá v co nejvyšší možné míře servisně orientovanou architekturu (SOA). Dále poskytuje funkcionalitu takzvaného smart klienta, tedy rozšířeného tenkého klienta, který umožňuje přidávání webových mapových služeb (WMS, WMTS apod.). Tato aplikace, přejmenována na MapInCloud, byla převzata a dále upravována podle stanovených kritérií s autorem této aplikace. Upravování probíhalo zásahem přímo do zdrojových kódů, které se získaly z hostujícího serveru GitHub, kde jsou volně stažitelné pro nekomerční účely. Po editaci aplikace se vše umístilo do cloudového prostředí a nyní je společně s dalšími soubory dostupná online a bez nutnosti cokoliv stahovat.

Ve druhé polovině praktické části byly převzaty zdrojové kódy aplikace TileServer. Tato aplikace dokáže na vybraný mapový podklad nahrávat předpřipravené rastry libovolného území se souřadnicovým systémem, které se pracují na principu WMTS služby. Tato služba je umístěna společně s aplikací MapInCloud do cloudového prostředí AWS. Dále bylo nutné vytvořit návod na použití desktopové aplikace MapTileru pro vytvoření mapových dlaždic vlastních rastrových snímků na principu WMTS.

Bakalářská práce tedy podrobně popsala jak obecná cloudová řešení, tak i specializované GIS klienty a následně bylo možné vybrat vhodnou službu pro tvorbu již zmíněných aplikací. I když nastala řada problémů při tvorbě aplikací, tak i přesto je funkcionalita na základě servisně orientované architektury zajištěna.

# POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

## Tištěné zdroje

- [1] ALONSO, Gustavo. *Web services: concepts, architectures and applications*. Berlin: Springer, 2004. 354 s. ISBN 35-404-4008-9.
- [2] BIEBERSTEIN, Norbert. *Service-oriented architecture compass: business value, planning, and enterprise roadmap*. Upper Saddle River, NJ: IBM Press, 2006. 232 s. ISBN 01-318-7002-5.
- [3] BUDÍN, Emil. *Cloud computing se zaměřením na dostupnost a bezpečnost*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně.
- [4] Dobrovský. *Využití svobodných geoinformačních služeb v cloudu*. Ostrava, 2013. Diplomová práce. VSB-TU Ostrava.
- [5] ERL, Thomas. *SOA: servisně orientovaná architektura : kompletní průvodce*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009. 671 s. ISBN 978-80-251-1886-3.
- [6] Feng Yu-cai, Yi Bao-lin a Tan Zhi-peng. *Desing and implementation of WebGIS based on SOAP*. Wuhan, 2003. Diplomová práce. Wuhan University of Natural Sciences.
- [7] FURHT, Borivoje a Armando ESCALANTE. *Handbook of cloud computing*. New York: Springer, 2010. 634 s. ISBN 9781441965240-.
- [8] GROMBÍŘ, Jakub. *Business Intelligence a Cloudové technologie*. Praha, 2013. Bakalářská práce. Vysoká škola ekonomická v Praze.
- [9] JAMSA, Kris. *Cloud computing: SaaS, PaaS, IaaS, virtualization, business models, mobile, security and more*. 1st ed. Burlington, MA: Jones, 2013. 322 s. ISBN 978-144-9647-391.
- [10] JOHANSSON, H. *Rich Web Map Applications*. Sweden, 2010. Diplomová práce. Chalmers University of Technology.
- [11] KUBNÝ, Jan. *Webové mapové, datové a katalogizační služby v prostředí Geoportálu KGI*. Olomouc, 2013. Magisterská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- [12] MARGARIS, Nikos. *Cloud Computing v českém prostředí*. Praha, 2011. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze.
- [13] NÉTEK, Rostislav. *Frekvence využívání mapových metod na mapových portálech* [online]. Olomouc, 2008 [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/netek08//bp.pdf>. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.

- [14] NEWCOMER, Eric. *Understanding Web services: XML, WSDL, SOAP, and UDDI*. Boston: Addison-Wesley, 2002. 332 s. ISBN 02-017-5081-3.
- [15] PECHANEC, Vilém. *WS-koncept*. 2013.
- [16] ROKOS, Matouš. *Výhody a nevýhody Cloud computingu oproti vlastní infrastruktuře*. 2012.
- [17] ŠRÁMKOVÁ, Zuzana. *Webové služby a jazyk BPEL*. Praha, 2010. Diplomová práce. Bankovní institut vysoká škola Praha.
- [18] VELTE, Anthony T., Toby J. VELTE a Robert ELSENPETER. *Cloud Computing: Praktický průvodce*. Brno: Computer Press, a.s., 2011. 344 s. ISBN 978-80-251-3333-0.

## Elektronické zdroje

- [19] *Apple: iCloud* [online]. 2014 [cit. 2014-08-12]. iCloud. Dostupné z: <https://www.apple.com/cz/icloud/features/>
- [20] *ArcData: ArcGIS online* [online]. 2010 [cit. 2014-08-12]. ArcData. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/gis-on-line/arcgis-online/>
- [21] *BigBlueOne* [online]. 2012 [cit. 2014-08-12]. BigBlueOne. Dostupné z: <http://bigblueone.cz/stranky/?funkce>
- [22] *Cloud Computing. Blogspot.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-08-12]. Cloud computing. Dostupné z: <http://milinic.blogspot.cz/2010/10/cloud-computing.html>
- [23] GRIFFITH, Eric. *Internetový článek: Pcmag.com* [online]. 2015, (2) [cit. 2015-08-10]. What Is Cloud Computing?. Dostupné z: <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2372163,00.asp>
- [24] JAVŮREK, Karel. *Internetový článek: Zive.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-08-12]. Box.net nabízí v akci 50GB uložení v cloudu zcela zdarma a navždy. Dostupné z: <http://www.zive.cz/bleskovky/boxnet-nabizi-v-akci-50gb-uloziste-v-cloudu-zcela-zdarma-a-navzdy/sc-4-a-159160/default.aspx>
- [25] JIRÁSEK, Jan. *WMS* [online]. 2008 [cit. 2014-08-11]. Dostupné z: <http://geo3.fsv.cvut.cz/wms/>
- [26] KRÁLIDIS, Tomáš. *Internetový článek: Geopython.github.io* [online]. 2014 [cit. 2014-08-11]. MetaSearch. Dostupné z: <http://geopython.github.io/MetaSearch/cs/howto.html>
- [27] MALÝ, Martin. *Internetový článek: Zdrojak.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-08-11]. Požíváme datové uložení Amazon S3. Dostupné z: <http://www.zdrojak.cz/clanky/pouzivame-datove-uloziste-amazon-s3/>
- [28] MELL, Peter a GRANCE. *Webová stránka: Http://csrc.nist.gov/* [online]. Gaithersburg, 2011 [cit. 2015-08-10]. The NIST Definition of Cloud Computing. Dostupné z: <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>

[29] *Ibm.com* [online]. 2012 [cit. 2015-08-10]. What is cloud computing? Dostupné z: <http://www.ibm.com/cloud-computing/us/en/what-is-cloud-computing.html>

[30] ZAPLETAL, Lukáš. *Internetový článek: Linuxexpres.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-08-12]. OpenShift Express: Svobodný Cloud od RedHatu. Dostupné z: <http://www.linuxexpres.cz/business/openshift-express-svobodny-cloud-od-red-hatu>

## SUMMARY

In recent decades, the Internet and web applications are developed very fast. The local computer may in fact provide access only to Web applications and all user data.

Phenomenon of today's called Cloud computing. This term is used for almost all web services available on the internet. With this solution enterprise IT has met perhaps anyone who uses the Internet. This is the rental of space, applications or computing power. The individual applications or files accessed via the Internet from mobile devices or local computer.

Another part of the thesis was a service-oriented architecture. This architecture focuses on the provision of services. It provides IT support for business processes that meet the current and newly established requirements for the overall operation of the business. Since the function of the electrical data exchange to online auctions. SOA creates large applications from smaller models, known as a service that unifies business processes. It is the called architectural framework, whose task is to speed up and reduce the cost of system development and increase its overall quality.

Web services understand simple communication and cooperation between systems, regardless of which platform is currently running, what programming language they are written in or what they are by the architecture and hardware. Unlike web sites and web applications that create the interface between man and machine, web services enable interaction between each machine using proven web standards. With Web services closely related to the standards of Web services. These standards include WMS (Web Map Service), WMTS (Web Map Tile Service) and WFS (Web Feature Service).

In the practical part of the thesis was created GIS client in a cloud-based service from Amazon. This application uses the highest possible level of service-oriented architecture (SOA). It also provides the functionality of the smart client, a widespread thin client that allows adding custom layers on the principle of SOA (WMS, WFS, etc.).

Subsequently was created TileServer which can record screens with a coordinate system and the coordinate system grids without any territory. This service is able to work with already established GIS client.

## **Přílohy**

# SEZNAM PŘÍLOH

## **Volné přílohy:**

- Příloha 1    Návod k aplikaci MapTiler
- Příloha 2    Návod k aplikaci TileServer
- Příloha 3    Návod k aplikaci MapInCloud
- Příloha 4    DVD

## **Popis struktury DVD**

Adresáře: Zdrojové kódy aplikace MapInCloud

    Návody k aplikacím

        Návod k MapInCloud

        Návod k TileServer

        Návod k MapTiler

    Textová část bakalářské práce

    Zdrojové kódy aplikace TileServer

    Webové stránky o bakalářské práci